

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

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

Bakalářská práce

Ladislav Morávek

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Ladislav Morávek

Dřevařství
Zpracování dřeva

Název práce

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

Název anglicky

Optimizing the technological equipment of the sawmill operation with regard to the quantity and quality of processed wood raw materials

Cíle práce

Optimalizace a návrh technologických zařízení v daném pilařském provozu. Přiblížení hlavního pilařského stroje a na něj navazující vedlejší stroje umístění v pilařském provozu, a to vše s ohledem na zpracovávané dřevní suroviny a její kvalitu.

Metodika

Práce se bude věnovat problematice optimalizace technologických zařízení v pilařském provozu. V první řadě bude seznámení se s daným pilařským provozem – popis jeho genezi a výroby až po současnost a základní informace o daném pilařském provozu. Následně analýza nedostatků týkajících se technologických zařízení, které se v daném pilařském provozu momentálně nachází a popsání možností jejich řešení. Stanovení nových technologických zařízení i spolu s jejich uspořádáním v provozu, to vše s ohledem na druh zpracovávané dřevní suroviny a její kvalitu.

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

1/ červenec – srpen 2023: literární rešerše – analýza literatury s přehledem dosavadních poznatků o řešeném problému a vymezení základních pojmů, které budou používány v práci,

2/ září – říjen 2023: získání a uspořádání informací z podniku,

3/ listopad – prosinec 2023: proveden návrh,

4/ leden – březen 2024: vyhodnocení a dokončení závěrečné práce,

5/ duben 2024: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

35 – 50 stránek

Klíčová slova

pilnice, provoz, surovina, strojní zařízení, kvalita

Doporučené zdroje informací

BEER, P. Niekonwencjonalne narzedzia do obróbki drewna. Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej. 2007. s. 58-70., ISBN 978-83-7160-445-4.

DETVAJ, J. Technológia piliarskej výroby. 2. vyd. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 2003. 232 s., ISBN 80-228-1248-X.

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

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

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

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

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

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 9. 5. 2023

doc. Ing. Roman Fojtík, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 05.04.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD. za vedení při zhotovování jednotlivých částí této bakalářské práce. Poděkování bych také rád věnoval jednotlivým zástupcům u oslovených firem. Nakonec bych rád poděkoval samotnému vedení firmy pila Morávek za vstřícnost a poskytnutí potřebných interních dokumentů pro zhotovení této práce.

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

Souhrn

Tato bakalářská práce přibližuje optimalizaci technologického zařízení pilařského podniku, a to s ohledem na zpracovávanou surovinu z hlediska kvality a množství. Práce je rozdělena do 2 hlavních částí, a to na literární rozbor a samotnou praktickou část, kde dochází ke stanovení daných řešení optimalizace. V rámci literární rešerše je provedeno objasnění příslušných částí pilařského podniku týkajících se vytyčených změn, ale i samotného vstupního materiálu pro pilařský průmysl. Literární rozbor je pro možnost popsání odborných termínů a postupu zpracování suroviny v pilařských závodech.

Pro práci byl vybrán pilařský provoz pila Morávek (Morávek Wood Original s.r.o.). Nachází se zde jak představení vybraného podniku, (a to jednotlivé struktury podniku, strojního zařízení, zpracovávané vstupní suroviny), tak i popsání daných nedostatků ve výrobě. Pro možnost technologické optimalizace bylo zde také vybrání vytyčených firem zabývajících se výrobou pilařských strojů, úprav povrchů manipulačních skladů (Silmos, Cemex), nakladačů (Zepelin s.r.o. – CAT).

Na základě těchto informací byly stanoveny 2 části doporučených změn. Pro účinnost samotné technologické optimalizace pilnice bylo uskutečněno nové uspořádání pilařského podniku (přesun budovy pilnice, přesun skladu kulatiny a řeziva, přesun frézovacího odkornovacího stroje, úpravy povrchů ve skladech). Byla také realizována možná podoba nové budovy pilnice od firmy Zeman PEM s.r.o. Pro 2. část technologické optimalizace je zhotovován výběr mezi 3 vytyčenými firmami, a to firma ZENZ, WRAVOR a MEBOR pro výběr kmenových pásových pil a kotoučové rozmítací pily spolu se stroji pro údržbu pilových nástrojů. Také došlo k začlenění firmy TOS SVITAVY pro nabídku na kotoučovou rozmítací pilu, ale také pro návrh třídící linky.

Vyhotovení dané technologické optimalizace je učiněno z důvodu možnosti snížení počtu pracovních míst, zefektivnění celkového procesu výroby a také přesnosti produkce. Byly stanoveny podmínky ohledně ročního max. pořezu na 5 000 m³. Veškeré části navrhovaných změn jsou vytyčeny s ohledem na celkové finanční náklady v podobě, pokud je možnost využití strojních zařízení z původní realizace podniku, tak jsou zde začleněny.

Klíčová slova: pilnice, provoz, surovina, strojní zařízení, kvalita

Optimizing the technological equipment of the sawmill operation with regard to the quantity and quality of processed wood raw materials

Summary

This bachelor thesis presents the optimization of the technological equipment of a sawmill enterprise with regard to the processed raw material in terms of quality and quantity. The thesis is divided into 2 main parts, namely the literature analysis and the practical part itself, where the given optimization solutions are determined. Within the literature search, clarification is made of the relevant parts of the sawmill enterprise concerning the outlined changes, but also of the input material for the sawmill industry itself. The literature review is for the possibility of describing the technical terms and the process of raw material processing in sawmills.

The sawmill Morávek (Morávek Wood Original s.r.o.) was chosen for the work. There is both an introduction of the selected enterprise, (namely the individual structure of the enterprise, machinery, processed raw materials), but also a description of the given shortcomings in production. For the possibility of technological optimization, there was also a selection of selected companies engaged in the production of sawing machines, surface treatment of handling warehouses (Silmos, Cemex), loaders (Zepelin s.r.o. - CAT).

On the basis of this information, 2 parts of the recommended changes have been identified. For the effectiveness of the technological optimization of the sawmill itself, a new layout of the sawmill was implemented (relocation of the sawmill building, relocation of the log and lumber storage, relocation of the debarking milling machine, modification of the surfaces in the warehouses). A possible design of the new sawmill building by Zeman PEM s.r.o. was also implemented. For the 2nd part of the technological optimization, a selection is being made between 3 selected companies, namely ZENZ, WRAVOR and MEBOR, for the selection of the log band saws and the circular dimensioning saw, together with the machines for the maintenance of the sawing tools. Also, TOS SVITAVY was included for the bid for the circular saw but also for the design of the sorting line.

This technological optimization is made because of the possibility of reducing the number of jobs, making the overall production process more efficient and also the accuracy of production. Conditions have been set for an annual maximum cut of 5 000 m³. All parts of the proposed changes are set out with regard to the overall financial cost, and if there is a possibility of using machinery from the original implementation of the plant, they are incorporated here.

Keywords: sawmill workplace, service, raw material, machinery, quality

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	11
3	Literární rozbor.....	12
3.1	Charakteristika dřevní suroviny ve dřevozpracujícím průmyslu	12
3.1.1	Charakteristika dřeva	12
3.1.2	Charakteristika surového dříví	12
3.1.3	Dělení průmyslového dříví	14
3.1.4	Současný stav dřevní suroviny v České republice	16
3.2	Popis pilařského podniku v závislosti na zpracovávané surovině	17
3.2.1	Dělení pilařských podniků dle daných faktorů.....	18
3.3	Dané části pilařského podniku	19
3.3.1	Sklad kulatiny	20
3.3.2	Pilnice	23
3.3.3	Typologie řeziva	28
3.3.4	Sklad řeziva	30
4	Metodika.....	32
4.1	Představení pilařského podniku	32
4.2	Analýza technologických nedostatků.....	40
4.3	Dostupné technologie – průzkum trhu	42
5	Návrh technologické optimalizace	48
5.1	Optimalizace skladu kulatiny/výřezů, skladu řeziva, budovy pilnice... 48	
5.2	Technologická optimalizace v rámci pilnice.....	52
6	Diskuze	60
6.1	Přínos přijaté optimalizace pro praxi	62
7	Závěr.....	64
8	Literatura	65
9	Seznam obrázků.....	69
10	Seznam tabulek.....	70
11	Seznam grafů	70
12	Seznam příloh	70
13	Přílohy	71

Použité symboly a zkratky

D	Dýhárenská výřezy
R	Rezonanční výřezy pro výrobu nástrojů
SP	Speciální průmyslové výřezy
L	Překližované výřezy, zápalkářské výřezy, výřezy pro sportovní a jiné potřeby a sušárenské výřezy
T	Smrkové překližkárenské výřezy pro technologické překližky
A, B	Pilařské výřezy, včetně výřezů pro stavební účely a výřezů na výrobu prachů – jakost A, B
S	Sloupové výřezy a sloupovina
SDU	Speciální důlní výřezy
BP	Buková pražcovina
DR	Dříví pro výrobu dřevoviny
DU	Důlní výřezy a dolovina
TY	Tyče
TK	Tyčky
TV	Tyčové a tyčkové výřezy
VP	Vlákninové a ostatní průmyslové dříví
NL	Netříděné listnaté dříví
PAL	Palivové dříví
SK	Surové kmeny
VK	Výmětová kulatina
v_c	řezná rychlost
f_z	posuvná rychlost
F_n	Napínací síla
R_{min}	Minimální poloměr řezu
htloušťka	seříznuté hrany
F_c	Střední řezná síla
P_c	Řezný výkon
SM	Smrk
BO	Borovice
MD	Modřín
DG	Douglaska
DB	Dub
JS	Jasan
PP	Produktivita práce
KAPS-LE	KAMenivo zpevněné Popílkovou Suspenzí pro LEsní cesty
SDP	Společenstvo dřevozpracujících podniků
HON	Hydraulický otočný nakladač

1 Úvod

V posledních několika letech se ve dřevozpracujícím průmyslu odehrálo hned několik významných změn ovlivňujících budoucí vývojovou tendenci jak již ve dřevozpracujícím průmyslu, tak i obecně v lesním hospodářství. Velice aktuálními otázkami v současnosti jsou zhoršující se klimatické podmínky, a to hlavně v podobě sucha a velkého nedostatku vody. V poslední době je velice skloňovaná otázka řešení kůrovcové kalamity, vyskytující se nejen na území lesů v České republice. V důsledku kalamity byly v nejvyšším počtu zasaženy jehličnaté dřeviny a těžba kulatiny se vyšplhala do enormních hodnot za dané období. Kalamita způsobila velké snížení cen jehličnatého dříví, především smrkového, za jeden kubický metr. Ceny se snižovali až na rekordní minimum. Tyto aspekty ovlivnily vývoj zpracování suroviny na území České republiky. Celkově veškeré firmy zvyšovaly objemy své produkce a docházelo k nákupu nových technologií, které tyto objemy zpracování byly schopny udržet. Tato navyšování v závodech bylo prováděno v závislosti na celkovém vývoji v dané době, nebylo tedy možné říct, jak dlouho tento stav nejen v dřevozpracujícím průmyslu setrvá.

V současné době se neustále na území České republiky potýkáme s dozvuky kůrovcové kalamity, která ovlivnila celkový budoucí vývoj v těchto odvětvích. Veliké změny se budou týkat jak lesního hospodářství, kdy bude docházet a již dochází k optimalizování druhových výsadbových skladeb. Toto přijaté opatření bude nejvíce cílit na vyšší přirozenou obranyschopnost lesních porostů a cílem je zabránit takovým kalamitám, které zde mohly být viděny v nedávné době. Změny ale také nastanou v samotném dřevozpracujícím průmyslu, kde bude nutnost se tomuto vývojovému trendu přizpůsobit. Je tedy jednoznačné, že využívání jehličnatých dřevin v dřevozpracujícím průmyslu tak, jak je nastaveno v dnešních dobách nebude do budoucna možné udržet a bude zapotřebí adaptace výroby na dostupné suroviny. Velmi důležité aspekty v pilařské výrobě pro udržení chodu podniku do budoucna, bude řešení otázek týkajících se zefektivnění celkové výroby s co nejmenší potřebou lidské síly. Z hlediska pilařských závodů bude stěžejní celkové optimalizování průběhu procesu výroby, a to z hlediska automatizace, zvýšené přesnosti a výtěžnosti ve výrobě.

Otázka, jak zachovat působení dané firmy na trhu je zmiňována i v literatuře od Friess (2006), kdy u středních a malých podniků technologická optimalizace přinese pouze velmi malé zvýhodnění, v porovnání s konkurencí. Je tedy velmi podstatné těmto technologickým krokům vložit přidanou hodnotu. To může být provedené v podobě možnosti zpracování kulatiny nadstandartních rozměrů, které nejsou větší firmy, vybaveny agregátním pořezem, schopny zpracovat. Velmi podstatné je, aby celkový výrobní proces byl pružný na změny druhů sortimentů v rámci výroby a tím podniku dodal schopnost provedení individuálních zakázek u koncových zákazníků. Z tohoto hlediska je, dle mého názoru, velmi podstatné danými inovacemi umožnit záводу pružné změny výroby při ohledu na vývoj trhu a požadavky zákazníků. Daná technologická optimalizace umožní v závodu částečné snížení lidské pracovní síly, která v je v dnešních dobách velmi těžko sehnatelná. Zároveň, pořízení nových technologií do provozu, a i obecně vylepšování provozů, přinese v rámci celého závodu o mnoho lepší pracovní prostředí a celkově vykonávaná práce se těmito kroky ulehčí.

2 Cíl práce

Optimalizace a navržení technologických zařízení daného pilařského podniku, a to s ohledem na druh a kvalitu zpracovávané suroviny. Přiblížení hlavního pilařského stroje a na něj navazující sekundární stroje spolu s novými situačními plány řešených částí

Pro splnění cílů bylo v rámci této práce představeno:

- vybraný provoz,
- možnosti optimalizace,
- navržené technologie pro optimalizaci.

3 Literární rozbor

V rámci celkového zpracovatelského průmyslu České republiky zahrnuje obecně dřevařský průmysl velmi významnou část zastupující bohatou škálu výsledných sortimentů daných produkcí. Rozmanitost výsledných sortimentů je dána díky charakteru vstupní suroviny, která se v tomto oddílu zpracovává, a to tedy se jedná o dříví, což jinými slovy je možné charakterizovat jako obnovitelný zdroj. Do budoucna se tento fakt bude moci přizpůsobovat potřebám na trhu, a to v podobě nahrazování výrobků zhotovovaných z odlišných materiálů, které nejsou získávány z obnovitelných zdrojů (Panorama zpracovatelského průmyslu ČR, 2018).

3.1 Charakteristika dřevní suroviny ve dřevozpracujícím průmyslu

Vstupní materiál získávaný pro dřevozpracující průmysl je získáván z obnovitelných zdrojů. V tomto odvětví průmyslu se jedná obecně o materiál v podobě dřevní hmoty. Dřevní hmota je pojednávána jako základní lesní produkt. Nicméně, oproti jiným materiálům, je dřevní hmota, speciálně svými vlastnostmi, velmi odlišná. Jedná se o přírodní materiál charakterizován jako anizotropní, heterogenní a hygroskopický. Vlastnosti dřeva jako takového jsou ovlivňovány vlivem mnoha faktorů, a to v různých etapách. Jednotlivé vlastnosti materiálu jsou ovlivňovány během růstu, těžby, zpracování dřeva, ale i u výsledných produktů. Z toho plyne, že následné zpracování a využívání je voleno vždy s ohledem na jednotlivé vlastnosti daného materiálu. Velmi stěžejní je také definice mezi pojmy dřevo a dříví (Kvietková, Bomba 2013).

3.1.1 Charakteristika dřeva

V rámci vstupní suroviny u dřevozpracujícího průmyslu je vhodné charakterizovat tuto surovinu a dané rozdíly v její terminologii. Jak je uváděné v normě (ČSN EN 844 2020), tak obecně charakteristika dřeva dle této normy je ligninocelulózový materiál nacházející se mezi dřevem a kůrou stromu či keře. Jakožto dřevo se nedá považovat další lignifikované materiály v zastoupení jako jsou korek, bambus, palmové dřevo (ČSN EN 844 2020).

Jak uvádí Gandelová, Šlezingerová (2014), tak dřevo lze popsat z makroskopického hlediska jako materiál tvořen komplexním souborem rostlinných pletiv, kde struktura buněk tvořících tato pletiva mají z převážné části zdřevnatělé buněčné stěny.

3.1.2 Charakteristika surového dříví

Norma (ČSN EN 844 2020) charakterizuje dříví jako materiál v podobě stojících či pokácených stromů, nebo produktů z nich zhotovených. Dle Hongqiang a kol. (2014) je možné chápat surové dříví jako produkt určený pro zdroj energie, materiál pro výrobu nábytku, aglomerovaných materiálů na bázi dřeva, obecně dřevěných výrobků, výrobu papíru a dalších produktů.

Daný sortiment surového dříví je vstupní materiál nejen pro pilařské zpracování. Sortiment surového dříví je možné mít v různých provedení v závislosti na následujícím zpracování (Kvietková, Bomba 2013).

Jak je uváděné v normě (ČSN 48 0050 1992), tak surové dříví je obecně dodáváno v závislosti na třídě jakostí sortimentů, druhu dřeviny, stupně odkornění a dle rozměrů. V rámci jehličnatého a listnatého dříví je provedeno dělení do celkem 6 jakostních tříd, a to dle přímo specifikovaných zásad. Znění jakostního třídění surového dříví je možné vidět (viz tabulka 1).

Tabulka 1: *Jakostní třídy a sortimenty surového dříví.*
(ČSN 48 0050 1992)

Třída jakosti	Sortimenty	Značky
I.	Dýhárenské výřezy	D
	Rezonanční výřezy pro výrobu hudebních nástrojů	R
	Speciální průmyslové výřezy	SP
II.	Překlížované výřezy, zápalkářské výřezy, výřezy pro sportovní a jiné potřeby a sudárenské výřezy	L
	Smrkové překlížkárenské výřezy pro technologické překlížky	T
III.	Pilařské výřezy, včetně výřezů pro stavební účely a výřezů na výrobu pražců - jakost A; B	A
	Sloupové výřezy a sloupovina	B
	Sloupové výřezy a sloupovina	S
	Speciální důlní výřezy	SDU
IV.	Buková pražcovina	BP
	Dříví pro výrobu dřevoviny	DR
	Důlní výřezy a dolovina	DU
	Tyče	TY
	Tyčky	TK
	Tyčové a tyčkové výřezy TV (ZV)	TV
V.	Vlákninové a ostatní průmyslové dříví	VP
	Netříděné listnaté dříví	NL
VI.	Palivové dříví	PAL
	Lesní štěpky	LS
	Surové kmeny	SK
	Výmětová kulatina	VK

Je také možné rozdělení surového dříví dle zastoupení kůry, které uvádí norma (ČSN 48 0050 1992) a celkem zde jsou 4 skupiny a to:

- V kůře – porušení kůry pouze v daných místech (místa, kde byly odstraněny větve či při mechanickém poškození při transportu dříví)
- Odkorněny do hněda – samotná kůra je odstraněna ručním či strojním způsobem za podmínky, že lýko je ponecháno
- Strojně odkorněná do polo běla – zde je kůra dokonale odstraněna pomocí strojního způsobu a lýko je ponecháno z 50 %
- Odkorněné do běla – samotná kůra, ale i lýko jsou dokonale odstraněny

V dalších odborných publikacích je možné se dočíst, že je uváděn ještě jeden druh stupně odkornění navíc, a to, jak zmiňuje Kvietková, Bomba (2013), tak zde je možnost podskupiny s názvem Odkornění do hněda beze zbytků kůry – popis této skupiny je stejný jako u bodu c s tím rozdílem, že v tomto případě se jedná o dokonalé odstranění kůry, a to beze zbytků.

3.1.3 Dělení průmyslového dříví

Jak bylo zmiňované, surové dříví je možné rozdělovat do dalších podskupin v závislosti na způsobu zpracování. Nejobecnější rozdělení je v podobě průmyslového dříví a palivového dříví, popřípadě dřevěného uhlí. Samotné průmyslové dříví je možné rozdělit do podskupin jako jsou: kulatina, vláknina a ostatní průmyslové dříví.

Pro dřevozpracující průmysl zajišťuje dodávky kulatiny lesní hospodářství. Kulatinu je tedy možné rozdělit na pilařskou kulatinu a dýhárenskou kulatinu. Pilařskou kulatinu je možné definovat, jak uvádí norma (ČSN EN 844 2020) jako kmen pro zpracování na pilařské řezivo. Samotná pilařská kulatina nevstupuje přímo do procesu zpracování na hlavních pilařských strojích. Před samotným zpracováním je nutné kulatinu vymanipulovat pomocí příčného dělení na samotné výřezy. Výřez je charakterizován jako část kmene či větvi podle stanovených nejmenších rozměrů. Výřezy si tak připravíme dle našich potřebných rozměrů a pokud se nachází v kulatině dané vady, tímto vymanipulováním je možné je eliminovat (Kvietková, Bomba 2013).

Jak uvádí norma (ČSN 48 0051 1982), tak surový kmen je možné definovat jako surovinu v podobě vytěženého a odvětveného stromu, od kterého byla odstraněna kořenová část a vršek, svým účelem je vhodný pro výrobu daných sortimentů v rámci příslušných technických norem.

Do jednotlivých požadavků na kulatinu, a to v rámci jejich rozměrů, kvality, dělení dle sortimentů a jednotlivých společných ustanovení, nám vstupuje hned několik norem:

- ČSN 48 0050 – Surové dříví. Základní a společná ustanovení. Tato norma je navíc doplňována normami ČSN 48 0055 – Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky a ČSN 48 0056 – Listnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky.
- ČSN 48 0203 – Surové dříví. Kulatina. Třídění vad
- ČSN 48 0204 – Surové dříví. Kulatina. Měření vad
- ČSN 48 0205 – Surové dříví. Kulatina. Názvy a definice vad.

Pokud shrneme znění těchto norem, tak jsme schopní surové dříví dělit hned podle několika faktorů a to: dle sortimentu, druhu dřeviny, dle jakostí, dle rozměrů (Kvietková, Bomba 2013).

Jak je uváděné v normě (ČSN 48 0051 1982), tak na surové kmeny se vztahují obecně dané požadavky, dle kterých je možné je třídit a dodávat. Tyto požadavky jsou: dřeviny v širokém pojmu skupiny dřevin; rozměry a jakosti. Tato norma nám dále ukládá, že surové kmeny jsou zhotovovány z jehličnatých dřevin; listnatých měkkých a tvrdých dřevin. V rámci rozměrů se budeme pohybovat na rozdělení dle průměrů a délek, kdy dle průměrů je dělení na tenké (středová tloušťka do 19 cm, měřeno bez kůry) a na tlusté (tyto surové kmeny se budou pohybovat ve středových tloušťkách nad 20 cm, měřeno bez kůry). Dle této normy jsou surové kmeny zhotovovány v rámci délek tak, aby odpovídaly možnostem největších dopravních délek. Pokud toto nelze dodržet, tak jsou u tenkých surových kmenů stanoveny nejmenší délky na 5 m a u tlustých kmenů jsou nejmenší délky stanoveny na 8 m. Je zde počítáno i s danými

přídavky u jednotlivých kusů surových kmenů a ty se pohybují v rámci 1 % z celkové jmenovité délky, maximálně je však povoleno dle této normy přídavek 10 cm (ČSN 48 0051 1982).

Jakostní třídění surových kmenů je možné vidět v rámci kapitoly 3.1.2. Pokud se budeme pohybovat ve třetí jakostní třídě, tedy pilařské výřezy, tak je možné tuto skupinu dále rozdělit dle daných kvalitativních tříd. Kvalitativní třídy budeme schopni rozdělit do 4 podskupin (viz tabulka 2), kde ovlivňující faktor, jak uvádí Kvietková, Bomba (2013) je především tvar kmene, sukovitost a dané vady. S tímto aspektem je spojené samotné označování kmenů, kde, jak uvádí Detvaj (2003), vyznačujeme vlastnosti u daných jednotlivých kusů surového dříví. Značení je možné provádět způsobem, kdy na horním čelu kmene se zaznamená pomocí křídly či pomocí razicího kladiva kód lesního závodu (dané polesí, manipulační místo). Na horní čelo kmene se vyznačují: značka sortimentu; číslo daného kusu; jakostní třída/kvalita; rozměry (průměr kmene a délka kmene) (Detvaj 2003).

Tabulka 2: *Popis jednotlivých kvalitativních tříd.*
(Kvietková, Bomba 2013)

Třída	Popis
A	Zdravé dříví bez vad nebo pouze s bezvýznamnými vadami, bez omezení v použití
B	Dříví normální kvality včetně souší s jednou nebo více vadami, jakými jsou slabé zakřivení a slabý točivý růst, malá sbíhavost kmene, máločetné zdravé suky s malým nebo středně velkým průměrem, malé množství nezdravých suků s malého průměru, lehce excentrické jádro, nepravidelost tvaru kmene. Výskyt vad je kompenzován dobrou všeobecnou jakostí kusu.
C	Dříví, které z důvodu jeho vad není zařazeno do třídy kvality A a B, avšak průmyslově je použitelné. Sem patří např. silně zakřivené kmeny nebo kmeny se silným točivým růstem, sukaté čepové výřezy, napadené výřezy s hluboko zasahujícími poškozenými sukly, červená nebo bílá hniloba a jiné poškození houbami nebo hmyzem, stejně jako kusy s rozlupčivými trhlinami.
D	Dříví, které kvůli svým vadám nepatří do žádné z výše uvedených tříd kvality a je minimálně ze 40% použitelné pro průmyslové účely.

Druhá podskupina kulatiny je kulatina dýhárenská, kterou můžeme charakterizovat jako dlouhé oblé dříví. Obecně kulatina je získávání vymanipulováním z kmenů, a to v podobě příčného dělení kmenů a následného odvětvení. Tento sortiment má možnosti dvojího využití, a to buď v podobě oblého tvaru, či pro následné zpracování na řezivo. Vláknu je možné charakterizovat jako sortiment surového dříví svým určením výhradně pro výrobu papíru. U tohoto sortimentu je stanovena maximální tloušťka, a to 16 cm. Ostatní průmyslové dříví zde se zahrnují takové sortimenty, které již nemají možné využití v rámci předešlých sortimentů surového dříví. Jsou zde zastoupeny žerdě – sortimenty využívané v hospodářství; sloupovina a sloupové výřezy; dříví určené na výrobu sirek a důlní dříví (Kvietková, Bomba 2013).

3.1.4 Současný stav dřevní suroviny v České republice

Druhová skladba dřevin vyskytujících se v lesích na území České republiky se v současné době, ale i do budoucna bude měnit. V roce 2021 zastupovali jehličnaté dřeviny 1 817 471 hektarů z celkové plochy lesních pozemků. V rámci listnatých dřevin byly zastoupeny ve výši 747 906 hektarů z celkové plochy lesa. V současné době v lesích České republiky neustále převažují jehličnaté dřeviny s nejvyšším zastoupením smrku ztepilého. Avšak z vývoje posledních 8 let dochází k mírnému poklesu obecně jehličnatých dřevin na úkor listnatých dřevin v lesích České republiky a je předpokládáno v rámci budoucího vývoje, že tento trend bude přetrvávat. Jedná se o výsledek současného hospodaření v lesích a snaha dosažení druhové rovnováhy a tím spojená vyšší přirozená obranyschopnost lesů. (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2021).

V rámci roku 2023 začíná být veliký problém s dostupností jehličnaté kulatiny vyšších jakostních tříd. Tento fakt je v důsledku s probíhající, avšak s neustále se snižující, kůrovcovou kalamitou, která nejvíce zasáhla jehličnaté dřeviny. Jak uvádí (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky, 2021), tak za rok 2021 byly provedeny celkové těžby surového dříví o objemu 30,26 miliónů m³. Takto rostoucí objemy těžby vyvolaly také zvyšování objemů výrobní kapacity v rámci dřevozpracujícího průmyslu. Objem výrobní kapacity byl rok 2023 okolo 14 miliónů m³ (tento objem je počítán včetně vlákniny). Objem ročních těžeb ale neustále klesá, jak uvádí ČSÚ (2023) tak pro rok 2022 se roční těžba surového dříví snížila na hodnotu 25 miliónů m³. Do budoucích let je počítáno s neustále se snižujícím ročním objemem těžeb surového dříví, což může do budoucna ovlivnit zásobování dřevozpracujících závodů.

V rámci vývoje ploch lesů na území České republiky je možné vidět pokračující rostoucí trend. Pro rok 2022 je celková plocha lesů na hodnotách 2 680 372 ha, což činí meziroční nárůst o 1568 ha (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2022).

Vývoj cen s kulatinou na trhu k 1. pololetí roku 2023 (viz tabulka 3) se v některých případech vyvíjel v podobném tempu, které bylo možné zaznamenat ve 4. kvartálu minulého rok. Jak zmiňuje Novák (2023), tak u výrazné části jehličnatých dřevin je možné sledovat k závěru 1. pololetí roku 2023 klesající trend vývoje cen na trhu. Tento trend zasáhl ale pouze smrkovou kulatinu III A/B a III D. Snížení cen ale dosáhlo pouze hodnot v řádech desítek korun. Naopak u smrkové kulatiny III C byl vývoj cen opačný a došlo k navýšení cen, ale opět v řádech desítek korun. Snížení cen, opět se pohybujících v řádech desítek korun bylo možné zaznamenat u borové kulatiny. U listnatých dřevin je možné sledovat vývoj průměrné ceny také s klesajícím průběhem, a to v řádech stovek korun. Průměrná cena listnatých dřevin se tedy k závěru 1. pololetí roku 2023 přibližně pohybovala na stejných cenových hladinách jako v roce 2021 (Novák 2023).

Tabulka 3: Vývoj cen s kulatinou na českém trhu k 1. pololetí roku 2023. (Novák 2023)

	TŘÍDA			
	II	III A, III B	III C	III D
SM/JD	3230 2600 – 4000 -380	2810 2300 – 3300 -40	2610 2100 – 3070 +30	2180 1200 – 2980 -30
BO	2910 2400 – 3500 -90	2200 1700 – 2600 -10	1970 1600 – 2500 -60	1680 1400 – 2000 -90
MD	4740 3400 – 6500 -200	3740 3000 – 5500 +180	3080 2000 – 4100 +30	2340 2000 – 2900 +100
DB	9080 4500 – 14000 -1300	6720 4000 – 8800 -500	4320 3000 – 6500 -850	3290 2500 – 4800 -530
BK	2670 2200 – 3400 -630	2570 2000 – 3500 -520	2190 1500 – 2500 -430	1980 1700 – 2200 -630

3.2 Popis pilařského podniku v závislosti na zpracovávané surovině

Pokud se vezme dřevozpracující průmysl jako takový, tak se opírá o velmi dlouhé tradice v rámci jeho působení. V této historii bylo možné zaznamenat mnoho technologických inovací, které přicházely spolu s nedostatky vycházejícími ze samotné výroby. Realizace těchto nedostatků hnala toto odvětví průmyslu neustále kupředu spolu s vzniklými inovacemi na daných technologiích.

Velkými změnami procházel dřevařský průmysl po roce 1989, kde v České republice proběhl pád komunistického režimu. S odvíjením na tuto událost byly tehdy státní podniky rozděleny na menší korporáty nezávislémi na původní podobě státního podniku. U takto vzniklých provozů bylo možné se velmi dobře adaptovat na aktuální stav ve dřevozpracujícím průmyslu (Janák 1999).

V rámci změn dosahovaných v 90. letech minulého století byl nejvíce kladen důraz na modernizace závodů z hlediska jejich technologického vybavení, navyšování produktivity závodů a zlepšení kvality procesu výroby. Tato opatření byla ale brána pouze u těch největších pilařských podniků v České republice. Největší zastoupení na celkovém objemu výrobní kapacity měly podniky s ročním objemem produkce v rozmezí 20-80 tisících m³. Tyto podniky ale disponovaly staršími technologiemi v porovnání s těmi největšími. Tyto technologie stále vyžadovaly vyšší počet pracovníků. Pokud byly realizovány modernizace podniků, tak bylo vyžadováno velkého vstupního kapitálu (Pražan 2010).

Jak ale uvádí Kvietková, Bomba (2013), tak celkové modernizace pilařských podniků neprobíhaly v celém odvětví rovnoměrně. Veliké modernizace podniků byly prováděny v rámci těch největších závodů. Vyskytovaly se zde také takové pilařské podniky, kde byly provedeny pouze částečné technologické inovace a řada menších závodů disponovala technologiemi, které se svými technickými možnostmi pohybovaly v rámci technologií z počátků 20. století. V dnešních dobách je u dřevozpracujících podniků primárně kladen důraz na celkovou

mechanizaci a automatizaci závodů. Zhotovené výrobky jsou popisovány dle daných norem a celková výroba je řízena danými standardy.

Jako hlavní aspekt, který by měl vstupovat při optimalizaci pilařského závodu je forma samotné vstupní suroviny, a i forma výstupních sortimentů. Je zřejmé, že v tomto případě se bude jednat o vstupní suroviny v podobě kulatiny, ale s danými parametry, které je nutné zohledňovat. Dané optimalizace by tedy měly být vedeny od rozměrů kulatiny určené na zpracování na hlavním pořezovém stroji, ale i samotná jakostní třída a kvality zpracovávané suroviny. V mnoha případech je tedy volen hlavní pořezový stroj umožňující průchod větších průměrů kulatiny, než je zvolený standard. Tato opatření jsou brána z důvodu pokrytí pořezu kulatiny vyšších rozměrů, nežli je stanovený standard v rámci podniku. U těchto kroků může ale docházet ke nevyužívání plné výrobní kapacity hlavního stroje a provoz by se mohl stát velmi neekonomickým (Friess 2000).

Velmi zásadní v rámci uzpůsobování pilařského závodu bude zpracovatelská technologie. Tu je možné dělit na 2 nejzákladnější typy, a to tedy na jehličnatou pilařskou technologii a listnatou pilařskou technologii. Nejzásadnější rozdíl mezi těmito technologiemi je možné formulovat tak, že při jehličnaté pilařské technologii je využíván jako hlavní pořezový stroj kmenová rámová pila pro způsob pořezu prizmováním. Zatímco u listnaté pilařské technologie je jako hlavní pořezový stroj využívána kmenová pásová pila, která umožňuje plynulé změny v rámci pořezových způsobů (Detvaj 2003). Je tedy zřejmé, že pilařské podniky je možné dělit dle mnoha ovlivňujících faktorů.

3.2.1 Dělení pilařských podniků dle daných faktorů

Jak zde bylo zmíněné, tak pilařské podniky je možné dělit dle jejich velikostí, kde vstupní porovnávací faktor může být brán dle různých úhlů. Jak uvádí Friess (2006), tak velikost pilařských podniků je možné vyjádřit jak velikostí objemy ročního pořezu, tak ale i dle počtu zaměstnanců. Od velikostí pilařského podniku se nám ale také budou odvíjet využívané technologie v rámci podniku. V rámci dělení podniků dle objemu ročního pořezu uváděného ke konci 20. století, tak jak uvádí Fronius (1989) je možné pilařské podniky v rámci střední Evropy dělit na: (viz tabulka 4) nejmenší provozy, malé provozy, střední provozy, velké provozy, největší provozy.

Tabulka 4: Dělení pilařských podniků dle objemu ročního pořezu. (Fronius 1989)

Provoz	Roční objem pořezu kulatiny [m ³]
Nejmenší provozy	do 3000
Malé provozy	3000 - 9000
Střední provozy	9000 - 18000
Velké provozy	18000 - 30000
Největší provozy	30000 - 100000

V rámci dělení pilařských provozů Friess (2000), uvádí že zde mohou vstupovat i další ovlivňující faktory jako jsou:

- Zpracovávaná surovina:
 - Zpracovávání jehličnatých dřevin
 - Zpracovávání listnatých dřevin
 - Zpracování dřevin (smíšené)
 - Zpracovávání především slabé hmoty
 - Zpracovávání tyčoviny a ostatních nepilařských hmot
- Organizace výrobního programu
 - Komerční
 - Zakázkové
 - Kooperační
 - Pořez ve mzdě
- Umístění pilařského závodu:
 - Při daném zdroji kulatiny
 - U spotřeby
 - Mobilní
- Podlé délky provozu v roce:
 - Provoz pouze v daných sezónách
 - Neustálý provoz
 - Neustálý provoz s více směnami
- Dle technologické obtížnosti:
 - Pouze jeden hlavní stroj s absencí výrobní linky
 - Pily s výrobní linkou
 - Pily s vícero výrobními linkami
- Dle zvolené hlavního pořezového stroje
 - Kmenová pásová pila
 - Kmenová rámová pila
 - Kmenová kotoučová pila
 - Agregované linky
 - Hranolovací sekačka bez výroby bočního řeziva

3.3 Dané části pilařského podniku

V rámci pilařských podniků je možné rozdělení do hlavních podskupin, a to dle odvíjejících se úkonů v daných částech. V rámci posledního vývoje v 21. století v dřevařských podnicích je velice stěžejní, aby byly jednotlivé procesy svým průběhem, co nejvíce efektivní a navazující, a to spolu s celkovou automatizací celého výrobního postupu. Základní části pilařského podniku je možné rozdělit na: sklad kulatiny, pilnici a sklad řeziva. Z hlediska základních částí pilařského podniku je možné rozdělit dle zastoupení celkové plochy v rámci rozlohy pozemku pilařského podniku. Jak udává Friess (2006), tak pro sklad kulatiny je vhodné vymezit 60 % plochy pozemku, pro sklad řeziva vymezit 30 % plochy pozemku a pro příslušné cesty a budovy vymezit 10 % plochy. Pilařský podnik je tedy rozčleněn do základních částí a jako první z nich bude sklad kulatiny.

3.3.1 Sklad kulatiny

Jedná se o prvotní stanoviště v rámci pilařského podniku. V rámci skladu kulatiny dochází jak k přejímce kulatiny od dodavatelů, ale také i k samotné manipulaci s kulatinou. Velmi řešeným aspektem je oddělování skladů dlouhé kulatiny a výřezů, kdy pro manipulování s dlouhou kulatinou je nutné vyhrazení dostatečného prostoru. Pro samotnou manipulaci s kulatinou v rámci skladu je možné využít vícero technologií, jako jsou: úzkorozchodové drážky, čelní nakladače, manipulační vozíky s ramenem, manipulační linky. V těchto případech je ale nutné zajistit nejen kvalitní cesty v rámci skladu, ale také pro dané technologie, jako je například manipulační vozík, i odpovídající zázemí potřebné pro jeho provoz (Friess 2000).

Jak udává norma (ČSN 49 0071 1970) pozemek určený pro zhotovení skladu kulatiny musí být umístěn na rovině či v mírném svahu a dobře přístupný z veřejných komunikací. Zároveň při stanovování lokace a velikosti pozemku se musí zohlednit převažující směr větru a očekávaná velikost skladu z hlediska kapacit.

U samotného skladu kulatiny je možné stanovit 3 základní funkce, a to skladovou, výrobní a ochrannou. **Skladová funkce** se dá charakterizovat jako získání dostatečného množství zásob tak, aby byl dodržen plynulý chod provozu. Pokud budou drženy malé stavy zásob, je přímo ohrožena plynulost výroby. V rámci držení zásob ve větším množství nebude ohrožena plynulost výroby, ale bude přímo ovlivněn sklad z hlediska velkého tlaku na kapacitu prostoru, kde jsou zásoby ukládány. Z hlediska dokonalého stavu zásob ve skladu kulatiny je zásoba kulatiny vystačující na 15–40 dní bez nutnosti nových dodávek kulatiny. **Výrobní funkce** se dá charakterizovat jako zhotovení pilařských výřezů s příslušnými specifikacemi za pomoci daných technologických či netechnologických postupů. **Ochrannou funkci** je možné popsat ve smyslu udržení vstupní suroviny proti znehodnocení abiotickými a biotickými vlivy. První možnost ošetření spočívá na způsobu mokré ochrany založené na udržování vysoké vlhkosti ve dříví a tím zabránění působení biotických škůdců (vysokým obsahem vody ve dříví klesne obsah kyslíku, který potřebují pro své působení). Jak uvádí Yalcin (2020), tak v rámci použití mokrého způsobu ochrany kulatiny se jedná o nejúčinnější způsob pro skladování kulatiny v delších časových úsecích, kdy nejvyužívanější metody jsou za pomoci kropení či máčení v umělých vodních plochách. Druhá forma je suchá pracující na opačném principu, tedy velmi rychlé snížení vlhkosti ve dříví a tím zabránění působení dřevokazným houbám (Detvaj 2003).

V rámci skladu kulatiny probíhají jednotlivé procesy zpracování kulatiny v podobě samotných pilařských výřezů připravených na zpracování. Jednotlivé procesy v rámci skladu kulatiny je možné rozdělit, jak uvádí Janák (2008) ve shrnutí: přejímku kulatiny, zaevidování hmoty, manipulaci, ochranu, přípravu požezových dávek a přísun výřezů do pilnice.

Přejímka kulatiny

Před samotným procesem přejímky kulatiny v daném pilařském závodě dochází k dopravě kulatiny do závodů, a to za pomoci převážně automobilové dopravy disponující speciálně upravenými přepravními soupravami a hydraulickými rukami. U větších pilařských závodů může být doprava kulatiny řešena pomocí vlakové dopravy. Samotná skládka je ve většině případů prováděna pomocí hydraulických rukou přímo z převozních souprav. Tento

způsob je volen převážně u menších pilařských podniků, kde není jiná možnost složení kulatiny. U větších pilařských závodů se skládání kulatiny může provádět například pomocí čelních kloubových nakladačů či za pomoci portálových jeřábů.

V dnešních dobách se v rámci obchodu s pilařskou kulatinou obchoduje s komoditou, kde její jednotky jsou vyjádřeny v rámci objemu kulatiny, a to bez kůry. V reálných podmínkách je ale kulatina dovážena do pilařských podniků s kůrou. Tento fakt se opírá hned o několik ovlivňujících faktorů jako jsou: lepší ochrana kulatiny při samotném transportu, ale i skladování, čistšího povrchu výřezů po zhotovení procesu odkorňování. V rámci stanovování objemu této kulatiny se zjišťuje tloušťka ve středu kulatiny, a to za pomoci daných metod, které si stanoví dodavatelé a odběratelé ohledně dodavatelsko-odběratelských vztahů (Černý, Pařez 1995).

Přejímky kulatiny je možné provádět ve dvou základních formách, a to pomocí namátkové/kusové. Namátková přejímka spočívá v kontrole základních rozměrů a kvalit u náhodně vybraných kusů kulatiny. Zatímco u druhého způsobu, tedy kusové přejímky a jak vyplývá již z názvu, tak je zhotovena kontrola rozměrů a kvalit u všech kusů kulatiny v rámci dodávky. V současné době je také možnost přejímky kulatiny za pomoci hmotnostního způsobu. Tento způsob se velice odvíjí od dodavatelsko-odběratelských vztahů a je nejvíce zaměřen na důvěře mezi těmito subjekty. Princip této metody spočívá v tom, že odběratel zaplatí přijímanou dodávku pilařské kulatiny, a to za předem dohodnutou hmotnost dřeva s dodavatelem (Janák a kol. 2006).

Evidence hmoty

Z hlediska celého zpracování kulatiny v rámci skladu kulatiny je tento proces brán jako nevýrobní. V této části se zaznamenávají rozměry kulatiny, rozměry výřezů. Získané informace se ukládají a přeposílají na stanoviště, kde dochází ke manipulaci kulatiny. Zde se v souvislosti se získanými informacemi z evidence hmoty stanovuje manipulování kulatiny na samotné výřezy. Měření kulatiny se může rozdělit dle provádění měření v rámci procesů zpracování kulatiny na: Vstupní; Mezioperační – získávání informací o rozměrech mezi danými operacemi v zpracování kulatiny; Inventarizační – zaznamenávají se dané kusy (Kvietková, Bomba 2013).

Manipulace kulatiny

Tato fáze zpracování kulatiny se přímo podílí na celkovém výrobním zpracování v pilařských závodech. V rámci úkonu, jež jsou zde zhotoveny se odvíjí od daných procesů. Tyto procesy mohou být: detekce kovových předmětů; odkornění; zkracování kulatiny.

Detekce kovových předmětů je brána za nevýrobní operaci prováděnou v rámci skladu kulatiny. Stroje provádějící detekci kovových předmětů v kulatině pracují na principu elektromagnetického záření a pokud se v materiálu nachází kovový předmět, bude toto místo vyznačeno na ploše kulatiny pro následné vymanipulování. Detekce kovových předmětů může být také zhotovována pouze vizuálně, zde je ale nulová možnost zaznamenání kovových předmětů nacházejících se pod povrchem. Nebo tento proces může být prováděn za pomoci ručních detektorů kovů. Tento způsob je ale značně zdlouhavý v porovnání se strojním (Kvietková 2015).

Odkorňování kulatiny je již považováno jako samostatný výrobní proces. Principem tohoto procesu je odstranění kůry z kulatiny za pomoci strojního zařízení označovaných jako odkorňovací stroje. Tyto odkorňovací stroje mohou být: otloukačí, třecí, hydraulické (k odstraňování kůry dochází za pomoci proudu vody) či frézovací (k odstraňování kůry dochází za pomoci frézy). Důvod provádění odkorňování je, aby nedocházelo k poškozování/otupování pořezového nástroje na hlavním pořezovém stroji a tím předcházet k nedostatkům kvality řezu, které by mohly nastat, pokud by výřezy nebyly odkorněné. Samotná kůra tvoří nezanedbatelný objem v rámci celkového objemu kulatiny a je tedy možnost po odkornění ji dále zpracovávat. Například u smrku tvoří podíl kůry okolo 10 % objemu (Lisičan 1996). Do tohoto procesu je možné také zařadit proces odstranění kořenových náběhů, kde tyto procesy na sebe navazují. Pilařská kulatina je ve své spodní části nejširší, a to z důvodu kořenových náběhů. Pokud by se tyto kořenové náběhy neodstranily, mohlo by docházet k nestabilitě při samotné manipulaci s kulatinou/výřezy, ale také by zde nebyla například možnost pořezu na hlavním pořezovém stroji v rámci pilnice, a to z důvodu překročení technických parametrů tohoto stroje. Dá se tedy říci, že redukce kořenových náběhů je prováděna z důvodu zpravidelnění celkového tvaru kmene (Fronius 1989).

Zkracování kulatiny je v rámci celkové manipulace kulatiny nejvíce zásadní výrobní operace, která následně ovlivňuje veškeré navazující zpracování samotných výřezů v rámci pilařské výroby. Během této operace se jedná o prvotní zpracování dlouhé kulatiny, a to v podobě příčného dělení a výsledný produkt jsou výřezy o stanovených rozměrech (Lisičan 1996). Velice zásadní při zkracování kulatiny je hospodárnost a dodržování daných technologických znaků jako jsou: zajištění dostatečných manipulačních prostor, provádění manipulace kulatiny pouze u velmi dobře kvalifikovaných pracovníků, dodržení výrobních předpisů a požadavků pro samotné zkracování kulatiny (Friess 2006). Délková manipulace kulatiny se odvíjí od takzvaných pevných bodů. Ty je možné charakterizovat jako celek, kde jsou zohledňované jak rozměry kulatiny, tak ale i celková struktura kulatiny a jakost. Jako nejdůležitější pevné body v rámci délkové manipulace kulatiny je možné stanovit tyto body: Silné zakřivení; Vyhníla místa; Změna tlouštěk kmene; Sbíhavost kmene; Sukovitost (Palovič 1981). Samotné třídění výřezů je detailnější, pokud v rámci pilařského závodu je Jehličnatá pilařská technologie (viz kapitola 3.2). V tomto případě jsou výřezy děleny dle:

- **Druhu dřeviny**
- **Dle průměru na tenčím konci** – je doporučeno výřezy o průměrech 16-27 cm třídít po 3 cm; výřezy o průměrech 28-50 cm třídít po 2 cm; výřezy o průměrech 51-60 a více cm třídít po 1 cm
- **Dle délek výřezů** – nejčastější dělení začíná od 3 m délky a je oddělováno po 100 cm, a to tedy délky 4, 5, 6 a více m
- **Podle kvalit výřezů**

V rámci dělení výřezů u listnaté pilařské technologie není dělení tak striktní. Je to z důvodu tohoto druhu technologie, kde je jako hlavní pořezový stroj kmenová pásová pila, a ta udává mnohem větší flexibilitu změny pořezového způsobu odvíjejícího se od stavu výřezů. Využívané technologie se v daných pilařských závodech velice liší. Nejvíce se to odvíjí od velikostí daných závodů. V pilařských závodech je možné vidět plně automatické linky s třídícími dopravníky, ale také provádění třídění ručně pomocí třídících vozíků, čelních

kloubových nakladačů, třídících vozíků, které jednotlivé výřezy ukládají do jednotlivých boxů, a to dle daných parametrů (Detvaj 2003).

Dalším důležitým parametrem v rámci skladu kulatiny je samotná ochrana kulatiny. Existují dva principy, a to mokrý a suchý způsob. Jejich principy byly popsány (viz kapitola 3.4.1).

Poslední procesy v rámci skladu kulatiny je Příprava pořezových dávek a přísun výřezů do pilnice. V obou případech se jedná o nevýrobní operaci. Principem je zajištění dodávky výřezů dle technologických možností hlavního pořezového stroje a zachování plynulosti v rámci celkové výroby v podniku. U menších pilařských závodů je možné se pravidelně setkat s formou přepravy kulatiny pomocí čelních nakladačů s drapáky (či vidlemi) anebo vysokozdvíhacími vozíky. Princip spočívá v převezení výřezů do skladu výřezů a za pomoci soustavy podélných a příčných dopravníků dopravení výřezu k hlavnímu pořezovému stroji. V rámci větších pilařských závodů je možné vidět dopravování výřezů při využití automatizovaných linek složených soustavou podélných a příčných dopravníků, které berou výřezy ze zásobovacích boxů plněných opět čelními nakladači s drapáky či za pomoci přepravních jeřábů (Detvaj 2003). Další část pilařského závodu navazující přímo na sklad kulatiny je část nazývaná pilnice.

3.3.2 Pilnice

Dle normy (ČSN 49 0002 1991) je možné pilnici charakterizovat jako budovu, kde jsou dány hlavní pořezové stroje pro podélné dělení vstupní suroviny – výřezů, ale také vedlejší stroje pro zpracování zhotovených druhů řeziva. V neposlední řadě jsou zde osazeny i stroje pro údržbu pilových nástrojů. Zvolené technologické vybavení se bude odvíjet od pilařské technologie, kterou se daný pilařský podnik řídí. V rámci výběru hlavních a vedlejších pořezových strojů v pilnici je ovlivňující faktor pilařská technologie viz kapitola 3.2, kde jsou popsány 2 hlavní technologie, a to jehličnatá a listnatá pilařská technologie, od kterých se odvíjí výběr hlavního pořezového stroje.

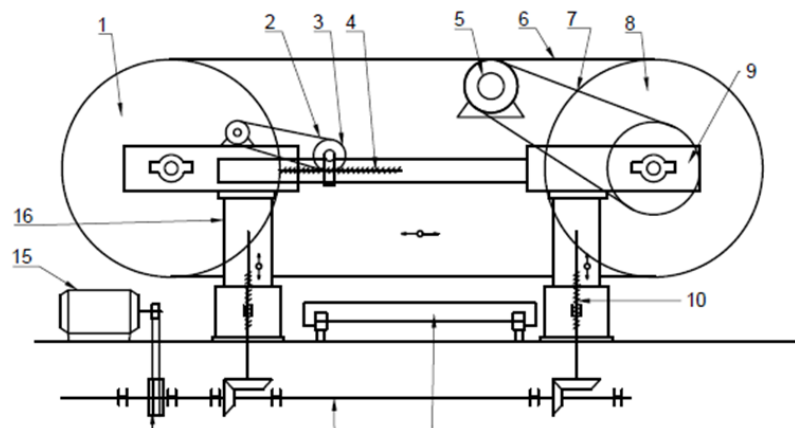
Pro zvolení hlavního pořezového stroje je možnost výběru z vícero variant, které se budou odvíjet od druhu zpracovávané dřeviny a vyráběných sortimentů řeziva. Z kapitoly 3.3 víme, že jako hlavní pořezový stroj je možné zvolit: kmenovou rámovou pilu, kmenovou pásovou pilu, kmenovou kotoučovou pilu, agregátní linky a hranolovací sekačku bez výroby bočního řeziva (Friess 2000). V rámci této práce byla jako hlavní pořezový stroj v pilnici zvolena kmenová pásová pila. Z tohoto důvodu, bude v této práci podrobněji rozebrána právě tato technologie kmenové pásové pily.

Kmenová pásová pila

Je možné charakterizovat jakožto jednospárový stroj, u kterého je možné změna pořezových schémat, a to dle vývoje stavu výřezu z hlediska jejich vad. Fakt, že tato kmenová pásová pila umožňuje změny pořezového schématu, vyžaduje dobré zaškolení a znalost těchto ovlivňujících faktorů u operátora tohoto stroje, který přímo provádí změny v rámci pořezu (Friess 2004).

Celkový proces pořezu za pomoci kmenových pásových pil je založen na oběhu řezného nástroje (tedy pilového pásu), a to okolo dvou pásnic. Jedna z pásnic slouží jako hnací a druhá je pro účel napínání pásu. Zpravidla jsou pásnice vyrobeny z litiny, a to takovým způsobem, že hnací pásnice je těžší než hnaná. Je to provedené z důvodu, aby při zastavování stroje hnaná pásnice nefungovala jako setrvačnick. Kmenová pásová pila je zařazována mezi hlavní pořezové stroje v rámci pilnice. Svými funkcemi je především určena pro pořez listnatých dřevin. Je to dáno z důvodu, že listnaté dřeviny jsou svým tvarem kmene rozmanitější a dodávají se v lepších jakostních třídách, je zde tedy snaha o co největší výtěž v rámci jednoho kusu výřezu. Při pořezu na kmenových pásových pilách je dosahováno lepších kvalit obrobeného povrchu, a to z důvodu rovnoměrného zatížení pilových zubů s obráběným materiálem. Samotný řezný nástroj, v tomto případě nekonečně dlouhý pás zhotoven z nástrojových legovaných ocelí třídy 19, vytváří úzkou řeznou spáru. Tím je dosažena větší výtěžnost při pořezu a také menší tvorba odpadního materiálu (v tomto případě se tedy jedná o piliny). Jednotlivé části kmenové pásové pily je možné vidět (viz obrázek 1). V rámci pořezu na kmenových pásových pilách jsou dané základní mechanizmy a uzly tohoto stroje. Kvietková (2015) uvádí tyto části:

- řezný mechanismus (hnací a hnaný uzel, pilový pás, vodítka pilového pásu)
- podávací mechanismus (podávací vozík, podávací válce, pásy, kladky)
- rám stroje
- pohonný mechanismus (může být v provedení spalovacího motoru, nejčastěji je ale používán elektromotor)
- pomocné mechanismy



Obrázek 1: Horizontální kmenová pásová pila.

(Kvietková 2015)

- 1 - hnaná pásnice, 2 - šnekový převod pro napínání pilového pásu, 3 - řemen, 4 - napínání, 5 - hnací řemenice na elektromotoru, 6 - pilový pás, 7 - elektromotor na napínání pilového pásu, 8 - hnací pásnice, 9 - hnací řemenice, 10 - pohybová šroub, 12 - řemenový převod, 13 - hřídel, 14 - kolejnice vozíku, 15 - elektromotor, 16 - stojan (rám)

Přestože u kmenové pásové pily je jako hlavní řezný nástroj pilový pás, základní kinematické výpočty jsou prováděny jako u kotoučové pily. Je to z toho důvodu, že pilový pás obíhá okolo 2 pásnic, které jsou tvaru kotouče. Účelnost kmenových pásových pil z technologického hlediska lze popsat těmito úkony: podélné dělení; rozmítání (pouze rozmítací pásové pily); zkracování a vykružování (truhlářské pásové pily) (Lisičan 1988).

Základní kinematické výpočty pro pásovou pilu jsou, jak uvádí Kvietková (2015):

Řezná rychlost v_c

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

Tato řezná rychlost vyjadřuje hodnotu hlavní pohybu. Jedná se o okamžitou rychlost vztaženou na břit pilového zubu při kontaktu v daném bodu s obráběným materiálem. Pro kmenové pásové pily je doporučené rozmezí řezné rychlosti pohybující se v hodnotách 40-45 m/s.

D...průměr pásnic (mm)

n... frekvence otáčení (min^{-1})

Posuv na zub f_z

$$f_z = \frac{v_f \cdot t_z}{60 \cdot v_c} [mm] \quad (2)$$

v_f ...rychlost posuvu ($m \cdot \text{min}^{-1}$)

t_f ...rozestup zubů (mm)

v_c ...řezná rychlost ($m \cdot s^{-1}$)

Posuvná rychlost v_f

$$v_f = 60 \cdot v_c \cdot \frac{f_z}{t_z} [m \cdot \text{min}^{-1}] \quad (3)$$

f_z ...posuv na zub (mm)

t_z ...rozestup zubů (mm)

v_c ...řezná rychlost ($m \cdot s^{-1}$)

Napínací síla F_n

$$F_n = 2 \cdot \sigma \cdot (B - f_z) \cdot a + G_k [N] \quad (4)$$

g_k ...hmotnost pásnice včetně ložisek

f_z ...posuv na zub (mm)

B...šířka pásu (mm)

σ ...napětí pro napnutí pilového pásu (MPa)

Minimální poloměr řezu R_{min}

$$R_{min} = \frac{0,086 \cdot B^2}{s'} + \frac{0,125 \cdot B^2}{s'} [mm] \quad (5)$$

B...šířka pásu (mm)

s' ...rozšíření řezné hrany na stranu (mm)

Tloušťka seříznuté vrstvy h

$$h = \frac{f_z \cdot b}{l_s} \text{ [mm]} \quad (6)$$

f_z ...posuv na jeden zub (mm)

b ...šířka řezné spáry (mm)

l_s ...délka řezné hrany, kde se označuje tloušťku pilového pásu

Střední řezná síla F_c

$$F_c = \frac{F_{cz} \cdot e}{t_t} \text{ [N]} \quad (7)$$

F_{cz} ...řezná síla na 1 zub (N)

e ...výška řezné spáry (mm)

t_z ...rozestup zubů (mm)

Řezný výkon P_c

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{1000} \text{ [kW]} \quad (8)$$

F_c ...střední řezná síla (N)

v_c ...řezná rychlost ($m \cdot s^{-1}$)

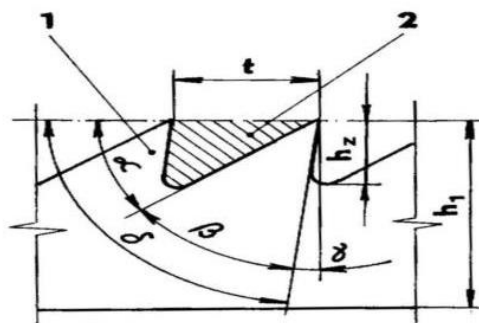
U kmenových pásových pil je využíván jako pořezový nástroj pilový pás. Samotný pilový pás má dané specifikace, a to dle faktorů při jeho využívání. Je tvořen z ocelových pásu, který je spojen do nekonečného pásu. Délka pilových pásu se tedy odvíjí od vzdálenosti pásnic, přesněji se jedná o výpočet délky pilového pásu, který zní: dvojnásobek maximální rozteče os pásnic (mm) a od tohoto údaje je ještě odečítána hodnota 30 mm, a to z důvodu napínací rezervy. Šířka pilových pásů se může pohybovat v daných rozmezech, a to od 100 mm až do 400 mm s tím, že tento rozměr je brán od špičky zubu po hřbet pilového pásu. Nesmí se také opomenout, že minimálně 5 mm špičky pilového zubu musí přecházet přes kraj pásnice. Jak uvádí Klement, Detvaj (2007), tak průměr pásnic se pohybuje v rozmezí hodnot 1400–1800 mm, samotná řezná spára pilového pásu je velmi tenká oproti pilovým listům a pohybuje se okolo hodnot 2,4 – 2,8 mm a řezná rychlost se pohybuje v rozmezí 0–40 m/s (ovlivněno technologickými specifikacemi a konstrukčním řešením). Tím, že pilové pásy mají tenkou řeznou spáru dochází k menší tvorbě odpadního materiálu, tedy pilin a zvyšuje se výtěžnost. V rámci využívaného druhů ozubení u pilových pásů je možné volit mezi základními druhy, které jsou nejpoužívanější, a to tedy trojúhelníkové, vlčí a oblé. Trojúhelníkové ozubení je nejčastěji využívané pro pořez jehličnatých dřevin a oblé zaoblení pro pořez listnatých dřevin. Principem pořezu na kmenových pásových pilách je příprava výřezů a dopravení na upínací část kmenové pásové pily. Výřez může být upevněn stacionárně vůči pilovému pásu anebo je druhá možnost, a to taková, že pilový pás je stacionární a výřez se pohybuje do řezu pomocí vozíku. Tato druhá varianta je z hlediska kvality řezné plochy a rozměrů řeziva lepší. Pokud dochází k pořezu tvrdých dřevin či zmrzlých výřezů, je nutné zvolit pilové pásy s menší roztečí zubů a zvolit nižší posuv do řezu. Samotná úprava řezné hrany je možná pomocí dvou způsobů, a to za pomoci pýchování a rozvodu zubů. K samotné orientaci výřezu na hlavním pořezovém stroji je doporučována orientace oddenkové části (té širší) směrem k začátku řezu. Tímto

krokem dojde k přesnějšímu vedení řezu a kvalitnějšímu obrobenému povrchu (Kissóczy a kol. 1989).

Kmenové pásové pily je možné dělit hned dle několika daných specifikací. Nejzákladnější dělení je na horizontální a vertikální kmenové pásové pily. Posuv do řezu je možné provést za pomoci elektromotoru anebo ručně. Z toho vyplývá, že posuv je možné řešit 2 způsoby, a to buď za pomoci pohybu řezného nástroje vůči obrobku či za pomoci pohybu obrobku vůči řeznému nástroji. Samotný řezný nástroj, tedy pilový pás je možné napínat kyvným či posuvným způsobem. Uchycení rámu pily je řešeno kluzně či valivě za pomoci ocelových lan.

Jak uvádí Naylor, Hackney (2013), tak samotná geometrie pilového zubu je uzpůsobena pro dané použití řezného nástroje, tedy pily. Například rozmítací pily mají geometrii zubů tak, že mají minimálně zkoseny řezné hrany a velmi malé úhly čela pilového zubu, což umožňuje rovnoměrné odstranění obráběného materiálu. Při řezání podél vláken vznikají nejnižší hodnoty řezných sil a méně zdeformované třísky v porovnání s řezáním kolmo na vlákna. Řezáním podél vláken se dosáhne lepší kvality obrobené plochy oproti řezání kolmo na dřevní vlákna.

V rámci technologicko-technických parametrů se kmenové pásové pily pohybují v hodnotách u daných veličin: průměr pásnic (1400–1800 mm), řezná rychlost v_c (0-40 m/s), podávací rychlost v_f (0-120 m/min), výška řezu se pohybuje v rozmezí 700–1200 mm a šířka



Obrázek 2: **Geometrie pilového zubu.**
(slideserve.com 16.11.2023)

α – úhel hřbetu, β – úhel břitu, γ – úhel čela,
 δ – úhel řezu, t – rozteč zubů, h_z – šířka zubu,
 h_1 – výška pilového listu, 1 – pilový zub,
2 – zubová mezera

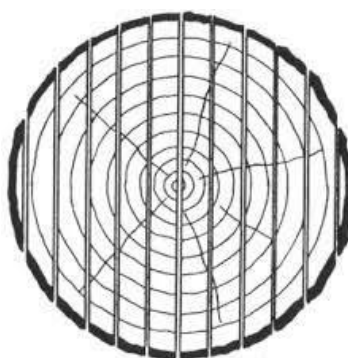
řezné spáry se pohybuje v rozmezí 2.4–2.8 mm. Samotný pořez na kmenových pásových pilách je na principu, že mezi 2 pásnicemi je napnut pilový pás pohybující se konstantní rychlostí v_c , z tohoto hlediska nedochází ke změnám v rámci tloušťky třísky h . Geometrie pilového zubu je možné vidět (viz obrázek 2). Tloušťka pilových pásů se pohybuje mezi hodnotami 1.2-1.9 mm, rozteč pilových zubů se pohybuje v rozmezí 20-50 mm a u samotného rozvodu se hodnoty pohybují dle použité úpravy (pro pěchování to jsou hodnoty mezi 0.3-0.7 mm a standardně je rozvod zubů volen v hodnotách 0.4-0.6 mm) (Hlásková a kol. 2015).

3.3.3 Typologie řeziva

V rámci zpracování výřezu na hlavních pořezových strojích vzniká výsledná komodita, a to řezivo v jednotlivých formách. Při pořezu výřezů je možné využívat hned několik pořezových schémat, které se odvíjí od druhu hlavního pořezového stroje.

Požez na ostro

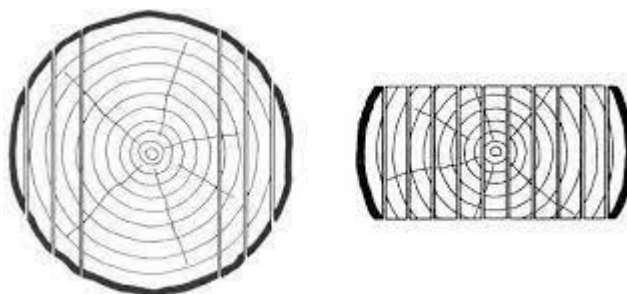
Nezákladnější druh pořezu na hlavních pořezových strojích v pilnici. Pořezem na ostro (viz obrázek 3) je zpracována především listnatá kulatina vyšší jakostní třídy pro získání kvalitnějšího řeziva. Tímto způsobem získáváme deskové neomítané řezivo, boční řezivo a krajiny.



Obrázek 3: *Schéma pořezu na ostro.*
(mendelu.cz 29.11.2023)

Požez prizmováním

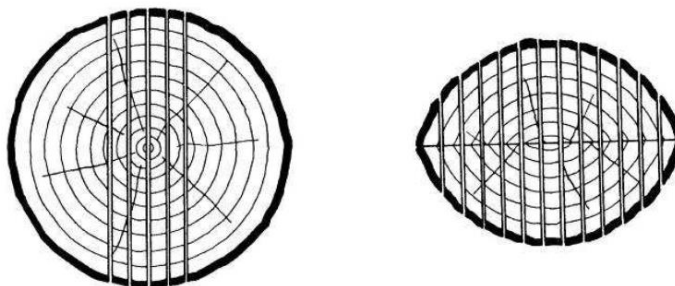
Požez prizmováním (viz obrázek 4) je spíše spojován s kmenovou rámovou pilou pro pořez především jehličnatých dřevin. Při prvním průchodu výřezu rámem, je zhotoveno deskové neomítané řezivo a také krajiny (druh řeziva, která nemá obě plochy opracované). Tímto způsobem je vyrobena prizma, která je opětovně připravena na druhý průchod hlavním pořezovým strojem – tento proces je nazýván zpátkování. Při zpátkování je zhotoveno deskové řezivo již omítané a s danými rozměry.



Obrázek 4: *Schéma pořezu prizmováním.*
(mendelu.cz 29.11.2023)

Požez segmentový

Požez segmentový (viz obrázek 5) určen pro zpracování především listnatých dřevin, kde se tento typ skládá ze dvou kroků. Při prvním kroku dochází k zhotovení 2–3 kusy deskového řeziva ze středu výřezu a dvou zbylých částí – segmentů. Tyto segmenty jsou následovně zpracovány (Očkajová, Kučerka 2011).



Obrázek 5: *Schéma segmentového požezu.*
(mendelu.cz 29.11.2023)

U těchto zmíněných druhů požezů se jedná o nejzákladnější a nejvíce využívané. Je zde také možné využít speciální druhy požezů, jako jsou: čtvrtkový požez, cantabay, kruhový či moreau.

Řezivo jako takové je možné rozdělit do několika podskupin ovlivněnými danými faktory. Prvotně je možné řezivo rozdělit dle způsobu výroby na: omítané/neomítané, kapované/nekapované či jiný druh výroby. Pro následný proces, a to proces skladování řeziva, a i následné kroky zpracování řeziva, je nutné dělení dle tvaru.

Typologie řeziva dle tvaru

Řezivo je možné rozdělit dle tvaru do základních skupin, a to deskové, hraněné a polohraněné, kde pro jejich určení vstupují daná kritéria.

V rámci **deskového řeziva** (viz obrázek 6) je dělení na:

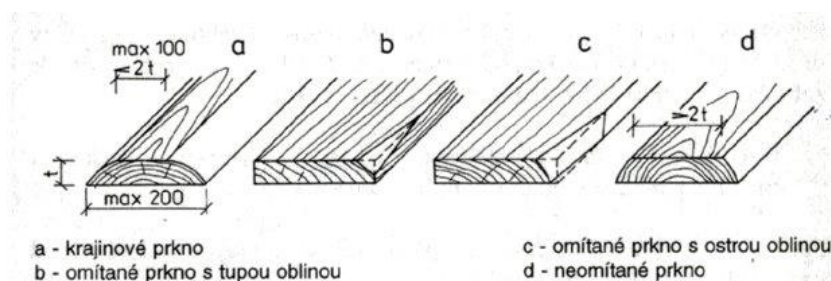
- Prkna – rozmezí tloušťky je 15-38 mm a šíře prkna musí být minimálně dvojnásobek tloušťky
- Fošny – rozmezí tloušťky je 40-100 mm a šíře fošny musí být minimálně dvojnásobek šířky
- Krajínová prkna – boční deskové řezivo, rozmezí tloušťky 18-24 mm
- Krajiny – řezivo z krajních částí výřezu, rozmezí tloušťky je 18-24 mm, levá plocha je plně či pouze částečně dotčena pilou

V rámci **hraněného řeziva** je bráno dělení dle plochy průřezu:

- Latě – plocha průřezu je 5-10 cm²
- Lišty – plocha průřezu je 10-25 cm²
- Hranolky – plocha průřezu je 25-100 cm²
- Hranoly – plocha průřezu je větší jak 100 cm²

Jako poslední je zde polohrané řezivo, kde pravá a levá plocha je dotčena pilou a boky jsou oblé. Můžeme dělit na:

- Polštáře – rozmezí tloušťky je menší jak 100 mm a šířka je větší či rovna 50 mm
- Trámy – tloušťka je více jak 100 mm a šířka větší či rovna 2/3 tloušťky (n-i-s.cz 2024).

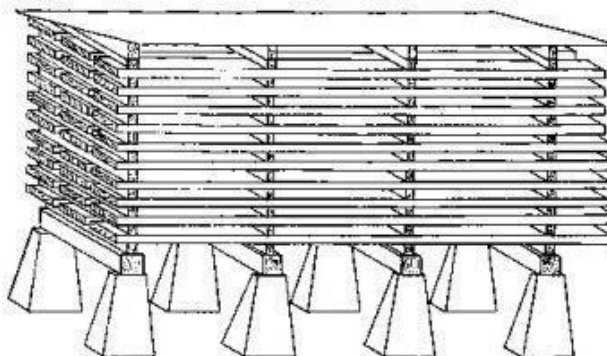


Obrázek 6: Znárodnění druhů deskového řeziva.
(n-i-s.cz 20.11.2023)

3.3.4 Sklad řeziva

Po pořezu výřezů na hlavním pořezovém stroji je jako výsledný materiál jednotlivé komody řeziva, které je možné na daném stroji zhotovit. Pro správné uložení takto vyrobeného řeziva je důležité uložení, a to dle daných zásad. Vzniklé řezivo se takto ukládá do objektu nazývaného hráně, kde jsou pro stavbu daná pravidla.

Jak uvádí Dejmal (2017), pro stavbu hrání se vždy vybírá řezivo stejného druhu (výjimkou jsou smrk a jedle či borovice a modřín, tyto dřeviny je možné kombinovat, a to z hlediska jejich podobných vlastností) a stejných rozměrů. Nutnost před uložení řeziva do hráně je také dostatečné očištění od pilin z pořezu na hlavním pořezovém stroji.



Obrázek 7: Znárodnění uložení řeziva do hráně.
(drevostavitel.cz 20.11.2023)

Jak uvádí Gašparík, Macků (2015), tak zhotovování hrání je nutné dodržet daná pravidla. Hráň z čela by měla být zarovnána do jedné roviny, mezi jednotlivé řady dávat prokladové lišty stejného průřezu a vertikálně nad sebou, pro zlepšení cirkulace vzduchu musí být hráň daná na podstavce (betonové podstavce) – první řada v hrání minimálně 40 cm nad zemí a v neposlední řadě výška hráně nesmí překročit trojnásobek její šíře. Podobu uložení řeziva do hráně je možné vidět (viz obrázek 7).

V rámci skladu řeziva dochází ke takzvané adjustaci řeziva. Ta se dá popsat jako souhrn výrobních a nevýrobních operací, které jsou prováděny v rámci zpracování samotného řeziva. Do těchto kroků nám vstupují jednotlivé postupy, a to jsou:

- Předběžné třídění řeziva
- Uložení řeziva do hrání
- Sušení řeziva
- Rozebrání hrání
- Zkracování řeziva
- Konečné třídění řeziva
- Spáskování řeziva

Jako nejzákladnější vstupní činitel pro třídění řeziva a následné ukládání do hrání je tloušťka řeziva, následně druh dřeviny a délka. Pro samotné manipulování s řezivem v jednotlivých krocích zmíněných postupů je možné zvolit z několika možností. Ty jsou odvíjené od technologického zázemí daného podniku a také velikosti podniku. Možnosti manipulaci řeziva tedy jsou: ruční, zčásti mechanizované a plně automatizované (Očkajová, Kučerka 2011).

4 Metodika

V rámci této bakalářské práce byla primárně stanovena technologická optimalizace hlavního pořezového stroje a vedlejších strojů v dané části pilařského podniku, a to tedy v části pilnice. V rámci literární rešerše byly shromážděny veškeré informace z odborné literatury, které popisovali řešenou problematiku. V závislosti na těchto informacích byla provedena daná technologická optimalizace v rámci vybraného pilařského podniku, a to tedy ve firmě pila Morávek.

Pro provedení technologické optimalizace bylo nutné v rámci této práce seznámení s daným pilařským podnikem. Na základě konzultací s vedením podniku byly stanoveny základní informace o podniku, a to tedy:

- současný stav (velikost provozu),
- využívané technologie,
- nedostatky v daném provozu.

V rámci průzkumu trhu bylo provedeno oslovení obchodních zástupců v rámci České republiky u vytyčených výrobců a proveden průzkum v rámci vybraných strojních zařízení. Bylo zjišťováno, zdali vyhovují cíleným požadavkům v rámci technologické optimalizace. Byla provedena šetření cenových relací základního provedení strojů a také možné technologické nadstavby.

Pro vyjádření účinnosti přijatých technologických opatření bylo použito znění produktivity práce z produkce.

$$PP = \frac{\text{produkce}}{\text{počet zaměstnanců}} [m^3] \quad (9)$$

PP...produktivita práce

V rámci znění tohoto vzorce se jedná o základní vyjádření veličiny vyjadřující odvedenou práci podílející se na celkovém utváření produkce v rámci daného podniku. Do čitatele bylo zhotoveno dosazování maximálních hodnot ročního pořezu [m^3]. U jmenovatele došlo k dosazení podílejících se zaměstnanců v rámci šetřené části podniku, tedy pilnice. Znění tohoto vzorce bylo využito při zhotovení porovnání původního stavu pilnice s novou navrženou podobou pilnice (Novotná, Volek 2008).

4.1 Představení pilařského podniku

Řešená technologická optimalizace v této práci byla vztažena pro konkrétní pilařský závod, a to přesněji pro pilařský závod pila Morávek – Morávek Original Wood s.r.o. (viz obrázek 8). Tento pilařský závod byl založen v roce 1998 a lokalitou se nachází ve městě Jilemnice-Hrabačov. V rámci historie působení firmy bylo dosaženo mnoho optimalizací, a to odkupování okolních pozemků pro rozšiřování výroby až po zavádění nových technologií a rozšiřování firmy o truhlářský závod. Veškerá stanoviště, s ohledem na přijaté technologické optimalizace v průběhu let fungování pilařského závodu, byly umístovány dle možností velikosti pozemků. S ohledem na tento vývoj přístaveb jsou jednotlivá stanoviště do dnešní podoby defacto mezi sebou oddělena a doprava vstupního materiálu je realizována za pomoci vysokozdvíhových vozíků.



Obrázek 8: *Plocha pilařského podniku pila Morávek.*
(mapy.cz 19.12.2023)

V rámci používaných technologií byla v pilařském závodě prvotně využívána rámovková technologie, kde v pilnici byla osazena rámová pila s označením G710R2 od Královopolských strojů. Celkové rozmístění jednotlivých částí pilařského závodu bylo přizpůsobované dle dostupných ploch a postupně se rozšiřovalo dle dokupovaných okolních pozemků. Pásová technologie byla zavedena před 13 lety, kde byla zakoupena horizontální kmenová pásová pila od značky ZENZ s označením WIMMER BN 110 S. Realizování této technologické optimalizace bylo provedeno z důvodu větší nabídky druhů sortimentů řeziva, kde pořez rámovou pilou již nebyl dostačující s ohledem na potřeby plynulé změny pořezových způsobů. S touto technologickou optimalizací bylo také nutné rozšíření budovy pilnice, kde bylo potřebné změnit uložení hlavního pořezového stroje. S ohledem na nabízené druhy řeziva, se v pilnici nacházejí i vedlejší stroje, a to kotoučová omítací pila a kotoučová rozmítací pila značky TOS SVITAVY s označením PWR 301.5. U kotoučové omítací pily již nelze specifikovat dané technologické parametry, z důvodu stáří stroje (tato má ještě celolitninovou konstrukci) a z důvodu nespočetných technologických zásahů do konstrukce stroje.

V současné době je v rámci pilařského závodu stále nabízena široká škála druhů sortimentů řeziva. Výroba je vztažená na produkci standartních rozměrů u hraněného či deskového řeziva, ale také je možnost individuálního pořezu, dle potřeb zákazníka. Samotná pilařská výroba také zhotovuje zásoby řeziva pro následné zpracování v truhlářské výrobě. Nespočetnou výhodou je také provedení sušení řeziva, kde tento pilařský závod má ve vlastnictví sušárny, a to od značky Mühlböck. V rámci technického řešení hlavního pořezového stroje je využita nástavba pro možnost pořezu až 12 m výřezů. Jedná se o malý objem z celkového objemu pořezu, který je zhotovován v těchto rozměrech – jedná se o individuální zakázky (tesařina).

Veškerý odpadní materiál (piliny) z pořezu hlavního a vedlejších strojů je sváděn pomocí centrálního odsávacího systému do zásobníků pilin a ty jsou využity jako zdroj energie potřebný pro sušení řeziva. Energie potřebná pro procesy sušení je tedy získávána ze spalování pilin, a to v kotli značky ŠAMOTA o výkonu 500 kW.

V rámci celkového ročního pořezu, se tento pilařský podnik pohybuje s celkovým průměrným objemem pořezu 3000 m³/rok dle interních dat z podniku za posledních 10 let. Primárně jsou zpracovávány dodávky kulatiny s celkovou délkou do 4 metrů. K vykracování na výřezy se v těchto případech přistupuje pouze při zásadním poškození tvaru kmene.

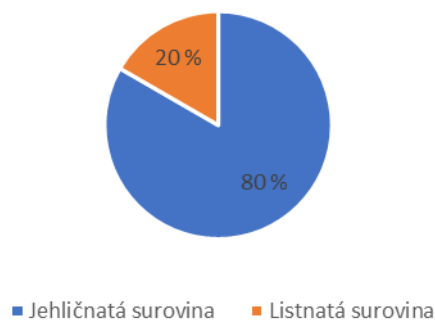
V ostatních případech již lze tuto kulatinu považovat za výřezy a dochází k jejich odkornění a nastavení pořezových dávek a přísunu k pilnici. V rámci dlouhodobějšího skladování kulatiny je v pilařském podniku využívání mokrá metoda pomocí kropení. Pro zhotovování hraněného řeziva je nakupována kulatina o délkách v rozmezích 4–16 metrů a manipulována za pomoci jednomužné motorové pily na požadované rozměry.

Ohledně zpracovávané vstupní suroviny v rámci tohoto pilařského závodu se budeme pohybovat ve zpracování jehličnaté, tak i listnaté suroviny. V rámci jehličnaté suroviny je zpracováváno v největší míře smrk (SM), modřín (MD) a borovice (BO), v menších objemech je zpracovávána i douglaska (DG). V rámci listnaté suroviny je zpracováván jasan (JS) a dub (DB). Pokud se jedná o výrobu hraněného řeziva, tak vstupní surovina je odkupována ve 3. jakostní třídě a pro truhlářské řezivo je (dle odběratelsko-dodavatelských vztahů) vstupní surovina evidována ve 2. jakostní třídě. V rámci vnitropodnikových pravidel, je evidován pořez truhlářského řeziva jako jednoduchý pořez (neboli pořez na ostro) a pořez hraněného řeziva spolu s bočními prkny jako pořez dvojitý. V rámci dvojitého pořezu jsou zhotovovány jak hranoly, tak ale i boční řezivo – následné omítání a produkce stavebního řeziva, deskové řezivo pro následné rozmitání na latě či lišty (popřípadě je možné i zhotovení deskového hraněného řeziva). Jednotlivé zastoupení pořezů spolu s objemy zpracované suroviny je možné vidět (viz tabulka 5).

Tabulka 5: Vypsání objemy pořezů dle surovin a druhu pořezu za rok 2023.

Druh pořezu	Jakostní třída	Druh dřeviny	Objem [m ³]
Jednoduchý	II.	BO	140,45
Jednoduchý	II.	MD	105,17
Jednoduchý	II.	SM	402,64
		Celkem:	648,26
Druh pořezu	Jakostní třída	Druh dřeviny	Objem [m ³]
Jednoduchý	II.	DB	288,27
Jednoduchý	II.	JS	171,03
Jednoduchý	III.	DB	4,38
		Celkem:	463,68
Druh pořezu	Jakostní třída	Druh dřeviny	Objem [m ³]
Dvojitý	II.	SM	5,37
Dvojitý	III A	SM	1006,43
Dvojitý	III	DG	16,92
Dvojitý	III	MD	60,64
Dvojitý	III	SM	462,04
		Celkem:	1551,40

Z hlediska zpracovávané suroviny, je zpracovávána jehličnatá a listnatá surovina a dle interních podnikových dat za sledovaných posledních 15 let, převažuje ve zpracování jehličnatá surovina a podíl je možné za tento sledovaný časový úsek vidět (viz graf 1). Graf 1 vyjadřuje celkový podíl mezi zpracovávanou surovinou v rámci pilařského podniku, a to tedy podíl mezi jehličnatou a listnatou surovinou, kde je viditelné, že zpracování jehličnaté suroviny o mnoho převyšuje nad zpracováváním suroviny listnaté.



Graf 1: Znázornění podílu zpracovávané suroviny v rámci pilařského podniku za sledované období 15 let.

Z hlediska využívaných technologií v rámci pilnice byla provedena technologická optimalizace před 13 lety na principu záměny rámovkové technologie za pásovkovou technologii. Při provedení této optimalizace bylo zhotoveno prodloužení budovy pilnice pro realizování usazení nové kmenové pásové pily. V rámci hlavního pořezového stroje bylo rozhodnuto o pořízení kmenové pásové pily značky ZENZ typem WIMMER BN 110 S (viz obrázek 9).



Obrázek 9: Kmenová pásová pila ZENZ WIMMER BN 110 S.

V rámci obrázku 9 je také možné vidět uložení příčného řetězového dopravníku zajišťující podávání výřezů ke kmenové pásové pile. U této kmenové pásové pily je (nejhlavnější nadstavba) přídatná montáž pro možnost pořezu výřezů o délkách 12 m, spolu s drapáky určené pro podávání výřezů na rám pásové pily. Tento dopravník je plněn za pomoci

hydraulického otočného nakladače (HON). Jednotlivé technické parametry kmenové pásové pily je možné vidět (viz tabulka 6).

Tabulka 6: Základní technické parametry ZENZ Wimmer BN 110.

ZENZ - WIMMER BN 110 S	
Průměr ocelových pásnic:	850 mm
Výkon hlavního elektromotoru:	22 kW
Rychlost pořezu:	60 m/min (menší průměry výřezů)
Konstrukce:	s pohyblivým mostem
Napínání pilového pásu:	posuvné
Uchycení pily k rámu:	valivé pomocí ocelového lana
Max. průměr výřezu:	1091 mm
Max. výška řezu:	1110 mm
Šířka pilového pásu:	100 mm

Realizování sekundárních strojů v pilnici bylo řešeno osazením kotoučové rozmítací pily (výroba latí/lišt, popřípadě deskového hraněného řeziva do šířek 300 mm) a kotoučové omítací pily (výroba deskového hraněného řeziva – stavební řezivo). Kotoučová rozmítací pila značky



Obrázek 10: **Kotoučová rozmítací pila TOS SVITAVY PWR 301.5.**

TOS SVITAVY s označením PWR 301.5 (viz obrázek 10) byla pořízena jako nová roku 2004. Svým umístěním se nachází mimo budovu pilnic a z tohoto důvodu zde není možné realizování napojení na centrální odsávací systém odpadního materiálu (pilin). Z tohoto důvodu bylo zhotoveno samostatné odsávání pro rozmítací pilu, které bylo svedeno do externě uloženého zásobníku pilin. Jednotlivé základní technické parametry je možné vidět (viz tabulka 7).

Tabulka 7: *Základní technické parametry PWR 301.5.*

TOS SVITAVY PWR 301.5	
Průměr hřídele:	80 mm
Vymezování kotoučů:	distančními kroužky
Rychlost posuvu:	25 m/min
Uložení hřídele:	horní
Výkon hl. motoru:	45 kW
Výkon motoru posuvu:	3 kW
Posuv:	článekový podávací pás
Max. šířka řezu	300 mm
Max. výška řezu	140 mm
Průměr kotoučů:	400 mm
Rám stroje:	litinový

V rámci pořizování kotoučové omítací pily (viz obrázek 11) byla již odkoupena používaná pila od daného soukromníka, nejednalo se o odkupování stroje nového přímo od výrobce. Tento stroj svým konstrukčním řešením vyhovoval požadavkům na zpracování



Obrázek 11: *Kotoučová omítací pila.*

suroviny v rámci podniku. U kotoučové omítací pily byla osazena kotoučová kapovací pila pro možnost příčného dělení řeziva určeného pro omítání. V dnešní době není v dobrém technickém stavu a z tohoto důvodu byla použita jednodušší elektrická pila.

U této kotoučové pily se jedná ještě o konstrukci, kde hlavní rám je zhotoven z litiny a veškeré přenastavování je na čistě mechanické bázi. Z důvodu stáří stroje a odkupu, kde se nejednalo o kupování přímo od výrobce, je zde absence technických specifikací. Základní zjistitelné technické parametry je možné vidět (viz tabulka 8).

Tabulka 8: Základní dostupné technické parametry kotoučová omítací pila.

KOTOUČOVÁ OMÍTACÍ PILA	
Průměr hřídele:	60 mm
Průměr pilových kotoučů:	280 mm
Minimální šířka řezu:	50 mm
Maximální šířka řezu:	320 mm
Maximální výška řezu:	40 mm
Rám stroje:	litinový
Výkon hlavního motoru:	35 kW
Posuv:	podávací válece
Nastavování šířky řezu:	původně hydraulické (dnes ruční)

V rámci pilnice v neposlední řadě byla ponechána zkracovací kotoučová pila (viz obrázek 12) spolu s válečkovými dopravníky sloužící ke zkracování řeziva, kdy jako hlavní technologie byla ještě kmenová rámová pila. V dnešní době tato kotoučová pila je využívána pro příležitostné zkracování palivového dříví. Technické parametry nejsou k tomuto stroji dostupné z důvodu absence technické dokumentace. Je ale možné zde přiblížit zjistitelné



Obrázek 12: Kotoučová zkracovací pila.

základní parametry, kde je kyvadlové provedení konstrukce, kdy pilový kotouč je veden po oblouku. Pohyb pilového kotouče vůči materiálu je horní a vedení materiálu do řezu je ruční. Tato zkracovací pila je osazena pilovým kotoučem o průměru 400 mm. Na obrázku 12 je také možné vidět část jeřábové dráhy, která byla budována za dob, kdy byla využívána rámová technologie a svým účelem sloužila k přesunu prizem při zpátkování. Jeřábová dráha byla zhotovena pro nosnost maximálně 500 kg. V momentální době není tato jeřábová dráha nijak využívána.

Jako poslední části, které byly v rámci pilnice vybudovány, byly prostory pro pracovníky – šatny a prostor pro údržbu strojů – dílna, která v dnešních dobách je svým určením pouze pro odkládání menších věcí a uschovávání zde jednomužných motorových pil.

V neposlední řadě je nutné provádění údržby nástrojů, v rámci využívaných technologií. V rámci kotoučových pil dochází k údržbě nástrojů prostřednictvím externí firmy. U pilových pásů je údržba prováděna v rámci pilařského podniku. Od dodavatele kmenové pásové pily byly také koupeny stroje pro údržbu pilových pásů, a to válcovací stroj na snížení vnitřního pnutí



Obrázek 14: Válcovací stroj pro pilové pásy značky ZENZ.



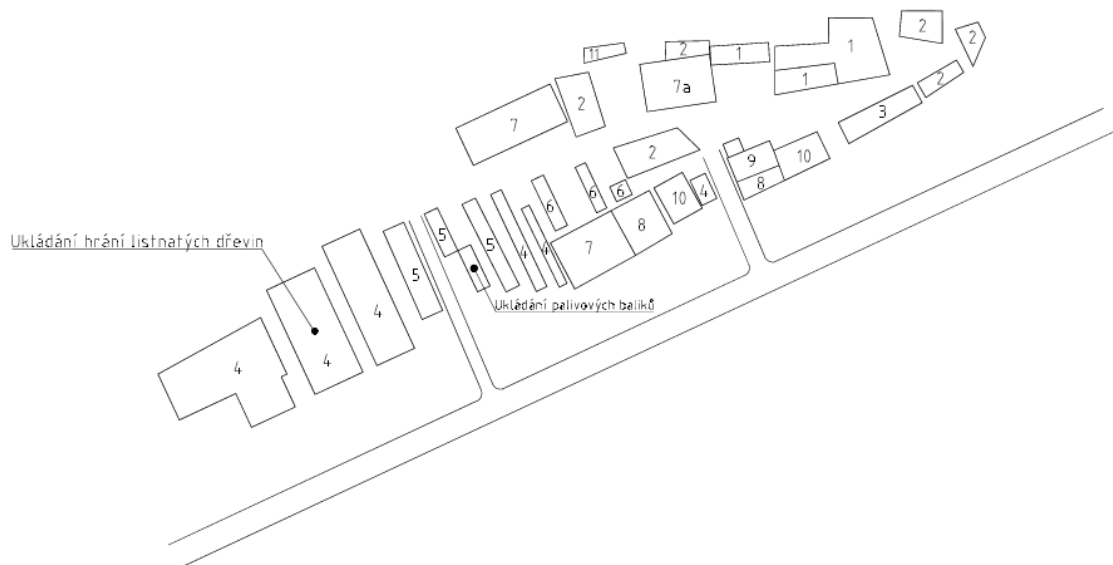
Obrázek 13: Brusný stroj pro pilové pásy značky ZENZ.

(viz obrázek 14) pracující na suché bázi broušení od firmy ZENZ. U druhého stroje bylo realizováno koupení zařízení pro broušení pilových pásů (viz obrázek 13).

Údržba pilových nástrojů je prováděna dle ohledu na zpracovávanou surovinu, tedy dle četnosti opotřebování pilových nástrojů. Zároveň dochází ke kontrole broušení v rámci externí firmy, kde jsou pilové pásy posílané za daný časový úsek, pokud se vyskytnou závady, které nejsou možné opravit v rámci podniku.

4.2 Analýza technologických nedostatků

V rámci minulé kapitoly byla popsána základní historie, rozložení pilařského závodu a dosavadní technologie v podniku. Ohledně vývoje podniku, kde byly měněny celkové technologie hlavního pořezového stroje a také rozložení strojů v pilnici a celková podoba pilnice, je zhotoveno rozmístění pilařského závodu v této podobě (viz obrázek 15).



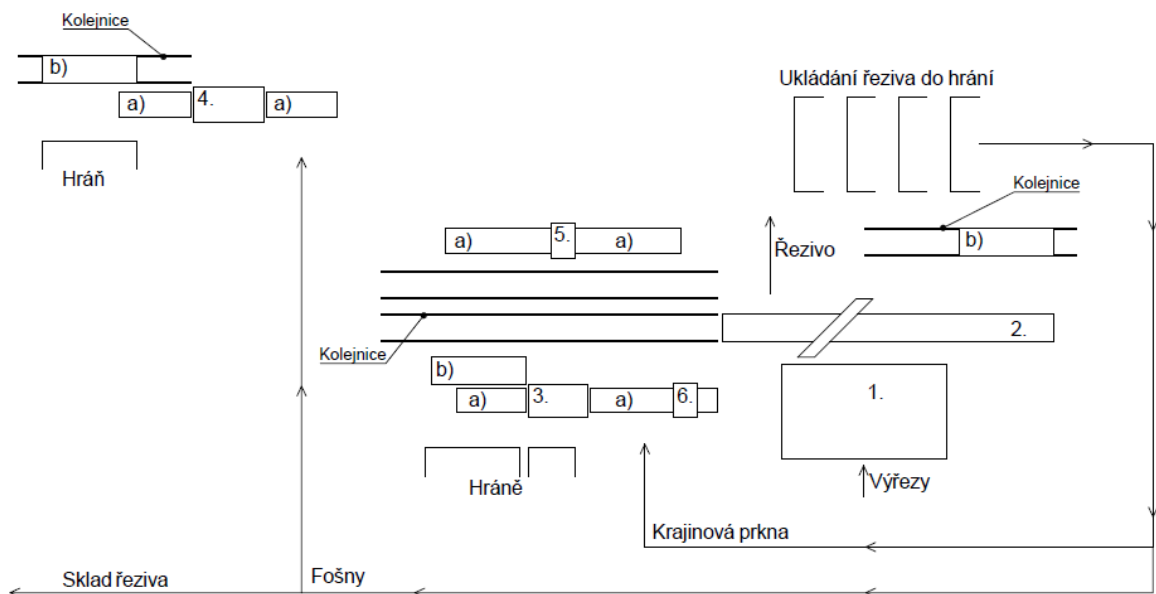
Obrázek 15: *Situční plán původní podoby pilařského podniku pila Morávek.*

- 1 – pilnice, 2 – sklad kulatiny, 3 – sklad výřezů, 4 – sklad truhlářského řeziva (mokrý),
5 – sklad stavebního řeziva, 6 – sklad hraněného řeziva mokrého (prodej),
7 – sklad truhlářského řeziva (suchého), 7 a – sklad truhlářského řeziva suchého (prodej), 8 – kanceláře,
9 – kotelna, 10 – sušárny, 11 – frézovací odkorňovací stroj

V rámci situačního plánu je možné zaznamenat postupné dostavování jednotlivých částí pilařského závodu v průběhu let. Je tedy možné konstatovat, že je dodrženo zastoupení základních částí pilařského provozu, ale jednotlivé uskupení částí provozu není dostatečné z hlediska návazného toku materiálu mezi jednotlivými stupni zpracování. Z hlediska prvotního zpracování kulatiny na výřezy, je možné říci, s odkazem na celkový situační plán, že dochází ke zdlouhavému převozu materiálu mezi skladem kulatiny, odkorňovacím strojem a skladem výřezů (respektive navážení kulatiny do pilnice). Tento fakt prodlužuje celkový čas od zhotovení výřezů až po dopravení výřezů do pilnice. V rámci převozu výřezů v podniku je využíván, jak bylo již zmíněné, hydraulický otočný nakladač. Jedná se o typ výroby kolem 80. let a svým konstrukčním řešením je již zastaralý. V rámci technologické optimalizace bylo nutné navrhnout vhodnou náhradu za tento nakladač, aby se celkový provoz s nakladačem urychlil a také se zlepšili podmínky při využívání.

V rámci odkorňování byl pro tuto část zhotoven frézovací odkorňovací stroj, a to vlastní výroby, kdy jako předloha pro výrobu byl použit frézovací odkorňovací stroj od firmy Bajler-Zembrod s.r.o. Tento odkorňovací stroj je využíván od začátku založení podniku, ale svým jednoduchým konstrukčním řešením a znalostí konstrukce je nadále dostatečný pro daný

pilařský podnik. Uspořádání strojů v rámci pilnice je taktéž nedostatečné. Jednotlivé stroje na sebe sice navazují, ale nejsou prakticky uspořádané do jednotlivé linky. Tento fakt vyúsťuje k potřebě vícero zaměstnanců a také ke zdoluhavosti při převozu materiálů na opracování k jednotlivým strojům. Pro lepší popsání tohoto nedostatku je nutné dodat detailnější situační plán rozložení strojů a samotného toku materiálu v rámci pilnice, který je možné vidět (viz obrázek 16).



Obrázek 16: Situační plán pilnice zachycující rozložení strojů a tako materiálu.

- 1 – příčný řetězový dopravník, 2 – horizontální kmenová pásová pila ZENZ WIMMER BN 110 S, 3 – kotoučová omítací pila, 4 – kotoučová rozmítací pila TOS SVITAVI PWR 301.5, 5 – kotoučová zkracovací pila, a – podélný válečkový dopravník, b – vozíky pro ukládání krajín/odřezků.

V rámci analyzování nedostatků jednotlivých strojních zařízení je největší nedostatek absence uložení strojů s celkovým navazováním na sebe. Řezivo vzniklé na kmenové pásové pile je nutné ručně uložit do hrání, kde prostor pro ukládání hrání u kmenové pásové pily je špatně realizován (viz obrázek 17). Přesun řeziva je zdoluhavý, a hlavně fyzicky náročný pro pracovníky. Dané řezivo je tříděné do hrání určených pro přímé uložení do skladu řeziva, hrání s řezivem pro kotoučovou omítací pilu, hrání s řezivem pro rozmítací pilu. Převoz hrání s řezivem mezi hlavním a vedlejším strojem je realizován za pomoci 2 vysokozdvíhových vozíků. S odkazem na celkový situační plán pilařského závodu, je možné vidět, realizování převozu hrání od kmenové pásové pily do skladu mokrého řeziva je přes celý areál, tudíž je tato činnost zdoluhavá. Zároveň, pokud se jedná o řezivo, které bude následně upraveno sušením je opětovně nutné hráně ze skladu řeziva přivést do prostoru u pilnice, kde jsou umístěné veškeré sušárny. Kolem sušáren je také prostor pro ukládání hrání, ale je velmi malý a umožňuje skladování pouze minimálního počtu hrání.



Obrázek 17: Prostor pro ruční odsun řeziva z kmenové pásové pily.

Samotná dílna pro údržbu pilových nástrojů byla přesunuta mimo prostory pilnice. S odkazem na celkový situační plán, byla dílna přesunuta do prostorů přízemí v rámci budovy prodejny. V této dílně jsou umístěny stroje pro údržbu pilových pásů a ostatní potřebné nářadí pro servis ostatních strojů včetně vysokozdvížných vozíků a nakladače. Z tohoto důvodu je nutné ruční přesun opotřebovaných pilových pásů z prostor pilnice do prostor dílny. Tento přenos pilových pásů probíhá téměř denně (četnost měnění pilových pásů se odvíjí od zpracovávané suroviny). Celkový přesun pilových pásů je zdoluhavý a vyžaduje přerušování výroby na kmenové pásové pile na daný časový úsek, než dojde ke záměně za připravené pilové pásy k pořezu. Samotná bruska na pilové pásy je zhotovena na principu suchého broušení. Výrobce této brusky zhotovil konstrukční řešení takové, kde pohon brusného kotouče byl zhotoven za pomoci klínového řemenu od hlavního elektromotoru. V rámci tohoto konstrukčního řešení dochází k nežádáným kmitům, které při broušení pilového pásu snižují kvalitu brusné plochy. V rámci formy broušení na suchý způsob je nutné zvolit menší intenzitu broušení, ale za to je nutné celkový proces vícekrát zopakovat pro cílený kvalitní výsledek broušení. Menší intenzitu broušení je také nutné aplikovat z důvodu menší tvorby tepla, které celkový proces broušení také snižuje.

4.3 Dostupné technologie – průzkum trhu

V rámci cílů této práce bylo zahrnuto i stanovení hlavního pořezového stroje, což ovlivnilo výběr technologií a výrobců zařízení, které bude vybráno v rámci technologické optimalizace vybraného podniku. Na trhu se vyskytuje vícero výrobců, kteří svým sortimentem nabízejí strojní zařízení pro dřevozpracující průmysl. S ohledem na cíle této práce, byli zjišťováni výrobci, kteří nabízejí horizontální kmenové pásové pily spolu se stroji na údržbu pilových pásů a rozmítací pily.

Na trhu je možné se setkat s výrobcí horizontálních kmenových pásových pil, kde je realizováno jak pro malé roční objemy pořezu, tak již pro větší objemy ročních pořezů. Zároveň někteří výrobci svojí nabídkou zaštiťují jak zpracování dřeva, tak i kovů. Na druhé straně se na trhu vyskytují firmy, které se řadí mezi přednější výrobce těchto technologií. Ve své výrobě využívají nejnovější technologie a své zařízení produkují s možnostmi využití nejvyšší

možnosti automatizace a propojení mezi jednotlivými stroji v rámci pořezových linek. Je tedy důraz na maximální přesnost výroby a rychlost výroby, kde se počítá s minimálním zastoupením potřebné lidské práce.

V rámci této práce byly osloveni 3 výrobci, pro možné srovnání cen a konstrukčních řešení. Důraz byl kladen na možnost provedení rozšíření délky rámu nad 12 m délky; minimální průměr výřezu 1 m. U horizontálních kmenových pásových pil bylo cíleno především na požadovaný roční objem pořezu odpovídající hodnotě do 5 000 m³/rok, finance a také možnosti zastoupení těchto firem v rámci České republiky. Oslovení firem bylo provedeno také na základě dosavadních zkušeností z vybraného podniku a také na navštívených pilařských provozech v rámci exkurzí či po domluvách s majiteli. Oslovení na základě těchto požadavků tedy byly výrobci pro realizace hlavního pořezového stroje: ZENZ Landtechnik GmbH, tedy přesněji zastupující firma Bajler-Zembrod s.r.o., Wravor d.o.o. a jako poslední byla oslovena firma MEBOR d.o.o v rámci její zastupující firmy PRESS SK s.r.o. U těchto výrobců byl proveden výběr strojních zařízení s ohledem na provedenou technologickou optimalizaci v rámci této práce. Zároveň byl výběr daných strojních zařízení proveden tak, aby se jednalo svými parametry o stejná, nebo spíše podobná strojní zařízení.

Pro možnost zhotovení návrhu optimalizace skladu kulatiny bylo provedeno oslovení firem v rámci nabídky čelního kloubového nakladače, možnosti úpravy povrchů v rámci manipulačních skladů a také možnost provedení návrhu možné podoby nové budovy pilnice.

Podobu jednotlivých strojních zařízení od firem Wravor, Mebor a TOS Svitavy je možné vidět (viz Příloha 2).

Veškeré přiložené cenové nabídky strojních zařízení byly uvedeny bez DPH a také při tvorbě nebyly započítány náklady na dopravu, montáž strojů, potřebnou elektroinstalaci a zhotovení projektů uložení strojů. Toto rozhodnutí bylo realizováno na základě vytvoření pouze orientačních nabídek pro tuto práci. Získání cenových nabídek od firem Bajler-Zembrod, Zepellin, Silmos a Cemex bylo provedeno na základě rozhovorů s jednotlivými obchodními zástupci od příslušných firem.

Bajler – Zembrod s.r.o. – ZENZ Landtechnik GmbH

WIMMER BN 110

V rámci firmy Bajler – Zemrob zastupující německého výrobce ZENZ, byla vybrána kmenová pásová pila a stroje pro údržbu pilových nástrojů, a to z nabídky, kterou tato firma momentálně drží na trhu. V rámci horizontálních kmenových pásových pil byla vybrána taková varianta splňující vytyčené požadavky. Tyto strojní zařízení se pohybují v základních cenových relacích, kde jsou jednotlivé parametry dané tak, jak je stanovil výrobce a je možnost provedené nadstavby dle požadavků zákazníka a také dle dostupných konstrukčních možností u daných typů. V rámci kmenové pásové pily bylo provedeno zjištění cenové relace u typu Wimmer BN 110. Cenová nabídka byla stanovena, za základní konfiguraci, na **3 547 019 Kč**. Cena byla odvíjena od možností konfigurací vybraného stroje, kde byly tyto konfigurace brány vždy s ohledem na požadavky kupujícího dle potřeb daného provozu. Také byla provedena poptávka o vyšší verzi kmenové pásové pily, a to ohledně typu Z 140 S. Jednotlivé informace o tomto stroji byly přiblížené (viz Příloha 1).

Brusný a válcovací stroj pro pilové pásy

S novým typem strojního zařízení v zastoupení kmenové pásové pily je nutné provedení zajištění údržby pilových pásů. Pro tyto účely byly vybrány 2 typy strojů, a to brusný stroj pilových pásů a válcovací stroj pilových pásů opět od stejného výrobce, tedy firmy ZENZ. V rámci brusného stroje se jedná možné typy, a to AHB pro suchý brusný proces a typ NSG 200 pro mokrý proces broušení. Markantní rozdíl je tedy v provedení procesu samotného broušení, a to se také odvíjí i přímo na cenových relacích těchto strojů, kde u typu AHB se cenová relace pohybuje okolo **215 000 Kč** a u typu NSG 200 je cenová relace okolo **450 000 Kč**. Pro válcovací stroj pro pilové pásy byla cenová relace okolo **215 000 Kč**.

WRAVOR d.o.o.

V rámci této firmy byl proveden výběr příslušných strojních zařízení pro možné navrzení optimalizace pilnice. Jednotlivé parametry vytyčených strojů detailněji přibližuje dokument cenové nabídky (viz Příloha 4) od firmy Wraavor.

WRC 1150 AC

Jedná se o dalšího vytyčeného výrobce zaměřující se na výrobu strojních zařízení pro pilařské podniky. Jsou nabízené hlavní pořezové stroje a vedlejší pořezové stroje spolu s doplňujícími technologiemi. Po oslovení majitele firmy byla zhotovena konfigurace nabídky pro hlavní pořezový stroj a vedlejší pořezový stroj spolu s jejich doplňky a stroji na údržbu pilových nástrojů. V rámci kmenové pásové pily byl zhotoven výběr typu WRC 1150 AC, kde konfigurace byla stanovena pro možnost prodloužení rámu na 12 m. Zhotovená cenová nabídka je vztažena i na veškeré nadstavby v rámci kmenové pásové pily v podobě upínacích segmentů výřezů, kabiny pro obsluhu, výběr vyššího výkonu hlavního elektromotoru, pásového dopravníku pro odsun řeziva z rámu kmenové pásové pily, Výsledná cena byla stanovena s veškerými konfiguracemi na **4 061 134 Kč**.

Nakládací rampa na výřezy

Zároveň bylo nutné realizování přísunu výřezů ke kmenové pásové pile. Firma Wraavor má v nabídce příčný řetězový dopravník, který je osazen zařízením pro přísun výřezů na kmenovou pásovou pilu. Byla tedy provedena i cenová poptávka v rámci tohoto zařízení, kde bylo možné realizování ukládání výřezů v základu 2–4 m, je ale možné přísun výřezů o vyšších délkách, a to z důvodu samotné konstrukce nakládací rampy, kde nebyly osazeny zarážky. Výsledná cenová nabídka byla stanovena na **606 951 Kč**.

Kotoučová zkracovací pila TYP 1000 W

V rámci vedlejších strojů bylo nutné provedení poptávky na kotoučovou zkracovací pilu a rozmítací pilu, které má tento výrobce v nabídce. Při kotoučové zkracovací pile byla zhotovena poptávka na typ s označením 1000 W, kde cenová nabídka byla stanovena na **483 202 Kč**.

Rozmítací kotoučová pila 750 20/120–2

V rámci poptávky na vedlejší pořezové stroje byla provedena cenová poptávka také na rozmítací pilu. Svým konstrukčním řešením je umožněno provádění jak omítání řeziva, tak ale

i rozmítání. S tímto ohledem byl vybrán Typ 750 20/120–2. Výběr tohoto typu byl zhotoven na základě možnosti, kde je možné provést operace rozmítání a omítání v rámci jednoho stroje. Cenová nabídka provedení tohoto typu stroje byla stanovena na **1 394 928 Kč**.

MEBOR d.o.o.

V rámci této firmy byl proveden výběr příslušných strojních zařízení pro možné navržení optimalizace pilnice. Jednotlivé parametry vytyčených strojů detailněji přibližuje dokument cenové nabídky (viz Příloha 5), a to od zastupující firmy Press SK.

MEBOR HTZ 1100 PRO

Jako u předchozí firmy se jedná o slovinskou společnost, a to se zastoupením na Slovensku firmou PRESS SK s.r.o. Tato firma v rámci nabídky kmenových pásových pil poskytuje výběr mezi několika typy, a to dle odvíjené velikosti provozu. Byl zhotoven výběr z řady pro vysoké kapacity, a to na základě vyšších parametrů ohledně pořezu výřezů. Přesněji byl zhotoven výběr s označením HTZ 1100 PRO. Konstruktivním řešením je tento stroj proveden na podobném principu, jako u předešlé firmy. Jedná se tedy o provedení robustních konstrukcí s možností vysoké škály modifikací dle potřeb daného podniku. Zároveň tato firma umožňuje nabídky také sekundárních pořezových strojů a možnosti provedení třídících linek mezi těmito stroji. U poptávaného typu kmenové pásové pily vyšla cenová nabídka pro základní konfiguraci na **1 639 177 Kč**.

Kotoučová zkracovací pila CEL 1000 PRO P15

Pro navržení technologické optimalizace v rámci podniku firma pila Morávek bylo nutné také stanovení nové kotoučové zkracovací pily. Firma MEBOR nabízí možnost vícero provedení, a to dle odvíjení umístění v dané třídící lince. Zároveň je nabízena možnost zkracovací pily pro zahranění hraní. Pro potřeby optimalizace byl proveden výběr jednokotoučové zkracovací pily s označením CEL 1000 PRO P15, kde u tohoto provedení se jedná o vyšší řadu s výkonnějším elektromotorem. Pro základní konfiguraci tohoto stroje byla cenová nabídka stanovena na **445 843 Kč**.

Kotoučová rozmítací pila VC 700 E16

Princip této rozmítací pily se pohybuje na stejné bázi jako provedení od předešlé firmy. V rámci konstrukčního provedení tohoto stroje je možné provádět operace rozmítání a omítání v rámci jednoho stroje. Firma Mebor opět dává možnosti výběru z daných řad, kde tento stroj se pohybuje v rámci základní nabízené řady. Odlišnost těchto řad spočívá v možnosti modifikace elektromotorů, a hlavně také možnosti zpracování řeziva o větších rozměrech. S ohledem na možnosti zhotovené technologické optimalizace byl proveden výběr typu VC 700 E16. Pro základní konfiguraci tohoto stroje byla cenová nabídka stanovena na **952 832 Kč**.

TOS SVITAVY a.s.

U této firmy bylo zhotoveno prvotně provedení cenové nabídky pouze na kotoučovou rozmítací pilu. Jednotlivé parametry tohoto stroje je možné vidět (viz Příloha 3). Dodatečně v podobě rozhovoru s obchodním zástupcem této firmy byla stanovena cena na zbylá strojní zařízení.

Kotoučová rozmítací pila PWR 421

Pro realizování sekundárních strojů v rámci pilnice bylo osloveno zastoupení této firmy pro uvedení cenové nabídky pro rozmítací pilu a možného provedení porovnání s nabídkou od konkurenčních firem. Přesněji byl poptáván typ PWR 421. Jedná se o technické provedení, kdy tento stroj je možné používat k procesům jak rozmítání, tak i omítání. V rámci poptávky byla možnost zhotovení přesné konfigurace, kde byl vybrán vyšší výkon hlavního elektromotoru a možnost nastavování kotoučů za pomoci systému quick speed. Zároveň byla představena možnost nadstavby v rámci vstupního podélného dopravníku, kde by byla možnost osazení vystředovacího segmentu umožňujícího přímé upevnění řeziva do stroje, a to bez nutnosti manuálního nastavování. Tato konfigurace ale nebyla vztažena v rámci cenové nabídky. Výsledná cena byla navržena na **2 586 400 Kč**.

Kotoučová zkracovací pila PWK 70

Z hlediska nutnosti příčného zkracování řeziva před samotným procesem rozmítání bylo nutné zjistit týkající se cenovou nabídku pro kotoučovou kapovací pilu, kde firma TOS SVITAVY také nabízí provedení těchto strojů. Byla poptávána cenová nabídka na vyšší řadu, a to s označením PWK 70, a to na základě možnosti zpracování větších rozměrů daného řeziva v rámci třídící linky. Cenová nabídka se základním elektromotorem o výkonu 5,5 kW byla stanovena na **500 000 Kč**. Poptávaný stroj bylo možné také mít v provedení s výstupním a vstupním podélným válečkovým dopravníkem, kde délky dopravníků bylo možné upravit dle požadavků zákazníka. U této nabídky nebyla provedena realizace dopravníků, a to na základě individuálního provedení dopravníků celkově v rámci třídící linky

Bylo nutné v rámci nové podoby pilnice také stanovit přibližné zastoupení dopravníků a jejich cenovou relaci. Firma TOS SVITAVY mimo své obráběcí stroje, také má v nabídce možnost provedení dopravníků, a to dle potřeb k danému provozu a také dle formy zpracovávaného materiálu.

Vytyčené požadavky byly pro umožnění zpracování řeziva do 8 m a možnost provedené separace řeziva určeného pro konečné uložení do hrání od řeziva svým určením pro další zpracování na sekundárních pořezových strojích. Základní cenu a rozměry těchto dopravníků je možné vidět (viz tabulka 9). V ceně dopravníků bylo zahrnuto provedení osazení elektroniky a pohonů dopravníků, nebylo zde ale provedeno zahrnutí ceny za montáž a elektrické rozvaděče.

Tabulka 9: Základní rozměry a cena dopravníků.

Třídící linka - rozpis dopravníků	Základní rozměry [mm]			Cena [Kč]
	Výška	Šířka	Délka	
Poháněný válečkový podélný dopravník:	1200	1000	9000	480 000
Poháněný válečkový podélný dopravník:	1200	1000	5000	325 000
Poháněný válečkový dopravník s odsunem na levou a pravou stranu:	1200	1000	9000	795 000
Příčný řetězový dopravník (4x):	750	2000	2000	210 000
Poháněný válečkový dopravník s odsunem na pravou stranu:	1200	1000	5000	390 000

ZEPELLIN s.r.o.

CAT 908 M

Tato firma zastupuje na trhu nabídku strojních zařízení od firmy CAT. Pro potřeby pilařského podniku pila Morávek nebylo nutné zhotovení pořízení nových strojů. S odkazem na tuto přijatou realizaci bylo zde provedeno oslovení prodejce z důvodu zjištění cenové nabídky pro čelní kloubový nakladač. Jednalo se o nakladač již s daným nájezdem motohodin a rokem výroby 2017. U tohoto konkrétního typu byla stanovena cena na **1 300 000 Kč**.

SILMOS s.r.o.

S odkazem na kapitolu 4.2 bylo nutné také přistoupit na reorganizaci jednotlivých částí pilařského podniku. Pro nově vzniklá místa bylo také zhotovení průzkumu pro zajištění úprav povrchu v rámci manipulačních skladů. Ze zkušeností z exkurzí s SDP (společnostvo dřevozpracujících podniků) byla vybrána na trhu firma SILMOS s.r.o. specializující se na zhotovování úprav povrchu pro lesní cesty, ale také manipulačních skladů. Tato firma provádí úpravy povrchu svým vyvinutým systémem KAPS-LE (Kamenivo zpevněné Popílkovou Suspenzí pro Lesní cesty). Zjištěná cenová nabídka pro 1 m² je při cenách vstupních materiálů v rozmezí **650–750 Kč/m²**. Cena zahrnuje jak navezení potřebného materiálu, tak ale také zhotovení samotné úpravy povrchu.

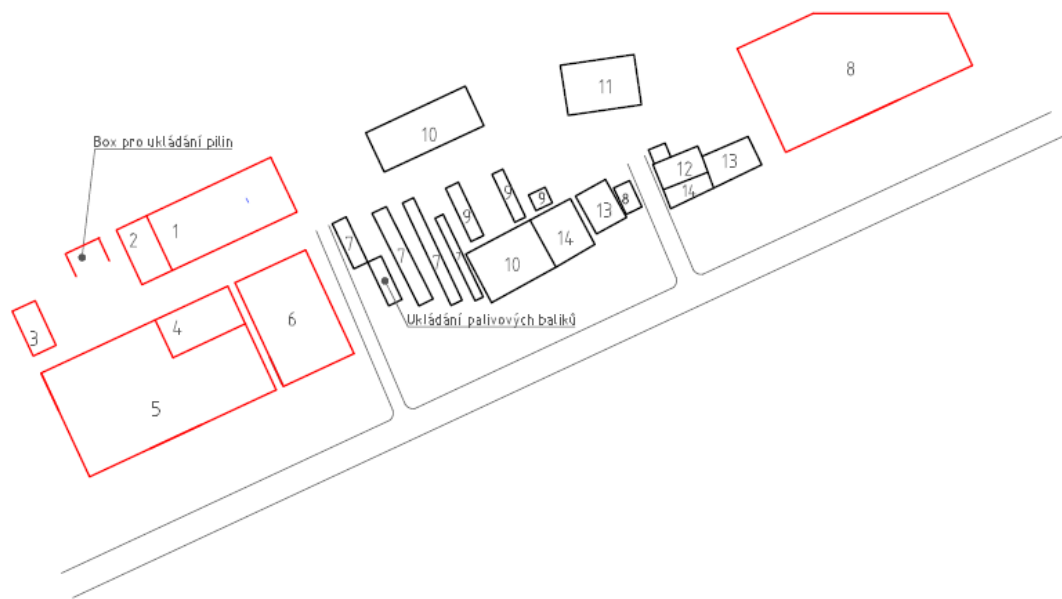
CEMEX Czech Republic s.r.o.

Zároveň byl proveden průzkum odlišného zhotovení v rámci úpravy povrchu v pilařském areálu. Pro realizování této možnosti byla oslovena firma CEMEX Czech Republic s.r.o. U této firmy byl proveden výběr úpravy povrchu za pomoci systému kompozitní vozovky. Jedná se o směs válcovaného betonu a vrchní obrusné asfaltové vrstvy (cemex.cz 2024). Toto složení typu kompozitní vozovky umožňuje o mnoho vyšší zatížení vyvolané pohybem těžké techniky, a to v porovnání s úpravou povrchu v provedení pouze samotného betonu či asfaltové úpravy. Byla zjištěna cenová nabídka 2 100 Kč/m³, což v převedení odpovídá cenovému rozsahu okolo **500 Kč/m²**.

Z navržených výrobců v rámci provedení průzkumu trhu bylo realizováno vytyčení příslušných technologií a na základě tohoto provedení byla zhotovena výsledná podoba navrhovaných úprav ohledně optimalizace pilařského podniku pila Morávek, která je popsána v následující kapitole.

5 Návrh technologické optimalizace

V rámci technologické optimalizace bylo nutné provedení uspořádání rozestavení jednotlivých částí pilařského podniku firmy pila Morávek (viz obrázek 18). Jak bylo zmiňováno v rámci kapitoly 4.1, tento podnik disponuje všemi jednotlivými částmi, co pilařský podnik má mít, ale rozmístění po pozemku není ideální a tím není zachovaný plynulý tok materiálu. Veškeré vztažené optimalizace byly zhotoveny s ohledem na cenovou relaci a pokud byla možnost využití strojních zařízení z původní podoby pilnice, tak zde bylo provedené jejich začlenění (s ohledem na technický stav a možností v rámci nové pilnice).



Obrázek 18: *Situční plán nové podoby rozložení jednotlivých částí pilařského provozu ve firmě pila Morávek.*

- 1 – pilnice, 2 – budova šatny a dílny, 3 – frézovací odkorňovací stroj, 4 – sklad výřezů, 5 – sklad dlouhé kulatiny + prostor pro manipulaci, 6 – sklad krátké kulatiny, 7 – ukládání hrání (stavební/hraněné řezivo mokré), 8 – sklad hrání (mokré řezivo určené na sušení), 9 – sklad hrání mokrého řeziva určeného na prodej, 10 – sklad truhlářského suchého řeziva, 11 – sklad truhlářského suchého řeziva na prodej, 12 – kotelna, 13 – sušárny, 14 – kanceláře.

5.1 Optimalizace skladu kulatiny/výřezů, skladu řeziva, budovy pilnice

V rámci navržených změn těchto prostorů musí také majitel firmy počítat s výdaji na demolici původní haly pilnice, a to včetně ekologické likvidace vzniklého odpadu. Zároveň bude také nutné provedení zpevnění nově vzniklého povrchu spolu s pozemními komunikacemi v rámci pilařského podniku.

Pro správný provoz nově navržených technologií bylo tedy nezbytné zajištění plynulého a návazného toku od vstupního materiálu až po výsledný produkt v rámci pilnice, a to tedy samotného řeziva. Části sklad kulatiny/výřezů a pilnice byly navrženy tak, s odkazem na situační plán, aby bylo zajištěno umístění co nejbližší a tím eliminování zdlouhavého převozu materiálu v rámci podniku a díky tomuto řešení celý proces zpracování kulatiny zkrátit. Pro převoz kulatiny nebyl ponechán hydraulický otočný nakladač (HON), který je momentálně využíván. Svým konstrukčním řešením se jedná již o zastaralý stroj, a svým technickým stavem již nebyl vyhovující pro využívání v rámci pilařského podniku. V rámci optimalizace byla vybrána náhrada, a to za čelní kloubový nakladač. Byla vybrána nabídka kloubového nakladače od firmy CAT s označením 908M (viz obrázek 19), a to v rámci nabídky použitých strojů.



*Obrázek 19: Čelní kloubový nakladač
CAT 908M.*

(mascus.cz 12.01.2024)

Nabízené stroje jsou již s daným nájездem motohodin a svoji technickou kondicí jsou ale ve velmi dobrém stavu. Navíc výrobce na tyto stroje udává stále možnost záruky. V rámci těchto strojů byla ale vždy provedena technická kontrola před prodeji a celkově se jedná o stroje v dobrých technických stavech. Zároveň je zde možné vybrání strojů s dobrou konfigurací a cenová nabídka se pohybuje v nižších relacích nežli u úplně nových strojů. Při zjišťování alternativ k provedení takového typu nakladače je možné na trhu objevit značky VOLVO či JCB, kde parametry nakladačů od těchto značek jsou pro provoz pila Morávek naddimenzované. CAT 908 M byl vybrán na základě možnosti rychloupínacího systému pro vidle/lžíci (v dnešní době standart). Dále nakladač disponuje max. nosností 2,7 tun, což je dostačující pro potřeby provozu. Také výběr ovlivnila přijatelná cenová nabídka za defacto nový stroj.

V rámci manipulování kulatiny nebyly stanoveny změny, v případě potřeb, bylo manipulování koncipované za pomoci jednomužné motorové pily spolu s kloubovým nakladačem, a to z důvodu zpracovávání výřezů o délkách do 4 m, které převažují nad delšími rozměry, tedy potřeba manipulování kulatiny není tak častá. Samotná obsluha kloubového nakladače spolu se zajištěním manipulování a odkorňování kulatiny/výřezů byla realizována za pomoci 1 pracovníka. Toto rozhodnutí bylo vzato s ohledem na celkový roční pořez, který byl nastavený na maximálně 5 000 m³/rok. Po rozhovoru s majitelem firmy je zkušenost taková, že tuto roční kapacitu celkového pořezu, týkající se přípravy výřezů, je možné dosáhnout v rámci 1 pracovníka při umístění ve skladu kulatiny.

Pro nově vzniklé prostory skladu kulatiny a skladu mokrého řeziva bylo zapotřebí zhotovení úpravy povrchu podkladu, který odolává zatížení v rámci pohybu vysokozdvížných vozíků a kloubového nakladače při manipulování kulatiny. Pro úpravu povrchů na vytyčených stanovištích v rámci dřevařského provozu byl zhotoven výběr firmy SILMOS s.r.o. Výběr této firmy byl zhotoven na základě zkušeností z navštívených provozů v rámci exkurzí SDP (společnostvo dřevozpracujících podniků). Bylo nutné tuto úpravu zhotovit v prostoru pro sklad kulatiny/pilnice, kde celková plocha se orientačně pohybuje okolo 6 000 m². Stejně provedení úpravy povrchu bylo vztaženo na prostor nového skladu řeziva, kde se celková plocha pohybuje okolo 2 200 m². Pro úpravu v rámci komunikačních cest byla navržena stejná úprava. Navržený návrh úpravy povrchu bylo stanoveno z nutnosti docílení bezpečnosti pohybu v rámci pilařského podniku, ale také pro možnost urychlení pohybu převozu hrání se řezivem za pomoci vysokozdvížných vozíků. Je zde nutné zmínit fakt, pokud by byla realizována úprava povrchu, tak tímto přijatým krokem by nedocházelo k nežádoucímu vyššímu opotřebenému vozového parku. Navržený systém pro úpravu povrchu je primárně určen pro lesní cesty, ale také manipulační sklady, kde svojí skladbou dokáže odolávat vyššímu rázovému zatížení a pohybu těžké techniky v porovnání s úpravou povrchu za pomoci kompozitní vozovky.

Dalším krokem bylo vztaženo na přemístění stanoviště frézovacího odkorňovacího stroje dle situačního plánu nové podoby rozložení firmy pila Morávek. Toto umístění bylo navrženo tak, aby nedocházelo ke zdoluhavým převozům mezi skladem kulatiny a odkorňovacím strojem a následným navážením výřezů do pilnice a zajištění plynulého toku materiálu. Frézovací odkorňovací stroj byl ponechán tak, jak je využíván doposud. Svojí konstrukcí nadále vyhovoval požadavkům podniku i při zvýšení ročního objemu pořezu kulatiny. Převoz kulatiny/výřezů byl realizován za pomoci využívání kloubového nakladače značky CAT s označením 908M, a to z důvodu, že se jedná o nejméně finančně náročné řešení této výrobní operace.

V rámci přesunu skladu hrání mokrého řeziva došlo k navržení přesunu na původní místo pilnice. Tato optimalizace by byla vztažena z důvodu zkrácení procesu přesunu hrání mezi sklady a také pro rychlejší a snazší provedení navážení hrání do sušáren. Značnou výhodou by bylo v rámci navržení úpravy povrchu ve skladu, kde tímto krokem by bylo zajištění dokonalého povrchu pro sklad řeziva, a to tedy zpevněný povrch bez vegetace (vysoká tráva, plevel). V rámci využívaných vysokozdvížných vozíků nebyly v rámci navrhované optimalizace přijaté žádné změny. Byly ponechány stroje, které se využívají v současné době. Jedná se o BALKANCAR VZV 3,5 a DESTA DVHM 3522 Txkk. Jedná se o stroje se starší dobou výroby, ale majitel podniku do budoucích let počítá s nutností obnovení vozového parku u vybraných výrobců, a to v rámci leasingu, kde toto provedení přinese možnost častější obnovy vozového parku.

Zhotovení budovy pilnice by bylo provedeno, s odkazem na situační plán nové podoby pilařského podniku, v části podniku, kde by bylo provedené situování skladu kulatiny. Toto řešení by bylo zhotoveno na základě vzniku co nejbližší vzdálenosti převozu výřezů ze skladu výřezů do pilnice. Toto opatření zajistí mnohem pružnější reakce v rámci provádění pořezových dávek a samotného přísunu výřezů do pilnice. Samotná budova pilnice s ohledem na nové technologie byla situována svými rozměry na: délka celkem 60 m, šířka 16 m a výška 8 m, tedy celkově se budova pilnice pohybuje na 960 m² zastavěné plochy. Při navrhování možné podoby pilnice byla zhotovena i budova pro údržbu řezných nástrojů. Navržení přesunu dílny v rámci budovy pilnice umožní rychlý přístup ke strojům, a to bez nutnosti dlouhých přesunů uvnitř podniku. Původní prostor dílny by byl ponechán a situován pro realizování nutného servisu vysokozdvizných vozíků. Návrh realizace podoby nové budovy (viz obrázek 20). Je zde možné vidět umístění budovy pro umístění dílny a také zázemí pro pracovníky. Boční otvor byl navržen pro možnost navážení až 12 m dlouhých výřezů ke kmenové pásové pile. Navazující třídící linka za kmenovou pásovou pilou poté je rozložena až do přední částí pilnice, kde by



Obrázek 20: **3D model nové podoby budovy pilnice.**
(histruct.com 05.02.2024)

byla stanovena realizace odvozu hotových hrání se řezivem. V rámci realizování návrhu provedení optimalizace podoby nové pilnice se nejednalo o primární cíl této práce, avšak bylo nutné jej přiblížit pro možnost provedení hlavní části technologické optimalizace. S ohledem na to bylo provedeno oslovení firmy ZEMAN PEM s.r.o. Jedná se o provedení průmyslové haly s možností přidání přístavek dle stanovení od zákazníka. Firma realizuje pouze výstavbu budovy, tedy neprovádí zhotovení základů a podlah budovy. Bylo provedeno oslovení pouze jedné firmy, a to pro zajištění přiblížení možných nákladů souvisejících s výstavbou nové budovy pilnice a předložení těchto podkladů majiteli firmy pro přiblížení orientačních finančních nákladů ohledně této části optimalizace.

Celkové finanční výdaje zhotovené v rámci této části optimalizace pilařského podniku je možné vyjádřit v rámci odhadu nákladů na zhotovené změny, které je možné vidět (viz tabulka 10).

Tabulka 10: Odhad finančních nákladů pro 1. část optimalizace podniku pila Morávek.

Odhad finančních výdajů na první část optimalizace v rámci pilařského podniku pila Morávek	Cena [Kč]
Zhotovení úprav povrchů:	4 900 000
Odhadovaná cena pro budovu pilnice:	6 720 000
Kloubový nakladač CAT 908 M:	1 300 000
Celkem:	12 920 000

V rámci odhadu ceny 1. části optimalizace bude nutné, aby majitel také zohlednil výdaje nutné pro provedení demolice a ekologické likvidace původní částí pilnice, a to spolu s nutnými zásahy pro zhotovení provozuschopnosti nové budovy pilnice, týkající se zhotovení elektroinstalace. Také se bude muset počítat s výdaji na pracovníky v rámci podniku, vztahované na přemístění skladu řeziva. Je nutné také brát ohled na fakt v rámci zhodnocení návrhu ceny, kde se jedná o provedení hrubého návržení výdajů pro tuto 1. část optimalizace a veškeré cenové nabídky, byly vztahovány v prvním kvartálu roku 2024. Majitel firmy plánuje zhotovení takovéto podoby optimalizace v rámci budoucích 2 let, kdy se jednotlivé nabídky pro zhotovení jednotlivých úkonů budou lišit dle situace vývoji cen na českém trhu.

5.2 Technologická optimalizace v rámci pilnice

Hlavním cílem technologické optimalizace této práce bylo provedení návrhu změn v rámci využitých technologií v pilnici v pilařském podniku pila Morávek. Zhotovené změny by byly vztahovány dle vytyčených kritérií v rámci podniku. Vytyčená kritéria byla vztáhnuta na celkový roční objem pořezu na maximální hodnotu 5 000 m³/rok; přihlíženo také bylo na druh zpracovávané suroviny, kde s odkazem na kapitolu 4.1 převládá jehličnatá surovina; možnost využití dosavadních technologií, pokud odpovídali nové podobě výrobní linky. Následná daná podmínka byla stanovena samotným ustanovením podoby technologie v rámci hlavního pořezového stroje, kde byla ponechána pásovková technologie. Dosazená strojní zařízení v rámci nové podoby pilnice byla také situovaná na ulehčení zpracování materiálu v rámci pilnice a zvýšení přesnosti a cílená na snížení stavu potřebných pracovníků.

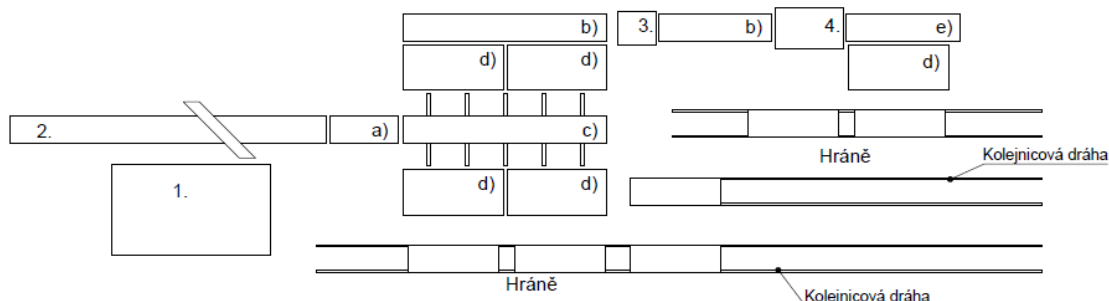
V rámci technologické optimalizace byla vybrána firma MEBOR, a to v rámci zajištění hlavních pořezových strojů a vedlejších pořezových strojů. Tento výběr byl zhotoven na základě možnosti navštívení pilařských podniků, kde tyto stroje byly v rámci výroby a po konzultaci s majitelem firmy pila Morávek, kde se také přikláněl k tomuto výrobcí.

Tabulka 11: Porovnání vytyčených kmenových pásových pil od daných výrobců.

Vybraná strojní zařízení - horizontální kmenové pásové pily			
Parametry	ZENZ WIMMER BN 110	WRAVOR WRC 1150 AC	MEBOR 1100 PRO
Průměr ocelových pásnic [mm]	850	1150	1120
Výkon hlavního elektromotoru [kW]	22/26	22/30/37/45	30
Řezná rychlost [m/s]	60	84	73
Požezová kapacita [m ³ /8h]	25 - 100	20 - 40	38
Konstrukce:	s pohyblivým mostem	s pohyblivým mostem	s pohyblivým mostem
Napínání pilového pásu:	posuvné	posuvné	posuvné
Uchycení pily k rámu:	valivé	valivé	valivé
Max. průměr výřezů [mm]	1100	1150	1000
Šířka pilového pásu [mm]	100	140	140 - 160
Délka pořezu [mm]	6 000	12 000	12 000
Možnost prodloužení rámu:	ano	ano	ano
Rozměry (výška x šířka x délka) [mm]	2400 x 2550 x 13 000	4000 x 6100 x 13 000	3110 x 3050 x 16 000
Cena [Kč]	3 547 019	4 061 134	2 530 376

Z hlediska způsobu výroby se jednalo o velmi robustní konstrukce, kde byla velká možnost navolení doplňující technologií v rámci následné tvorby třídící linky. Zároveň byla nabízena možnost provedení široké škály rozšíření u jednotlivých strojů, a to s ohledem na potřebné výsledné vlastnosti a formu zpracovávané suroviny. V rámci porovnání technologií od vytyčených výrobců (viz tabulka 11) byly zjištěny dané výhody, ale také nevýhody v rámci možné nabídky konfigurací strojů. Firma MEBOR v daných ohledech umožňovala konfiguraci nadstandardních možností, ale také se zde vyskytovaly takové konfigurace, které oproti konkurenci nebyly nejvhodnější. Z celkového hlediska je ale možné konstatovat, že tato firma s ohledem na danou cenovou nabídku nabízela nejširší možnost dostupných konfigurací s přímým provedením porovnání s konkurenčními nabídkami. Nespornou výhodou bylo provedení zjištění zastoupení této firmy, a to svým umístěním na Slovensku firmou PRESS SK s.r.o. a tím možné pružnější reagování na možné kontaktování servisu.

V souvislosti na vybraných strojních zařízeních, bylo také nutné zhotovení situačního plánu zachycujícího nové rozložení jednotlivých strojů a navazující třídící linky v rámci nové pilnice. Nové rozložení strojních zařízení je možné vidět (viz obrázek 21).



Obrázek 21: *Situační plán rozložení strojních zařízení v rámci nové budovy pilnice.*

Při výběru kmenové pásové pily byl proveden výběr typu HTZ 1100 PRO (viz obrázek 22) pohybující se v objemu pořezu za sledovaných 8 h (tedy jedné směny) do 38 m³. Výběr v rámci navržené optimalizace byl zhotoven na základě možnosti prodloužení rámu pro možnost pořezu až 12 m výřezů, a to z důvodu nadále zanechání možnosti nabídky individuálního pořezu. Je nutné zmínit, že tuto formu nadstavby rámu pásové pily nabízeli všichni oslovení výrobci. Dále také konfigurace hydraulické ruky svým určením pro odvod řeziva z kmenové pásové pily, a také možnost následného osazení podélné rampy pro odsun řeziva na třídící linku (tato výbava je již dodávána v základní verzi provedení). Další výhodou bylo také osazení širšího pilového pásu, kde je možné dosáhnout lepší kvality obrobeného povrchu u řeziva. Významnou výhodou byly také rozměry samotného stroje, kde se hodnoty odvíjí v menších relacích, což by umožnilo snazší manipulování při osazování pily do pilnice. V celkovém měřítku, za danou cenovou nabídku, byla u tohoto typu kmenové pásové pily možnost nakonfigurování široká škála rozšíření, které by se podílely na zjednodušení a zvýšení komfortu při využívání.



Obrázek 22: **MEBOR 1100 PRO.**
(mebor.eu 15.02.2024)

Z konstrukčního hlediska kmenové pásové pily byl rám pily zkonstruován s výškou 540 mm. Díky tomuto konstrukčnímu řešení je možné do návržení technologické optimalizace začlenit původní příčný řetězový dopravník vyhovující svým konstrukčním řešením pro začlenění jako podávací rampu výřezů k pile. Díky tomuto kroku řešení podavače výřezů bylo možné snížit celkové náklady pro tuto část optimalizace.

Při realizování sekundárních požadavků strojů v pilnici byl zhotoven návrh výběru kotoučové zkracovací pily na základě porovnání jednotlivých typů od vytyčených výrobců (viz tabulka 12).

Tabulka 12: Porovnání vytyčených zkracovacích kotoučových pil od daných výrobců.

Vybraná strojní zařízení - kotoučové zkracovací pily			
Parametry	TOS SVITAVY PWK 70	WRAVOR TYP 1000 W	MEBOR CEL 1000 P10
Max. výška řezu [mm]	220	250	100
Max. šířka řezu [mm]	625	1000	1000
Výkon hl. elektromotoru [kW]	5,5/7,5	6	7,5/9
Průměr pilových kotoučů [mm]	600/700	550	400
Vstupní dopravník [mm]	2100	4000	3000
Výstupní dopravník [mm]	1750	3000	3000
Konfigurace dopravníků	ano	ano	ano
Cena [Kč]	500 000 (bez dopravníků)	483 202	445 843

U vybrané technologie byl zhotoven výběr firmy MEBOR. U kotoučové zkracovací pily byl zhotoven výběr na základě realizování strojních zařízení od jednoho výrobce. V porovnání s nabídkami s konkurencí byla cenová nabídka poměrně na stejné relaci. V rámci optimalizace byl zhotoven výběr pneumatické zkracovací pily CEL 1000 P 10 (viz obrázek 23). Nejvyšší výkon hlavního elektromotoru spolu s možnou šířkou opracovaného řeziva. Omezující je max. tloušťka řeziva, kde ale tato hodnota byla stanovena jako dostatečná. Začlenění kotoučové



*Obrázek 23: MEBOR 1000 P10.
(mebor.eu 15.02.2024)*

zkracovací pily bylo provedeno na základě umožnění příčného zkracování řeziva pro délkové manipulování, ale také možnost vymanipulování vad řeziva.

Při provedení výběru rozmítací pily bylo vycházeno opět s ohledem na dané porovnání (viz tabulka 13) vytyčených typů technologií v rámci jednotlivých vybraných výrobců. Ohledně kotoučových rozmítacích pil je možné provést výběr od vícero firem nabízejících tyto stroje. Ve většině případech konstrukce je realizována v podobě upínání kotoučů bez vymezovacích kroužků, kde provedení procesu rozmítání a omítání v rámci jednoho stroje by přinášelo nutnost pokaždé regulování počtu pilových kotoučů.

Tabulka 13: Porovnání vytyčených rozmítacích kotoučových pil od daných výrobců.

Vybraná strojní zařízení - kotoučové rozmítací pily			
Parametry	TOS SVITAVY PWR 421	WRAVOR 750 20/120-2	MEBOR VC 700 E16
Max. výška řezu [mm]	160	120	160
Max. šířka řezu [mm]	870	600	650
Výkon hl. elektromotoru [kW]	45/55/75/90	20/30/37	55
Průměr pilových kotoučů [mm]	250 - 450	400	400 - 500
Nastavení pilových kotoučů	2 pohyblivá pilová pouzdra	2 pohyblivá pilová pouzdra	2 pohyblivá pilová pouzdra
Počet hřídelí [ks]	1	1	1
Cena [Kč]	2 586 400	1 394 928	952 832

Jedná se o typ rozmítací pily MEBOR VC 700 E16 (viz obrázek 24). Konstrukční provedení těchto strojů spočívá v osazení hlavní hřídele (možný výběr s vícero hřídelemi), kde byla umístěna pouzdra sloužící pro upnutí pilových kotoučů. V závislosti na druhu pořezu (rozmítání či omítání) je možné provést nastavení těchto pouzder v závislosti na druhu řeziva a prováděné operace. U tohoto stroje je realizováno osazení elektromotoru s vyšším výkonem (55 kW). Tento výběr byl zhotoven na základě velmi dobrých parametrů pro zpracovávané řezivo, a to spolu s možností osazení výkonného hlavního motoru, a to s porovnáním s původním provedením rozmítací pily. Samotné konstrukční řešení tohoto stroje umožňuje provádění procesu rozmítání a omítání v rámci jednoho stroje. Tímto krokem byl umožněn návrh pouze této pily spolu s ušetřením místa v rámci pilnice a snížení počtu potřebných zaměstnanců pro obsluhu strojů.



Obrázek 24: MEBOR VC 700 E16.
(mebor.eu 15.02.2024)

Pro realizování třídící linky osazené za hlavním pořezovým strojem byl zhotoven výběr provedení od společnosti TOS Svitavy. U zrealizované třídící linky nejsou dostupné vizualizace jednotlivých částí, byla provedena pouze odhadovaná cenová nabídka na základě doložení situačního plánu nové pilnice. Třídící linka je zhotovena s hlavním třídícím podélným válečkovým dopravníkem s možností odsunu řeziva do pravé či levé části. Toto provedení je zhotovené na základě druhu řeziva, a to s ohledem, zdali bude nutnost ho dále zpracovávat (doleva) či již bude možné řezivo ukládat přímo do hrání (doprava). Pokud řezivo již nebude nutné dále zpracovávat, dojde k dopravení na příčné řetězové dopravníky, které před uložením přímo do hrání slouží jako zásobník řeziva bez nutnosti okamžitého odběru z třídící linky. U sekundárních pořezových strojů bylo realizováno osazení mechanizovaných podélných válečkových dopravníků a za kotoučovou rozmítací pilou byl osazen podélný mechanizovaný válečkový dopravník s odsunem řeziva doprava na příčný řetězový dopravník. Rozměrově bylo provedeno nastínění třídící linky, po konzultaci s majitelem firmy pila Morávek, pro možnost zpracování řeziva do 8 m. Začlenění třídící linky umožní rychlejší, a především snazší proces zpracování řeziva po pořezu na kmenové pásové pile. Tímto krokem výrazně klesne náročnost na prováděnou práci a snížení počtu potřebných pracovních míst.

S novou technologií v rámci hlavního pořezového stroje bylo také nutné zhotovení výběru strojů pro údržbu pilových pásů. Byl proveden výběr strojů nabízených výrobcem, a to v podobě stroje pro broušení pilového pásu a stroje pro válcování pilového pásu. V rámci údržby nebylo přijato zhotovení změn. Údržba pilových kotoučů byla nadále realizována za pomoci externích firem. Do technologické optimalizace by bylo také začleněno realizování brusného stroje pro pilové kotouče, a to v provedení nabídky od stejného výrobce.

Pro snížení finančních nákladů technologické optimalizace byla zhotovena realizace odsávání v rámci strojů v pilnici za pomoci využití dosavadní techniky z původní realizace pilnice. Pro ukládání pilin by byl zhotoven externí sklad z betonových panelů svým uložením hned vedle budovy pilnice. Piliny jsou v rámci firmy pila Morávek využívány pro energii potřebnou pro realizování procesu sušení dřeva. Realizování dopravy tohoto materiálu do zásobníku, svým umístěním vedle kotelny, bylo prozatím zhotoveno za pomoci čelního kloubového nakladače. Návrh této podoby navážení pilin by byl proveden s ohledem na snížení finančních nákladů, kde tato možnost by byla nejméně náročná na provedení.

Celkové finanční náklady v rámci zhotovení této části technologické optimalizace je možné vidět (viz tabulka 14).

Tabulka 14: *Odhadované finanční náklady pro zhotovení technologické optimalizace pilnice.*

Vybraná strojní zařízení	Cena [Kč]
MEBOR HTZ 1100 PRO	2 530 376
MEBOR CEL 1000 P10	454 347
MEBOR VC 700 E16	945 122
Stroje pro údržbu pilových nástrojů	333 678
Poháněný válečkový podélný dopravník	480 000
Poháněný válečkový podélný dopravník	325 000
Poháněný válečkový dopravník s odsunem na levou a pravou stranu	795 000
Příčný řetězový dopravník (4x)	210 000
Poháněný válečkový dopravník s odsunem na pravou stranu	390 000
Celkem:	6 463 523

Ohledně provedení stanovení ceny za technologickou optimalizaci pilnice byla provedena odhadovaná cena. V rámci finančních nákladů nebylo provedeno zahrnutí ohledně opatření nové elektroinstalace, a to z důvodu absence detailnějších informací u provedení pohonů dopravníků.

Celkové porovnání energetické náročnosti původního stavu se stavem po technologické optimalizaci nebylo možné provést, a to z důvodu absence interních dokumentů, v rámci pilařského podniku, ohledně jednotlivých strojních zařízení.

Odhadované celkové finanční náklady pro provedení realizace obou částí technologické optimalizace v rámci podniku pila Morávek by se pohybovaly okolo **19 383 523 Kč**. Je nutné uvést informaci o stanovení výhradně orientačních finančních nákladů. Tento fakt byl realizován z důvodu podoby přijatých optimalizací, kde v daných případech by muselo dojít k detailnějšímu vypracování podkladových částí pro realizaci příslušné části v optimalizaci. Výslednou částku je tedy možné brát jako přiblížení celkových nákladů pro možnou technologickou optimalizaci v rámci firmy pila Morávek v podobě, v jaké byla provedena v této práci.

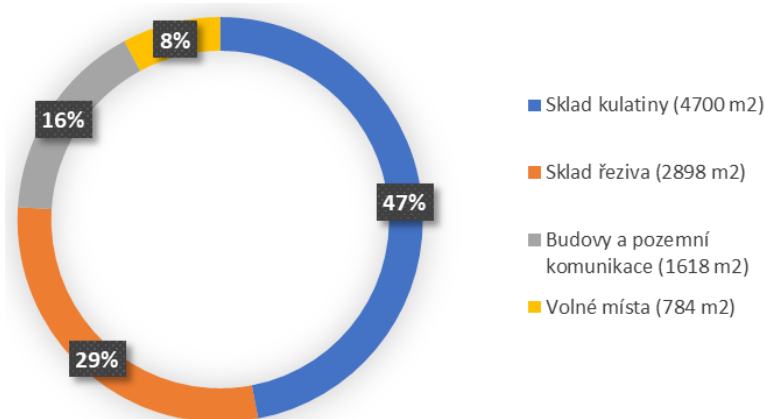
Podoba navržených řešení v rámci technologické optimalizace by také umožnila snížení potřebných pracovních míst v rámci pilnice. Pro obsluhu hlavního pořezového stroje díky vybrané technologii, by bylo možné zhotovit realizování za pomoci jednoho pracovníka. Součástí jeho práce by bylo také vztaženo ovládání odsunu řeziva na hlavní třídící stůl. Sekundární část zpracování řeziva v rámci pilnice by byl realizován návrh na dosazení 2 pracovníků. Díky absenci nutného okamžitého odebírání řeziva z třídící linky by bylo možné tyto pracovníky umisťovat dle formy zpracovávaného řeziva. Tedy nebylo zde počítáno s možností současného umístění pracovníků na pozicích tvorby hraní a zároveň u obsluhy sekundárních pořezových strojů. Přítomnost příčných řetězových dopravníků by umožňovalo

skladování daného typu řeziva bez nutnosti okamžitého odběru z dopravníku a tím možnost přemísťování pracovníků dle potřeb. Proti současnému stavu v rámci počtu pracovníků bylo dosaženo snížení potřebných pracovních míst ze 7 na 3 pracovní místa v rámci pilnice. Pro potřebu převozu hrání s řezivem v rámci skladu mokrého řeziva, zajištění procesu sušení řeziva byl určen počet pracovních míst na 1–2 pracovníky.

6 Diskuze

Navržená řešení byla vztažena u reálného pilařského provozu pila Morávek. Nastíněné optimalizace tedy byly ovlivňovány rozměrovými predisposicemi areálu pily, požadavkům firmy. Z tohoto důvodu nebyla možnost plného dodržení příslušných obecných pravidel v rámci jednotlivých částí pilařského podniku. S odkazem na tuto skutečnost nebylo možné zhotovit porovnání navržených optimalizací ve všech aspektech s jinými odbornými pracemi.

Pro udržení plynulého toku při zpracování vstupní suroviny v rámci podniku by bylo v rámci optimalizace stanoveno nové rozvržení částí pilařského podniku. Jak se zmiňuje Friess (2006), tak byly navrženy doporučení pro podíl zastoupení jednotlivých částí pilařského podniku. Pro sklad kulatiny bylo doporučováno 60 % z celkové plochy, pro sklad řeziva 30 % a pro budovy a komunikace 10 %. Je zde také zmiňované nutnost brát tyto hodnoty pouze jako doporučující. Výsledné rozložení jednotlivých částí se bude vždy odvíjet od možností proporcí u daných podniků, a to dle toho, jaké možnosti přináší pozemky, na kterých se rozkládají. V rámci podniku pila Morávek byla stanovena celkově čistá plocha pro možné rozložení částí pilařského podniku na 10 000 m². Vyjádření zastoupení jednotlivých částí v rámci navržené podoby pily je možné vidět (viz graf 2).



Graf 2: Znáznornění procentuálního zastoupení plochy jednotlivých částí pily Morávek po provedení návrhu optimalizace.

Z grafu 2 je vidět, že není možné dodržení doporučených hodnot pro rozdělení částí pilařského podniku. Ovlivňující vstupující faktory se vždy budou odvíjet od velikostí podniku, dostupných technologických zařízení, ale také ohledně predispozic u pozemku, na němž se nachází. Navrhované změny ohledně realizování přesunu jednotlivých částí se odvíjely od možností sloučení jednotlivých částí skladu kulatiny a zároveň ponechání dostatečného prostoru pro manipulaci.

V rámci navržení možné realizace skladu kulatiny, by bylo provedené nastínění tohoto procesu za pomoci čelního kloubového nakladače. Zhotovení návrhu skladu kulatiny bylo provedeno jako celek, kde byl navržen prostor jak pro manipulování dlouhé kulatiny, tak

i skladování krátké kulatiny a také již odkorněných výřezů. Jak uvádí Janák (2008), tak toto řešení je považováno jako nejvýhodnější pro pilařské podniky s ročním objemem pořezu do 10 000 m³. Z hlediska používané techniky zde nejsou velké finanční nároky a jedná se sice o základní provedení, ale účinné. Problém přichází, pokud v podniku je zhotovováno detailnější třídění, kde při tomto uzpůsobení je nutné začlenit větší plochu pro jednotlivé boxy dle přijatých rozměrů a nesmí být opomenuta skutečnost fyzické náročnosti při vykonávání tohoto druhu práce. Při porovnání návrhu realizace skladu kulatiny s vyšší pořezovou kapacitou (do 15 000 m³), tak jak uvádí Tomaščík (2019), došlo k návrhu pro daný pilařský provoz za pomoci třídící linky spolu s jedním kloubovým nakladačem či provedení skladu kulatiny za pomoci 2 kloubových nakladačů. Využití kloubových nakladačů při takovýchto vyšších ročních pořezech již může být problematické a spíše bylo přikláněno k návrhu třídící linky. Je zde ale také zmíněná skutečnost, že při nižších objemech ročního pořezu kulatiny by využívání třídících linek bylo neefektivní a nedocházelo by k využití plného potenciálu tohoto návrhu třídící linky. Jelikož je roční pořez kulatiny v pile Morávek stanoven na 5 000 m³, tak zde nebyl návrh třídící linky ani začleňován z důvodu nevyužitelnosti této technologie a byl doporučen návrh za pomoci čelního kloubového nakladače spolu s frézovacím odkorňovacím strojem.

V rámci odkorňovacího stroje bylo možné provést optimalizaci za novější frézovací odkorňovací stroj. Pro nový typ odkorňovacího stroje byla provedena poptávka u firmy Bajler-Zembrod s.r.o., kde byla cena stanovena na 2 000 000 Kč. Princip konstrukce nového stroje se pohybuje na stejných základech, jako bylo provedeno u původního stroje. Tato optimalizace ale nebyla nutná a díky tomu se snížily celkové finanční náklady na technologickou optimalizaci.

Pro možné provedení optimalizace technologického zařízení v rámci pilnice bylo nutné zhotovit provedení návrhu podoby nové budovy pilnice. Tato část optimalizace ale nebyla vztažena jako hlavní cíl této práce. S odkazem na tuto skutečnost došlo jen k návrhu finančních nákladů pro výstavbu nové budovy. V rámci realizování cenového odhadu byla ale oslovena pouze 1 firma, která stanovila danou cenovou nabídku. Výsledná cena tedy reflektovala odhad možných nákladů s novou výstavbou budovy a předložena jako návrh finančních nákladů majiteli firmy pila Morávek v rámci této části optimalizace. Je zřetelné, že v rámci tohoto bodu by docházelo k daným úpravám realizace a vzhledem k vytvoření pouze orientačního návrhu této části bylo přijato oslovení pouze jedné stavební firmy.

Pro nastínění navržených změn v rámci technologické optimalizace byla jako hlavní, využívaná technologie doporučena pásovková technologie, a to při využívání, jako hlavního pořezového stroje, kmenové pásové pily. Jako hlavní pořezový stroj je možné provést navržení i jiné technologie. Jak ale uvádí Lojda (2009), tak výběr navrhovaných technologií bude odvíjen od maximálních možných ročních kapacit v rámci daných podniků. Při nastínění využívané technologie v podnicích s malými pořezovými kapacitami je nejvíce prováděno rozhodnutí o využití kmenových pásových pil. V podnicích se středními pořezovými ročními kapacitami je možné začlenění dvojice kmenových rámových pil. V rámci podniku pila Morávek byl stanoven pohyb v rámci malých ročních pořezových kapacit a na základě tohoto byla stanovena pásovková technologie.

Začlenění navržené pásovkové technologie také přináší možnost zvýšení výtěžky v rámci samotného pořezu výřezů. Jak uvádí Orłowski a kol. (2023), tak cena za vstupní materiál v pilařském průmyslu v posledních letech stoupá. Je tedy snaha o docílení co nejvyšší

výtěžnosti. Při pořezu kmenovými pásovými pilami dochází k nižší tvorbě odpadního materiálu a zvyšuje se výtěžnost. Je také ale zmiňováno, že tato skutečnost přináší možný výskyt problému se samotnými pilovými nástroji. Snižování odpadního materiálu je docíleno nižšími tloušťkami pilových pásů. Toto opatření ale zapříčiní snížení tuhosti pilového pásu a tím je snížena kvalita obrobeného povrchu.

V rámci zhotoveného návržení typu kmenové pásové pily bylo dosaženo maximálního možného pořezu v rámci průměru výřezů na rozměr 1 m. Toto rozhodnutí bylo vzato na základě druhové skladby zpracovávané suroviny, kdy dominuje jehličnatá surovina nad listnatou surovinou. V kapitole 3.2.1 byla dle Friess (2000) uvedena informace o dimenzování konstrukčního řešení v rámci maximálního možného průměru výřezů při pořezu. Je nutné dbát na standardy stanoveny výrobou, a to z toho důvodu, aby přijatá technologie nebyla v této věci naddimenzována a tím docházelo ke nevyužití potenciálu přijaté technologie a daná optimalizace by se stala neekonomickou. V rámci podniku pila Morávek se průměry jehličnaté kulatiny pohybovaly okolo hodnoty 40 cm. V rámci průměrů u listnatých výřezů je ale přijatá technologie nadále dostačující.

Jak také uvádí Pražan (2010), tak úloha malých a středních pilařských podniků byla spočinuta v úloze tvorby jednotlivých sortimentů řeziva, které svým dimenzování jsou odlišné od sériově vyráběných sortimentů řeziva v rámci větších podniků. Také úloha je zajišťování materiálů lokálně, a to tedy v místě působení podniku a zásobování lokálních výrobců v následném možném zpracování řeziva. V rámci pily Morávek je také nabízena možnost individuálního pořezu, kde navržená technologie – pásovková technologie přímo tento faktor umožňuje, a to v rámci plynulých změn u tohoto sledovaného aspektu.

Pro možnost návržení technologické hlavní části optimalizace pilnice byl zhotoven výběr daných firem viz kapitola 4.3. Jedná se o firmy, kde svojí nabídkou mohou pokrýt potřebu i větších pilařských podniků, ale zároveň dokáží tyto technologie převést do strojních zařízení určených pro menší objemy pořezu. Při porovnání vytyčených firem s jinou prací se stejným zaměřením byl, jak uvádí Vokřínková (2021) zhotoven odlišný výběr daných firem. U sledovaného podniku byl stanoven roční pořez do 1300 m³, a to převážně v jehličnaté surovině. V rámci výběru návrhu možných firem byly vytyčeny firmy jako Holzmann, Lumag, Pilous. Při vytyčení firem bylo cíleno na samotnou podobu podniku – nižší objem pořezu, absence přesílených výřezů. V rámci řešení optimalizace v této práci byl již stanoven roční pořez o mnoho vyšší. Skladba druhů sortimentů byla podobná, jako v rámci porovnávané práce. Hlavní rozdíl ale je již potřeba pořezu vyšších průměrů výřezů, kde je nutné zajistit robustnější konstrukce strojů, vyšší výkony hlavních elektromotorů a celkově vyšší parametry u daných strojů odvíjejících se od podoby pořezávané suroviny a možnost vyššího objemu pořezu a zajištění nižší náročnosti prováděné práce.

6.1 Přínos přijaté optimalizace pro praxi

Pro realizování účinnosti přijatých technologických optimalizací v rámci části pilnice pilařského podniku firmy pila Morávek je možné využít vyjádření za pomoci produktivity práce z produkce. Jako vstupní data byla využita hodnota maximálního ročního objemu pořezu a počtu pracovníků v rámci pilnice, a to při původním stavu a při realizování technologické

optimalizace. V rámci maximálního ročního objemu pořezu při původním stavu bylo dosaženo 3 500 m³ při 7 pracovních místech v pilnici. U realizování technologické optimalizace v rámci pilnice je počítáno s maximálním objemem 5 000 m³ při 4 pracovních místech. Je zde započítán i pracovník pro obsluhu vysokozdvizných vozíků.

$$PP_{původní} = \frac{3500}{7}$$

$$PP_{původní} = 500 \text{ m}^3$$

$$PP_{nová} = \frac{5000}{4}$$

$$PP_{nová} = 1250 \text{ m}^3$$

Pro procentuální vyjádření je možné využít toto znění:

$$\frac{500}{1250} \cdot 100 = 250 \%$$

S odkazem na vyjádření produktivity práce z produkce je možné říci, že v rámci stanovení technologické optimalizace došlo ke zvýšení 150 % v podílů hodnot u původní a nové produktivity práce v rámci pilnice. Na základě těchto výsledků je možné konstatovat danou účinnost přijatých změn v rámci optimalizace vedoucích ke zvýšení produktivity výroby v rámci pilařského podniku pila Morávek.

Navržené možnosti v rámci provedení technologické optimalizace by mohly přinést nejenom vyšší produktivitu, ale také jiné sledované aspekty. V posledních letech již probíhají změny v průmyslu, a to v rámci konceptu průmysl 4.0. Jedná se o provedení automatizace, vytvoření sítí, snížení potřebné lidské práce v provozech, a tím zpřesnění a zefektivnění výroby. U vytyčených změn v této práci nedošlo přesně k dodržení tohoto konceptu, ale bylo přihlíženo k několika aspektům. Navržené změny by mohly přinést v rámci podniku pila Morávek možnosti pro zefektivnění výroby a její zpřesnění, a to díky novým technologiím. Zároveň byly vztaženy takové změny, které by mohly přinést snížení náročnosti vykonávané práce v rámci provozu. Také v neposlední řadě snížení potřebného počtu zaměstnanců v rámci části pilnice, kde tímto krokem by bylo možné i snížení chybovosti v procesu zpracování suroviny.

U provedených návrhů v rámci technologické optimalizace pilnice by bylo možné s odkazem na určitý vývojový trend v tomto odvětví průmyslu pružně reagovat a zhotovit vylepšení v rámci provedení částečné automatizace linky. Tímto krokem by bylo možné docílit větší efektivity při výrobním procesu a snížení výrobního času pro dané sortimenty.

7 Závěr

V rámci této práce bylo zhotoveno možné provedení technologické optimalizace v pilařském podniku pila Morávek. Součástí této práce bylo představení vybraného pilařského provozu a zhodnocení nedostatků v rámci výroby. Pro možnost provedení optimalizace výroby bylo také nutné provedení průzkumu trhu, kde bylo realizováno zjištění možných výrobců vhodných pro navrhované změny.

Pro možnost navržení technologické optimalizace, bylo nutné zhotovení změn v rámci skladu kulatiny a skladu mokrého řeziva, kde spolu s navržením budovy pilnice byly orientačně navrženy finanční náklady na tuto část optimalizace.

Po zhotovení této části navrhované optimalizace bylo možné provedení primární technologické optimalizace v rámci pilnice. Došlo ke stanovení hlavní pořezové technologie výřezů, a to tedy pásovkové technologie. S odkazem na tyto podmínky byly vybrány dané možnosti technologií od vytyčených výrobců a jejich porovnání. V rámci technologické optimalizace byly stanoveny takové technologie, které vycházely v rámci porovnání nejlépe s ohledem na potřeby pilařského podniku. Majitel firmy pila Morávek také uvažuje na provedení technologické optimalizace za pomoci vybraných technologií v této práci. Ohledně vytyčených změn v rámci prvotní části optimalizace ale bude probíhat zhotovení daných změn ke snížení finančních nákladů.

Závěrem je možné konstatovat možnost početných provedení v rámci technologické optimalizace pilařského podniku. Dané firmy strojních zařízení pro tento řešený sektor poskytovaly velice širokou nabídku, kde by bylo možné nakonfigurování příslušných technologií odvíjených od potřeb příslušného podniku. Ukázalo se také, že není vždy možnost provedení optimalizace daného podniku, a to dle příslušných obecných doporučení pro řešení konkrétních částí. Tato skutečnost by mohla nastat z důvodu nutnosti přizpůsobení vůči rozměrovým predispozicím pozemku, podobě zpracovávané suroviny (nabízeného sortimentu řeziva), finančním možnostem daného podniku, aspektu pro přihlížení provedení výroby v rámci řešení automatizace či nikoliv.

8 Literatura

Odborné publikace:

- ČERNÝ, Martin, Jan PAŘEZ. Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1995.
- DETVAJ, Juraj. Technológia piliarskej výroby. Vyd. 2. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. ISBN 80-228-1248-X.
- FRONIUS, Karl. Arbeiten und Anlagen im Sägewerk/Spaner, Kressägen, Bendsägen. Vyd. 1. DRW-Verlag, 1989. ISBN 978-3-87181-332-0.
- FRIESS, František. Pilařské zpracování dřeva. Učební texty vysokých škol. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1149-5.
- FRIESS, František. Technologie a ekonomika pilařského zpracování dřeva. Praha: ČZU, 2000.
- FRIESS, František. Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě. Vyd. 1. Praha: PowerPrint, 2006. ISBN 80-213-1533-4.
- GANDELOVÁ, Libuše, Jarmila ŠLEZINGEROVÁ. Stavba dřeva. Vyd. 2. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7375-966-7.
- JANÁK, Karel. Sklady dřevní suroviny. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2008. ISBN 978-80-7375-214-9.
- JANÁK, Karel, Jaroslav PEJZL, Karel ONDRÁČEK. Využití měřících systémů dřevní suroviny v ČR. Elektronické měření a přejímka dříví. Sborník přednášek z mezinárodní konference pořádané lesnickou a dřevařskou fakultou v Brně. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2006.
- KISSÓCZY, Štefan, Ladislav JAVORČÍK, Karol VELÍŠEK, Vladimír GEYER. Obrábacie stroje: Základy teórie a konstrukčnej koncepcie. Bratislava: ES SVŠT, 1989. ISBN 978-80-227-0010-8.
- KLEMENT, Ivan, Juraj DETVAJ. Technológia prvostupňového spracovania dreva. Vyd. 1. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. ISBN 978-80-228-1811-7.
- KVIETKOVÁ, Monika. Obrábění dřeva. Vyd. 1. Praha: Powerprint, 2015. ISBN 978-80-213-2604-0.
- KVIETKOVÁ, Monika, Jan BOMBA. Pilařské zpracování dřeva: technologie požezu rámovou pilou. Vyd. 1. Praha: PowerPrint, 2013. ISBN 978-80-87415-79-5.
- LISIČAN, Jozef. Obrábene a delenie drevných materiálov. Vyd. 3. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska Zvolen, 1988.
- LISIČAN, Jozef. Teória a technika spracovania dreva. Zvolen: Matcentrum, 1996. ISBN 80-96-7315-6-4.

NOVOTNÁ, Martina, Tomáš VOLEK. Měření efektivnosti využívání výrobních faktorů v souvislostech: vědecká monografie. České Budějovice: Ekonomická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 2008. ISBN 978-80-7394-126-0.

OČKAJOVÁ, Alena, Martin KUČERKA. Materiály a technologie 1: Drevárské technologie. Vyd. 1. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, 2011. ISBN 978-80-557-0262-9.

PALOVIČ, Jozef. Technológia piliarskej výroby. Vysokoškolská učebnice. Vyd. 1. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 1981.

Legislativní zdroje:

ČSN EN 844 (49 0016): Kulatina a řezivo – Terminologie. Česká agentura pro normalizaci, 2020. 104 s.

ČSN 48 0051: Sortimenty surového dříví. Surové kmeny. Český normalizační institut, Praha, 1982. 4 s.

ČSN 48 0050: Surové dříví. Základní a společná ustanovení. Český normalizační institut, Praha, 1992. 12 s.

ČSN 49 0071: Uspořádání skladů dřeva z hlediska požární bezpečnosti. Český normalizační institut, Praha, 1970. 12 s.

ČSN 49 0002: Názvosloví v dřevařském průmyslu. Názvosloví pilařské výroby. Český normalizační institut, Praha, 1991. 64 s.

Internetové zdroje:

ČSÚ [Český statistický úřad]. Intenzivní obnova lesů pokračovala i v loňském roce [online článek]. [vyd. 05.31.2023] [cit. 11.14.2023], dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/intenzivni-obnova-lesu-pokracovala-i-v-lonskem-roce>.

DEJMAL, Aleš. Sušení a modifikace dřeva. Učební texty [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2017 [cit 12.14.2023]. Dostupné z: https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_NMS/Povinne_predmety/Modifikace_d_reva/HUD%20MOD%20text%202017.pdf

GAŠPARÍK, Miroslav, Jan, MACKŮ. Sušení dřeva [online]. 2015, č. 3 [cit 02.03.2024]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282855096_Suseni_dreva.

HLÁSKOVÁ, Lud'ka, Kazimier A., ORLOWSKI, Zdeněk, KOPECKÝ, Michal, JEDINÁK. Sawing Processes as a way of determining fracture toughness and shear yield stresses of wood [online]. Brno: Mendel University, Faculty of forestry and wood technology, Department of wood processing, 15.07.2015 [cit 11.29.2023]. DOI: 10.15376/biores.10.3.5381-5394. Dostupné z: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/sawing-processes-as-a-way-of-determining-fracture-toughness-and-shear-yield-stresses-of-wood/>.

HONGQIANG, Yang, Zhang, XUFANG, Hong YINXING. Classification, production and carbon stock of harvested wood products in China from 1961 to 2012 [online]. Nanjing: Nanjing Forestry University, College of economics and management, 05.2014 [cit

02.03.2024]. DOI: 10.15376/biores.9.3.4311-4322. Dostupné z: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wpcontent/uploads/2016/06/BioRes_09_3_4311_Yang_Zhang_Hong_Classif_Prodn_Carbon_Stock_5108.pdf.

JANÁK, Karel. Stav pilařství v českých zemích: Jak se k němu dospělo a co můžeme očekávat, když...[online]. 1999, roč. 78, č. 05 [cit 11.21.2023]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://lmda.silvarium.cz/view/uuid:c40b4ff6-7045-4924-8660-0975c05b5dfc?page=uuid:1a9edf53-c55c-11e4-ac60-001b63bd97ba>.

Kompozitní vozovka. Cemex.cz [online]. ©2022 [cit. 05.02.2024]. Dostupné z: <https://www.cemex.cz/kompozitni-vozovka-beton-asfalt>.

LOJDA, Martin. *Ekonomická studie využití mobilní pásové pily v podmínkách ČR*. Brno, 2009. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Josef CHLADIL.

NAYLOR, Andrew, HACKNEY, Phil. A review of wood machining literature with a special focus on sawing [online]. Newcastle upon Tyne: Northumbria University, School of Computing, Engineering a Information Sciences, Ellison Building, 04.27.2013 [cit 12.06.2023]. DOI 10.15376/biores.8.2.3122-3135. Dostupné z: https://bioresources.cnr.ncsu.edu/wpcontent/uploads/2016/06/BioRes_08_2_3122_Naylor_Hackney_Review_Wood_Machining_Focus_Sawing_3847.pdf.

NÁBYTKÁŘSKÝ INFORMAČNÍ SERVER. Nábytkářský informační systém. n-i-s.cz [online]. ©2013 [cit. 20.11.2024]. Dostupné z: <https://www.n-i-s.cz/cz/rozdeleni-dreva-dle-sortimentu/page/323/>.

NOVÁK, František. Cenový vývoj kulatiny a řeziva. [online]. 2023, roč. 24, č. 7-8 [cit 11.14.2023]. ISSN 1338-371X. Dostupné z: <https://drevmag.com/cs/2023/07/07/cenovy-vyvoj-kulatiny-a-reziva-18/>.

MPO ČR, ©2018: Panorama zpracovatelského průmyslu ČR 2018 (online) [cit 10.20.2023], dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/panorama-zpracovatelskeho-prumyslu/2019/10/panorama_cz_web.pdf.

MZe ČR, ©2021: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky (online) [cit. 10.29.2023]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/portal/-q266433---jF_7lFFI/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho.

MZe ČR, ©2022: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky (online) [cit 02.03.2024]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/-a30268---rWtfkQZD/zprava-o-stavu-lesa-a-lesniho-hospodarstvi-ceske-republiky-v-roce-2022-strucna-verze?linka=a540692>.

ORLOWSKI, A., Kazimierz, Daniel, CHUCHALA, Dawid, STENKA, Tomasz PRZYBYLINSKI. Capacity of surface production of band sawing in manufacture of oak floor upper layers [online]. Gdansk: Gdansk University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering and Ship Technology, and Eko Tech Center, 21.02.2023 [cit 20.03.2024]. DOI: 10.15376/biores.18.2.2789-2799. Dostupné z:

<https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/capacity-of-surface-production-of-band-sawing-in-manufacture-of-oak-floor-upper-layers/>.

PRAŽAN, Petr. *Analýza faktorů možností vývoje malých a středních pilařských provozů v ČR*. Polička, 2010. Dizertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra zpracování dřeva a biomateriálů. Školitel Ivan ROČEK.

TOMAŠČÍK, Dušan. *Optimalizace technologického zařízení pilařského provozu Pila Černá s ohledem na množství a kvalitu zpracovávané dřevní suroviny*. Praha, 2019. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra zpracování dřeva a biomateriálů. Vedoucí práce Monika KVIETKOVÁ.

VOKŘÍNKOVÁ, Tereza. *Návrh optimalizace výroby v pilnici s kmenovou pásovou pilou*. Praha, 2021. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra zpracování dřeva a biomateriálů. Vedoucí práce Monika KVIETKOVÁ.

YALCIN, Mesut. Problems encountered in log depots and measures to combat them: A review [online]. Düzce: Düzce University, Faculty of forestry, Department of forest industry engineering, 01.07.2020 [cit 02.02.2024]. DOI: 10.15376/biores.15.1.Yalcin. Dostupné z: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/problems-encountered-in-log-depots-and-measures-to-combat-them-a-review/>.

Ostatní zdroje:

<<https://www.slideserve.com/gad/pily-kotou-ov-vod>>, cit [16.11.2023]

<https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_tecnologie_vyroby_reziva/3%C5%98ezivo,%20po%C5%99ez,%20v%C3%BDt%C4%9B%C5%BE-komprim.pdf>, cit [29.11.2023]

<https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_tecnologie_vyroby_reziva/3%C5%98ezivo,%20po%C5%99ez,%20v%C3%BDt%C4%9B%C5%BE-komprim.pdf>, cit [29.11.2023]

<https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_tecnologie_vyroby_reziva/3%C5%98ezivo,%20po%C5%99ez,%20v%C3%BDt%C4%9B%C5%BE-komprim.pdf>, cit [29.11.2023]

<<https://www.drevostavitel.cz/clanek/jak-vysusit-drevo-z-pily>>, cit [20.11.2023]

<<https://mapy.cz/letecka?q=pila%20mor%C3%A1vek&source=firm&id=642745&ds=1&x=15.5116136&y=50.6253837&z=17>>, cit [19.12.2023]

<<https://www.mascus.cz/stavebni-stroje/kolove-nakladace/cat-908m-multiskopasiljum/cthq5t8y.html>>, cit [12.01.2024]

<<https://app.histruct.com/pem/cs/model/editopen?privateKey=8cf7d6ecb7914ddda05bb60102af6df7#>>, cit [05.02.2024]

<<https://www.wravor.com/cz/wrc-1150-ac.html>>, cit [10.02.2024]

<<https://www.wravor.com/cz/logdeck-i200-i240-i270-i300.html>>, cit [10.02.2024]

<<https://www.wravor.com/cz/circular-saw-type-750-20-120-single-axis.html>>, cit [10.02.2024]

<<https://www.baljer-zembrod.cz/z140s>>, cit [15.02.2024]

<<https://www.tos.cz/drevoobrabeci-stroje>>, cit [15.02.2024]

<<https://www.tos.cz/drevoobrabeci-stroje>>, cit [15.02.2024]

<<https://www.mebor.eu/kompletny-sortiment-strojov/pilenie-gulatiny/horizontalne-pasove-pily/htz-1100-pro-horizontalnych-pasovych-pil/?lang=sk>>, cit [15.02.2024]
 <<https://www.mebor.eu/kompletny-sortiment-strojov/rozmietacie-pily-a-viackotucove-pily/vc-700-e16-vc-900-e16-viackotucove-pily/?lang=sk>>, cit [15.02.2024]
 <<https://www.mebor.eu/kompletny-sortiment-strojov/rozmietacie-pily-a-viackotucove-pily/skracovacie-pily/?lang=sk>>, cit [15.02.2024]

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Horizontální kmenová pásová pila.....	24
Obrázek 2: Geometrie pilového zubu	27
Obrázek 3: Schéma pořezu na ostro.	28
Obrázek 4: Schéma pořezu prizmováním.	28
Obrázek 5: Schéma segmentového pořezu.	29
Obrázek 6: Znázornění druhů deskového řeziva.	30
Obrázek 7: Znázornění uložení řeziva do hráně.	30
Obrázek 8: Plocha pilařského podniku pila Morávek.....	33
Obrázek 9: Kmenová pásová pila ZENZ WIMMER BN 110 S.....	35
Obrázek 10: Kotoučová rozmítací pila TOS SVITAVY PWR 301.5.	36
Obrázek 11: Kotoučová omítací pila.	37
Obrázek 12: Kotoučová zkracovací pila.	38
Obrázek 13: Brusný stroj pro pilové pásy značky ZENZ.	39
Obrázek 14: Válcovací stroj pro pilové pásy značky ZENZ.	39
Obrázek 15: Situační plán původní podoby pilařského podniku pila Morávek.	40
Obrázek 16: Situační plán pilnice zachycující rozložení strojů a tako materiálu.	41
Obrázek 17: Prostor pro ruční odsun řeziva z kmenové pásové pily.....	42
Obrázek 18: Situační plán nové podoby rozložení jednotlivých částí pilařského provozu ve firmě pila Morávek.	48
Obrázek 19: Čelní kloubový nakladač CAT 908M.	49
Obrázek 20: 3D model nové podoby budovy pilnice.	51
Obrázek 21: Situační plán rozložení strojních zařízení v rámci nové budovy pilnice.	54
Obrázek 22: MEBOR 1100 PRO.....	54
Obrázek 23: MEBOR 1000 P10.	55
Obrázek 24: MEBOR VC 700 E16.....	56
Obrázek 25: ZENZ Wimmer Z 140 S.....	71
Obrázek 26: WRAVOR WRC 1150 AC.	72
Obrázek 27: Kotoučová rozmítací pila 750 20/120–2 WRAVOR.	72
Obrázek 28: TOS SVITAVY PWK.....	72
Obrázek 29: TOS SVITAVY PWR 421.	72
Obrázek 30: Kotoučová zkracovací pila WRAVOR TYP 1000 W.....	72

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Jakostní třídy a sortimenty surového dříví.	13
Tabulka 2: Popis jednotlivých kvalitativních tříd.	15
Tabulka 3: Vývoj cen s kulatinou na českém trhu k 1. pololetí roku 2023	17
Tabulka 4: Dělení pilařských podniků dle objemu ročního pořezu.	18
Tabulka 5: Vypsání objemů pořezů dle surovin a druhu pořezu za rok 2023.	34
Tabulka 6: Základní technické parametry ZENZ Wimmer BN 110.	36
Tabulka 7: Základní technické parametry PWR 301.5.	37
Tabulka 8: Základní dostupné technické parametry kotoučová omítací pila.	38
Tabulka 9: Základní rozměry a cena dopravníků.	46
Tabulka 10: Odhad finančních nákladů pro 1. část optimalizace podniku pila Morávek.	52
Tabulka 11: Porovnání vytyčených kmenových pásových pil od daných výrobců.	53
Tabulka 12: Porovnání vytyčených zkracovacích kotoučových pil od daných výrobců.	55
Tabulka 13: Porovnání vytyčených rozmítacích kotoučových pil od daných výrobců.	56
Tabulka 14: Odhadované finanční náklady pro zhotovení technologické optimalizace pilnice.	58

11 Seznam grafů

Graf 1: Znázornění podílu zpracovávané suroviny v rámci pilařského podniku za sledované období 15 let.	35
Graf 2: Znázornění procentuálního zastoupení plochy jednotlivých částí pily Morávek po provedení návrhu optimalizace.	60

12 Seznam příloh

Příloha 1: Bajler-Zembrod s.r.o. – ZENZ

Příloha 2: Obrázky vytyčených strojních zařízení

Příloha 3: Cenová nabídka kotoučové rozmítací/omítací pily PWR 421

Příloha 4: Cenová nabídka strojního zařízení od firmy WRAVOR (WRAVOR d.o.o.)

Příloha 5: Cenová nabídka strojního zařízení od firmy MEBOR

13 Přílohy

Příloha 1 - Bajler-Zembrod s.r.o. – ZENZ

U kapitoly 4.3 došlo k oslovení daných výrobců. V této příloze je provedeno přiblížení informací o vyšší řadě kmenové pásové pily od značky ZENZ a také charakterizování vlivu konfigurací na výsledné ceně stroje. Příslušné informace byly poskytnuty od zastupující firmy Bajler-Zembrod s.r.o.

V rámci zastoupení firmy ZENZ bylo možné vybrání druhého typu kmenové pásové pily splňující vytyčené požadavky odpovídající provedené technologické optimalizace. Jednalo se o typ Wimmer Z 140 S. Tento typ byl konstrukčně zhotoven v základu na stejné platformě jako typ BN 110. Ohledně typu Z 140 S, jak už označení napovídá, bylo zde zhotoveno takové konstrukční řešení umožňující pořez výřezů o maximální průměru až 1,4 m. Pro lepší stabilitu navalování výřezů na rám kmenové pásové pily bylo možné rozšíření rámu pily na 1150 mm. Cena za základní provedení byla stanovena okolo **3 928 524 Kč**.

Firma ZENZ konstrukčně zhotovuje kmenové pásové pily v základním provedení v rámci délky pořezu na 6 m. Bylo zjištěno, že provedení prodloužení je možné, a to v podobě do 9 m, kde konstrukce rámu je celistvá a veškeré nadstavby je nutné provést v podobě přídatných konstrukcí rámu. Toto provedení umožňuje maximální délky rámu až na 20 m. Samotná cena rámu přímo neovlivňuje výslednou cenu za provedení. Nejvyšší podíl na tvorbě cen konstrukcí rámu je odvíjeno od navolení konfigurací pro manipulování poloh výřezů. Při těchto konfiguracích by mělo dojít k takovému nastavení, kde obsluha nebude nucena manuálně dokulovat či nastavovat polohu výřezů. Toto opatření by mělo být bráno s ohledem na vytvoření bezpečnosti na pracovišti, ale také k zabránění snížení výkonnosti stroje.

Podobu horizontální kmenové pásové pily ZENZ Wimmer Z 140 S je možné vidět (viz Obrázek 25).



Obrázek 25: ZENZ Wimmer Z 140 S.
(bajler-zembrod.cz 15.02.2024)

Příloha 2 – Obrázky vytyčených strojních zařízení

V této příloze jsou prezentovány jednotlivé typy strojních zařízení od oslovených výrobců v rámci kapitoly 4.3.



Obrázek 26: **WRAVOR WRC 1150 AC.** (wraavor.com 10.02.2024)



Obrázek 27: **Kotoučová rozmítací pila 750 20/120-2 WRAVOR.** (wraavor.com 10.02.2024)



Obrázek 30: **TOS SVITAVY PWK.** (tos.cz 15.02.2024)



Obrázek 29: **TOS SVITAVY PWR 421.** (tos.cz 15.02.2024)



Obrázek 28: **Kotoučová zkracovací pila WRAVOR TYP 1000 W.**

Příloha 3 – Cenová nabídka kotoučové rozmítací/omítací pily PWR 421 (TOS SVITAVY, a.s.)



TOS Svitavy, a. s.
Ríční 1, 56817 Svitavy, Czech Republic
tel.: +420 461 563 111 • fax: +420 461 533 224

VÍCELISTÁ ROZMÍTACÍ A OMÍTACÍ PILA PWR 421

VÁLEČKOVÉ LOŽE – 7 KS

3 KS HORNÍ POHANĚNÉ RYHOVANÉ VÁLCE + 1 KS NA VSTUPU
RYCHLÉ PŘESTAVOVÁNÍ PIL. POUZDER (QUICK SPEED), OVLÁDÁNÍ POUZDER,
KULÍČKOVÉ ŠROUBY A SERVOPOHON

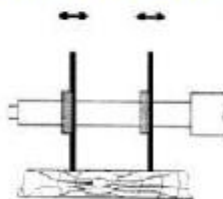
PWR 421 – max. vzdálenost krájních pil dle požadavku 420mm



Vážený pane Morávku,

na základě mé návštěvy zasílám cenovou nabídku na rozmítací pilu PWR 421 s automatickým přestavováním pouzder Quick sped – servo. Jedná se o stroj kde je válečkové lože.

Varianta 1: **2 x přestavitelné pilové pouzdro na více pilových kotoučů, šířka dle výběru**



Pouzdra možné osadit více kotouči

Motorické přestavování přítlačné skříně, indikace na Touch Screen obrazovce – na panelu.

Motorické přestavování pilové hřídele, indikace na Touch Screen obrazovce.

2 x přestavitelné pilové pouzdro pro 1 pilový kotouč , nebo více kotoučů (Quick speed – servo)

Ovládací pult , kabel 6-12m , dále 18 – 20 tlačítek s navolenou hodnotou.

Komfortní ovládání pomocí tlačítek a servo přestavování, významně šetří čas obsluhy a výtěžnost řeziva. Dále bude pult snížen dle dohody, pro možnost zavěšení do připraveného rámu.

Případně pult na kolečkách.

Po nastavení hodnoty, nebo zmáčknutí tlačítka s nastavenou hodnotou je přestavení pily do 1-2 vteřin.

Dále možnost zadávání hodnot na dotykovém displeji. Stroj bude vybaven rampou pro lasery a 4 kusy laserů Z10P.



TOS Svitavy, a. s.
Říční 1, 56817 Svitavy, Czech Republic
tel.: +420 461 563 111 • fax: +420 461 533 224

Stroj PWR 421 (75 kW) jednohřídelová vicelistá omitací pila :
Maximální výška řezu 160 mm, vzdálenost krajních pilových kotoučů 420 mm,
max. šířka průchodnost strojem 870mm.
Stroj je v základním provedení bez laseru s NC přestavováním pilové hřídele a přítlačné skříně s digitální elektronickou indikací polohy. Stroj je vybaven plynulou regulací posuvu (**měníč, vazba**) 4 – 40 m/min., odsávací hubicí (požadavek bez hubice a bez horního krytu). Válcové lože 7 ks.

CENOVÁ NABÍDKA PWR 421 – SERVO QUICK SPEED

3 ks horní poháněné rýhované válce + 1 ks vstupní

PWR 421R (75 kW) válcové lože - vicelistá rozmitací pila	1 932 600,- Kč
Zvláštní příslušenství :	
- 2 ks přestavitelná pouzdra pro více pilových kotoučů	
- rychlé přestavování pilových pouzder QUICK SPEED, řídicí systém s dotykovým displejem, 10 tlačítek s přednastavenou hodnotou, vše umístěné a mobilním ovládacím pultu, viz. foto, délka kabelu 7 m	512 500,- Kč
- 4 ks laser Z10PT	48 000,- Kč
- vytápění elektrovýzbroje do -30st.	31 200,- Kč
- náhradní pilové pouzdro dlouhé pro rozmitání – l=420mm	19 600,- Kč
<u>- montáž stroje, zaškolení obsluhy a cesta montérů do</u>	<u>42 500,- Kč</u>
Cena celkem bez DPH 21%	2 586 400,- Kč

Termín dodání : 5 měsíců od uhrazení zálohy 30-40%, zbytek před odvozem.

Montáž zahrnuje :

- kompletní montáž stroje včetně elektromontáže a uvedení do provozu
- vyvážení a ukotvení stroje
- zaučení obsluhy jak stroj seřizovat a jak provádět údržbu stroje
- seznámení obsluhy s bezpečnostními předpisy při práci na stroji a při seřizování

Technické údaje

max. vzdálenost pilových kotoučů	400	mm (420mm)
šířka posouvacího pásu	450	mm
výška řezu max.	160	mm
min.	10	mm
min. délka rozřezávaného materiálu		
- jednotlivě s ocelovými pysky	750	mm
- jednotlivě s předním dřevěným pyskem	650	mm
- jednotlivě s přítlačnou deskou (max. výška řezu včetně všech tvarových nerovností)	650	mm
- jednotlivě s přítlačnou deskou (max. výška řezu s klínovitostí 15 mm)	140	mm
(max. výška řezu s klínovitostí 5 mm)	125	mm
- v těsném sledu se zvl. příslušenstvím (přítlačná deska a váleček)	135	mm
(max. výška řezu)	500	mm
průměr pilového kotouče max.	80	mm
min.	450	mm
průměr pilového hřídele	250	mm
průměr otvoru pil.kotoučů	65	mm
max.šířka vkládaného dílce	80	mm
otáčky pil. hřídele	870	mm
	3300/ (3800/ 4550/ 5500)	min ⁻¹



TOS Svitavy, a. s.
Řiční 1, 56817 Svitavy, Czech Republic
tel.: +420 461 563 111 • fax: +420 461 533 224

posuv	4 - 40	min ⁻¹
výkon elektromotorů		
- pilové hřídele	45/55/ 75	kW
- pohonu podávacího pásu	4	kW
- zvedání přítlačné skříně	0,55	kW
- zvedání pilové hřídele	0,55	kW
přestavitelné pilové pouzdro	1 - 2	
výška stolu	850	mm
průměr odsávání	300	mm
rychlost odsávání min.	30	m.sec ⁻¹
rozměry stroje d x š x v	2700 x 1885 x 1988	mm
hmotnost max.	4300	kg
celkový příkon dle hlavního motoru	40 - 100	kW

Záruka

Výrobce poskytuje na stroje záruku po dobu 24 měsíců, nebo 2000 provozních hodin, dle skutečnosti, která nastane dříve.

Cena

Ceny jsou v paritě EXW TOS Svitavy. Cena je uvedena bez daně z přidané hodnoty.

Platnost nabídky 30 dnů

- elektromotor 75 kW - doporučené jištění pojistkami – 200 A – kabel CYKY 4x70 (4x50)

PWR 421 – inovační prvky

1. náhon horních posuvových válců 4 kusy (2 x vstup 2x výstup) válce rýhované, řetězový náhon na válci utěsněn proti třískám (možno i poháněný válec na vstupu).
2. zesílení pohonu posuvu na 4 kW posuv bude regulován frekvenčním měničem
3. zesílení přítlačného mechanismu posuvových válců
4. všechny prvky zavěšení posuvových válců jsou na kuličkových ložiskách
5. aplikace nejnovějších bezpečnostních prvků v souladu s bezpečnostními normami EU
6. tepelně upravená chromovaná pilová hřídel

S pozdravem

Šterc Miroslav
prodej dřevostroje tuzemsko

Vyřizuje : Šterc Miroslav
tel. 461563 282
fax 461533 224
e-mail : sterc@tos.cz
mobil 603859588 - kdykoliv do 20.00 hod

Ve Svitavách dne 14.02.2024

Příloha 4 – Cenová nabídka strojního zařízení od firmy WRAVOR (WRAVOR d.o.o.)



LADISLAV MORAVEK
 SL.Konjiice: 29.02.2024

NABIDKA 15-02-2024





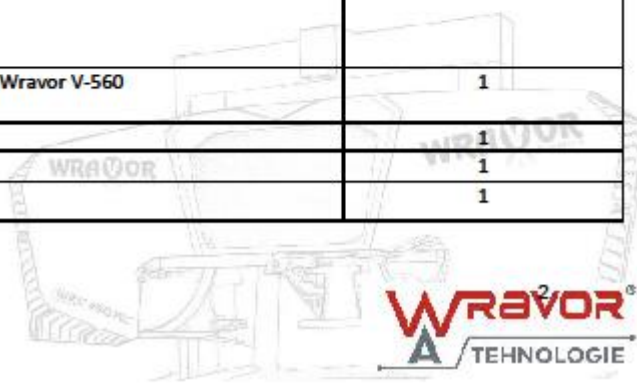
1 kus NAKLÁDACÍ RAMPA






Nakládací ramena – kus	4
Masivní nosič pro dřevo – l profil mm	200
Délka nakládací rampy :	4m
Délka přední části (zvedání + spouštění)	1,8 m
Pohon s převodovkou a elektromotorem	4 kW
Hydraulická, automatická posuvná nakládací ramena svorky – svázána 2 + 2 ramena	4kus
Hydraulický pohon s hydraulickým motorem, automatickými posuvnými nakládacími rameny	2 kus
Zařízení pro rozdělování klad na hydraulických, automatických posuvných nakládacích ramenech	4 kus
hydraulický válec pro zvedání a spouštění hydraulických pohyblivých nakládacích ramen	2 kus
Řetěz 1 " nadané zuby řídit za pohon kulatinu z rampě na upínací	4kus
Hlavní pohonné řetězy	4 kus
kapacita nakládání dřeva délkou 4m -	do 15 m3
CENA : 23.930,00€	




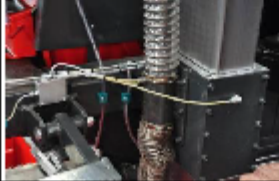




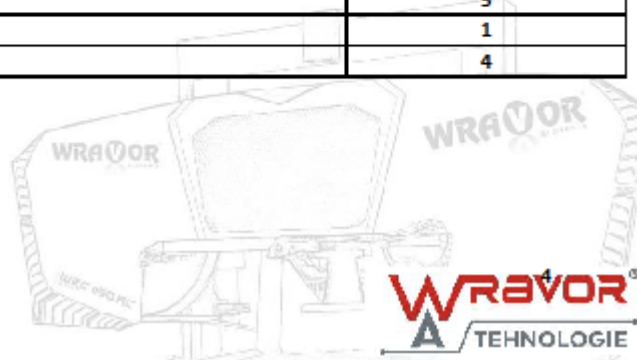
	WRC 1150 AC
PÍLOVÁ HLAVA	
Hlavný elektromotor 37 kW	37 kW
Frekv.menič za hlavný elektromotor	1
lita stopova (lita) kola	2
Max. dĺžka kmena	8,0m
Hlavní kola šířka	115
Průměr hlavních kol	1150
	
Zdvih pily nahoru / dolů 50 x 16(dvooredna)	vretena
Příkon elektromotoru na zdvih	5,5 kW
PV 45 – délka 8190mm, šířka 140mm, tloušťka 1,2mm	1
Pohon dopředu-dozadu	2,2 kW+W86
Pravé i levo hydraulické vedení pásu - nove HIWIN	1
	
Digitální nastavení tloušťky řezu s programem Wravor V-560	1
Multifunkční joystick s 2 pozicemi	1
Multifunkční joystick s 4 pozicemi	1
Laser 15 mW s držákem	1





Hydraulický agregát 40l rezervoár s dvěma čerpadly 13 + 6l a 3 kW elektromotor	1
Kompletní hydraulické rozvody	1
 Hydraulický agregát 40l rezervoár s dvěma čerpadly 13 + 6l a 3 kW elektromotor	1
Automatické hydraulické napínání pásu	1
Hydraulická ruka na odsun řeziva	1
 Automatické hydraulické napínání pásu	1
Dodatečná hydraulická ruka na přímé vodítko řeziva	1
 Hydraulická ruka na odsun řeziva	1
Hydraulický předřez s automatickým zapnutím a vedením podél kmene	1
 Dodatečná hydraulická ruka na přímé vodítko řeziva	1
Ovládací pult na boku linke	1
 Hydraulický předřez s automatickým zapnutím a vedením podél kmene	1



KABINA 	1
Otvor za pilane Ø200	1
Vodní chlazení pilového pásu - automatika HIDROFOR	1
Ventilátor 3 kW + odsávací hadice 15 m + 4 ks nosiče hadic	1
Příprava na výstupní dopravník a nakládací rampu	1
Automatické mazání diesel 	1
DRÁHA	
Svařování konstrukce dráhy délky	12m
Hydraulický upínač s 2 válci 	5
Hydraulický zdvih upínačů	5
mechanické rameno	1
Hydraulický zdvih kmene na upínačích 	5
Hydraulický zdvih+ válců	5
Sestava zdvižných válců	1
Centrator	4



	
Hydraulický obrabeč kmeňa	3
Hydraulický agregát 120 l, rezervoár 40 l s čerpadlem in 11kW +frekv.menič	1
17 m plochý kabeľ 5x25 mm ² -18mm	1
Vozičky kabeľu s nosiči	5
Nosič kabeľu s profilom C	14,5m
Pásový výstupní dopravník 4 m + elektromotor 1,5 kW, přední část s hydraulickým zdvihem	1
	

CENA : 154.397,00 EUR



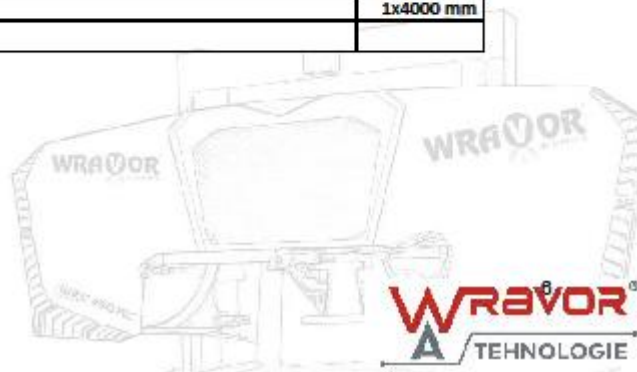
DODATKOVO: 2M DRÁHA +1 KUS. upínač s 2 válci

CENA : 5.867,00 EUR





Vícekotoučová nebo jednoosá kotoučová pila -Tipy 750 (amerikaner) 20 / 120- 2 pohyblivé hlavy	
Hlavní motor	37kW,
min./max. hrubky řezu	20mm / 120 mm,
maximální průměr kotoučové pily:	ø 400 mm,
Maximální počet kot. pil	5ks
Maximální šířka desky která vejde do stroje	750 mm
Pohyblivé kotoučové pily	2 ks
Pevná kotoučová pila	1 ks+1 ks
Nejširší možný řez	600 mm
Minimální možný řez (pohybliva hlava)	75 mm
3 ks pohonný válec - spodní, 2 ks horní	
2 kusy hydraulicky nastavitelných válců podle tloušťky desky, nahoru	
Automatická převodovka s frekvenčním regulátorem pro elektromotor 2,2 kW	1
otvor na připojení aspirační trubky	ø250+ ø250
rychlost pohybu 0 - 25 m / min (0-40m / min)	
Automatický dopravník pily	1,6m
Hydraulicky agregát 6,3 l, 4 ventily + 1,1kW elektromotor	
lasery 15mW	3 ks
počítač V280	1
váha	3200 kg
na stroji je 2 kusová posuvná hlava + pevná hlava rozpěrami	
Vstupní dopravník mehanicky	2x2000 mm
výstupní dopravník mehanicky	1x4000 mm
CENA : 54.990,00 €	



PŘÍČNÉ ŘEZACÍ STROJ TYP 1000W



výkon motoru: 6kW
min./max. řezná tloušťka: 160/950
Max. šířka řezu: 1000 mm
Max. průměr pily: 550/40
Mechanický vstupní dopravník 4m a výstupní dopravník 3m

CENA: 19.050,00 €

CENA SPOLU :258.234,00 EUR

Nabídka platí 20 dní !
Realizace : JULI 2024
Paritet : FCA Wravor d.o.o. Slovenija
Garancija : 12 mec.
Brez Transporta, instalacii i skolovanja

připravený : Tatjana Sivka

Dyректор WRAVOR TEHNOLOGIE, d.o.o Alojz Zazijal

WRAVOR[®]
A / **TEHNOLOGIE**
INDUSTRIJSKA CESTA 4 SLOVENSKE KONJICE



Příloha 5 – Cenová nabídka strojního zařízení od firmy MEBOR (PRESS SK s.r.o.)



V Žiline 19.03.2024

Váž. pán
Ladislav Morávek
ladislavmoravek02@gmail.com

1. HORIZONTÁLNA PÁSOVÁ PÍLA HTZ 1100 PRO



Technické parametre:

➤ priemer kolies:	1120 mm
➤ šírka kolesa:	120 mm
➤ šírka pilového pásu:	140 - 160 mm
➤ dĺžka pilového pásu:	7140 mm
➤ motor:	22 kW
➤ šírka píly:	3110 mm
➤ šírka dráhy píly:	1950 mm
➤ výška píly:	2210 mm
➤ celková výška (píla v najvyššej pozícii):	max. 3050 mm
➤ približná váha:	min. 7000 kg
➤ max. šírka rezu:	1000 mm

- max. priemer kmeňa: 1000 mm
- kapacita porezu: do 38 m³/8h*
- * podľa hrúbky a dĺžky gufatiny a rezného programu

Výbava a vlastnosti – HLAVA PÁSOVEJ PÍLY

- mocná a robustná konštrukcia
- odlievané hlavné kolesá
- mazanie hlavných kolies s mazacou tekutinou a nádržou na mazaciu tekutinu
- čistenie hlavných kolies s čistiacimi stierkami
- hydraulická pumpa na hlave píly
- automatické hydraulické napínanie pílového pásu s automatickým udržiavaním napnutia
- možnosť rezania v jednom alebo dvoch smeroch
- plynulá regulácia rýchlosti pílenia – s frekvenčným meničom a potenciometrom
- tri rýchlosti spätného chodu píly – plynulé nastavenie rýchlosti spätného chodu
- frekvenčný menič hlavného motora; regulácia rýchlosti otáčok kolies píly na optimálne rezane dreva rôznej tvrdosti; pomalé spustenie hlavného motora – môžu byť použité slabšie poistky
- prítlačné vodídka pílového pásu
- hydraulická regulácia vodítok pásu, vľavo - vpravo
- pílový pás vstupuje do dreva priamo pod uhlom, čo urýchľuje vstup do dreva
- automatický zdvih píly pri jej návrate
- vysoká rýchlosť, vysoká presnosť, zdvih a spúšťanie píly ovládané SERVO motorom
- rýchlejší posun hlavy píly reťazou - na pohyb dopredu a dozadu, ľahšie vytlačenie ťažkých kusov dreva; vyššia rýchlosť návratu
- na pile je montovaný predrez na čistenie gufatiny – väčšia životnosť pílového pásu
- automatický prísun a odsun predrezu
- Automatický hydraulický systém pridržovania dosky (automaticky usmerňuje dosky, kým sú vytlačané zo stroja)

Výbava a vlastnosti – DRÁHA PÁSOVEJ PÍLY

- silná a mohutná konštrukcia
- robustná vyvýšená dráha píly a pracovná plocha kvôli lepšiemu čisteniu a odberu odrezkov; rýchla a jednoduchá montáž na rovný betónový povrch;
 - dráha: 2 x U-profil 180mm z ocele
 - celková dĺžka: 9 m
 - maximálna dĺžka gufatiny: 5 m
 - výška: 540 mm
- hydraulická pumpa s motorom 5,5 kW
- 4 ks hydraulických upínačov gufatiny - ktoré sa prispôbujú gufatine
- 1 ks obracanie gufatiny s hydromotorom, prevodovkou a reťazou, ktorá sa otáča v oboch smeroch
- 4 ks hydraulické dorazy s reguláciou uhla (90°), 2 hnané a 2 nehnané valce na vývoz poslednej dosky
- Zdvíhacie valce osadené v upínačoch na:
 - Valce v najnižšej pozícii – upínanie gufatiny pozdĺžny posuv gufatiny a odobratie poslednej dosky;
 - Valce v najvyššej pozícii - perez poslednej dosky min. 25 mm
 - Valce umožňujú reguláciu konicity

Výbava a vlastnosti – ELEKTRONIKA A OVLÁDANIE

- ampérmeter záťaže hlavného motora
- 2 kovové stĺpy s vodiacim oceľovým lankom na kábel

- Všetky potrebné káble s vozíkmi na kábel
- **MEBOR SYSTEM - automatický systém rezania – OPTI V130 s pokročilým programom Mebor**
 - ovládanie stroja jednou osobou
 - automatické rezanie a odstraňovanie guľatiny
 - ovládací panel na ovládanie stroja na začiatku dráhy - nerušený výhľad na pílu a celý kmeň - pre najlepšie využitie dreva
 - rýchly výber prednastavených rozmerov s automatickým polohovaním kotúča
 - systém na prerátavanie rezov pre najlepšiu výťaž a automatické rezanie guľatiny
 - pamäť pre kombinácie veľkostí (programy) s rýchlym vyvolávaním programov
 - automatické nastavenie/obmedzenie rýchlosti pílenia podľa zaťaženia hlavného pohonu
 - stroj rozpozná polohu guľatiny, automaticky ju zastaví v správnej polohe - úspora času
- **MEBOR SAFETY – bezpečnostný systém:**
 - senzor na zdvih hydraulických uhlov a obracania, aby nedošlo k poškodeniu stroja počas prevádzky

Výbava a vlastnosti – všeobecne

- 1 ks pilový pás so stelitom
- Vysoko kvalitný výrobný proces; CNC spracované súčasti; celok je pieskovaný pre najlepšie zváranie a kvalitné farbenie
- výhradne vysoko kvalitné a spoľahlivé komponenty (ložiská SKF, SNR ložiská v puzdrách, Lenza a Weg motory, Lenza a Bonfiglioli prevodovky, iwis reťaze, Schneider Electric komponenty, počítače Unitronics PLC, hydraulické čerpadlá Optima, Poclairn hydraulické ventily, a iné)

Základná cena píly: 64.340,00 €

OPCIE HTZ 1100 PRO

Opcie - HLAVA PÍLY

- | | |
|--|------------|
| ➤ hlavný motor: | |
| ➤ 30 kW | 2.040,00 € |
| ➤ laser, označujúci rez – výšku pilového pásu (podľa dĺžky rezu) | |
| ○ 15 mW laser | 580,00 € |

Opcie DRÁHA PÁSOVEJ PÍLY

- | | |
|---|--------------|
| ➤ predĺženie dráhy o 1 m | 460,00 €/1 m |
| ➤ dodatočné hydraulické upínanie so zdvihom | 1.920,00 € |
| ➤ dodatočné hydraulické obracanie s reťazou na guľatinu, s hydraulickým motorom a prevodovkou | 3.230,00 € |

Opcie ELEKTRONIKA A OVLÁDANIE

- **VYLEPŠENÉ OVLÁDANIE - V1040 OPTI FAST s pokročilým programom Mebor** 10.040,00 €
 - 10,4" farebný, dotykový monitor
 - optimalizačný systém - okamžité automatické programovanie rezu podľa prednastavených veľkostí a voľby operátora; šetrí čas
 - multifunkčný joystick na ovládanie všetkých posuvov



2. JEDNOOSÁ VIACKOTÚČOVÁ PÍLA VC 700 E16



Technické údaje a funkcie:

- | | |
|---|-----------------------|
| ➤ Hlavný motor: | 55kW |
| ➤ Posuv s prevodovkou: | 1,5 kW |
| ➤ Max. šírka dosky: | 750 mm |
| ➤ Max. šírka rezu: | 650 mm |
| ➤ Max. hrúbka rezu: | <u>160 mm</u> |
| ➤ Min. dĺžka dosky: | 1200 mm |
| ➤ Rozmery: | 2100 x 1300 x 1295 mm |
| ➤ Hmotnosť: | 3400 kg |
| ➤ Vstupná a výstupná nehnaná valčeková dráha | 2 x 4 m |
| ➤ Rýchlosť posuvu dosky - plynule regulovateľné cez frekvenčný menič | |
| ➤ 6 ks vstupných a výstupných hnaných valcov | |
| ○ 4 spodné valce | |
| ○ 2 horné prítlačné valec | |
| ➤ Hydraulický agregát | |
| ➤ Hydraulická regulácia horných prítlačných valcov vzhľadom na hrúbku obrobku | |
| ➤ Silná a robustná konštrukcia | |
| ➤ vysoká kvalita strojnej výroby; CNC obrábané komponenty, všetka oceľ je pieskovaná pre lepšiu kvalitu zvárania a farbenia | |
| ➤ vstavaný pásový dopravník na odpad | |

- Exkluzívne vysoko kvalitné a spoľahlivé komponenty (SKF, SNR ložiská v puzdrách, Lenza a Weg motory, Lenza a Bonfiglioli prechodky, Iwis reťaze, Schneider Electric elektrické komponenty, regulátory Unitronics PLC, Casappa hydraulické čerpadlo, Poclain hydraulické ventily, atď)
- Dodatočný motorizovaný horný prítlačný valec na vstupnej strane

Základná cena: 37.400,00 €

Opcie

- PNEUMATICKÉ, MOTORIZOVANÉ VYŤAHOVACIE VALCE; pre lepšie vyvedenie bočných dosiek a odpadu 5.850,00 €



3. PODSTOLOVÁ SKRACOVACIA PÍLA – PNEUMATICKÁ CEL 1000 P10



- Výkon motora: 9 kW
- Max. šírka dosky: 1000 mm

- **Max. hrúbka dosky:** do 100 mm
- **Dĺžka stroja:** 1300 mm
- **Výška stroja:** 850 mm
- **Váha:** 500 kg
- **dĺžka valčekovej dráhy:** 2 x 3000 mm
- **Priemer pílového kotúča:** 400 mm (x 3,5/2,5 x 40 Z48)

Zahŕňa:

- pneumatický uchopovač dosiek;
- automatické rezanie
- pneumatický posuv kotúčovej píly - automatické rezanie obrobku;
- ľavo-pravý pohyb pílového kotúča s reguláciou otáčok, s frekvenčným meničom
- nastaviteľná šírka rezu – úspora času
- tri obmedzovače na nastavenie rozmerov;

Základná cena: 17.500,00 €

Opcie:

- **Pneumatický stop systém** 480,00 €
 - Pneumatický doraz 1 ks 550,00 €
- **Nehnaná vstupná dráha** cena za 1 m: 430,00 €
- **Nehnaná výstupná dráha** cena za 1 m: 430,00 €



4. BRÚSKA NA KOTÚČOVÉ PÍLY MV-8



Technické parametre:

➤ priemer kotúčovej píly	90-180 mm; 180-600 mm; možnosť do 900 mm
➤ Rozostup zubov	0-5-100 mm
➤ Predné uhlové brúsenie	6° - 35°
➤ Brúsenie zadného uhla	0° - 35°
➤ Bočné uhlové brúsenie	0° - 45°
➤ Rýchlosť brúsenia	0 - 35 zubov/min
➤ Elektronické ovládanie stroja	
➤ Rozmery	1300 x 550 x 1400 mm
➤ Hmotnosť	185 kg

Cena: 5.210,00 €

Opcie:

➤ Opcia –chladenie vodou (odporúčame)	1.030,00 €
---------------------------------------	------------

5. BRÚSKA NA PÍLOVÉ PÁSY BA



➤ krok zuba:	20-50 mm
➤ šírka pílového pásu:	70-210 mm
➤ dĺžka pílového pásu:	do 9000 mm
➤ rýchlosť brúsenia:	30 zubov/min
➤ uhol brúsenia čela:	18° - 30°
➤ profil brúsenia:	PV
➤ rozmery:	1450 x 900 x 1500 mm
➤ váha:	180 kg
➤ 1 brúsny kotúč, rozmery:	200 x 10 x 20 mm
➤ 2 stojany na pás - vodidla	
➤ dve tlačiace ramená	

Cena: 3.650,00 €

6. BRÚSKA NA PÍLOVÉ PÁSY MN-7



Technické parametre:

➤ rozostup zubov:	20-50 mm
➤ šírka pílového pásu:	20-250 mm
➤ dĺžka pílového pásu:	do 10000 mm

- rýchlosť brúsenia: 29 – 36 zubov/min
- uhol brúsenia: 18 ° - 28 °
- 4 brúsne profily
- rozmery: 1100 x 750 x 1400 mm
- hmotnosť: 185 kg
- 1 brúsny kotúč, rozmery: 200 x 10 x 20 mm
- Možnosť brúsenia kotúčových píľ
- Priemer kotúčových píľ: 180 – 450 mm
- 2 stojany na vedenie pásov

Cena: 5.940,00

Opcie:

- Chladenie vodou - mokré brúsenie 1.030,00 €

REKAPITULÁCIA		
	Názov strojov a zariadení	Cena / €
1	HORIZONTÁLNA PÁSOVÁ PÍLA HTZ 1100 PRO	64 340,00 €
2	JEDNOOSÁ VIACKOTUČOVÁ PÍLA VC 700 E16	37 400,00 €
3	PODSTOLOVÁ SKRACOVACIA PÍLA – PNEUMATICKÁ CEL 1000 P10	17 500,00 €
4	BRÚSKA NA PÍLOVÉ PÁSY BA	3 650,00 €
5	Montážny, spojovací a režijný materiál	0,00 €
6	Montáž	1 500,00 €
7	Doprava 2 x LKW	2 400,00 €
8	Kompletizačná činnosť	0,00 €
9	Zaškolenie obsluhy	0,00 €
10	Projektová a inžinierska činnosť	0,00 €
11	Celková cena bez DPH	126 790,00 €

Ceny nezahŕňajú cenu za opcie.

Platnosť cenovej ponuky je 15 dní.

Cena obsahuje:

- Výrobu, dodávku a montáž vrátane komponentov dopravníkových zariadení a strojov

Cena neobsahuje:

- DPH
- Dopravu TG zariadení na miesto montáže u zákazníka
- Prívodný napájací kábel s ističom z trafostanice do rozvodne MR, uzemňovacia sieť
- Odsávanie VZT od HPP.
- Stavebné práce – úpravy
- Zdvíhacie mechanizmy pre montážne práce (min.7 t)
- Bezpečnostné prvky a zábrany, ktoré budú riešené po pripomienkach k projektu od TL.

Predpokladaný termín dodania: 8-12 mesiacov po podpise kúpnej zmluvy.

Záručná doba:

- 12 mesiacov v jednozmennej prevádzke

Záručný servis:

- Reakčná doba na ohlásenú poruchu do 24 hodín
- Servis je zabezpečený servisnými technikmi s nástupom do 48 hodín od nahlásenia akútnej chyby po doručení písomnej požiadavky na servis v zmysle všeobecných obchodných podmienok spoločnosti PRES SK s.r.o.

Platobné podmienky:

- 30 % z kúpnej ceny po podpísaní kúpnej zmluvy
- 70 % z kúpnej ceny pri nakiádke u výrobcu
- Splatnosť faktúr bude do 14 dní od vystavenia faktúry vo dvoch vyhotoveniach

Ďalšie skutočnosti:

1. Cenová ponuka je platná 15 dní
2. V prípade vzniku nových skutočností pri projektovaní sa môže celková cena náležite zmeniť.
3. Detailné technické, organizačné a platobné podmienky budú obsahom budúcej kúpnej zmluvy.

Inštalácia a zaškolenie

- Dvaja kvalifikovaní technici MEBOR
- Inštalácia všetkých strojov
- Zaškolenie na prevádzku a údržbu
- Doba montáže a zaškolenia 2-3 dni.

* Náklady na ubytovanie a stravu hradí kupujúci.

Doložka o zmene ceny:

Ak počas obdobia od podpísania zmluvy do plánovaného dátumu, keď je tovar pripravený na odoslanie, ceny surovín a súčiastok stúpnu nasledovne:

- 1) Oceľ a iné suroviny stúpnu o viac ako 20%;
- 2) Mechanické a/alebo elektronické a/alebo elektrické a/alebo hydraulické a/alebo pneumatické súčiastky nevyrábané priamo PREDÁVAJÚCIM stúpnu o viac ako 10%;

zmluvné strany súhlasia s tým, že zmluvná cena sa zvýši úmerne k zvýšeniu nákupnej ceny PREDÁVAJÚCEHO. Ak zvýšenie ceny bude nutné, PREDAJCA bude informovať KUPUJÚCEHO najneskôr 20 dní pred tým, ako bude tovar pripravený na odoslanie.

S pozdravom
PRES SK s.r.o.