

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Návrh optimalizace výroby v pilnici s kmenovou pásovou pilou

Bakalářská práce

Autor: Tereza Vokřínková

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

V Praze 2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tereza Vokřínková

Dřevařství

Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu

Název práce

Návrh optimalizace výroby v pilnici s kmenovou pásovou pilou

Název anglicky

Proposal optimization of production of portable log bandsaw mill

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je charakteristika procesu obrábění pásovými pilami a to, jak z pohledu jejich rozdělení, tak také konstrukce. Součástí cíle je také navrhnout optimální řešení výroby na pásové kmenové pile.

Metodika

Seznámení s provozem a stručný popis jeho genezi a výroby. Souhrn znaků strojního zařízení – kmenové pásové pily a soupis strojního vybavení provozu. Charakteristika provozu s pásovou pilou, jako jedním z hlavních strojů v pilnici. Výhody a nevýhody pásové technologie. Na základě získaných dat bude vypracovaný návrh optimalizace výroby.

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

- 1/ červenec – srpen 2020: literární rešerše – zpracování podkladů, literatury a dalších informačních zdrojů, utřídění poznámek a námětů, kdy bude precizována osnova práce a základní členění tematických celků do kapitol,
- 2/ září – říjen 2020: seznámení se s výrobou dřevozpracujícího provozu, přiblížení uzlů výroby,
- 3/ listopad – prosinec 2020: vypracování návrhu optimalizace pásové technologie,
- 4/ leden – březen 2021: sepisování výsledků, záverů a dokončení závěrečné práce,
- 5/ duben 2021: odevzdání závěrečné práce.

Doporučený rozsah práce

40 – 45 stránek

Klíčová slova

pásová kmenová pila, výrobní procesy, pilařský provoz, kulatina

Doporučené zdroje informací

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

GOGLIA, V. Strojevi i alati za obradu drva. část I., Zagreb. 1994. 236 s., ISBN 953-6307-03-0.

JANÍČEK, F., ZBOŘIL, F. a VOZÁR, J. Výrobní zařízení pro učební obory Zpracování dřeva. 3. aktualiz. vyd. Praha: Informatorium. 1999. ISBN 80-86073-48-3.

KOLLMANN, F. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer-Verlag, Berlin. 1955.

KŘUPALOVÁ, Z. Technologie pro 1. ročník SOU oborů zpracování dřeva. Praha: Sobotáles. 2000. ISBN 8085920743.

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

LASKOWSKI, D., TEKULVE, R., Daniel R. Portable band saw saw mill apparatus. U.S. Patent No 4,559,858. 1985.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Monika Sarvašová Kvietková, PhD.

Garantující pracoviště

Katedra zpracování dřeva a biomateriálů

Elektronicky schváleno dne 8. 7. 2020

Ing. Radek Rínn

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 09. 11. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Návrh optimalizace výroby v pilnici s kmenovou pásovou pilou" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Moniky Sarvašové Kvietkové a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka zde vypracované bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne.....

Podpis autora

Poděkování

Děkuji své vedoucí bakalářské práce paní doc. Ing. Monice Sarvašové Kvietkové, PhD., za podnětné připomínky a cenné rady. Také bych ráda poděkovala pilařskému podniku Soběslavice, za vstřícnost v téhle těžké době.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na technologii zpracování dřeviny pásovými pilami, převážně se tedy zaměřuji na kmenové pásové pily. Práce je rozdělena na dvě části, a to na rešeršní a praktickou část. V rešeršní části seznamuji s historií pilařské výroby a s technologií pořezu kmenovými pilami, dále pak se zaměřuji na pásové pily a důkladněji rozebírám kmenové pásové pily. Mimo to také v téhle části seznamuji s vybraným pilařským podnikem. V praktické části je charakterizována pila v podniku z pohledu jejích parametrů. Tato pila je pak srovnávána s navrhovanými novými pilami na základě ceny a určených ukazatelů. Na závěr je navrženo řešení skladu pro větší objem pořezané kulatiny. Po srovnání ukazatelů navrhovaných strojů se stávajícím zařízením UPS 1000, jsem se rozhodla mezi třemi pilami ze skupiny strojů o výkonu motoru 4 KW. Do této skupiny patří stroje: HOLZMANN BBS550, PILOUS CTR550 E, LUMAG BSW550 GL. Konečným návrhem se stala pila HOLZMANN BBS550. Navrhovaná pila by zvýšila pořezovou kapacitu provozu. Dalším důležitým parametrem je délka sekce sloužící k posuvu materiálu do řezu. Rozměry této sekce u navrhovaného stroje jsou značně menší, ale pro pilnici vhodnější a dostačují z pohledu toho, jak dlouhou kulatinu provoz zpracovává. Z pohledu rozměrů stroje se uvolní místo pro vybudování dalšího skladovacího místa, které pilnice v současné době schází. Součástí návrhu nového strojního zařízení je i návrh dopravníkového systému k celkovému zefektivnění výrobního procesu.

Klíčová slova: Pásová kmenová pila, výrobní procesy, pilařský provoz, kulatina

Abstract

The bachelor's thesis is focused on the technology of cutting wood with band saws, so I mainly focus on log band saws. The work is divided into two parts, namely the research and practical part. In the research part I get acquainted with the history of sawmill production and with the technology of cutting with log saws, then I focus on band saws and I analyze log band saws more thoroughly. In the second part of the research I acquaint with the operation of the selected company. The practical part characterizes the saw in the company in terms of its parameters. This saw is then compared with the proposed new saws on the basis of price and determined indicators. Finally, a warehouse solution is proposed for a larger volume of cut logs. After comparing the indicators of the proposed machines with the existing UPS 1000 device, I decided between three saws from the group of machines with an engine power of 4 KW. This group includes machines: HOLZMANN BBS550, PILOUS CTR550 E, LUMAG BSW550 GL. The final design was the HOLZMANN BBS550 saw. The proposed saw would increase the cutting capacity of the operation. Another important parameter is the length of the section used to move the material into the cut. The dimensions of this section in the proposed machine are considerably smaller, but more suitable for the sawmill and are sufficient in terms of how long the log processes the operation. From the point of view of the dimensions of the machine, space will be freed up for the construction of another storage place, which the sawmill is currently missing. Part of the design of new machinery is the design of a conveyor system to streamline the overall production process.

Keywords: Bandsaw log, production processes, sawmill operation, logs

Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Cíl práce	12
3.	Pilařská výroba a provoz s pásovou pilou.....	1
3.1.	Základní části pilařského provozu	3
3.2.	Pásové pily.....	7
3.2.1.	Kinematika, dynamika pílení pásovými pilami	9
3.2.2.	Kmenové pásové pily	11
3.2.3.	Výhody a nevýhody kmenových pásových pil.....	15
4.	Metodika	16
5.	Seznámení s provozem Soběslavice	17
5.1.	Současný stav pilnice	18
5.2.	Analýza podniku	19
5.3.	Metody stanovení vah kritérií.....	24
5.4.	Stávající strojní zařízení	25
6.	Výsledky práce-návrh strojního zařízení a dopravníkového systému	30
6.1.	Varianta 1	31
6.2.	Varianta 2	34
6.3.	Soupis výsledků z kapacitních výpočtů.....	37
6.4.	Hodnocení variant metodou vícekritériální rozhodování	39
6.4.1.	Varianta hodnocení 1	40
6.4.2.	Varianta hodnocení 2	41
6.5.	Dopravní zařízení.....	42
6.6.	Navrhovaný stav	44
7.	Diskuse.....	46
8.	Závěr	47
9.	Seznam literatury a použitých zdrojů	48
10.	Přílohy.....	53

Použité symboly a zkratky

B – šířka pilové pásu (mm)	n – frekvence otáčení hřídele (min^{-1})
b – šířka řezné škáry (mm)	P_c – rezný výkon (kw)
B_1 – šířka pilového pásu po patu zubové mezery (mm)	R_{\min} – minimální poloměr řezu (mm)
C_{ef} – provozní kapacita	s – tloušťka pilového pásu (mm)
C_t – technická kapacita	s' - rozšíření řezné spáry (mm)
C_{tech} – technologická kapacita	T_e – čas pracovního cyklu
D – průměr nástroje (mm)	T_h – čas hlavní operace
e - výška řezné škáry (mm)	T_p – čas pomocných operací
F_c – středná řezná síla (N)	T_s – čas pracovní směny (min)
F_{ckr} - kritická řezná síla (N)	T_{st} – časové ztráty vzniklé při výrobě
F_{cz} – řezná síla na jeden zub (mm)	t_z – rozestup zubů (mm)
F_n – napínací síla (N)	U – podávací rychlost ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)
f_z – posuv na zub (mm)	v_c – řezná rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
G_k – hmotnost kotouče i s ložisky	v_f – rychlost posuvu ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$)
I – počet současně opracovaných dílců (ks)	α – úhel hřbetu ($^\circ$)
i_c – počet dílců opracovaných v jednom cyklu	σ – napětí od pilového pásu (MPa)
i_o – počet přechodů obrobku skrz stroj potřebný na jeho opracování	h – šířka seříznuté vrstvy (mm)
k_1 – koeficient časového využití stroje	
k_2 – koeficient technologického využití stroje	
k_c – řezná síla na jednotku řezu ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$)	
L – délka opracovaného dílce (m)	
L – délka řezné hrany (mm)	
L – rozestup mezi středy kotoučů(mm)	

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: HRÁŇ	6
OBRÁZEK 2: KMENOVÁ HORIZONTÁLNÍ PÁSOVÁ PILA	11
OBRÁZEK 3: TROJÚHELNÍKOVÉ OZUBENÍ	12
OBRÁZEK 4: OBLÉ OZUBENÍ	12
OBRÁZEK 5: VLČÍ OZUBENÍ	12
OBRÁZEK 6: HORIZONTÁLNÍ KMENOVÁ PÁSOVÁ PILA	13
OBRÁZEK 7: VERTIKÁLNÍ KMENOVÁ PÁSOVÁ PILA	14
OBRÁZEK 8: HORIZONTÁLNÍ KMENOVÁ PÁSOVÁ PILA	14
OBRÁZEK 9: AREÁL SPOLEČNOSTI	17
OBRÁZEK 10: ROZMÍTACÍ PILA	18
OBRÁZEK 11: HRANOLOVACÍ PILA	18
OBRÁZEK 12: GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ SWOT ANALÝZY	21
OBRÁZEK 13: POHLED ZEPŘEDU NA KMEN. PÁS. PILU PILNICE SOBĚSLAVICE	25
OBRÁZEK 14: KMENOVÁ PÁSOVÁ PILA PILNICE SOBĚSLAVICE	25

Seznam grafů

GRAF 1 : TĚŽBA DŘEVA DLE KRAJŮ V ROCE 2019	2
GRAF 2 : TĚŽBA JEHLIČNATÉHO DŘEVA PODLE DŘEVIN V ROCE 2019	3
GRAF 3 : TĚŽBA LISTNATÉHO DŘEVA PODLE DŘEVIN V ROCE 2019	3

Seznam tabulek

TABULKA 1: ZHODNOCENÍ PODNIKU SOBĚSLAVICE SWOT ANALÝZOU.....	22
TABULKA 2: TECHNICKÉ PARAMETRY	25
TABULKA 3: ZÁKLADNÍ PARAMETRY PRO VÝPOČTY	26
TABULKA 4: ROZHODUJÍCÍ PARAMETRY STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ U STROJŮ DO MAX. PRŮMĚRŮ KMENE 660 MM.....	31
TABULKA 5: ZÁSTUPCE VYTVOŘENÝ Z TABULKY (TAB.6).....	31
TABULKA 6: ROZHODUJÍCÍ PARAMETRY STROJNÍCH ZAŘÍZENÍ U STROJŮ DO MAX. PRŮMĚRŮ KMENE 550 MM	34
TABULKA 7: ZÁSTUPCE VYTVOŘENÝ Z TABULKY (TAB.8).....	34
TABULKA 8 : SROVNÁNÍ STÁVAJÍCÍHO ZAŘÍZENÍ S NAVRHOVANÝMI STROJI – POŘEZ KULATINY.....	37
TABULKA 9: SROVNÁVACÍ TABULKA STÁVAJÍCÍHO ZAŘÍZENÍ S NAVRHOVANÝMI STROJI – ZPRACOVÁNÍ ŘEZIVA.....	38
TABULKA 10: METODA HODNOCENÍ VAHOU KRITÉRIA.....	40
TABULKA 11: METODA HODNOCENÍ POMOCÍ BODŮ	41
TABULKA 12: ZJEDNODUŠENÝ PŘEHLED ROZDĚLENÍ DOPRAVNÍCH ZAŘÍZENÍ.....	42
TABULKA 13: NAVRHOVANÉ VÁLEČKOVÉ DOPRAVNÍKY DÉLKY 2 M	43
TABULKA 14: NAVRHOVANÉ VÁLEČKOVÉ DOPRAVNÍKY DÉLKY 3 M	43
TABULKA 15: KALKULAČNÍ VZOREC	45
TABULKA 16: NÁKLADY NA NOVÉ STROJNÍ ZAŘÍZENÍ.....	45

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1: PŘEHLED VÝROBCŮ KMENOVÝCH PÁSOVÝCH PIL	53
PŘÍLOHA 2: KVALITATIVNÍHO A JAKOSTÍHO TŘÍDĚNÍ ŘEZIVA	56
PŘÍLOHA 3: STÁVAJÍCÍ STAV PILNICE	57
PŘÍLOHA 4: NAVRHOVANÝ STAV PILNICE.....	58
PŘÍLOHA 5: BLOKOVÉ SCHÉMA VÝROBY DESKOVÉHO ŘEZIVA	59
PŘÍLOHA 6: BLOKOVÉ SCHÉMA VÝROBY HRANĚNÉHO ŘEZIVA	60

1. Úvod

Dřevo, jako přírodní materiál je dnes podle mého názoru nejpoužívanější a nejoblíbenější materiál, i když ho v České republice nevyužíváme v takové míře, jako třeba Američané, kteří využívají dřevo hlavně na stavbu dřevostaveb. Dřevní hmotu využíváme díky jejím mechanicko – fyzikálním vlastnostem a také kvůli její estetické stránce, a to zejména kvůli kresbě dřeva a jeho bohaté škále barev. S pokročilými technologiemi jsme se naučili se dřevem pracovat a naučili jsme se ho modifikovat a upravovat, tak aby byli uspokojeny všechny naše požadavky. Dřevo zpracováváme v mnoha odvětvích, jak už ve výrobě papíru, tak i ve výrobě nábytku nebo ve stavebnictví, tam zejména pak ve výrobě krovů. Mimo to lze ze dřeva vyrobit například hračky, sportovní vybavení a mnoho dalšího.

I když za poslední desetiletí přibýlo na našem území kolem 25 000 ha dřeva bojuje Česká republika s velkým problémem, který trápí naše lesy, což je kůrovec. Díky kůrovci, který znehodnocuje dřevo se za rok předešlý a za tento rok, již muselo vytěžit tolik dřeviny, hlavně tedy dřeviny jehličnaté, že dřevařské společnosti si nevědí rady, jakým způsobem budou dále surovinu zpracovávat.

Na zpracování dřeva používáme mnoho technologií, od rámových pil přes pásové, tak i kotoučové. V mé práci budu tedy mluvit o kmenových pásových pilách, které jsou nejvhodnější po pořez jehličnaté dřeviny, která se v dnešní době nejvíce těží.

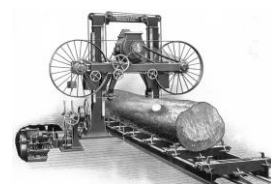
Zajímavostí podle mě je, že v České republice se pohybuje na trhu pouze jeden výrobce kmenových pásových pil, a to společnost Pilous, která vznikla v roce 1994. V jiných zemích naopak je i několik firem zaměřujících se na výrobu kmenových pásových pil. Příkladem, kde je celá řada výrobců je třeba Amerika.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je charakteristika procesu obrábění pásovými pilami a to, jak z pohledu jejich rozdělení, tak také konstrukce. Součástí cíle je také navrhnout optimální řešení pro zlepšení výroby na pásové kmenové pile a mimo to i návrh nového strojního zařízení.

K naplnění hlavního cíle, předcházeli dílčí cíle:

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



3. Pilařská výroba a provoz s pásovou pilou

Na území České republiky vývoj pilařské výroby probíhal rozdílně. Již před vznikem Československa patřila pilařská výroba k jedním z nejrozvinutějších oborů. Již v té době jsme měli dobrou surovinovou základnu, odbyt výrobků a solidní zázemí a tuzemské technologie vytvářely potřebné předpoklady pro existenci pilařských firem. I přes to, že Česká republika měla kvalitní základnu výrobců dřevařských nástrojů a strojů, byly k nám dováženy i jiné technologie z jiných zemí a, to hlavně progresivní technologie ze Skandinávie. Tento vybudovaný stav a nadějný vývoj byl negativně ovlivněn až 2. světovou válkou a později i nástupem řízeného plánovaného hospodářství. Po období znárodnění byla většina pilařských podniků zrušena nebo se musela zaujímat jinou výrobou.

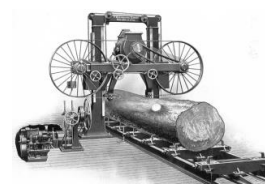
Od roku 1950 na našem území fungovalo již jen 400-500 pil. Oproti tomu v jiných zemích např. v Rakousku jich v té době fungovalo cca 5100 a v sousedním Německu to bylo ještě o něco více.

V roce 1986 bylo v České republice evidováno 168 pilařských podniků. V tom to čísle však nejsou započítány pily, které existovaly v rámci JZD a státních lesů atd.

Do r. 1989 byl stav pilařských provozů stabilizovaný celostátně tvořeným plánem. Objem výroby na pilách (v m³ zpracované kulatiny za rok) odpovídal technologickému vybavení pilnice (ne vždy již jejímu technickému stavu), byly zajištěny objemy dodávané kulatiny (bilancované) a dodávky řeziva odběratelům (Bomba; Friess, 2009).

V druhé polovině 20. století se dostává pilařský průmysl do stavu přestavby. Statní podniky se začínají dělit na menší celky a zabíhají se v nových ekonomických podmínkách. Dále se ty to podniky osamostatňují a dochází k restitucím a privatizaci. Tato situace tuzemskému obchodu s řezivem vyhovuje, jelikož provozy se stávají pružnějšími, avšak obchod v zahraničí se oslabuje a jeho struktura se začíná rozpadat. Jen velcí výrobci jsou schopni samostatně pokračovat v obchodování nebo obchodují prostřednictvím nově vznikajících firem.

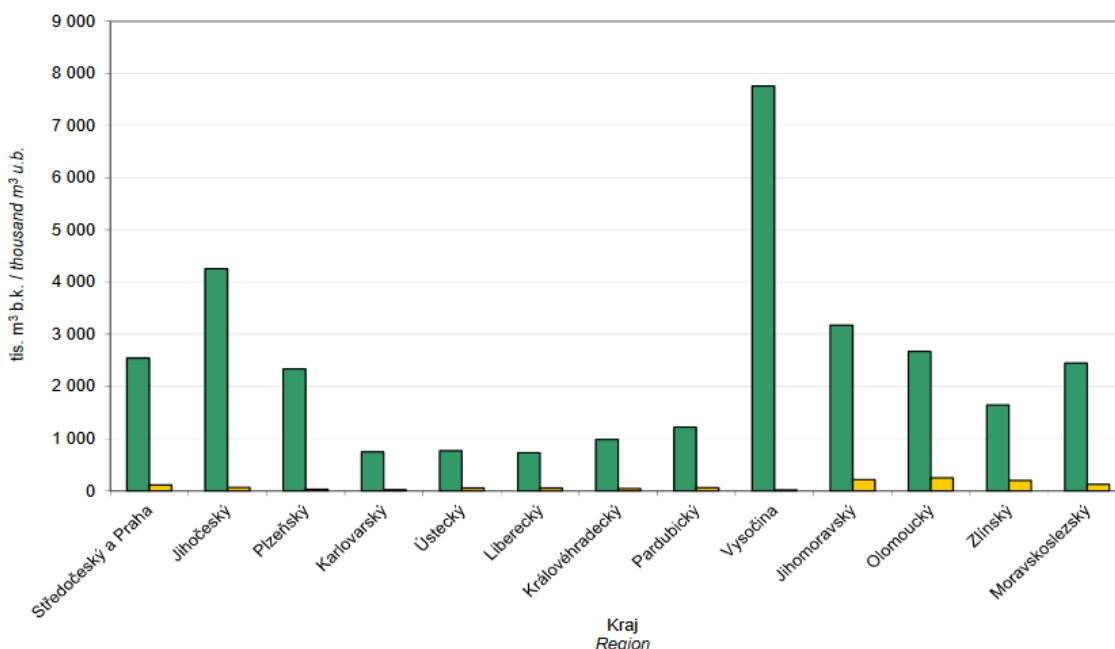
Obchod v zahraničí byl již v předchozím období ovlivněn a orientován na západoevropský trh. V této době je již známý okruh odběratelů a, tak nedochází k větším výkyvům v množství odebíraného řeziva. V těchto letech také dochází k devalvaci koruny, což znamená vyšší korunové zisky. Rozpad východních trhů nijak neovlivňuje výrobce řeziva, jelikož export do těchto zemí byl velice nízký. Obor pilařství se stává velmi oblíbeným oborem pro podnikání. Pilařské podniky, které zanikly znovu startují svůj



provoz a zároveň se na trhu objevují desítky nových, malých firem zabývajících se zpracováním kulatiny. Pily měli možnost zpracovávat kulatinu z vlastních lesů nebo pro zlepšení své ekonomické situace se zabývaly pořezem nakoupené kulatiny a prodejem řeziva. Na trhu se objevovaly i firmy, které podnikaly pod heslem "lacině postavit a rychle vydělat". To mělo však za důsledek to, že se zvýšil podíl ruční práce, velice nízká produktivita, primitivní technická a technologická úroveň u většiny zařízení nově uvedených do výroby, zvýšení zpracovatelské kapacity na 145-160 % (Janák, 1999).

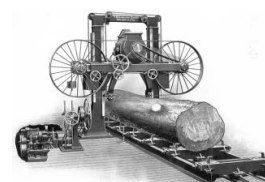
Dnešní situace v ČR

Celková těžba dříví dosáhla roce 2020 na území České republiky dle ČSÚ 32,6 mil. m³, což je o 6,9 mil. m³ více než v roce 2018, kdy těžba dříví dosáhla 25,7 mil.m³. Z 96,1 % se jednalo o jehličnaté dřeviny. Naopak těžba listnatých dřevin se oproti roku 2018 snížila o 13,8 % na 1,3 mil.m³. Nejvíce těžbou jehličnatou dřevinou byl smrk (90,1 %), dále pak borovice (4 %) a modřín (1,5 %). Největší podíl viny na tomto stavu českých lesů má kůrovcová kalamita, která podle vyjádření VÚLHM za měsíc červen dál postupuje republikou. Existuje totiž nespočet druhů kůrovců, kteří nesmírně lesy zatěžují (Miguel, 2019). Nejvíce dřevní suroviny se vytěžilo na území České republiky v kraji Vysočina (graf 1), kde se vytěžilo více než 7,8 mil. m³ dřeva, což je o 4.mil. m³ více než v roce 2018 (Novák, 2020).

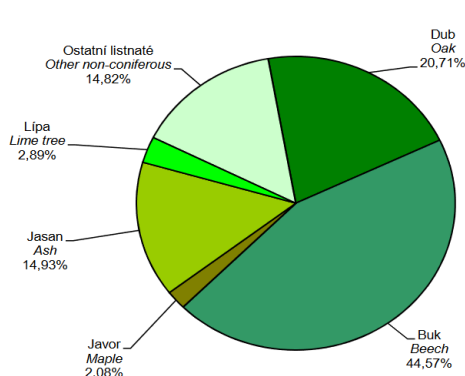


Graf 1: Těžba dřeva dle krajů v roce 2019

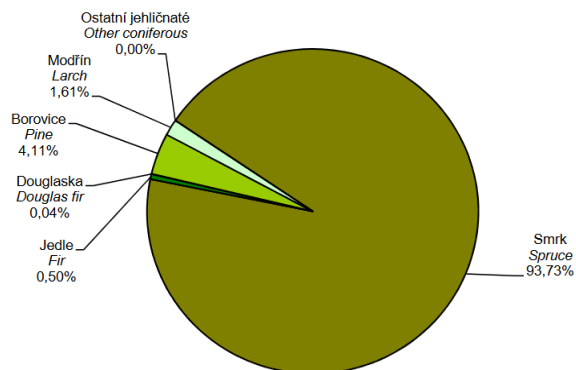
zdroj: www.czso.cz., 9.11.2020



Procentuální vyjádření těžby listnatých a jehličnatých dřevin za rok 2019 je znázorněno v grafu (graf.2) a (graf.3).



Graf 3: Těžba list. dřeva dle dřevin v roce 2019
zdroj: www.czso.cz, 8.11.2020



Graf 2: Těžba jehlič. dřeva dle dřevin v roce 2019
zdroj: www.czso.cz, 8.11.2020

Současný stav je takový, že pilařské podniky nakupují převážně jehličnatou kulatinu a tvoří si zásoby. Nyní je však situace už taková, že pilnice nestíhají kulatinu zpracovávat a uvažuje se, že se bude vyvážet kulatina do Číny. Do těchto podniků patří i mnou navštěvovaná pila Soběslavice, která nyní zpracovává hlavně modřínovou kulatinu na kmenové pásové pile, na které se převážně řeže jehličnatá kulatina. Dále v práci tedy seznamuji právě s touto technologií způsobu zpracování suroviny. Před samotným přiblížením pily Soběslavice, shrnu základní rozdělení provozu a také dělení pásových pil.

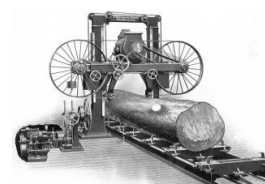
3.1. Základní části pilařského provozu

Každý pilařský provoz se skládá ze tří základních částí. A to sklad suroviny, pilnice, sklad řeziva.

Sklad suroviny

Sklad suroviny je prostor, ve kterém dochází k přípravě kulatiny, která je dále zpracovávána v pilnici. Na skladě také probíhá přejímka a vykládka suroviny. Prostory skladu musí být dobře přístupné pro mechanizační prostředky a plocha musí být zpevněná a odvodněná (Komárková, 2011).

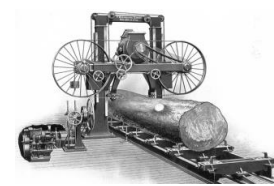
Jednou z hlavních a základních funkcí skladu je tvoření skladové zásoby suroviny. Díky skladové zásobě suroviny je zajištěna nepřetržitá a plynulá výroba pilařského provozu v případě nedostatku suroviny nebo při nárazových dodávkách. Běžná skladová zásoba by měla pokrýt přibližně 4 týdny výroby. V praxi to znamená, že čím větší roční kapacitu



pořezu budeme mít, tím větší skladovací plochu potřebujeme. Mezi další funkce skladu mimo skladovací patří funkce:

- **výrobní** – výrobní funkcí skladu je myšleno přetváření surové hmoty na specifické pilařské výřezy s danými vlastnostmi. Funkce je zabezpečena výrobními i nevýrobními strojně technologickými zařízeními.
- **ochranná** – tato funkce skladu zabezpečuje, aby nedocházelo k znehodnocování suroviny a ošetřuje surovinu před jejím dalším zpracováním. Mimo ochranu suroviny se tato funkce zabývá i tvorbou skládek, které jsou ovlivněny použitím manipulační techniky a způsobem ochrany suroviny (Kvietková; Bomba, 2013).

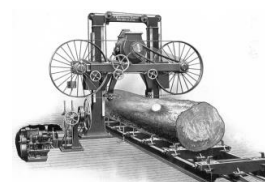
Operace na skladě podle Janáka (2008) jsou zde rozepsány od začátku až po konec procesu. Celý výrobní proces začíná vykládkou suroviny. Způsoby vykládky na dřevoskladech jsou různé, přičemž záleží na velikosti skladu. Pro vykládku se používají hydraulické ruky odvozní soustavy, nebo může být použita hydraulická ruka přímo na skladě. Ve velkých skladech se používají k vykládce jeřáby. Další způsob, jak složit surovinu je například za pomoci čelního nakladače. Přejímkou kulatiny dá se říct, že zahajujeme proces zpracování kulatiny. Je to nevýrobní operace, kterou provádíme za účelem ohodnocení suroviny a to, jak kvalitativně, tak i kvantitativně na základě dohodnutých dodavatelsko-odběratelských vztahů (Kvietková, 2015). Při přejímce se kontroluje počet kusů, středová tloušťka kulatiny, délka kulatiny, objem kulatiny, jakost kulatiny, jakost opracování, značení, doba těžby (Krutel; Detvaj, 1990). Skladování slouží k zajištění plynulého provozu a zajištění optimální zásoby. Skladovací plocha musí být upravena. Nesmí obsahovat vegetaci a musí být zpevněná a odvodněná. Při skladování se snažíme surovinu chránit před biotickými a abiotickými činiteli. Chráníme ji dvěma způsoby, buď suchou nebo mokrou ochranou. Suchá ochrana – jedná se o metodu snižování vlhkosti. Jde o to, aby vlhkost co nejrychleji klesla pod hranici vhodnou pro vývoj dřevokazného hmyzu (výskyt $w = 10\%$) a dřevokazných hub (výskyt $w = 20\%$). Mokrá ochrana – metoda vycházející z poznatků, že dřevokazný hmyz a houby potřebují pro svou existenci určitý minimální obsah vzduchu – kyslíku v objemu dřeva. Hranice při, které je možná existence parazitů se pohybuje od 5 do 20 % objemu vzduchu ve dřevě, při nižší hodnotě nemají paraziti šanci (Reinprecht, 2008). Cílem redukce kořenových náběhů je předejít potížím při zpracování výřezů s kořenovými náběhy a omezit tloušťku a zrovnoměnit tvar oddenkových částí výřezů (fraxinus.mendelu.cz, 14.1.2021). Procesem odkornování se zvyšuje produktivita pilařské výroby a zároveň se snižuje spotřeba



pilových listů (Kvietková, 2015). Cílem zjišťování přítomnosti kovů je zvýšení životnosti rezných nástrojů, zajištění plynulosti výroby a bezpečnosti práce. Během této operace jde o nalezení a vytrídění výřezu s kovem (Janák, 2008). Při evidenci suroviny dochází k jejímu měření a na základě výsledků měření se rozhodne o jejím krácení. Krácení kulatiny je operace, která se zabývá přípravou výřezů na pořez, vymanipulování potřebných délek a průměrů pro výrobu, vyřezání vad a kovů z výřezů a dosažení nejvyšší výtěžky při zpracování výřezů (Krutel; Detvaj 1990). Třídění výřezů je operace jejímž cílem je připravit výřezy požadovaných rozměrů a jakosti v požadovaném množství a termínu. Třídění závisí na technologickém vybavení provozu, druhu výroby, objemu výroby, možnostech třídění.

Pilnice – výrobní systém

V pilnici se odehrávají procesy, kterými zpracováváme dřevní surovinu. Tyto soubory můžeme hromadně označit jako obrábění. Obrábění dřeva, jako neustále se vyvíjející proces lze rozdělit na strojní a ruční. V dnešní době se používají obě varianty. Strojní obrábění využíváme zejména pro jeho rychlost, přesnost a identičnost požadovaných výrobků (Goglia; Grbac, 2005). Stroje nám umožňují obrábět dřevo a to tak, že měníme jeho tvar a rozměry. Strojní zařízení nám umožňují vykonávat jednu, nebo i více technologických operací zároveň. Mezi nejčastější strojní vybavení pilnic patří strojní pily. Pily tvoří vybavení pilnic už dlouhou historii. Mezi pily, které se nejčastěji objevují v pilařských provozech patří kmenové pásové pily, kterými zkracujeme kulatinu na výřezy, které se dále zpracovávají na řezivo. Dle velikosti pilařských provozů z pohledu kapacity se využívají agregátní technologie pro pilnice s vysokou kapacitou pořezu, pro pilnice se střední pořezovou kapacitou převažuje využívání technologie pořezu rámovými pilami a v případě menších pilařských provozů jsou používány pily pásové (Lojda, 2009). Mezi tedy hlavní stroje používané v pilnicích patří strojní pily s pilovými kotouči mezi, které patří stolní kotoučové pily, rozmítací, omítací, zkracovací, formátovací a úhlové pily. Kde různé konstrukce kotoučů umožňují řezání ve všech směrech vzhledem k průběhu dřevních vláken (Janíček, F 2000). Dále pak mezi hlavní stroje patří strojní pásové pily, jejímž nástrojem je pilový pás. Do této skupiny patří například truhlářské pásové pily rozmítací pásové pily a kmenové pásové pily (Prokeš, 1978). Dále, jako hlavní používané stroje jsou rámové pily. Nástrojem rámových pil je pilový list upnutý v rámu, jehož přímočarý vratný pohyb je odvozen od klikového mechanismu. Dále sem zařazujeme řetězové pily (Řasa, J. a Gabriel 2005). Jako vedlejší stroje považujeme například frézovací



stroje, stroje na vrtání, soustružení, odkorňování, broušení atd. Nejpoužívanějším hlavním stroje pro zpracování listnaté a jehličnaté kulatiny, které používají pilařské podniky, jsou stroje založené na technologii pásových pil (Kafka et al., 1989). Na základě mnou vybraného pilařského podniku se nadále v práci věnuji už jen technologii pásových pil, a to hlavně pak kmenovým pásovým pilám.

Sklad řeziva

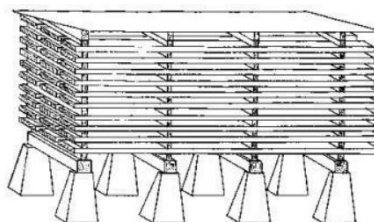
Adjustaci řeziva můžeme definovat, jako komplex nevýrobních a výrobních operací, kterými se upravujeme řezivo na jeho další zpracování a, nebo na jeho expedici. Adjustaci charakterizují následující operace podle (Očkajová, a další, 2011):

- předběžné třídění řeziva,
- ukládání řeziva do hrání,
- sušení řeziva,
- rozebírání hrání,
- zkracování řeziva,
- konečné třídění jednotlivého řeziva,
- svazkování řeziva.

V pilařských provozech se setkáváme s různými možnostmi třídění řeziva. V našem pilařském průmyslu se aplikuje třídění ručním způsobem, mechanizovaným způsobem ale i automaticky. Řezivo se ukládá do hrání. Tvoření hrání (obr.1) je nevýrobní operace. Tato operace představuje účelové seskupení řeziva do jednotné druhové skupiny, která odpovídá rozměrem sušárně a způsobu sušení. Při skladování řeziva může docházet k poškození, ale v porovnání s kulatinou je toto riziko mnohem menší.

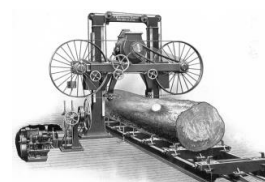
U sestavování hrání musíme dodržovat základní postupy:

- Čela hrání musí být zarovnaná a prokladové lišty musí být svisle nad sebou,
- výška hrání nesmí přesáhnout trojnásobek její šířky,
- základ hrání musí být na podstavci, aby se zabezpečilo proudění vzduchu a mezi jednotlivými výřezy ve vrstvě musí být mezery, které tvoří svislé kanály,
- hrání musí být založena na vodorovné podložce (Reinprecht, 2016).



Obrázek 1: Hrání,

zdroj: drevostavitel.cz, 30.12.2020



Parametr, který nám udává kolik suroviny je podnik schopný zpracovat na řezivo nám udává pořezová kapacita. Tato kapacita nám tedy udává maximální výkon (průchodnost pořezové linky) pilařského závodu (Pražan, 2017). Na určení kapacity pořezu neexistuje žádný oficiální ani běžně užívaný výpočet, ale většina výrobců pilařské technologie udává maximální výkon, který je klíčový při stanovení kapacity, dále se uvažuje zdali je jednosměnný, vícesměnný případně nepřetržitý provoz v provozu (sdpcr.cz, 4.1.2021).

Roční kapacita pořezu kulatiny

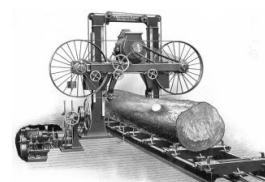
Udává objem zpracovaných výřezů v pilnici za 1 rok (m^3/rok). Názory na to, jak by se měli velikosti pilařských podniků dělit podle roční kapacity pořezu se u různých autorů velice liší. Vniklo mnoho rozdělení, avšak žádné nemá všeobecnou platnost. V současné době se v České republice používá rozdělení podle Pražana (2010):

- nejmenší pily do $10\,000\ \text{m}^3$ kulatiny ročního pořezu,
- malé pily $10\,000 - 19\,999\ \text{m}^3$ kulatiny ročního pořezu,
- střední pily $20\,000 - 49\,999\ \text{m}^3$ kulatiny ročního pořezu,
- velké pily $50\,000 - 99\,999\ \text{m}^3$ kulatiny ročního pořezu,
- velkopily nad $100\,000\ \text{m}^3$ kulatiny ročního pořezu.

Provoz Soběslavice, který jsem si vybrala k optimalizaci, patří dle tohoto dělení do skupiny nejmenších pil, jelikož je schopný pořezat pouze $1420\ \text{m}^3$ kulatiny za rok. Vybraný pilařský podnik disponuje kmenovou pásovou pilou. Tento stroj spadající do skupiny pásových pil, tvoří jeden z hlavních strojů v pilnici, a právě z toho to důvodu se budu věnovat pásovým pilám i v následující kapitole.

3.2. Pásové pily

Pásová pila je jedním ze základních nástrojů používaných v dřevařství na zpracování dřeva, a to jak u výroby nábytku, tak i ve stavebnictví, ale třeba i u stavění dřevěných lodí, a to již více než století. Všestrannost tohoto strojního zařízení vychází z úzké souvislé smyčky kotouče, díky kterému pila může provádět přímé i zakřivené řezy. Jestliže má pásová pila správnou čepel je schopna řezat vše a to, jak úzké křivky, tak trhání silných prken a rozřezávání širokých desek (Johnson, 2010). Princip řezání na pásových pilách spočívá v tom, že nekonečný nástroj (pilový pás), který je spojený konci obíhá okolo dvou kotoučů, z nichž je jeden hnaný a druhý hnací. Hnaný kotouč má funkci vodící a napínací. Vedení materiálu do řezu se provádí buď ručně nebo posuvným zařízením.

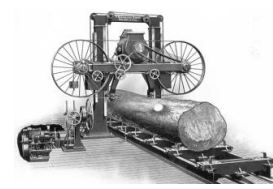
**Základní mechanismy pásové pily jsou:**

- řezací mechanismus,
- podávací mechanismus,
- stojan stroje,
- pohonný mechanismus,
- pomocné (nastavovací) mechanismy (Kvietková, 2015).

Pásové pily můžeme dělit více způsoby. Podle konstrukčního řešení dělíme pásové pily na vertikální, horizontální nebo se sklopným, či pevným vodorovným ramenem (Řasa; Gabriel, 2002). Dle velikosti vodících kotoučů je dělíme na:

- vertikální truhlářské (lehké) s průměrem vodících kotoučů 400 – 1000 mm,
- vertikální rozmítací (střední) s průměrem vodících kotoučů 1000 – 1400 mm,
- vertikální kmenové (těžké) s průměrem vodících kotoučů 1100 – 3000 mm,
- horizontální.

Vertikální provedení pásové pily je takové, kde je pilový pás umístěn svisle a pásovnice jsou umístěny pod sebou. Pro každý kus řeziva se tloušťka nastavuje samostatně posunem ramen potom co se dokončí předchozí řez a po návratu do výchozí polohy vozíku. Podle toho, jak potřebujeme materiál pořezat se dá výřez otočit, a to buď o 90 nebo o 180°. Odsun materiálu u tohoto typu provedení je zajištěn odpadáváním na válečkový dopravník. U horizontální polohy pilového pásu jsou pásovnice umístěny vedle sebe. V tomto případě se výřez pohybuje upnutý na vozíku pod pilou. Polohu řezu a tloušťku řeziva nastavujeme výškovým posuvem celé pily. Tento typ pil může být vybaven kotoučovými pilami pro rozmítání, nebo omítání velkých kusů řeziva. Odsun řeziva od horizontálně umístěného listu pásovky je zajištěn buď ručně, což je nejpoužívanější způsob, nebo mechanizovaně, kdy dochází k odsunu materiálu při zpětném chodu portálu. Ve výjimečných případech se můžeme setkat i s pilovým pásem umístěným šikmo. V tomto případě se snižuje, nebo úplně odpadá náročná manipulace se vzniklým řezivem (Čáň, 2006). Výhodou oproti ostatním pilám je, že pásové pily mají vysokou výšku řezu, úzkou řeznou spáru, vysokou konstantní rychlost řezného nástroje, hladkou řeznou plochu, jednoduchou konstrukci stroje, snadný základ stroje. U těchto pil je možnost výroby tenkých dimenzí a je možné řezat netříděné výřezy. Pásové pily jsou převážně využívány k řezání krajnic, desek, výřezů atd. Nevýhodou těchto strojů však je údržba a ošetření pilového pásu, vedení pásu do řezu, velký nárok na odbornost obsluhy, nárok na čistotu výřezu, aby nedocházelo k zahýbaní a otupování pásů (Mikolášik, 1981).



3.2.1. Kinematika, dynamika pilení pásovými pilami

Řezná rychlost

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

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

Kde:

D – průměr pilového kotouče (mm),

n – frekvence otáčení (min^{-1}).

Posuv na zub f_z

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

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

t_z – rozestup zubů (mm),

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

Posuvná rychlost v_f

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

f_z – posuv na zub (mm),

t_z – rozestup zubů (mm),

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

Napínací síla F_n

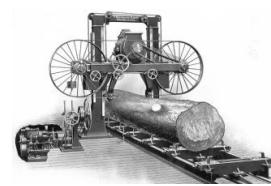
$$F_n = 2 \cdot \sigma \cdot (B - f_z) \cdot a + G_k \quad (\text{N}) \quad (4)$$

G_k – hmotnost kotouče i s ložisky,

f_z – posuv na zub (mm),

B – šířka pásu (mm).

σ – napětí od napínání pilového pásu (MPa), pro kmenové $\sigma = 60 - 140$ MPa, pro rozpínání $\sigma = 50 - 100$ MPa, pro truhlářské pásové pily $\sigma = 30 - 50$ MPa



Minimální poloměr řezu R_{min}

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

B – šířka pásu (mm),

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

Tloušťka seříznuté vrstvy h

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

f_z – posuv na zub (mm),

b – šířka řezné škáry (mm),

l_s – délka řezné hrany (mm), pro rozvedené zuby je rovná s , přičemž s je tloušťka pilového pásu, pro pěchované zuby $l_s = b$.

Středná řezná síla F_c

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

F_{cz} – řezná síla na jeden zub (N),

e – výška řezné škáry (mm),

t_z – rozestup zubů (mm).

Režný výkon P_c

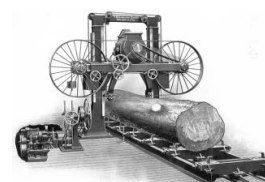
$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{1000} \quad (\text{KW}) \quad (8)$$

F_c – středná řezná síla (N),

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

Při kritické řezné síle pila začíná vibrovat a ztrácí stabilitu. Proto výpočtová F_c musí, být menší jak kritická F_{ckr} , která je daná vztahem:

$$F_{ckr} = \frac{10^6 \cdot s^3 \cdot (0,82 + 0,002 \cdot B_1) + (0,95 + 0,001 \cdot \sigma)}{L} \quad (\text{N}) \quad (9)$$



B_1 – šířka pilového pásu po patu zubové mezery (mm),

s – tloušťka pilového pásu (mm),

σ = napětí od napínání pilového pásu (MPa), pro kmenové $\sigma = 60 - 140$ MPa, pro rozpínání $\sigma = 50 - 100$ MPa, pro truhlářské pásové pily $\sigma = 30 - 50$ MPa,

L – rozestup mezi středy kotoučů (mm).

Ve výpočtech podle objemové metody výkon spotřebovaný na pílení může být vyjádřen podle vztahu:

$$P_c = \frac{k_c \cdot b \cdot e \cdot v_f}{60 \cdot 10^3} \text{ (KW)} \quad (10)$$

k_c – řezná síla na jednotku plochy řezu ($\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}$) se určí z tabulkové hodnoty k_{ct} ,

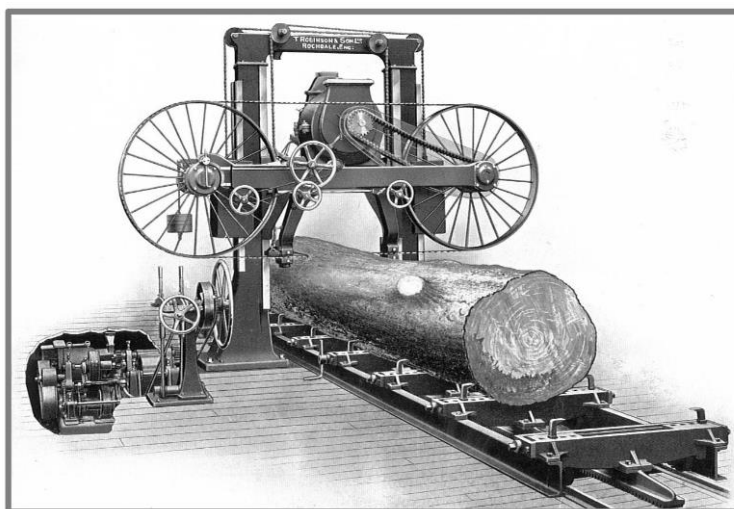
e – výška rezné škáry (mm),

b – šířka rezné škáry (mm),

v_f - rychlost posuvu ($\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$) (Kvietková, 2015).

3.2.2. Kmenové pásové pily

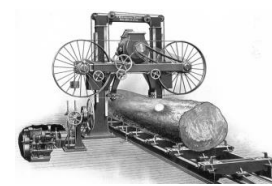
Pilařské podniky s pásovými kmenovými pilami (obr.4) mají zastoupení, jak u vedlejších, tak i u hlavních pilařských strojů na pořez výřezů z listnatého dřeva. Během pořezu je možné zvolit individuální způsob pořezu jedním průchodem stroje, což je jednou z hlavních výhod kmenových pásových pil. Pila se skládá ze dvou pásownic na, kterých je napnut nekonečný pilový pás, který je nástrojem kmenové pásové pily. Pokud máme



Obrázek 2: Kmenová horizontální pásová pila,

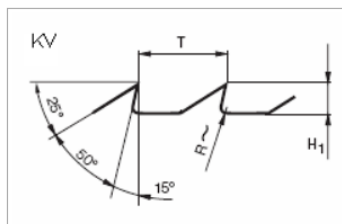
zdroj: wikipedia.cz, 7.11.2020

vertikální pásovou pilu, bývá horní pásownice hnaná a spodní pásownice bývá naopak hnací. Materiál je řezán pilovým listem, který řeže pohybem přímým a plynulým. Za největší

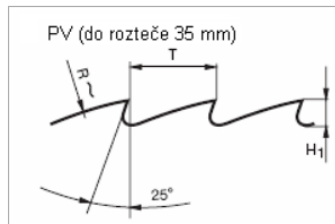


výhodu tohoto stroje považujeme možnost pořezu kulatiny o větším průměru. Průměr pásavnice se pohybuje mezi 1400–1800 mm, řezná rychlost 0–40 m/s a řezná spára 2,4 – 2,8 mm. Další kladná věc u tohoto pilařského stroje je například, že můžeme řezat i netříděné výřezy. Mimo jiné je na tomto stroji výborná pilařská výtěžnost a při pořezu nám vzniká velmi malý podíl pilin a vniká nám dobrá kvalita řezné plochy. Nevýhodou těchto strojů je však nízká produktivita práce a náročná příprava nástrojů. Jako další zápor je i dost vysoká cena stroje a cena příslušenství. Mezi zápory můžeme i uvést požadavky na obsluhu a náročnost údržby (Klement, 2007).

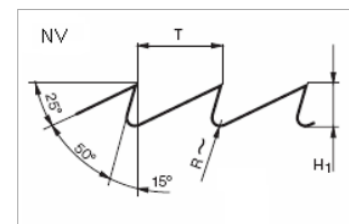
Jak jsem již zmínila pásové pily dělíme na horizontální a vertikální, stejně tak dělíme i kmenové pásové pily. U těch to pil se používá různé ozubení pilového pásu. Nejčastěji se používá tvar ozubení trojúhelníkový (obr.3), ten to tvar se používá pro čerstvou jehličnatou dřevinu. Dále se používá zaoblený tvar zubů (obr.4) pro dřeviny s velkým řezným odporem (zmrzlá kulatina). Vlčí ozubení (obr.5) je používáno pro tuzemské listnaté dřevina jako je dub, buk, lípa apod.



Obrázek 3: Vlčí ozubení,
zdroj: pilana.cz, 6.11.2020

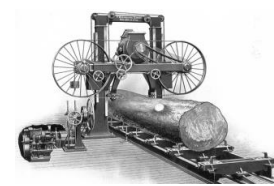


Obrázek 4: Oblé ozubení,
zdroj: pilana.cz, 6.11.2020



Obrázek 5: Trojúhelníkové ozubení,
zdroj: pilana.cz, 6.11.2020

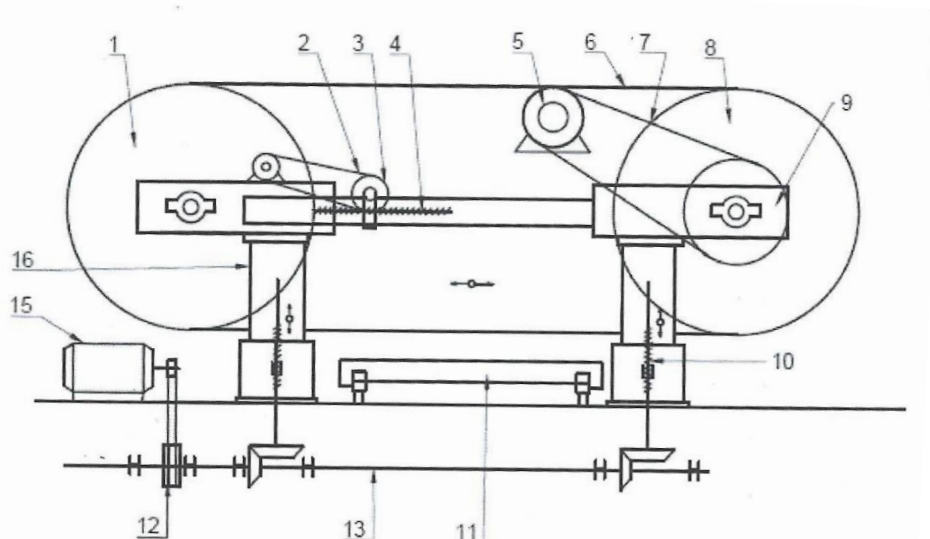
Pro rozváděné ozubení pilového pásu je rozteč zubů čtyřikrát výška a pro pěchované zuby je to třikrát výška. Výpočet rozteče pilových zubů je dán posunem a úběr na zub by neměl překročit 0,6 mm. Výrova neomítaného řeziva na kmenové pásové pile začíná přísuvem řeziva, následuje očištění a přisunutí výřezu na upínací vozík, dále se výřez přitlačí k upínacím blokům, provede se takzvané hrubé vyrovnání. Proces pak pokračuje posunem vozíku s upevněným výřezem k linii zubů. V tento okamžik se provede přesné vyrovnání podle osy, nebo podle povrchu a nastaví se vodítka pásu. Poté co máme vše připraveno provedeme první řez, při kterém nezajíždíme výřezem za celý pás, ale výřezem jedeme pouze do poloviny šířky pásu. Další krok je návrat vozíku s přířezem a nastavení tloušťky dalšího řezu. Poté provádíme už jen další řezy, dokud nezískáme požadovaný zbytek. Jako další krok je uvolnění zbytkového výřezu, jeho otočení a posun vozíku s výřezem k linii zubů, poté následují další řezy a následné uvolnění zbytkového



sortimentu. Poslední krok je, že se vozík navrátí do výchozí polohy a vyrobené řezivo se průběžně odsouvá.

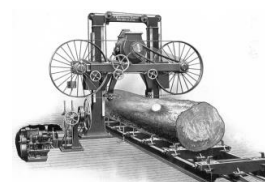
Při pořezu kulatiny je důležité dbát na to v jakém stavu kulatinu přebíráme, upřednostňuje se, aby byla kulatina čerstvá, jelikož stará hmota přidává na spotřebě energie. Pokud dojde k tomu, že pořez je smolnatý musí se místo řezu postříkovat emulzí popřípadě vodou. Jestliže nelze výřez dost dobře před pořezem očistit je vhodné použít místo pýchovaných zubů zuby rozváděné. Pracujeme – li se zmrzlou jehličnatou kulatinou používáme parametry, které se jinak používají pro listnaté dřeviny, což znamená, že je používán menší rozvod zubů a pomalejší posun. Pro zlepšení vedení pilového pásu se doporučuje orientace výřezu od silného konce, s pomalým přidáváním rychlosti se pak posouvá výřez do řezu. Častěji je však stejně viděna v pilařských provozech orientace výřezu od slabšího konce. Toto vedení výřezu dělají pilnice hlavně kvůli efektivnějšímu využití kvalitní oddenkové části výřezu a kvůli menšímu znehodnocení (otlačení) pilového pásu. Vertikální kmenová pasová pila se používá převážně na řezání výřezů, na výrobu řeziva a na výrobu podvalů. Pohyb je zde mechanický a vozík vykonává přímočarý vratný pohyb. Výřez je na vozíku přidělán pomocí háků a je tam po celou dobu řezání (Kissóczy, 1989).

Na (obr.6) můžeme vidět schéma kmenové pasové pily na, kterém jsou znázorněny jednotlivé části tohoto strojního zařízení.



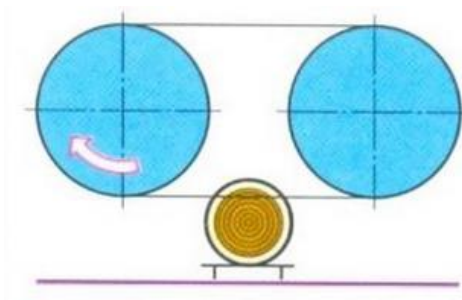
Obrázek 6: Horizontální kmenová pasová pila,
zdroj: (Kvietková, 2015)

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. pohybový šroub, 11. kolejnice vozíku, 12. řemenový převod, 13. hřídel, 14. elektromotor, 15. stojan (rám)

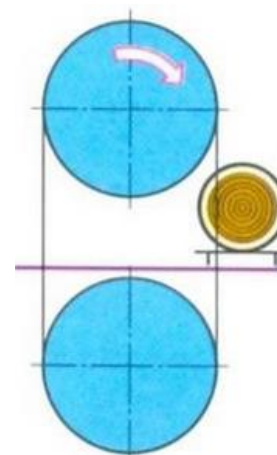


Kmenové pásové pily můžeme dělit různými způsoby, jak podle velikosti, tak například i podle pohonu, či podle toho, jestli se dají přemísťovat, či nikoliv. Dle konstrukce rozeznáváme podle (NUTSCH, a kol, 1999) na horizontální (obr.8) a vertikální (obr.7) kmenové pily a dle toho, zda je možné stroj přemísťovat:

- mobilní,
- stacionární.



Obrázek 8: Horizontální kmenová pásová pila,
zdroj: zsbr.cz, 6.11.2020



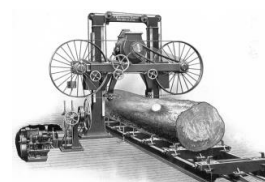
Obrázek 7: Vertikální kmenová pásová pila,
zdroj: zsbr.cz, 6.11.2020

Mezi další dělení můžeme zařadit dělení podle provedení motoru kmenových pásových pil. Tato strojní zařízení jsou nejčastěji vybavena, buď spalovacím motorem nebo elektromotorem. Pily, které jsou řešeny spalujícím motorem jsou vhodnější do odlehlých míst bez možnosti napojení na rozvodnou síť. Problém může činit pohon hydraulického čerpadla a posuvu, proto se většinou jedná o pily s ručním posuvem a s ruční manipulací s kmenem. Je také možné pro vlastní pohon pily i posuvů použít samostatné hydromotory. Spalovací motor v tomto případě pohání jedno hydraulické čerpadlo a pomocí tlakových hadic se hydraulická kapalina rozvádí na místo určení. Je třeba dbát na dokonalou těsnost celého systému, což se ne vždy podaří splnit.

Stroje vybavené elektromotory jsou vhodné, pokud je v místě pořezu k dispozici elektrická přípojka s adekvátními jističi.

Dle počtu a provedení pásů dělíme kmenové pásové pily na:

- jednopásové,
- vícepásové,
- kombinované.



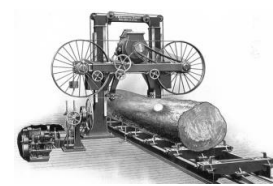
Pilový pás, jako nástroj strojního zařízení musí splňovat určité parametry. Tyto parametry jsou různé pro různá strojní zařízení a pro různé pořezy dřeviny.

Délka pilového pásu by měla být 2x maximální vzdálenost os pásovnic mínus 30 mm jako napínací rezerva. Šířka se měří od špičky zubu po hřbet pásu a je od 100 do 400 mm. Tloušťka by měla být 1/1000 průměru pásovnice. Rozteč zubů pro pěchované zuby je 3x výška a pro rozváděné zuby 4x výška. Doporučené hodnoty pro rozvod zubů u čerstvé listnaté hmoty jsou 0,40 - 0,60 mm a pro proschlé listnáče 0,30 - 0,45 mm (Friess, 2014). Řezná rychlost pro pořez modřínu a smrku, jakož to současně nejvíce řezané dřeviny v mém vybraném pilařském provozu je podle 30 m/s⁻¹ (Fronius, 1989).

3.2.3. Výhody a nevýhody kmenových pásových pil

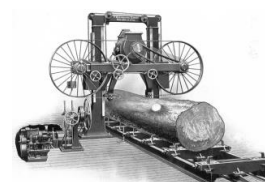
Kmenové pásové pily mají celou řadu výhod oproti klasickým rámovým pilám. Kulatina před pořezem na kmenové pásové pile nemusí být tříděna podle průměru, čímž dosahujeme toho, že nám nevnikají investiční náklady na třídící linku a mimo to ušetříme i na nákladech na její provoz. Po prvním průchodu strojem (prvním řezu), vidíme kvalitu dřevní suroviny. V případě, že nám nevyhovuje kvalita hmoty můžeme změnit způsob pořezu, což je jedna z největších výhod kmenových pásových pil oproti klasickým katrům. Další výhodou těchto strojů je, že jsou velmi flexibilní, to znamená, že jde u těch to pil celkem rychle a jednoduše přenastavit tloušťka řezu podle potřeby. Moderní pásové pily obsahují prvky, díky kterým dosahujeme u strojního zařízení větší výtěže. Těmito prvky jsou fotobuňky, které nám měří vstupující kulatinu, následně získaná data jsou odeslána do počítače, která data vyhodnotí a navrhne optimální pořez podle rozměrů řeziva, které jsou požadovány. Pro další zvýšení výkonu se používá automatické nastavení kulatiny ve vozíku. Při tomto způsobu pořezu lze zadat, že první odříznuté prkno bude mít min. šířku např. 8 cm, vozík s upevněnou kulatinou se pak automaticky nastaví na první řez. Tento způsob pořezu nám zrychluje řezání a tím se nám zvyšuje i výkon strojního zařízení (gofer.cz, 9.11.2020).

V příloze číslo dvě jsou uvedeni výrobci kmenových pásových pil a to, jak z České republiky, tak i ze zahraničí. Pro ukázkou jsem zvolila kmenové pásové pily, jak od nejznámějších a největších prodejců, jako jsou například Wravor či Mebor, tak i od méně známých výrobců, jako jsou například Synnwood, nebo Husqvarna či Pezzolat. Z České republiky je pak uveden výrobce kmenových pásových pil Pilous, jakožto největší český výrobce, který se ve velké míře prosadil i v zahraničí.



4. Metodika

Bakalářská práce se převážně zabývá kmenovými pásovými pilami a návrhem nového strojního zařízení pro pilařský podnik. Pro optimální a vhodný návrh bylo nutné před započítím vyhodnocení práce prodiskutovat současnou situaci firmy, jak s vedením společnosti, tak i s jejími zaměstnanci. S firmou byly konzultovány veškeré technologické problémy společnosti a technologicko-logistické a prostorové zákonitosti spojené s jejím fungováním. Mimo to byla prodiskutována s pilnicí její vize z pohledu, kam by se společnost v následujících letech chtěla posouvat a dále rozvíjet. Rešeršní část byla zpracována na základě dat shromážděných z pilařského podniku, z odborných literatur, článků zabývajících se danou problematikou a vzorců. Informace ohledně podniku byly získány z internetových stránek podniku, z výroční zprávy a účetních výkazů k tomuto období a také z osobních konzultací s pracovníky a vedením v podniku. Na základě zjištěných poznatků jsem stanovila, že optimalizace je potřebná u stávajícího strojního zařízení a u dopravníkového systému. Pro návrh nového hlavního stroje byly stanoveni dva zástupci pil ze skupin výrobců o výkonu stroje 4 KW a 5 KW. Samotný návrh byl pak zpracován na základě vzorců a analýzy, kterou se nazývá SWOT analýza. Výběr správného strojního zařízení byl stanoven pomocí metod vícekritériálních rozhodování, kterými byly: bodová metoda a metoda pomocí vah kritérií. Tyto metody byly provedeny pomocí tabulek ve, kterých byly porovnávány požadované parametry na strojní zařízení. Mezi tyto parametry patří i cena. Pro vícekritériální rozhodování byla uvažována vždy nejnižší cena stroje z již zmíněných skupin strojů o výkonu 4 KW a 5 KW. Návrh dopravníkového systému byl proveden jednodušší metodou, kdy jste porovnávali parametry dopravníků od různých výrobců. Jednotlivým parametrům byla stanovena váha a následně byly parametry obodovány do jaké míry stanovenou váhu splňuje. Výsledkem byly navrženy válečkové dopravníky o délce 2 m a 3 m. Vyhodnocení získaných dat a informací probíhala formou písemnou, grafickou a ve formě tabulek. Po shrnutí výsledků a k jejich konfrontaci s cíli práce, bylo provedeno vyhodnocení výsledků.



5. Seznámení s provozem Soběslavice

Pila Soběslavice byla založena 10.12.1998. Společnost se nachází v Libereckém kraji ve městě Soběslavice. Areál společnosti (obr.9) se nachází blízko hlavní komunikace. Velikost areálu je přibližně 3100 m². Velikost skladovacích ploch je přibližně 1500 m². Pila denně pořeže 5 m³ dřeva. Celý areál pilnice se skládá ze dvou budov, přičemž jedna budova slouží jako sklad a v druhé budově se nachází pilařské stroje. Pila má v současné době 3 zaměstnance a její obrat za rok není vyšší jak 2 mil. Kč. Dle těchto parametrů se pila řadí do skupiny malých podniků, nebo mikro podniků. (Synek; Kislíngrová a kol., 2015). Pila je zaměřená na výrobu stavebního a truhlářského řeziva (prkna, latě, fošny, trámy...). Mimo těžby dřeva a výroby řeziva se firma zabývá opravou historických budov. Přehled výroby deskového a hraněného řeziva je zobrazen v příloze (příl.5), (příl.6).

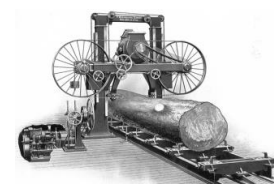
Pilařský provoz Soběslavice předchozích letech pracoval, jak s listnatou, tak i s jehličnatou kulatinou. Na kmenové pásové pile je možné zpracovávat kulatinu o délce od 4–12 m, přičemž provádí jednostranný nebo čtyřstranný požez.

Veškerý sortiment na skladě je ihned k odběru. Co na skladě není je pila schopna pořezat do druhého dne. Mimo výroby řeziva dřevařský podnik vyrábí střechy, schodiště, altány atd. Pila zpracovává, jak vlastní materiál, tak i materiál, který si zákazník sám



Obrázek 9: Areál společnosti,
zdroj: mapy.cz, 4.11.2020

přiveze. V současné době pracuje pilařský podnik hlavně s jehličnatou kulatinou. Poměr zastoupení dřevin je z 80% modřín a 10 % smrk a 10% listnaté dřevo. Stávající stav provozu je zobrazen v příloze (příl.3).



K stávajícímu vybavení pilnice patří rozmítací pila (obr.10), hranolová pila (obr.11), zkracovací pila a kmenová pásová pila UPS 1000, jako hlavní stroj provozu.

Pořizovací cena:

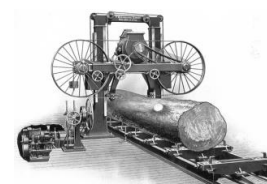
- Rozmítací pila – 200 000 Kč,
- hranolová pila – 150 000 Kč,
- zkracovací pila – 80 000 Kč,
- kmenová pásová pila – 500 000 Kč.

**Obrázek 10: Rozmítací pila****Obrázek 11: Hranolovací pila**

Pilařský podnik tedy zpracovává sortiment, který tvoří kulatina pro pilařské zpracování. Mluvíme tedy o kategoriích kvality B a C, kdy délka kulatiny je tři až pět metrů a kategorie D, kde je délka kulatiny od 2,5 – 5 metrů. Řezivo vyrábí a dál zpracovává firma ve třech jakostních třídách, a to v I, II, III. V příloze jedna je znázorněna tabulka s přehledem řeziva a jeho kvalitativní i jakostní dělení.

5.1. Současný stav pilnice

V následujících tabulkách (tab.2) a (tab.3) jsou shrnutá data ohledně kapacity hlavního strojního zařízení jimž je kmenová pásová pila. Toto zařízení, jak jsem již zmínila je schopno zpracovat 1255 m³ kulatiny ročně. Pořizovací cena kmenové pásové pily byla 500 000 Kč. Roční provozní náklady se stávajícím strojním zařízením se pohybují okolo 1000 000 Kč. V tomto čísle jsou zahrnuté veškeré náklady spojené s výrobním procesem pilařského provozu. Jedná se tedy o materiální náklady, náklady za služby, osobní náklady, daně a poplatky, odpisy.



5.2. Analýza podniku

Jako prakticky každý podnik, tak i pilařský podnik Soběslavice má jako jeden z hlavních cílů maximalizaci vlastního bohatství. Mezi další cíle pak zařazuje podnik dosažení většího podílu na trhu, úsporu nákladů, zlepšení kvality výrobků a služeb a jiné (Dedouchová, 2001).

Strategická analýza okolí podniku (externí analýza)

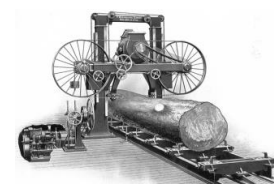
Externí analýza podniku se zabývá rozborem a identifikací faktorů okolí podniku, které vytvářejí potenciál příležitostí a hrozeb pro činnost podniku, dále také ovlivňují jeho strategickou pozici. Tato analýza se orientuje i na vliv trendů jednotlivých faktorů v konkurenčním prostředí podniku a v makrookolí. Analýza vlivů makrookolí se zabývá faktory, které na podnik působí, ale podnik je nemůže ovlivnit. K této analýze se používají dvě metody jedna z nich je PEST analýza, která se zajímá hlavně o ekonomické, politické a sociální a technologické vlivy okolí, které nám na podnik působí. Druhá používaná metoda se nazývá „4C“. Tato metoda se zabývá analýzou faktorů globalizace (Dedouchová, 2001).

PEST analýza

Tato analýza je jednou z možných způsobů popisující faktory, které nám působí na vnější okolí podniku. Jedním ze základních úkolů PEST analýzy je identifikovat oblast, jejichž dopad by mohla mít významný dopad na podnik, zároveň však má tato analýza sloužit i k odhadnutí k jakým změnám v těchto zásadních oblastech došlo. Je třeba zmínit, že stupeň nejistoty je zde značně vysoký, často se jedná o odhad (Sedláčková, 2000).

Mezi klíčové faktory analýzy patří:

- Politické a legislativní faktory,
- ekonomické faktory,
- sociální a demografické faktory,
- technologické faktory (Sedláčková; Buchta, 2006).



Strategická analýza vnitřních zdrojů a schopností podniku (interní analýza)

Interní analýzy nám umožňují vyhodnocovat výchozí situaci podniku, neboli umožňují specifikovat jeho vnitřní zdroje a schopnosti a současně díky nim můžeme odhadnout vývoj podniku do budoucna. Úkolem této analýzy je tedy identifikovat strategicky významné zdroje a schopnosti a poté specifické přednosti podniku (Sedláčková, 2000). Interní analýza se dotýká celé škály činností v podniku. K těmto činnostem patří výroba, vývoj, výzkum, řízení lidských zdrojů, finance atd. Analýza se dotýká, jak průběhu těchto činností, tak i jejich výsledky.

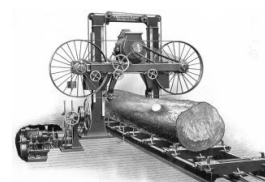
SWOT analýza

SWOT analýza je jedním z jednoduchých nástrojů používaných podniky zaměřený na charakteristiku klíčových faktorů, které ovlivňují strategické postavení podniku. Analýza využívá závěrů z analýz vnějšího prostředí a identifikuje hlavní silné a slabé stránky podniku a zároveň je porovnává s příležitostmi a ohroženími z okolí podniku (Veber, a kol, 2000).

S - (Strengths – silné stránky) - a) finanční – robustní rozvaha, pohyb hotovosti a úvěrové hodnocení, b) technologické výhody – surovina, stroje, know – how, c) zákaznické služby – marketing, odbyt, obsluha, reputace d) lidé (zaměstnanci) – talentovaní, kvalifikovaní, zkušení a dobře vyškolení.

W – (Weaknesses – slabé stránky) – a) finanční slabiny – vysoký poměr dluhů a likviditních aktiv b) technologické slabiny – staré a neflexibilní procesy, zastaralá technologie c) slabiny v zákaznických službách – dlouhé doručovací časy, špatná komunikace se zákazníkem d) lidé (zaměstnanci) – nedostatek dovedností, špatná pracovní morálka mezi zaměstnanci.

O – (Opportunities – příležitosti) – a) konkurence vstupující na trh, nebo odcházející z trhu b) sociální trendy c) technologické inovace d) restriktivní legislativa, pokud představuje hrozbu pro konkurenci.



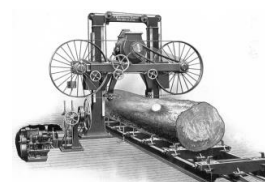
T – (Threats – hrozby) a) hmotné – mezi tyto hrozby patří například nepřátelská nabídka, nový konkurenti, nebo krádež b) nehmotné – mezi tyto hrozby můžeme zařadit například potenciální ztrátu reputace, nebo faktory poškozující značku společnost (Sarsby, 2016).



Obrázek 12: Grafické znázornění SWOT analýzy,
zdroj: ecommercebridge.cz, 29.11.2020

Analýza podniku pomocí SWOT analýzy

SWOT analýza byla vytvořena na základě veřejně dostupných informací, kterými jsou výroční zprávy a finanční výkazy. Další nutné, získané informace pro vytvoření SWOT analýzy byly získány od vedení pilařského podniku Soběslavice. Na základě těchto údajů bylo tedy možno vyhodnotit stávající situaci podniku.



Získaná data byla zpracována v (tab.1). V této tabulce můžeme vidět, že provedením SWOT analýzy jsme získali sedm silných stránek podniku, šest slabých stránek podniku, tři příležitosti a čtyři možné hrozby pro podnik.

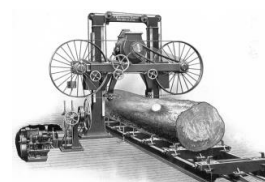
Tabulka 1: Zhodnocení podniku Soběslavice SWOT analýzou

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
Dobré jméno v očích veřejnosti	Velikost zpracovatelské kapacity (množství suroviny, které jemožné zpracovat)
Široký sortiment výrobků	Zastaralá technologie
Kvalita odběratelských vztahů	Omezenost skladovacích prostorů
Dlouholeté zkušenosti zaměstnanců	Poloha podniku
Spolupráce s místní stavební firmou	Omezenost manipulačních prostorů
Dobrá propagace (webové stránky, billboardy)	Jednosměnný provoz
Historie a tradice	Ruční manipulace se surovinou (nedostanek přepravníkového systému)
PŘÍLEŽITOSTI	HROZBY
Zvýšení potenciálu zpracování	Konkurence na trhu
Nízká pořizovací cena kulatiny	Nízká pořizovací cena řeziva
Vybudování nových skladovacích ploch	Zvýšení nákladů na dopravu
Novela o odpisování dlouhodobého majetku	Změny z pohledu zákazníka na sortiment

Shrnutí poznatků ze SWOT analýzy podniku

Jako hlavní silnou stránku považují odborné řízení a vysokou kvalitu zaměstnanců, kteří mají dlouholetou zkušenost a praxi v oboru. Jako silnou stránku také považují spolupráci pilnice s místní stavební firmou, která dodává materiál.

Naopak jako velký problém vidím uskladňovací prostor a to, jak pro nakoupenou kulatinu, tak i pro vyrobené řezivo. Další jeden z velkých problémů pilařského podniku vůči konkurenci je v množství pořezané kulatiny, kdy pilařský podnik zpracovává pouze, jak jsem již zmiňovala 5 m³ kulatiny na kmenové pásové pile za směnu. Těto slabé stránce



by se dalo vyvarovat navržením nového strojního zařízení. Další slabou stránkou je také to, že pilnice Soběslavice má pouze jednosměrný provoz. Poloha podniku se se jeví z pohledu dodávky suroviny, jako spíše silná stránka, ale z pohledu konkurence je to spíše slabá stránka. Areál pilnice se nachází v blízkosti dvou více produktivnějších pilařských podniků. Nedostatek shledává samotný provoz i v dopravníkovém systému, který je vybavena pouze hranolovací pila. U ostatních strojních zařízeních dopravník chybí. Tento nedostatek má negativní vliv, a to z pohledu toho, že se prodlužuje celý výrobní cyklus.

Jednou z příležitostí podniku může být, když rozšíří sortiment nabízeného zboží. Větší úspěch však vidím v rozšíření skladovacích ploch, jelikož firma má k dispozici zpevněnou zatravněnou plochu, která v současné době není využívána. Na nízkou cenu kulatiny (jehličnaté) má každý jiný pohled. Při sestavování analýzy jsem nízkou cenu kulatiny zařadila do oddílu, jak příležitosti, tak i hrozby. Pila může této situaci využít a zvýšit zásoby kulatiny, k tomuto rozhodnutí však musí mít větší skladovací plochy a vhodné strojní zařízení. Pořízení nového zařízení se v současné době jeví, jako dobrá příležitost pro všechny podniky, které chtějí nakoupit nějaký hmotný dlouhodobý majetek, a to v rámci změn, které sněmovna schválila ve věci odpisování.

Hrozby jsou do jisté míry vázány se současnou situací na trhu s dřevní surovinou (zpracováním kůrovcové kulatiny) a s požadavky na certifikaci systému a mimo to i na legislativní změny. Z pohledu hrozby tedy vidím problém v navýšení cen řeziva a dopravy kulatiny.

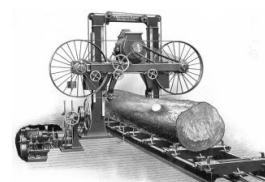
Na základě této analýzy a na základě kapacity stávajícího strojního zařízení by bylo dle mého názoru nejlepší pilařský podnik Soběslavice optimalizovat z pohledu technologického. V první řadě bych se zaměřila na návrh nového strojního zařízení.

Hlavní technické parametry strojního zařízení

U dřevařských strojů se hlavní technické parametry vyjadřují kvantitativně, což znamená s ohledem na množství a kvalitativně, což znamená s ohledem na jakost.

Kvantitativní parametry

Do těchto parametrů spadají otáčky, zdvih, podávací rychlost, řezná rychlost, minimální a maximální rozměry obráběných dílců, počet pracovních větví, nástrojů, příkon stroje a jeho rozměry.



Kvalitativní parametry

Do těchto parametrů spadá účel, spotřeba energie, kapacita, hospodaření, přesnost práce stroje a kvalita povrchu opracovaného výrobku, mimo to ještě do této skupiny patří stupeň mechanizace a automatizace (Gaff, 2015).

5.3. Metody stanovení vah kritérií

Dá se říct, že téměř všechny metody vícekritériálního rozhodování vyžadují rozlišení významnosti jednotlivých kritérií. Možnost, jak to je vyjádříme pomocí číselných vyjádření za pomoci tzv. vah. Díky těmto váhám je možné daná kritéria porovnávat mezi sebou dle toho, jakou jim my jako rozhodovatelé přiřadíme důležitost. Čím je kritérium pro rozhodovatele důležitější, tím větší je jeho váha. Často nastává situace, že rozhodovatel má potíže s určením hodnot vah kritérií, proto je k dispozici celá řada metod pro určení vah kritérií, která nám tento problém zjednoduší.

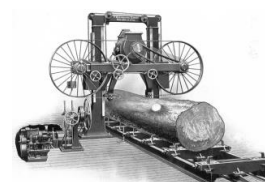
Dělení dle informací, které jsou pro stanovení vah potřebné jsou následovné:

Rozhodovatel není schopen určit preference-Provádí se tehdy, nemůže – li rozhodovatel určit důležitost posuzovaných kritérií, všechna kritéria budou posuzována jako stejně důležitá.

Rozhodovatel má k dispozici ordinární informaci o kritériích-Rozhodovatel je schopen seřadit kritéria dle důležitosti (Fullerova metoda).

Rozhodovatel má k dispozici kardinální informace o kritériích-V tomto případě zná rozhodovatel mimo pořadí preferencí jednotlivých kritérií i rozestupy mezi nimi (Saatyho metoda a bodovací metoda) (Friebeľová, 2007).

Příklady metody stanovení vah kritérií: Metoda pořadí, metoda Fullerova trojúhelníku, metoda bodovací, Saatyho metoda (Fiala, 2013).



5.4. Stávající strojní zařízení

V následující tabulce (tab.2) jsou znázorněny hlavní technické parametry stávajícího strojního zařízení (obr.13), (obr.14). S těmito parametry budou počítány parametry a výsledky budou porovnávány s výsledky kapacitních výpočtů u navrhovaných strojů. Prvními dvěma body jsou v tabulce jsou max. průměr kmene a max. šířka trámu. U této pily je možné zpracovávat surovinu o průměru kmene až 1000 mm což, není obvyklý průměr u kmenových pásových pil, u této pily je to jedna z kladných věcí. Dalším parametrem v tabulce jsou rozměry pilového pásu. Pilový pás je jedna z věcí, která značně ovlivňuje výtěž u stroje. U stávajícího zařízení se musí nástroj u stroje měnit každý týden. Pilový pás je veden na pásovnicích o průměru 900 mm. Dalším parametrem, který tabulka obsahuje je sekce k posuvu materiálu do řezu, která je dlouhá 25 m. Ta to sekce propojuje budovu s kmenovou pásovou s budovou pro uskladnění suroviny. Dalšími zmíněnými parametry jsou výkon, min. a max. délka řezu, max. průchod ramen, hmotnost a posuvná rychlost, jako jeden ze základních parametrů, který je obsažený v kapacitním výpočtech. Posledním bodem tabulky je pořizovací cena strojního zařízení.

Tabulka 2: Technické parametry

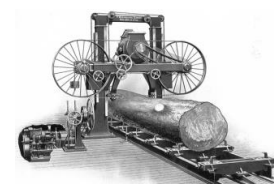
Strojní zařízení	
Parametry	
Max. průměr kmene	1000 mm
Max. šířka trámu (desky)	650 mm
Rozměry pilového pásu	5600 x 34 x 1,10 mm
Průměr pásovnice	900 mm
Délka prodlužovací sekce	-
Výkon motoru	20 KW
Min. délka řezu	1 m
Max. délka řezu	neomezeno
Min. výška řezu	50 mm
Max. průchod ramen	600 mm
Rychlost posuvu	5 m/min
Hmotnost	520 kg
Pořizovací cena	500 000 Kč



Obrázek 13: Pohled zepředu na kmen. pás. pilu pilnice Soběslavice



Obrázek 14: Kmenová pásová pila pilnice Soběslavice



Kapacitní výpočty

Kapacita stroje = výkonnost, měří se v kusech, nebo v objemu vyrobených výrobků, nebo zpracovaného dřeva, též v množství nařezané plochy, za určitou časovou jednotku (hodina, směna, den, sek.). Rozlišujeme tři druhy: technologická, technická, provozní. V práci počítáme s provozní kapacitou neboli efektivní.

V následující tabulce (tab.3) jsou uvedeny základní potřebné parametry se kterými budou prováděny kapacitní výpočty stávající kmenové pásové pily a nových strojů. Tyto výpočty poslouží, jako jeden z podkladů pro výběr nového strojního zařízení.

Tabulka 3: Základní parametry pro výpočty

Základní parametry	
Délka směny	8 h
Časové využití chodu stroje	0,91
Tech. využití chodu stroje	0,97
Posuvná rychlost	6 m/min
Průměr výřezu	50 cm
Délka výřezu	5,1 m
Počet pracovních dní v roce	251

Výpočet efektivní kapacity stávajícího stroje

Efektivní kapacita vyjadřuje vyrobené množství výrobků za časovou jednotku tak, že se započítávají všechny ztráty, které mohou při výrobě vzniknout.

Než budeme moci spočítat efektivní kapacitu stroje musíme si dopočítat neznámé hodnoty (C_{ef} , k_1 , k_2 , C_t , C_{tlog}).

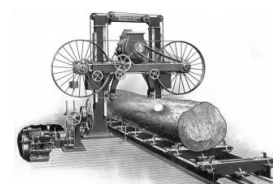
$$C_{tlog} = \frac{1}{T_h} = \frac{1}{900} \quad (11)$$

$$C_t = \frac{1}{T_p + T_e} = \frac{1}{340 + 480} = \frac{1}{920} \quad (12)$$

$$C_{ef} = \frac{1}{T_e + T_p + T_{st}} = \frac{1}{480 + 340 + 200} = \frac{1}{1020} \quad (13)$$

$$k_1 = \frac{C_{ef}}{C_t} = \frac{\frac{1}{1020}}{\frac{1}{920}} = \mathbf{0,91} \quad (14)$$

$$k_2 = \frac{C_t}{C_{tlog}} = \frac{\frac{1}{920}}{\frac{1}{900}} = \mathbf{0,97} \quad (15)$$



U dřevařských strojů rozlišujeme dva principy mechanického opracování:

- Obrobek je obráběný při přechodu skrz stroj,
- Obrobek je fixovaný (stojí) v určité poloze a akční mechanismy se pohybují (MHPP – do řezu).

Pro výpočet efektivní kapacity zařízení použijeme vzorec pro vzorec provozní kapacity pro průchodové stroje.

$$C_{ef/sm} = \frac{U \times T_s \times i \times k_1 \times k_2}{L \times i_0} = \frac{6 \times 480 \times 0,91 \times 0,97 \times 1}{5 \times 8} = \mathbf{63,554} \quad (16)$$

Za směnu je pila schopna vyrobit 63 výřezů.

Denní objem zpracované kulatiny

$$V_d = \frac{1255}{251} = 5 \text{ m}^3/\text{den} \quad (17)$$

Stanovení reprezentanta průměrného předpokládaného výřezu

Na základě předpokládaného průměrného výřezu stanovíme reprezentanta, kterého budeme používat ve výpočtech. Mnou stanovený středový výřez u stávajícího strojního zařízení má průměr 40 cm a délka 5 m.

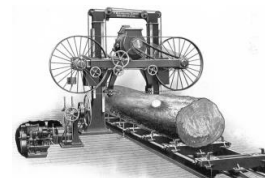
$$V_v = \frac{\pi \times 0,4^2}{4} \times 5 = \mathbf{0,628 \text{ m}^3} \quad (18)$$

Objem reprezentovaného průměrného výřezu je 0,628 m³.

Potřebný čas na pořez jednoho výřezu

Pro tento výpočet je potřebné vědět, že rok 2020 má 262, z toho je 251 dní pracovních. Pracovní směna má 8 h, což je 480 min, s tím to číslem však nemůžeme počítat, jelikož v tom je započítaný i například čas na opravu strojů, nebo výměna nástrojů. Pro náš výpočet budeme tedy uvažovat s pracovní dobou 6,5 h. Dále potřebujeme vědět objem zpracované kulatiny za rok, což je u naší pilnice 1255 m³/rok.

$$T_v = 0,628 \times \frac{251 \times 390}{1255} = 448,984 \cong \mathbf{49 \text{ min}} \quad (19)$$



Výpočet zpracovaného objemu za 1 hodinu

$$Q_h = \frac{1255}{251 \times 1 \times 390} = \mathbf{0,0128 \text{ m}^3/\text{hod}} \quad (20)$$

Za směnu je tedy pila schopna zpracovat 0,102 m³

Množství průměrných kusů zpracovaných za 1 min

$$Q = \frac{0,0128}{0,628} = \mathbf{0,0203 \text{ ks/min}} \quad (21)$$

Objem vyrobeného řeziva

K tomuto výpočtu potřebujeme již zmíněný objem zpracované kulatiny za rok, což je 1255 m³/rok. Dále bereme v potaz, že výtěž u jehličnatých dřevin při pořezu prizmováním je 62 %, z toho středová výtěž je 45 % a boční 17 %. U listnatých dřevin, jestliže provádíme pořez naostro je výtěž celkově 77 %, z toho boční řezivo 15 % a středové 62 %. Poměr zpracované suroviny v pilnici je 90% jehličnaté dřeviny a 10% listnaté dřeviny.

Listnaté řezivo

Středové řezivo

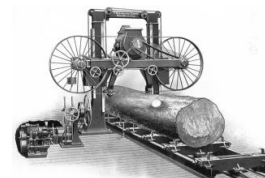
$$V_{LSstřed} = 1255 \times 0,62 \times 0,1 = \mathbf{77,81 \text{ (m}^3/\text{rok)}} \quad (22)$$

Boční řezivo

$$V_{LSbok} = 1255 \times 0,15 \times 0,1 = \mathbf{18,83 \text{ (m}^3/\text{rok)}} \quad (23)$$

Celkový objem řeziva

$$V_{LSC} = 77,81 + 18,83 = \mathbf{96,64 \text{ (m}^3/\text{rok)}} \quad (24)$$



Jehličnaté řezivo

Středové řezivo

$$V_{\text{JHstřed}} = 1255 \times 0,45 \times 0,9 = \mathbf{56,48 \text{ (m}^3\text{/rok)}} \quad (25)$$

Boční řezivo

$$V_{\text{JHbok}} = 1255 \times 0,17 \times 0,9 = \mathbf{192,015 \text{ (m}^3\text{/rok)}} \quad (26)$$

Celkový objem řeziva

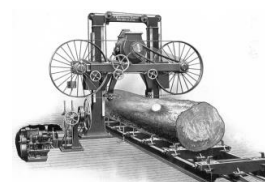
$$V_{\text{JHC}} = 192,015 + 56,48 = \mathbf{248,5 \text{ (m}^3\text{/rok)}} \quad (27)$$

Celkový objem vyrobeného řeziva je tedy 345,14 (m³/rok).

Celková výtěž vyrobeného řeziva

Je rozdíl mezi výtěží u jehličnaté a u listnaté dřeviny. Mimo struktury dřeva, také zaleží na způsobu pořezu dřeviny. Při pořezu jehličnaté dřeviny způsobem prizmování je objemová výtěž z výřezů středového řeziva 35 – 48 %, výtěž bočního řeziva kolem 18 % a celková výtěž se pohybuje okolo 62 %. Při způsobu pořezu naostro je výtěž podstatně vyšší a to až 85 % (Janák; Král, 2003). U listnatých dřevin, jestliže provádíme pořez naostro je výtěž celkově 77 %, z toho boční řezivo 15 % a středové 62 % (Janák, 2003).

$$\text{výtěž} = \frac{345,14}{1255} \times 100 = \mathbf{27,5 \%} \quad (28)$$

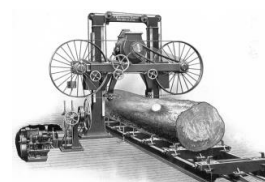


6. Výsledky práce-návrh strojního zařízení a dopravníkového systému

Při návrhu nového strojního zařízení se vychází z kapacitních výsledků stávajícího strojního zařízení v pilnici. Tyto výpočty byly provedeny v kapitole (kap.5).

Na základě kapacitních výpočtů stroje v pilnici je vybudován návrh nového stroje. Toto strojní zařízení budeme navrhovat pro to, abychom dosáhli lepší efektivity výroby, a to ve výrobě většího množství výřezů, za menší čas. K návrhu optimalizace stávajícího hlavního stroje v pilnici budeme pracovat s celkem s šesti navrhovanými pilami. První tři pily budou pily s elektromotorem a benzínovým motorem. Materiál se tedy neposouvá do řezu manuálně. Další tři pily jsou pily s menším výkonem benzínového motoru a s manuální posuvem materiálu do řezu. Budou prováděny tedy dva návrhy. Dva návrhy budou provedeny pro to, aby bylo zváženo co nejvíce možností s cílem navrhnout, co nejlepší a co nejvíce vyhovující řešení pro pilařský podnik. U obou návrhů bude použit stejný průměrný reprezentant výřezu. V tabulce (tab.4) můžeme vidět tři kmenové pásové pily se skoro totožnými parametry. Jedná se o pily o stejném výkonu motoru 5,5 KW a o max. průměru kmene 660 mm. Za to tu tabulku je vytvořen jeden zástupce (tab.5) se, kterým budu počítat kapacitní a další parametry, které jsem si stanovila pro návrh nového strojního zařízení. Zástupce se vytvoří průměrem hodnot všech tří strojních zařízení.

To samé se udělá i u druhé varianty (tab.6), která obsahuje také tři strojní zařízení se stejnými parametry, avšak stroje v této tabulce mají nižší výkon motoru, který je 4 KW a jsou schopny pořezat kulatinu o max. průměru kulatiny 550 mm. Jako u předešlé varianty se stanoví jeden zástupce (tab.7) a spočítají se potřebné ukazatele pro zhodnocení.



6.1. Varianta 1

V tabulce (tab.4) můžeme vidět vybraná strojní zařízení pro návrh nového strojního zařízení do pilařského podniku. Jedné se o zařízení o výkonu 5,5 KW.

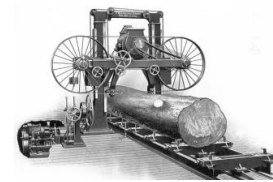
Tabulka 4: Rozhodující parametry strojních zařízení u strojů do max. průměrů kmene 660 mm

Navrhované strojní zařízení			
Rozhodující parametry	DRS -26 E	LUMAG BSW66 400V	SYNNWOOD SN 660 E
Max.průměr kmene	660	660	660
Max. šířka trámu (desky)	600	580	595
Rozměry pilového pásu	3670 x 34 x 09 mm	3660 x 34 x 1.1 mm	3670 x 32 x 0,9 mm
Délka prodlužovací sekce	4 m	4 m	6,5 m
Výkon motoru	5,5 KW	5,5 KW	5,5 KW
Min. délka řezu	1 m	1 m	1 m
Max. délka řezu	neomezené	neomezené	neomezené
Min. výška řezu	35 mm	35 mm	30 mm
Průměr pásovnice	450 mm	450 mm	450 mm
Max. průchod ramen	500 mm	500 mm	500 mm
Rychlost posuvu	15 m/min	15 m/min	15 m/min
Hmotnost	352 kg	362 kg	344 kg
Cena s HPH	139 000	119 900	110 000

V tabulce (tab.5) je můžeme vidět průměrného zástupce, sestaveného z předešlé tabulky (tab.4).

Tabulka 5: Zástupce vytvořený z tabulky (tab.4)

Zástupce varianta 1		
Max. průměr kmene	660	mm
Max. šířka trámu	590	mm
Rozměry pilového pásu	3670 x 34 x 0,9	mm
Min.výška řezu	35	mm
Průměr pásovnice	450	mm
Max. průchod ramen	500	mm
Délka prodlužovací sekce	5	m
Výkon morotu	5,5	KW
Rychlost posuvu	15	m/min
Hmotnost	350	kg



Výpočet efektivní kapacity navrhovaného stroje

$$C_{tlog} = \frac{1}{T_h} = \frac{1}{900}$$

$$C_t = \frac{1}{T_p + T_e} = \frac{1}{340 + 480} = \frac{1}{920}$$

$$C_{ef} = \frac{1}{T_e + T_p + T_{st}} = \frac{1}{480 + 340 + 200} = \frac{1}{1020}$$

$$k_1 = \frac{C_{ef}}{C_t} = \frac{\frac{1}{1020}}{\frac{1}{920}} = 0,91$$

$$k_2 = \frac{C_t}{C_{tlog}} = \frac{\frac{1}{920}}{\frac{1}{900}} = 0,97$$

$$C_{ef/sm} = \frac{U \times T_s \times i \times k_1 \times k_2}{L \times i_0} = \frac{15 \times 480 \times 0,91 \times 0,97 \times 1}{5 \times 8} = \mathbf{158,886}$$

Za směnu by pila byla schopna vyrobit 158 výřezů, což je 99,78 m³

Roční objem zpracované kulatiny

$$V_r = 99,78 \times 251 = \mathbf{25\,044\ m^3/rok}$$

Stanovení reprezentanta průměrného předpokládaného výřezu

Reprezentant je stanovený z (tab.3). Ve výpočtu používáme délku výřezu 5 m a průměr výřezu 400 mm.

$$V_v = \frac{\pi \times 0,4^2}{4} \times 5 = \mathbf{0,628\ m^3}$$

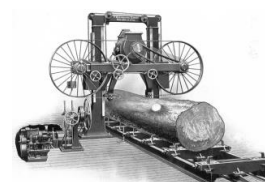
Potřebný čas na pořez jednoho výřezu

K tomu to výpočtu stejně, jako u výpočtu potřebného času na pořez u stávajícího zařízení použijeme stejný počet dní, což je 251 a stejný využitý čas při pořezu, což je 390 min.

$$T_v = 0,628 \times \frac{251 \times 390}{25\,044} = 3,908 \cong \mathbf{4\ min}$$

Výpočet zpracovaného objemu za 1 hodinu

$$Q_h = \frac{25044}{251 \times 1 \times 390} = \mathbf{0,255\ m^3/hod}$$

**Množství průměrných kusů zpracovaných za 1 min**

$$Q = \frac{0,255}{0,628} = 0,407 \text{ ks/min}$$

Objem vyrobeného řeziva**Listnatého řeziva****Středové řezivo**

$$V_{LSstřed} = 25044 \times 0,62 \times 0,1 = 1552,7 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Boční řezivo

$$V_{LSbok} = 25044 \times 0,15 \times 0,1 = 375,6 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Celkový objem řeziva

$$V_{LSC} = 1552,7 + 375,6 = 1928,36 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Jehličnaté řezivo**Středové řezivo**

$$V_{JHstřed} = 25044 \times 0,45 \times 0,9 = 10142,8 \text{ (m}^3\text{)}$$

Boční řezivo

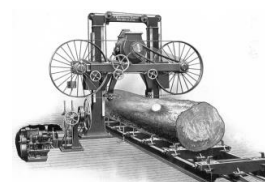
$$V_{JHbok} = 25044 \times 0,17 \times 0,9 = 3831,7 \text{ (m}^3\text{)}$$

Celkový objem řeziva

$$V_{JHC} = 10142,8 + 3831,7 = 13974,5 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Celková výtěž vyrobeného řeziva

$$\text{výtěž} = \frac{15902,86}{25044} \times 100 = 63,5 \%$$



6.2. Varianta 2

Stejně jako u varianty jedna, tak i u varianty 2 jsem pro návrh strojního zařízení do podniku vybrala tři strojní zařízení, tentokrát byla zvolena zařízení o nižším výkonu, a to o výkonu 4 KW. Tato zařízení můžeme vidět v (tab.6).

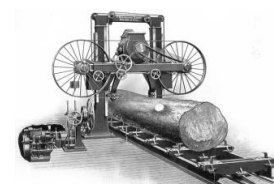
Tabulka 6: Rozhodující parametry strojních zařízení u strojů do max. průměrů kmene 550 mm

Navrhované strojní zařízení			
Rozhodující parametry	HOLZMANN BBS550	PILOUS CTR 550 E	LUMAG BSW550 GL
Max. průměr kmene	550 mm	550 mm	550 mm
Max. šířka trámu (desky)	435 mm	400 mm	420 mm
Rozměry pilového pásu	3200 x 27 x 0,9 mm	3200 x 27 x 0,9 mm	3200 x 27 x 0,9 mm
Min. výška řezu	20 mm	20 mm	20 mm
Max. průchod ramen	200 mm	220 mm	200 mm
Délka prodlužovací sekce	2,3 m	2,25 m	neomezeno
Výkon motoru	4 KW	4 KW	4 KW
Min. délka řezu	1 m	1 m	1 m
Max. délka řezu	neomezené	neomezené	neomezené
Průměr pásovnice	400 mm	400 mm	400 mm
Rychlost posuvu	manuální	manuální	manuální
Hmotnost	355 kg	260 kg	290 kg
Cena s HDP (v Kč)	93 249	93 800	89 990

V tabulce (tab.7) je stejně jako u předešlé varianty je sestaven průměrný zástupce pro kapacitní výpočty, které jsou potřebné pro návrh nového strojního zařízení.

Tabulka 7: Zástupce vytvořený z tabulky (tab.6)

Zástupce varianta 2		
Max. průměr kmene	550	mm
Max. šířka trámu	419	mm
Rozměry pilového pásu	3200 x 27 x 0,9	mm
Min. výška řezu	20	mm
Průměr pásovnice	400	mm
Max. průchod ramen	206	mm
Délka prodlužovací sekce	5	m
Výkon motoru	4	Kw
Rychlost posuvu	manuální	m/min
Hmotnost	350	kg



Před samotnými kapacitními výpočty si musíme dopočítat u tohoto stroje posuvnou rychlost, jelikož posuv u těchto pil je manuální a výrobci jej neuvádí. Proto, abychom mohli dopočítat rychlost posuvu musíme však ještě dopočítat a zjistit neznámé z tohoto vzorce, jako je řezná rychlost. Abychom mohli spočítat řeznou rychlost potřebujeme vědět, že průměr pilového kotouče těchto strojů je 400 mm a frekvence otáčení je 1500 min⁻¹. K samotnému dopočítání posuvné rychlosti potřebujeme vědět, že posuv na zub 0,2 mm a rozestup zubů je 35 mm.

Řezná rychlost v_c

$$v_c = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 1500}{60000} = \mathbf{31,41 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}}$$

Posuvná rychlost v_f

$$v_f = 60 \cdot 31,41 \cdot \frac{0,2}{35} = \mathbf{10,77 \cong 11 \text{ (m.min}^{-1}\text{)}}$$

Výpočet efektivní kapacity navrhovaného stroje

$$C_{tlog} = \frac{1}{T_h} = \frac{1}{900}$$

$$C_t = \frac{1}{T_p + T_e} = \frac{1}{340 + 480} = \frac{1}{920}$$

$$C_{ef} = \frac{1}{T_e + T_p + T_{st}} = \frac{1}{480 + 340 + 200} = \frac{1}{1020}$$

$$k_1 = \frac{C_{ef}}{C_t} = \frac{\frac{1}{1020}}{\frac{1}{920}} = 0,91$$

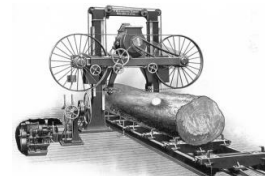
$$k_2 = \frac{C_t}{C_{tlog}} = \frac{\frac{1}{920}}{\frac{1}{900}} = 0,97$$

$$C_{ef/sm} = \frac{U \times T_s \times i \times k_1 \times k_2}{L \times i_0} = \frac{11 \times 480 \times 0,91 \times 0,97 \times 1}{5 \times 8} = \mathbf{116,516}$$

Za směnu by pila byly schopna vyrobit 116 výřezů, což je 72,84 m³

Roční objem zpracované kulatiny

$$V_r = 251 \times 72,84 = \mathbf{18\ 284 \text{ m}^3/\text{rok}}$$



Stanovení reprezentanta průměrného předpokládaného výřezu

$$V_v = \frac{\pi \times 0,4^2}{4} \times 5 = \mathbf{0,628 \text{ m}^3}$$

Potřebný čas na pořez jednoho výřezu

$$T_v = 0,628 \times \frac{251 \times 390}{18284} = 3,36 \cong \mathbf{4 \text{ min}}$$

Výpočet zpracovaného objemu za 1 hodin

$$Q_h = \frac{18284}{251 \times 1 \times 390} = \mathbf{0,186 \text{ m}^3/\text{hod}}$$

Množství průměrných kusů zpracovaných za 1 min

$$Q = \frac{0,186}{0,628} = \mathbf{0,297 \text{ ks/min}}$$

Objem vyrobeného řeziva

Listnatého řeziva

Středové řezivo

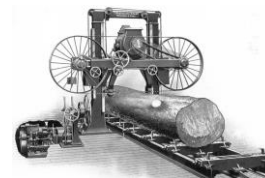
$$V_{LSstřed} = 18284 \times 0,62 \times 0,1 = \mathbf{1133,6 \text{ (m}^3/\text{rok)}}$$

Boční řezivo

$$V_{LSbok} = 18284 \times 0,15 \times 0,1 = \mathbf{274,26 \text{ (m}^3/\text{rok)}}$$

Celkový objem řeziva

$$V_{LSC} = 1133,6 + 274,26 = \mathbf{1407,86 \text{ (m}^3/\text{rok)}}$$

**Jehličnaté řezivo****Středové řezivo**

$$V_{JHstřed} = 18284 \times 0,45 \times 0,9 = 7405,02 \text{ (m}^3\text{)}$$

Boční řezivo

$$V_{JHbok} = 18284 \times 0,17 \times 0,9 = 2797,45 \text{ (m}^3\text{)}$$

Celkový objem řeziva

$$V_{JHC} = 7405,02 + 2797,45 = 10202,47 \text{ (m}^3\text{/rok)}$$

Celková výtěž

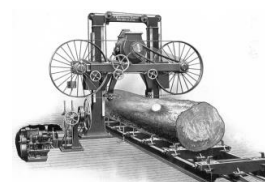
$$\text{výtěž} = \frac{11610,33}{18284} \times 100 = 63,49 \cong 64 \%$$

6.3. Soupis výsledků z kapacitních výpočtů

V následující tabulce (tab.8), jsou zaznamenány výsledky z kapacitních výpočtů – pořez kulatiny, pro jednotlivé skupiny strojních zařízení neboli pro stávající strojní zařízení pilařského podniku, dále pak kapacitní výsledky pro navrhovanou skupinu strojních zařízení o výkonu motoru 4 KW (tab.6) a taktěž pro stroje o výkonu motoru 5 KW (tab.4).

Tabulka 8 : Srovnání stávajícího zařízení s navrhovanými stroji – pořez kulatiny

	Efektivní kapacita	Roční objem zpracované kulatiny	Denní objem zpracování kulatiny	Potřebný čas na pořez jednoho výřezu	Výpočet zpracovaného objemu za 1 hodinu	Množství průměrných kusů zpracovaných za 1 min	Výpočet zpracovaného objemu za směnu	Objem průměrného přířezu (m ³)
		(m ³)	(m ³)	(min)	(ks/h)	(ks/min)	(ks)	(m ³)
Stávající kmenová pásová pila	63,55	1 255	5,00	49	0,0128	0,0203	0,102	0,628
Zařízení ze skupiny kmenových pil o výkonu 4 kw	116,52	18 284	72,84	4	0,186	0,297	1,488	0,628
Zařízení ze skupiny kmenových pil o výkonu 5 kw	158,89	25 044	99,78	4	0,255	0,407	2,040	0,628

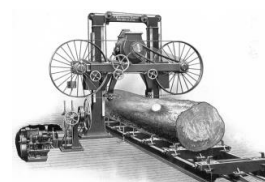


V tabulce (tab.9) jsou zapsána data kapacitních výsledků zpracování řeziva. Jako v předchozí tabulce jsou zde data od stávajícího zařízení, skupiny strojního zařízení z tabulky (tab.4) a z tabulky (tab.6).

Tabulka 9: Srovnávací tabulka stávajícího zařízení s navrhovanými stroji – zpracování řeziva

	Objem listnatého řeziva			Objem jehličnatého řeziva			Celková výtěž z vyrobeného listnatého řeziva	Celková výtěž z vyrobeného jehličnatého řeziva	Celkový objem vyrobeného řeziva	Celková výtěž z vyrobeného řeziva
	Středové řezivo	Boční řezivo	Celkový objem řeziva	Středové řezivo	Boční řezivo	Celkový objem řeziva				
	(m ³ /rok)	(m ³ /rok)	(m ³ /rok)	(m ³ /rok)	(m ³ /rok)	(m ³ /rok)				
Stávající kmenová pásová pila	77,81	18,83	96,64	56,48	192,02	248,5	7,7	19,8	345,14	27,5
Zařízení ze skupiny kmenových pil o výkonu 5,5 kw	1 552,7	375,60	1 928,36	10 142,80	3 831,70	13 974,5	7,7	55,8	15 902,86	63,5
Zařízení ze skupiny kmenových pil o výkonu 4 kw	1 133,6	274,26	1 407,86	7 405,02	2 797,45	10 202,47	7,7	55,8	11 610,33	63,5

Z tabulky (tab.8) a (tab.9) vyplývá, že nejlepších výsledků dosáhla zařízení ze skupiny kmenových pásových pil o výkonu 5 KW. Stroje v této skupině jsou schopny zpracovat kulatinu o objemu cca 25000 m³/rok. V porovnání se stávajícím zařízením pilnice je to téměř dvacet čtyřikrát více. Když porovnáme celkový objem vyrobeného řeziva u stávajícího zařízení a u navrhovaných zařízení, tak skupina strojů o výkonu 5,5 KW vyrobí téměř dvacetkrát více řeziva a stroje ze skupiny o výkonu 4 KW vyrobí téměř čtrnáctkrát více jak stávající strojní zařízení. Porovnáme-li čas potřebný k pořezu jednoho kusu kulatiny, vidíme značný rozdíl mezi pilou, kterou pilnice disponuje a mezi navrhovanými stroji. U stávajícího stroje je tento čas 49 min a u navrhovaných zařízení je to cca 4 min, což je téměř dvanáctkrát méně. Ve výpočtech bylo tedy počítáno se stanoveným průměrným zástupem výřezu o objemu 0,628 m³.



6.4. Hodnocení variant metodou vícekriteriální rozhodování

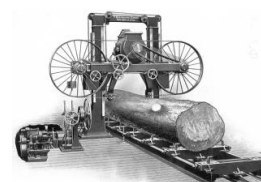
Jak jsem již zmínila v metodické části mé práce variant, jak rozhodnout které strojní zařízení je pro mnou zvolenou pilnice nejlepší je mnoho. Já použiji dvě ekonomické metody vícekriteriálního rozhodování. První použitá metoda vícekriteriálního rozhodování je metoda s použitím stanovení váhy kritéria metoda takzvaně „bodová“ a druhá použitá metoda pro stanovení lepšího strojního zařízení je metoda, kde jsou jednotlivé parametry „známkovány“, přičemž 1 = nejlepší a 4 = nejhorší.

Hodnotící parametry

Novou kmenovou pilu nemůžeme vybrat pouze na základě ceny, musíme brát v úvahu i další parametry, které nám zvyšují kapacitu strojního zařízení. Mezi tyto parametry patří typ (provedení) vozíku, dovednost obsluhy, druh a rozměry materiálu určeného k pořezu, dále také způsob pořezu hmoty, mimo to záleží i na kvalitě a geometrii pilového pásu. Kvalitě pásu a jeho údržbě musíme věnovat patřičnou pozornost. Při nedostatečné údržbě a nedostatečně kvalifikované obsluze může dojít k přetržení pilového pásu, nebo ke špatné kvalitě řezu.

V hodnotících tabulkách jsou uvedené tyto parametry – pilové pásy, u nich porovnáváme rozměry a z jakého materiálu jsou vyrobeny. V tabulce (tab.4) máme zastoupené pily s rozměry pilového pásu 3670 x 34 x 0,9. Tyto pásy jsou bimetalové a oproti pásům, které mají pily v tabulce (tab.6) mají výhodu v tom, že mají větší rozteč zubů, která umožňuje větší produktivitu při řezání velkých průměrů kmenů. Řezná spára u těchto pásů je 1,6 mm. Rozměry pásu v tabulce (tab.6) jsou 3200 x 27 x 0,9 a řezná spára je 1,8 mm (pilous.cz, 19.11.2020). Tloušťka řezné spáry závisí na druhu dřeviny a šířce řezu, na tloušťce základního materiálu pilového pásu a rychlosti posuvu a přesnosti lamel (neva.cz, 20.11.2020).

Další parametry uvedené v tabulce: provedení motoru strojního zařízení, způsob posuvu materiálu do řezu neboli provedení vozíku, dále pak cena, jako jedna z hlavních složek ovlivňující nám návrh stroje, dále pak zmiňuji parametr produktivita – hodnotím z mnou vypočítaných parametrů, energetická náročnost, údržba a jako poslední faktor v tabulce je zaškolení pracovníků.



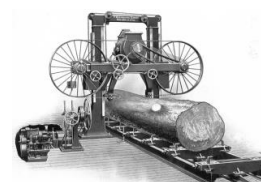
6.4.1. Varianta hodnocení 1

Ve variantě jedna v tabulce (tab.10) budeme hodnotit strojní zařízení metodou hodnocení s použitím váhy kritéria. Princip spočívá v tom, že k jednotlivým kritériím bude přidělena váha důležitosti a u každé varianty stanovíme bodově, do jaké míry nám to tato varianta splňuje. Neboli čím více bodů varianta dostane tím lepší řešení. Mimo důležitosti můžeme rozlišit pomocí váhy kritéria i subjektivní názor, nebo přání u jednotlivých parametrů.

Tabulka 10: Metoda hodnocení vahou kritéria

Kritérium	Váha kritéria	Varianta 1	Varianta 2
Řezná spára	6	1/6	2/12
Pilové pásy	2	2/4	1/2
Motor (elektrický/benzínový)	1	1/1	2/2
Posuv materiálu (provedení vozíku)	7	2/14	1/7
Údržba	4	1/4	2/8
Produktivita	8	2/16	1/8
Energetická náročnost	5	1/5	2/10
Zaškolení pracovníků	3	1/3	2/6
Součet	-	53	55
Pořadí	-	2	1

Z tabulky vyplívá, že mezi nejdůležitějším parametrem byla stanovena produktivita, které jsme se dali největší váhu a to váhu 8. Mezi další důležité a pro návrh podstatné parametry jsme zařadili řeznou spáru, způsob posuvu materiálu do řezu, kdy jsme dali řezné spáře hodnotu 6 a posuvu materiálu váhu 7. Dalšími zmíněnými parametry v tabulce jsou pilové pásy s váhou 2, motor s váhou 1, údržba s váhou 4, energetická náročnost s váhou 5 a zaškolení pracovníků s váhou 3.



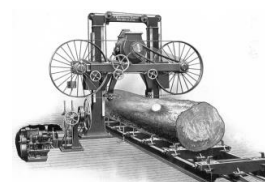
6.4.2. Varianta hodnocení 2

U této metody budeme hodnotit jednotlivá kritéria způsobem známkováním viz. tabulka (tab.11). Po zhodnocení parametrů v této tabulce srovnáme výsledek z této tabulky s výsledkem z tabulky (tab.10). Na základě tohoto porovnání se navrhne lepší strojní zařízení.

Tabulka 11: Metoda hodnocení pomocí bodů

Kritérium	Varianta 1	Varianta2
Řezná spára	2	1
Pilové pásy	1	2
Motor (elektrický/benzínový)	3	2
Posuv materiálu (provedení vozíku)	1	4
Údržba	3	1
Produktivita	2	3
Energetická náročnost	3	2
Zaškolení pracovníků	2	1
Součet	17	16
Pořadí	2	1
Počet 1.míst	2	3
Pořadí	2	1

Po zhodnocení parametrů metodou vah kritérií v (tab.10), jsem dospěla k závěru, že lepší varianta strojního zařízení pro mnou zvolený pilařský podnik je varianta 2. Ke stejnému výsledku jsem dospěla i v druhém případě hodnocení parametrů, kdy jsem hodnotila parametry pomocí metody známkování (tab.11). Strojní zařízení tedy stanovím z varianty 2 do, které patří strojní zařízení s pořezem kulatiny do max. průměrů kmene 550 mm. Do této skupiny patří kmenové pásové pily: HOLZMANN BBS 550, PILOUS CTR 550E, LUMAG BSW 550GL. Pro pilařský podnik navrhuji tedy kmenovou pásovou pilu od výrobce HOLZMANN. Toto rozhodnutí jsem udělala na základě ceny, kdy je cena této pily nejnižší z této skupiny pil. Cena strojního zařízení je 93 249 Kč.



Pro konečný návrh musíme do návrhu zahrnout i kapacitní výsledky od jednotlivých skupin strojních zařízení, přehled parametrů těchto zařízení jsou zaznamenány v tabulkách (tab.8) a (tab.9). Nejlepších výsledků dosáhla skupina zařízení s nejvyšším výkonem. Pro mnohou optimalizovaný pilařský podnik je však tato skupina nevhodná z pohledu velkého množství zpracované kulatiny, kterou by neměla pilnice kde skladovat a pro vyrobené výrobky by neměla taktéž skladovací prostory. Nejvhodnější strojní zařízení pro pilnici jsem stanovila na základě tedy, jak posouzení kapacitních výpočtů, tak i na základě parametrů jednotlivých strojních zařízení.

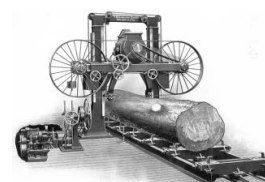
6.5. Dopravní zařízení

Dle ČSN 260001 je dopravní zařízení definováno jako zařízení určené k vodorovnému, úklonnému a svislému přemísťování nákladu, který je na dopravní zařízení přiveden jiným mechanismem, nebo ručně. Při manipulaci s nákladem se obvykle nemění jeho fyzikální vlastnosti a struktura. Podstatná část zařízení je v klidu, pohybuje se náklad a část zařízení od nákladu (unášecí prostředek). Unášecí prostředek se pohybuje s nákladem, přenáší zatížení od nákladu do nosné konstrukce a předává energii nákladu potřebnou k jeho pohybu. Tažným prvkem dopravníku je část předávající energii z pohonu na unášecí prostředek (Polák, J a kol. 2003). Dopravní zařízení můžeme dělit z několika hledisek. Těmito hledisky jsou např. dle konstrukčního uspořádání, dle unášecího prostředku apod. V následující tabulce (tab. 12) je zobrazeno zjednodušené dělení dopravních zařízení.

Tabulka 12: Zjednodušený přehled rozdělení dopravních zařízení

Dopravní zařízení			
1.	Dopravníky	S tažným prvkem	Pásové
			Lanopásové
			Řetězové
		Bez tažného prvku	Korečkové
			Podvěsné
			Šnekové
2.	Dopravní tratě	Poháněné	
		Nepoháněné	
3.	Doprava v potrubí	Hydraulická	
		Pneumatická	
4.	Doprava vlastní tíhou	Skluzy přímé	
		Skluzy šroubovicové	

Optimalizovaný pilařský provoz je v současné době vybaven pouze válečkovým dopravníkovým systémem u hranolovací pily. Dopravníkových prostředků pilnice potřebuje více, a to pro snadnější a rychlejší manipulaci s materiálem u kmenové pásové



pily a k odsunu materiálu od zkracovací, rozmítací pily. Pro zefektivnění a zrychlení celého výrobního procesu byl navržen již provozem osvědčený válečkový dopravníkový systém. Válečkovou dopravní trať tvoří soustava válečků otočných kolem os uložených v rámu a kolmých na směr dopravy. Trať může být dvojího typu a to buď přímá, nebo oblouková. Válečková trať slouží výhradně k manipulaci s kusovým materiálem. Válečky se vyrábějí v normalizovaných průměrech a délkách (POLÁK, J a kol. 2003).

Tabulka 13: Navrhované válečkové dopravníky délky 2 m

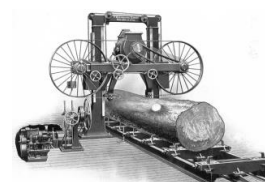
Válečkový dopravník délky 2 m	Rozměry			Max. nosnost	Průměr válce	Šířka válce	Počet válců	Materiál válců	Hmotnost	Způsob přepravy	Cena
	Výška	Šířka	Délka								
	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(mm)	(mm)	(ks)	(kg)	(S pohonem /bez pohonu)	(Kč)	
PROMA PS-609	650-1 100	450	2 000	800	60	420	7	Ocel	45	-	6 740
BOMAR M330	730-1 130	400	2 000	950	60	330	7	Ocel	39	-	4 547
OPTIMUM MSR 7	650-950	440	2 000	360	60	360	7	Ocel	58	-	9 668
KARAS 27T01	865-936	400	2 000	790	60	300	11	Ocel	29	-	7 890
HOLZMANN RB 9L	660-1 130	400	2 000	800	60	330	9	Ocel	57	-	6 993
Max.váha = 10	5	7	5	9	2	2	1	6	7	4	10
PROMA PS-609	6	9	6	7	5	4	4	7	6	2	7
BOMAR M330	7	6	6	9	5	2	4	7	7	2	9
OPTIMUM MSR 7	5	8	6	3	5	3	4	7	4	2	2
KARAS 27T01	3	6	6	6	5	1	6	7	8	2	4
HOLZMANN RB 9L	7	6	6	7	5	3	5	7	5	2	6
Strojní zařízení	Body	Pořadí									
PROMA PS-609	370	2									
BOMAR M330	395	1									
OPTIMUM MSR 7	256	5									
KARAS 27T01	305	4									
HOLZMANN RB 9L	336	3									

Z tabulky(tab.13) vyplývá, že nejlepšími výsledky dosáhl válečkový dopravník od výrobce BOMAR. Jedná se tedy o dopravník BOMAR M330. Tento dopravník disponuje svou maximální nosností 950 kg, hmotností 39 kg a cenou 4 547 Kč.

Tabulka 14: Navrhované válečkové dopravníky délky 3 m

Válečkový dopravník délky 3 m	Rozměry			Nosnost	Průměr válce	Šířka válce	Počet válců	Materiál válců	Hmotnost	Způsob přepravy	Cena
	Výška	Šířka	Délka								
	(mm)	(mm)	(mm)	(kg)	(mm)	(mm)	(ks)	(kg)	(S pohonem /bez pohonu)	(Kč)	
ROUTE	890-960	510	3 000	400	40	300	14	Ocel	98	-	14 150
PILOUS M 400 AB	865-935	380	3 000	900	60	300	10	Ocel	61	-	8 130
MSW-RT-400	620-1 080	420	3 000	400	60	360	7	Ocel	40,5	-	11 800
BOMAR M230	610-1 020	430	3 000	400	60	330	11	Ocel	50,5	-	7 074
OPTIMUM MSR	660-1 050	440	3 000	700	60	360	10	Ocel	61	-	10 031
Max.váha = 10	5	7	5	9	2	2	1	6	7	4	10
ROUTE	4	8	6	5	4	2	6	7	1	2	5
PILOUS M 400 AB	3	3	6	8	5	2	3	7	4	2	8
MSW-RT-400	7	4	6	5	5	4	2	7	8	2	6
BOMAR M230	5	5	6	5	5	3	4	7	6	2	9
OPTIMUM MSR	6	6	6	7	5	4	3	7	4	2	7
Strojní zařízení	Body	Pořadí									
ROUTE	276	5									
PILOUS M 400 AB	313	4									
MSW-RT-400	324	3									
BOMAR M230	337	1									
OPTIMUM MSR	334	2									

Porovnáním parametrů v tabulce (tab.14), jsme dospěli k závěru, že nejlepší možností pro náš provoz by bylo pořízení válečkového dopravníku od totožného výrobce



dopravníků, jako u předešlé varianty návrhu. Tímto výrobcem je tedy BOMAR. Navržený dopravník je BOMAR M230. Cena tohoto zařízení je 7 074 Kč.

6.6. Navrhovaný stav

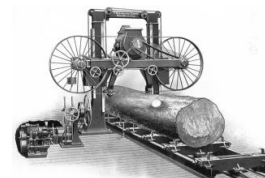
V navrhovaném stavu počítáme s navrženým strojním zařízením, kterým je kmenová pásová pila od výrobce HOLZMANN. Jedná se o pilu BB S550 s pořizovací cenou 93 249 Kč. Na této pile můžeme zpracovávat kulatinu o max. průměru kulatiny 550 mm. Výkon motoru toho strojního zařízení je 4 KW a rychlost posuvu materiálu do řezu je manuální. Rozměry pilového pásu použitého u těchto pil jsou 3200 x 27 x 0,9 mm. Pilové pásy se musí pravidelně kontrolovat, jelikož jejich kvalita má velký podíl na výkonu stroje a na kvalitě vyrobených výřezů. V příloze XY zobrazují stávající stav pilnice a navrhovaný stav pilnice. Ve výkrese navrhovaného stavu si můžeme všimnout, že nám díky novému strojnímu zařízení, které není tak objemné jako stávající vznikla volná plocha, kterou může pilařský podnik využít k uskladnění suroviny. Velkou část plochy totiž dosud zabírala sekce stroje po, které se posunoval materiál do řezu. Pilnice však neřeže tak dlouhou kulatinu, takže to má spíše negativní vliv na výrobu z pohledu toho, že trvá delší dobu, než se materiál do řezu dostane, tudíž se prodlužuje pořez jednoho kusu kulatiny. Nové strojní zařízení tedy z efektivní výroby i z tohoto pohledu. Navrhovaný stav je zobrazen v příloze (příl.4). V této příloze je mimo nového strojního zařízení zobrazen návrh nových válečkových dopravníků od výrobce BOMAR, které by podpořily zefektivnění výroby. Jedná se o dopravníky o délce 2 m (BOMAR M330) a 3 m (BOMAR M230).

Náklady

Náklady s novým strojním zařízením spočítáme podle kalkulačního vzorce z tabulky (tab.15). Sněmovna schválila změny týkající se firemního majetku. Do těchto změn je zařazeno: rychlejší odpisy, možnost jednorázově si odepsat dražší majetek. Společnostem, které jsou v současné době v plusu, návrh pomůže. Těmito společnostem se díky změnám sníží základ daně a výsledná daň bude nižší (Moniová, 2020).

Náklady na nové strojní zařízení a dopravníkový systém

Započítáváme sem přímé náklady, které jsou více specifikované v tabulce (tab.16): přímé mzdy a ostatní přímé náklady, jedná se tedy o mzdy dělníků pracujících se strojem (mzda, příplatky, odměny atd) a všechny pohonné hmoty a energie, opravy atd, výrobní a správní režie (Mankiw, 2004).



Při kalkulaci nákladů vycházíme z všeobecně známého kalkulačního vzorce. Tento vzorec můžeme vidět zpracován v tabulce (tab.15).

Tabulka 15: Kalkulační vzorec,
Zdroj: oalib.cz, 30.11.2020

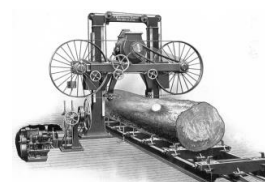
Kalkulační vzorec
Přímý materiál
Přímé mzdy
Ostatní přímé náklady
Výrobní (provozní režie)
Vlastní náklady na výrobu
Zásobovací režije
Správní režije
Vlastní náklady výkonu
Odbytové režije
Úplné vlastní náklady výkonu
Zisk
Prodejní cena

Data pro výpočet nákladů na stroj a dopravník

- počet zaměstnanců – 3
- základní hodinová mzda zaměstnance – 175 Kč/h
- cena energie – 7 Kč/KW hod.
- pořizovací cena stroje - 93 249 Kč
- pořizovací cena válečkového dopravníku (2krát) o délce 2 m – 4 547 Kč
- pořizovací cena válečkového dopravníku o délce 3 m - 7 074 Kč

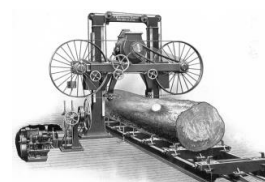
Tabulka 16: Náklady na nové strojní zařízení

Roční náklady na provoz nového stroje a dopravníkového systému	
Náklady	Kč
Mzdové náklady	1 054 200
Energetické náklady	42 168
Ostatní (opravy, údržba, revize atd. (2% z pořizovací ceny)	26 260
Pořizovací cena stroje	93 249
Pořizovací cena válečkového dopravníku o délce 2 m	9 094
Pořizovací cena válečkového dopravníku o délce 3 m	7 074
Celkem	1 232 045



7. Diskuse

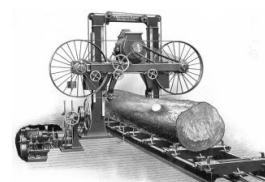
Bakalářská práce je zaměřená na pásové pily, podrobněji pak na kmenové pásové pily, jako jeden z nejpoužívanějších a nejčastějších strojních zařízení v pilařských podnicích, jako hlavní stroj. Při optimalizaci pilařského podniku Soběslavice byl brán v úvahu současný stav podniku a to, jak z kapacitního pohledu, tak i z pohledu externího. Optimalizace byla zaměřena na optimalizaci stávajícího strojního zařízení, které kapacitně nedosahuje požadovaného výkonu. V závěru práce bylo navrženo strojní zařízení od výrobce HOLZMANN, model BB S550 s pořizovací cenou 93 249 Kč. Díky tomu to zařízení se zvedne produktivita pilnice a její zisk, což je jeden z hlavních cílů všech podniků. Zároveň bude schopna pila se lépe vyrovnat konkurenci na trhu. Námětem této práce je originální návrh pro konkrétní zvolený typ provozu. Není tedy možnost porovnání výsledků s jinými výsledky. Výsledky jednotlivých variant byly odprezentovány a s konzultovány s vedením provozu. Z možných variant řešení, pak firmu zaujalo jednoznačně stanovisko, že při pořízení právě navrženého zařízení podnik může zvýšit pořezovou kapacitu a využít uvolněnou plochu k dalšímu uskladnění suroviny. Tento zájem bezesporu podpořila i vidina možnosti využití nákupu nového stroje za současné situace, kdy je možnost jednorázově si odepsat majetek v této cenové kategorii. K novému stroji by se pilnici hodilo pořízení nového dopravníkového systému, který by ulehčil manipulaci s materiálem od jednotlivých strojních zařízení. Nyní je provoz vybaven pouze válečkovým dopravníkem u hranolovací pily. Pilnice v současné době nemůže zrealizovat nákup nového strojního zařízení, ani dopravníkového systému, ale pořízení stroje a dopravníku je jeden z dlouhodobých cílů podniku, které chce provoz v budoucnu zrealizovat.



8. Závěr

Při vypracování této práce na téma „Optimalizace pilařského provozu s kmenovou pásovou pilou“, se vycházelo z reálného pilařského prostředí ve spolupráci s pilařským závodem Soběslavice. Seznámení s pilařským provozem a jeho charakteristiku jsme definovali v první části práce, kde jsou popsány jednotlivé základní části pilařského provozu, jimiž jsou pilnice, sklad suroviny a sklad řeziva. Provoz disponuje hranolovací pilou, rozmítací pilou, zkracovací pilou a kmenovou pásovou pilou, jako hlavním strojem v pilnici. S technologií hlavního stroje seznamuji v druhé části práce, kde mimo technologie zhodnocuji i výhody a nevýhody toho to strojního zařízení. Vzhledem k rozmanitosti a členitosti výroby v závodě Soběslavice byla restrukturalizace zaměřena právě pouze na hlavní stroj v provozu.

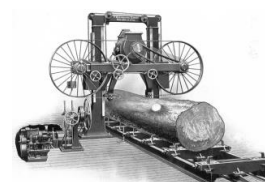
K navržení strojního zařízení byla použita data z pilařského podniku, dále byly provedeny různé analýzy a výpočty. Navržená kmenová pásová pila by měla pilařskému provozu pomoci k upevnění pozice, či ke zlepšení pozice na trhu, a to díky vyšší pořezové kapacitě strojního zařízení. Díky rozměrům stroje, které jsou menší, jak u stávající stroje se uvolnila plocha na uskladnění další suroviny. Současná doba je vhodná pro nákup nového strojního zařízení. Za současných podmínek v zemi sněmovna schválila změny týkající se firemního majetku. Díky těmto změnám firma může strojní zařízení jednorázově odepsat.



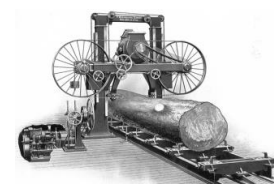
9. Seznam literatury a použitých zdrojů

Knižní zdroje:

- 1) DEDOUCHOVÁ, M.; BECK, C.H.: *Strategie podniku*, C. H. Beck, Praha, 2001. ISBN 80-7179-603-4.
- 2) Doporučení pravidla pro měření dříví a třídění dříví v České republice 2008. 2. aktualizované vydání. Praha: Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, 2008., ISBN 978-80-87154-01-4.
- 3) FRIESS, F.: *Pilařské zpracování dřeva. Část I., 1. díl*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. Učební texty vysokých škol, ISBN 80-213-1148-7.
- 4) FRIESS, F.: *Pilařské zpracování dřeva. Část I., 2. díl*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. Učební texty vysokých škol, ISBN 80-213-1149-5.
- 5) FRONIUS, K.: *Der Rundholzplatz: Arbeiten und Anlagen im Sägewerk, Band 1*. Stuttgart: DRW-Verlag Stuttgart, 1989. 284 s., ISBN 3-87181-331-1.
- 6) GAFF, M.; GAŠPARÍK, M.: *Základy projektování výroby nábytku*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ČZU V PRAZE, FLD, ISBN 978-80-213-2577-7.
- 7) GOGLIA, V.; GRBAC, I.: *Whole-body Vibration Transmitted to the Frame Saw Operator, In: Applied Ergonomics, 36(1): 43-48 Current Contents/ Psychology in Current Contents®/Social & Behavioral Sciences/ Engineering Management/General in Current Contents ®/Engineering, Computing & Technology Accession Number: 892FJ0005, ISSN 0003-6870*.
- 8) JANÁK, K.: *Sklady dřevní suroviny*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. s. 133., ISBN 978-80-7375-214-9.
- 9) JANÁK, K.; KRÁL, P.: *Technologie I*. Praha: Informatorium 2003, ISBN 80-7333-003-2.
- 10) JANÁK, K.; KRÁL, P.: *Technologie I: pro studijní obor Nábytkářství. 1. vyd.* Praha: Informatorium, 2003. 204 s., ISBN 80-7333-003-2.
- 11) JANÍČEK, F.: *Strojnictví–Stroje a zařízení pro zpracování dřeva.2., uprav. vyd.* Praha: Sobotáles, 2000., ISBN 80-85920-69-7.
- 12) KAFKA, E. et al.: *Dřevařská příručka / 2. část. 1. vyd.* Praha: SNTL, 1989. 483 - 986 s., ISBN 80-03-00009-2.
- 13) KLEMENT, I.; DETVAJ, J.: *Technológia prvostupňového spracovania dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007., ISBN 978-80-228-1811-7.
- 14) KRUTEL, F.; DETVAJ, J.: *Technológia piliarskej výroby*. VŠLD Zvolen. 1990, 275 pp., ISBN 80-228-0061-9.



- 15) KVIETKOVÁ, M.: *Obrábění dřeva*. CARTER, Praha. 2015. 295 s., ISBN 978-80-213-2604-0.
- 16) MANKIW, G.: *Zásady ekonomie*, GRADA, Praha. 1999., ISBN 978-80-7169-891-3.
- 17) MIKOLÁŠIK, L.: *Dřevárske stroje a zarídenia I.*, ALFA Bratislava – SNTL Praha. 1981.
- 18) NERUDA, J. a kol.: *Technika a technologie v lesnictví. 2. aktualizované vydání*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015., ISBN 978-80-7509-191-8.
- 19) NUTSCH, W a kol.: *Příručka pro truhláře*, Praha: Sobotáles, 1999., ISBN 80-85920-60-3.
- 20) OČKAJOVÁ, A.; KUČERA, M.: *Materiály a technologie 1 – Drevarske technologie*. Univerzita Mateja Bela, V Banskej Bystrici: Fakulta prírodných vied, 2011., ISBN 978-80-557-0262-9.
- 21) PRAŽAN, P., *Jaké jsou v České republice pilařské kapacity a kolik jich je potřeba?*. Lesnická práce. 2017, č. 1, str. 45-46.
- 22) POLÁK, J.; BAILOTTI, K.; PAVLISK, J.; HRABOVSKY, L.: *Dopravní a manipulační zařízení II.*, 2003, Dostupné z: http://www.342.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_2_NP.pdf.
- 23) PROKEŠ, S. *Obrábění dřeva a nových hmot ze dřeva.2.*, přeprac. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1978.
- 24) REINPRECHT, L.: *Ochrana dřeva: vysokoškolská učebnica*. Zvolen: Technická univerzita, 2008., ISBN 978-80-228-1863-6.
- 25) REINPRECHT, L.; PÁNEK, M.: *Trvanlivost a ochrana dřeva*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016., ISBN 978-80-213-2660-6.
- 26) ROLAND, J.: *Complete Illustrated guide to band saws*. the Taunton Press, 2010., ISBN 978-1-60085-096-7.
- 27) ŘASA, J. a GABRIEL, V. *Strojírenská technologie 3 –1. díl, Metody, stroje a nástroje pro obrábění.2.* vyd. Praha: Scientia, 2005., ISBN 80-7183-337-1.
- 28) ŘASA, J.; GABRIEL, V.: *strojírenská technologie 3, 1.díl*. SCIENTIA Pedagogické nakladatelství, Praha 2002., ISBN 80-7183-337-1.
- 29) SARSBY, A.: *SWOT Analysis: A guide to SWOT for business studies students. 1., vydání*. Anglie, Leadership Library, 2016., ISBN 978-0-9932504-2-2.
- 30) SARVAŠOVÁ KVIETKOVÁ, M.; SEDLECKÝ, M.: *Stroje a zařízení pro zpracování dřeva I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2019., ISBN 978-80-213-2982-9.



- 31) SEDLÁČKOVÁ, H.: *Strategická analýza*, C.K.Beck, Praha. 2000., ISDN 80-7179-422-8.
- 32) SEDLÁČKOVÁ, H.; BUCHTA. K.: *Strategická analýza. 2., přeprac. a dopl. vyd.* V Praze: C.H. Beck, 2006., ISBN 80-717-9367-1.
- 33) SVAZ ZAMĚSTANCŮ DŘEVOZPRACUJÍCÍHO; *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR. Praha: [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce. s. 41.* 2002., ISBN 978 - 80 - 87154-01-4.
- 34) SYNEK, M.; KISLINGEROVÁ, E.: *Podniková ekonomika. 6. přeprac. a dopl. vyd.* V Praze: C.H. Beck, 2015., ISBN 978-80-7400-274-8.
- 35) VEBER, J. a kol.: *Management, Základy, prosperita, globalizace, Management Press,* Praha 2000., ISDN 80-7261-029-5.
- 36) VERČIMAK, P.: *Technológia piliarskej výroby. Návod na cvičenia. I. vyd.* Zvolen: VŠLD, 1989., ISBN 80-2280053-8.

Internetové zdroje:

LOJDA, M.: *Ekonomická studie využití mobilní pásové pily v podmínkách ČR [online]* Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta strojního inženýrství. 2009., [2019-2-20]. Dostupné z:

<https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18258>

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

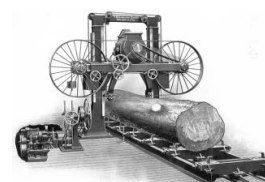
BOMBA, J.; FRIESS, F.: *Vývoj pilařství v českých zemích.* Biom.cz [online]. 2009-04-29 [cit. 2020-10-09].

Dostupné z:<<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyvoj-pilarstvi-v-ceskych-zemich>>, ISSN: 1801-2655.

BOMBA, J.: *HODNOCENÍ STAVU STROJNĚ TECHNOLOGICKÉHO VYBAVENÍ PRO MALÉ A STŘEDNÍ PILAŘSKÉ PODNIKY V ČESKÉ REPUBLICE.* Praha 2009. Disertační práce. ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA VPRAZE, Fakulta lesnická a dřevařská. 160 s. Vedoucí práce doc. Ing. František Friess.

FIALA, P.: *Modely a metody rozhodování.* Praha: Economia, 2013.

FRIEBELOVÁ, J.; KLICNAROVÁ, J.: *Rozhodovací modely pro ekonomy.* České Budějovice, 2007, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.



GOFER: Kmenová pásová pila[online]. [cit. 2016-03-13]. Dostupné z:

<http://www.gofer.cz/cz/23-kmenova-pasova-pila.html>

JANÁK, K.: *Stav pilařství v českých zemích, jak se k němu dospělo, když...* In Lesnická práce: časopis pro lesnickou vědu a praxi. 1999; 5 (78), [citováno 2019-08-15]

Dostupné z:<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-78-1999/lesnickaprace-c-5-99/stav-pilarstvi-v-ceskych-zemich>

MIQUEL, S.: Achsen ruft die Bundeswehr bei der Bekämpfung der Borkenkäfer-Plage zu Hilfe. Der Einsatz geht nun weiter. Berliner Morgenpost, 2019., [citováno 2020-14-11]

MONIOVÁ, E.: *Co schválila Sněmovna pro firmy: rychlejší a větší odpisy majetku.* Seznamzprávy, 2020, 11, [citováno 2020-30-11]

NOVÁK, F.: *Cenový vývoj kulatiny a řeziva.* In Dřevařský magazín, 2018, 7, [citováno 2020-03-1] Dostupné z: <http://www.drevmag.com/cs/drevarsky-servis/5539-cenovy-vyvoj-kulatiny-areziva-29>

NOVÁK, F.: *Těžba dříví v ČR vloni přesáhla 32 mil. m3, letos by to snad mohlo být méně.* In Dřevařský magazín, 2020, 7, [citováno 2020-03-1]

Dostupné z <https://drevmag.com/cs/2020/07/20/tezba-drivi-v-cr-vloni-presahla-32-mil-m3-letos-by-to-snad-mohlo-byt-mene/>

Lepší pila pro lepší budoucnost lesa[online]. [cit. 2016-10-21]. Dostupné z: <http://woodmizer.cz/On%C3%A1s/Aktuality/%C4%8C%C3%A1nky/lep%C5%A1237-pila-pro-lep%C5%A1237-budoucnost-lesa>

Pilous. PILOUS - VÝROBCE PROFESIONÁLNÍCH PÁSOVÝCH PIL NA KOV A DŘEVO [online]. [cit. 2020-03-28]. Dostupné z: www.pilous.cz

Scans from 'Carpentry and Joinery', 1925. In: Wikipedia: the free encyclopedia[online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001.,- [cit. 2020-10-10].

Dostupné z:

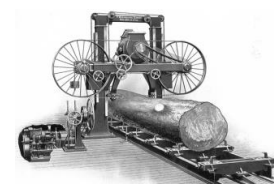
[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/Horizontal_log_band_mill_%28Carpentry_and_Joinery%2C_1925%29.jpg/1024px-](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/Horizontal_log_band_mill_%28Carpentry_and_Joinery%2C_1925%29.jpg/1024px-Horizontal_log_band_mill_%28Carpentry_and_Joinery%2C_1925%29.jpg)

[Horizontal_log_band_mill_%28Carpentry_and_Joinery%2C_1925%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/5e/Horizontal_log_band_mill_%28Carpentry_and_Joinery%2C_1925%29.jpg)

[https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_t](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_technologie_vyroby_reziva/1-)

[echnologie_vyroby_reziva/1-](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_technologie_vyroby_reziva/1-P%C5%99%C3%ADprava%20suroviny,%20operace%20ve%20skladech%20suroviny-komprim.pdf)
[P%C5%99%C3%ADprava%20suroviny,%20operace%20ve%20skladech%20suroviny-](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_technologie_vyroby_reziva/1-P%C5%99%C3%ADprava%20suroviny,%20operace%20ve%20skladech%20suroviny-komprim.pdf)
[komprim.pdf](https://fraxinus.mendelu.cz/vyuka/soubory/TMZD_BC/Povinne_predmety/Technika_a_technologie_vyroby_reziva/1-P%C5%99%C3%ADprava%20suroviny,%20operace%20ve%20skladech%20suroviny-komprim.pdf)

<https://www.seznamzpravy.cz/clanek/danove-odpisy-130410>



<https://www.mebor.eu/complete-range-of-machines/log-sawing/horizontal-log-band-saws/htz-1200-sp-horizontal-band-saw/>

<https://www.neva.cz/cs/stranka/clanky/tenkorezne-pasove-pily>

<https://www.oalib.cz/openschool/mod/book/tool/print/index.php?id=1913&chapterid=2178>

<https://www.pilous.cz/drevo/kmenove-pasove-pily-na-drevo/hydraulicke/ctr-800-h>

<https://www.pilous.cz/drevo/kmenove-pasove-pily-na-drevo/manualni-1/ctr-550-1>

<https://www.woodmizer.cz/V%C3%BDrobky/Profesion%C3%A1ln%C3%AD/Pily/LX50>

<https://www.wravor.com/about-us.html>

<https://www.wravor.com/wrc-2000-ac.html>

<http://cz.logosol.com/pasove-pily/b751-pasova-pila/>

<http://www.pilana.cz/cz/pilove-pasy-na-drevo-kmenove-od-sirky-80-mm>

https://wiki.knihovna.cz/index.php?title=Soubor:PEST_anal%C3%BDza_vlivu_prost%C5%99ed%C3%AD.jpg

[https://woodlandmills.ca/product/hm126/#gallery\[product-gallery\]-3](https://woodlandmills.ca/product/hm126/#gallery[product-gallery]-3)

<https://www.bytdumzahrada.cz/110-kmenove-pasove-pily>

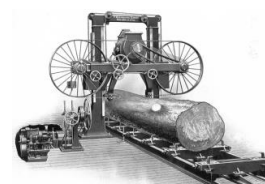
<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g02.pdf/cb40a1ef-00b0-4a88-838b-d76445af474c?version=1.1>

<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g03.pdf/0ba5aa22-6a1d-4c81-a543-f5547dac2948?version=1.1>

<https://www.czso.cz/documents/10180/122733920/10000420g06.pdf/a48f951c-0a87-4869-a841-3a2748b74ac3?version=1.5>

<https://www.ecommercebridge.cz/swot-analyza-a-jeji-vyuziti/>

<https://www.sdpcr.cz/aktivity/jake-jsou-v-ceske-republice-pilarske-kapacity-kolik-jich-je-potreba-id14>



10. Přílohy

Příloha 1. Přehled výrobců kmenových pásových pil

Na trhu se pohybuje nespočet výrobců kmenových pásových pil. V následujících řádcích uvádím, jak české, tak i zahraniční výrobce, kteří se na trhu nejčastěji objevují.

Pilous

Pilous je společnost, která vznikla v Brně a je významným výrobcem kmenových pásových pil (obr.16) a to, jak v České republice, tak i na celosvětovém trhu. Do celého světa firma dodává mimo kmenové pásové pily i celou řadu úprav, příslušenství atd. dle požadavků zákazníka. Společnost dává největší důraz na to, aby jejich pily vyráběny s maximálním důrazem na jejich funkčnost. Pily jsou sestavovány stavebnicovým způsobem. Tak to skládáme jak malé manuální pily, tak i velké hydraulické pily (pilous.cz, 10.11.2020).

Wravor

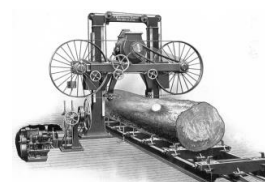
Wravor je slovinský výrobce poměrně větších hydraulických pil (obr.22). Ta to společnost nabízí veškeré své produkty celo krytové, což znamená že je zakryté pojízdné rameno, včetně motoru, chladicí nádrže apod. Největší pily, které společnost nabízí jsou vybaveny ovládací kabinou, která je součástí obráběcího ramene a jezdí společně s obsluhou (wravor.com, 10.11.2020).

Mebor

Tento výrobce se také řadí mezi Slovinské výrobce kmenových pásových pil (obr.17). Stejně, jako předešlá zmíněná společnost Wravor se i tato firma zabývá výrobou velkých hydraulických pil pro vysoké objemy řeziva. Rovněž i tato firma používá celo krytovaná ramena. Z pohledu designu se od ostatních výrobců na trhu velice liší. Design těch to pil vyčnívá nad ostatními hlavně tvarem krytování, který má hranatý charakter (mebor.eu, 10.11.2020).

Wood-Mizer

Ta to americká společnost se považuje za světového lídra na trzích s pojízdnými a stacionárními pilami. Beze sporu ta to firma vyrábí netradiční kmenové pásové pily (obr.19). Netradičnost vidíme především v řešení linky, která je v oblasti hydraulického nakladače kmenu rozšířena a pozvolna přechází v jeden nosník, na kterém je umístěné ovládací stroje. Řezací rameno u těch to pil je ukotveno pouze z jedné strany, jako je tomu u jiných kmenových pil (woodmizer.cz, 10.11.2020).



Resch & 3

Je to jeden ze zástupců italských výrobců kmenových pásových, který je ve velké míře zaměřený hlavně na výrobu velkých pil pro vysoké objemy řeziva. Ovládání strojních zařízení od této firmy je řešeno kabinou (obr.18), která je pojízdná společně s ramenem. V tomto způsobu řešení se liší od ostatních výrobců, kteří umísťují ovládací panely za obráběcí rameno neboli stacionárně za stroj, v tom to místě má obsluha kabiny výhled zepředu (resch-3.com,11.11.2020).

Lumag

Německá společnost s širokou oblastí působnosti. Firma nabízí standartní manuální pily. Vyrábí kmenové pásové pily jak mobilní, tak s elektrickým motorem, tak i s benzínovým motorem. Z pohledu estetického společnost nabízí nejatraktivnější pily v oblasti manuálních pil (obr.20) (lumag.cz, 11.11.2020).

Logosol

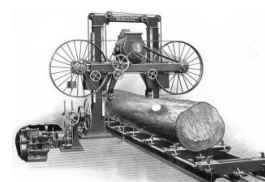
Jedná se o Švédskou mezinárodní společnost, která vyvíjí a prodává unikátní stroje a poskytuje služby v oblasti obrábění dřeva. Tato společnost má rozmanitou řadou produktů a služeb v 65 zemích světa, proto se dá říci, že je vedoucí značkou v tomto odvětví. Ukázka produktu Logosolu (obr.21) (logosol.com,11.11.2020).

Woodland mills

Společnost, kterou založili v roce 2009 Neil Bramley & Josh Malcolm v Kanadě. Příklad strojního zařízení můžeme vidět na (obr.15) (woodlandmills.nl, 11.11.2020).

Další výrobci:

- Baker Products,
- Thomas,
- Hud – son,
- Cook´s saw,
- Timberking,
- Clarke,
- Drekosmade,
- Švoma,
- Holzmann,
- Husqvarna,
- Pezzolat.
- Synnwood,



Obrázek 16: Kmenová pásová pila CTR 550 E,
zdroj: pilous.cz, 8.11.2020



Obrázek 15: Kmenová pásová pila HM126,
zdroj: woodlandmills.ca, 8.11.2020



Obrázek 17: Kmenová pásová pila HTZ 1200,
zdroj: mebor.e, 8.11.2020



Obrázek 18: Kmenová pásová pila Resch & 3,
zdroj: resch&3.com, 8.11.2020



Obrázek 19: Kmenová pásová pila LX50,
zdroj: woodmizer.cz, 8.11.2020



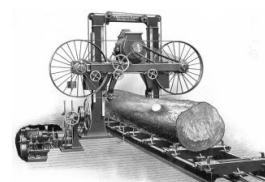
Obrázek 20: Kmenová pásová pila BSW66,
zdroj: byt-dum-zahrada.cz, 8.11.2020



Obrázek 21: Kmenová pásová pila B751,
zdroj: Logosol.com, 8.11.2020



Obrázek 22: Kmenová pásová pila WRC 2000AC,
zdroj: wravor.com, 8.11.2020

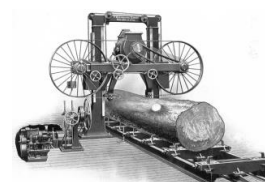


Příloha 2. Přehled kvalitativního a jakostního třídění řeziva

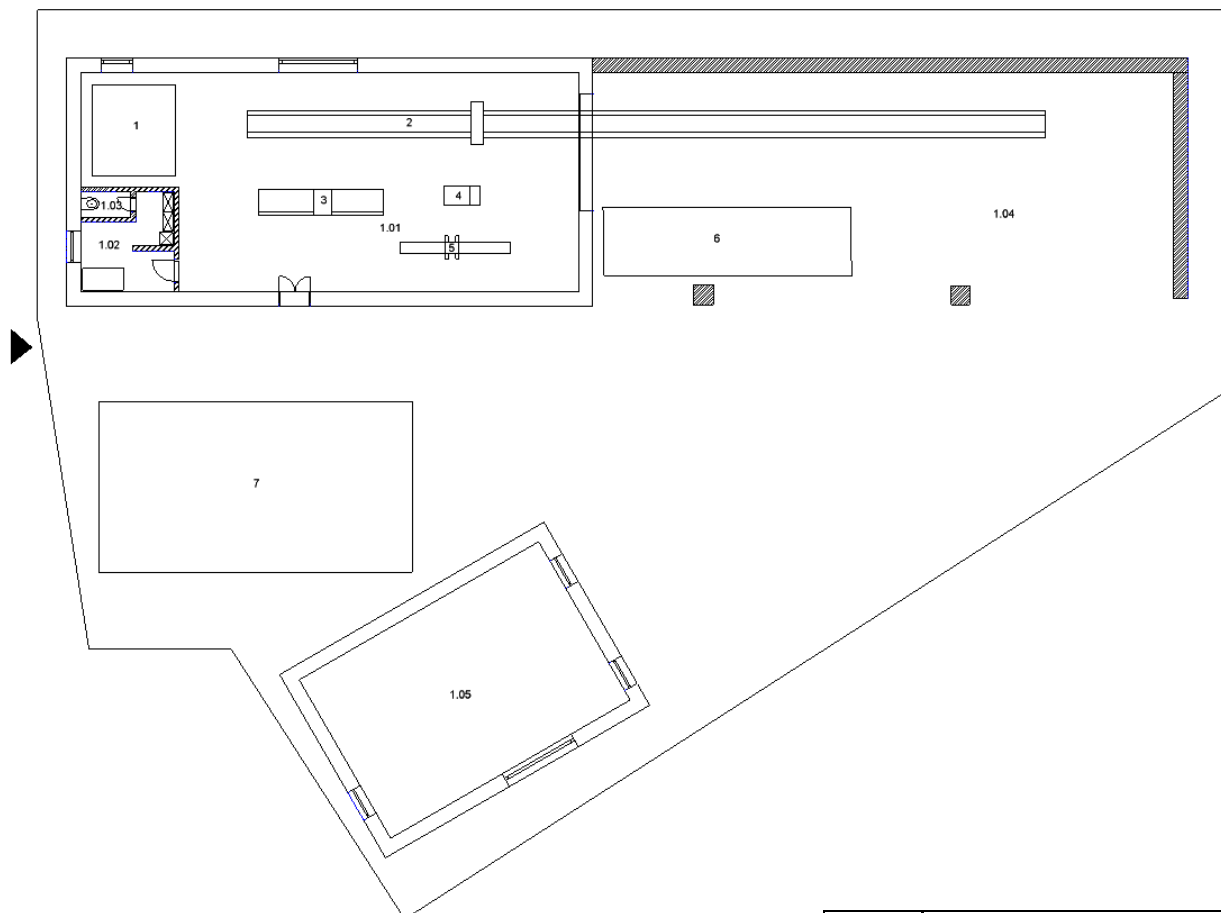
- I. – Do této třídy patří výřezy, pro zhotovení výrobků jako jsou například hudební nástroje a krájené nábytkářské dýhy. V této skupině však nejsou zařazeny dřeviny jako jsou dub, akát a cedr. Dřeviny, které můžeme do této skupiny zařadit jsou ty co jsou káceny v zimní těžbě a na 1 cm mají 4 stejně široké letokruhy (Neruda, 2015)
- II. - Do této skupiny můžeme zařadit výrobu zápalek, překližovaných dýh, sudů atd. Jako u předešlé skupiny do této skupiny nemůžeme zařadit dřeviny jako je dub, akát a cedr.
- III. Do této třídy patří sortiment výřezů určených pro další pilařské zpracování. Tato skupina nemůže obsahovat dřevo, které je nakažené hnilobou (Lesnická práce, 2008, 5.11.2020).

Tabulka 17: Jakostní třídění,
zdroj: Lesnická práce (2008), 5.11.2020

Jakostní třída	Účel použití
I.	Rezonanční výřezy, výřezy pro výrobu krájené dýhy
II.	Výřezy pro výrobu loupané dýhy, jiné speciální výřezy
III.	Výřezy pro pilařské zpracování - listnaté
III.	Výřezy pro pilařské zpracování - jehličnaté
IV.	Dříví pro výrobu dřevoviny, dolovina a důlní výřezy, tyčovina
V.	Dříví pro výrobu buničiny, desek na bázi dřeva (vláknina)
VI.	Palivové dříví

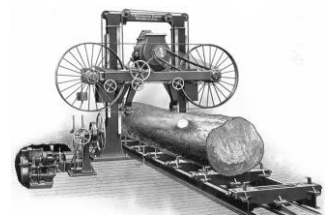


Příloha 3. Stávající stav pilnice

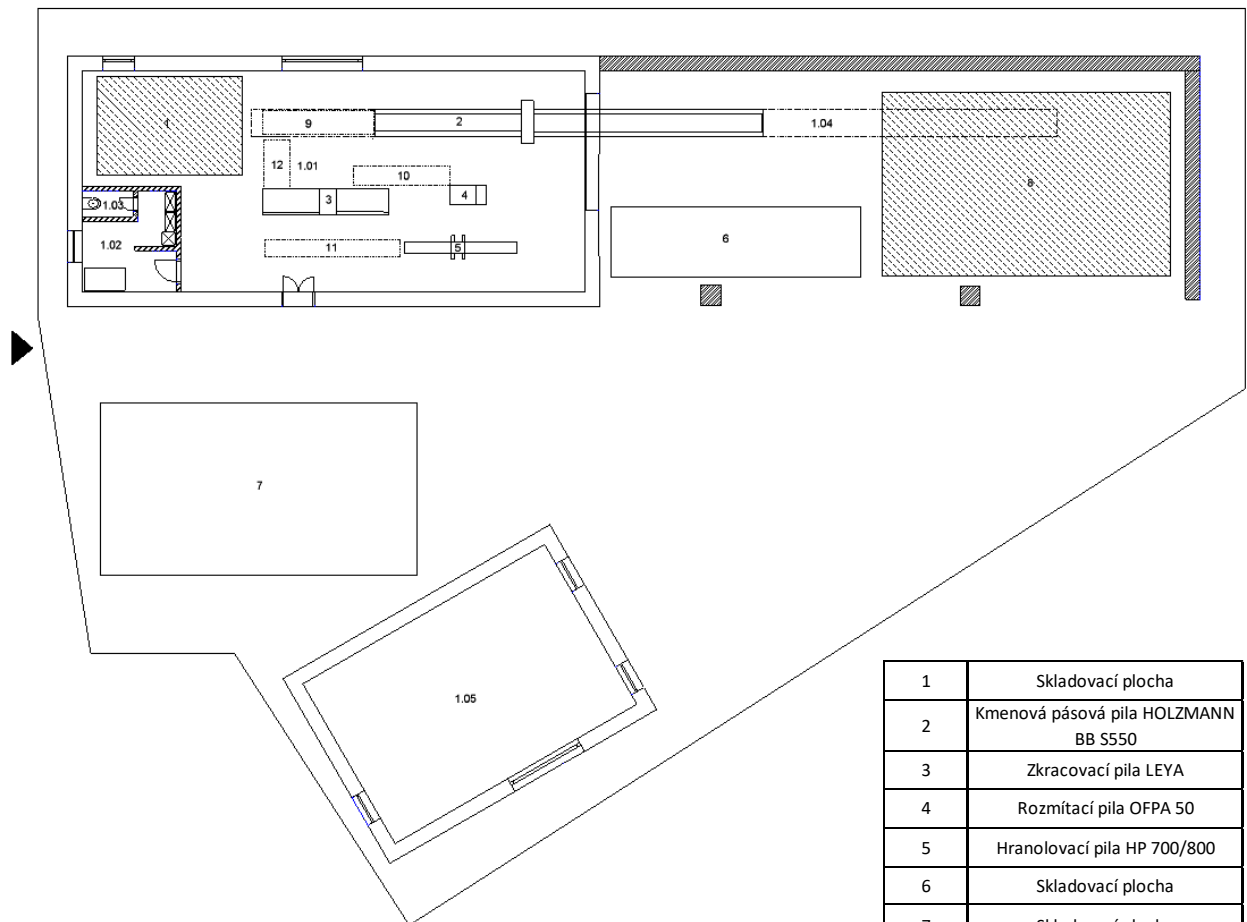


1	Skladovací plocha
2	Kmenová pásová pila UPS 1000
3	Zkracovací pila LEYA
4	Rozmítací pila OFPA 50
5	Hranolovací pila HP 700/800
6	Skladovací plocha
7	Skladovací plocha
1.01	Prostor se stroji
1.02	Kancelář
1.03	WC
1.04	Prostor pro přípravu materiálu
1.05	Skladovací prostor

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA		
Fakulta lesnická a dřevařská		
Vypracoval:	Vokřínková Tereza	
Předmět:	Bakalářská práce	
Stávající stav pilnice	Obor:	PDNP
	Datum:	15.1.2021
	Formát:	A2
č.výkresu : 1	Měřítko	1 : 25

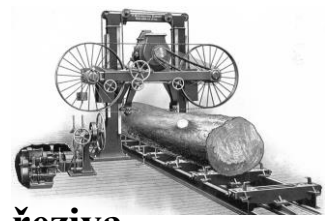


Příloha 4. Navrhovaný stav pilnice

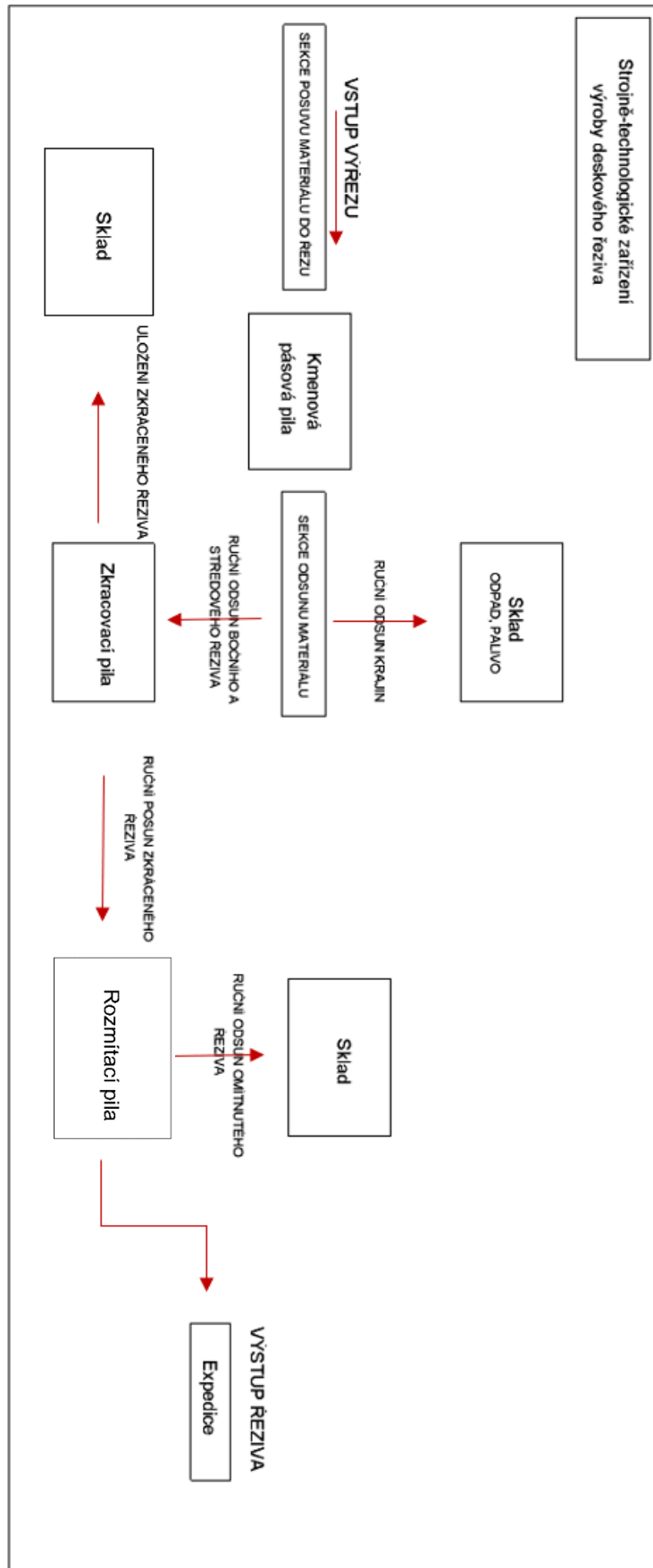


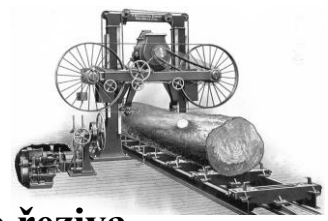
1	Skladovací plocha
2	Kmenová pásová pila HOLZMANN BB S550
3	Zkracovací pila LEYA
4	Rozmítací pila OFPA 50
5	Hranolovací pila HP 700/800
6	Skladovací plocha
7	Skladovací plocha
8	Skladovací plocha
9	Válečkový dopravník
10	Válečkový dopravník
11	Válečkový dopravník
12	Válečkový dopravník
1.01	Prostor se stroji
1.02	Kancelář
1.03	WC
1.04	Prostor pro přípravu materiálu
1.05	Skladovací prostor

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA		
Fakulta lesnická a dřevařská		
Vypracoval:	Vokřínková Tereza	
Předmět:	Bakalářská práce	
Navrhovaný stav pilnice	Obor:	PDNP
	Datum:	15.1.2021
	Formát:	A2
č.výkresu : 2	Měřítko	1 : 25

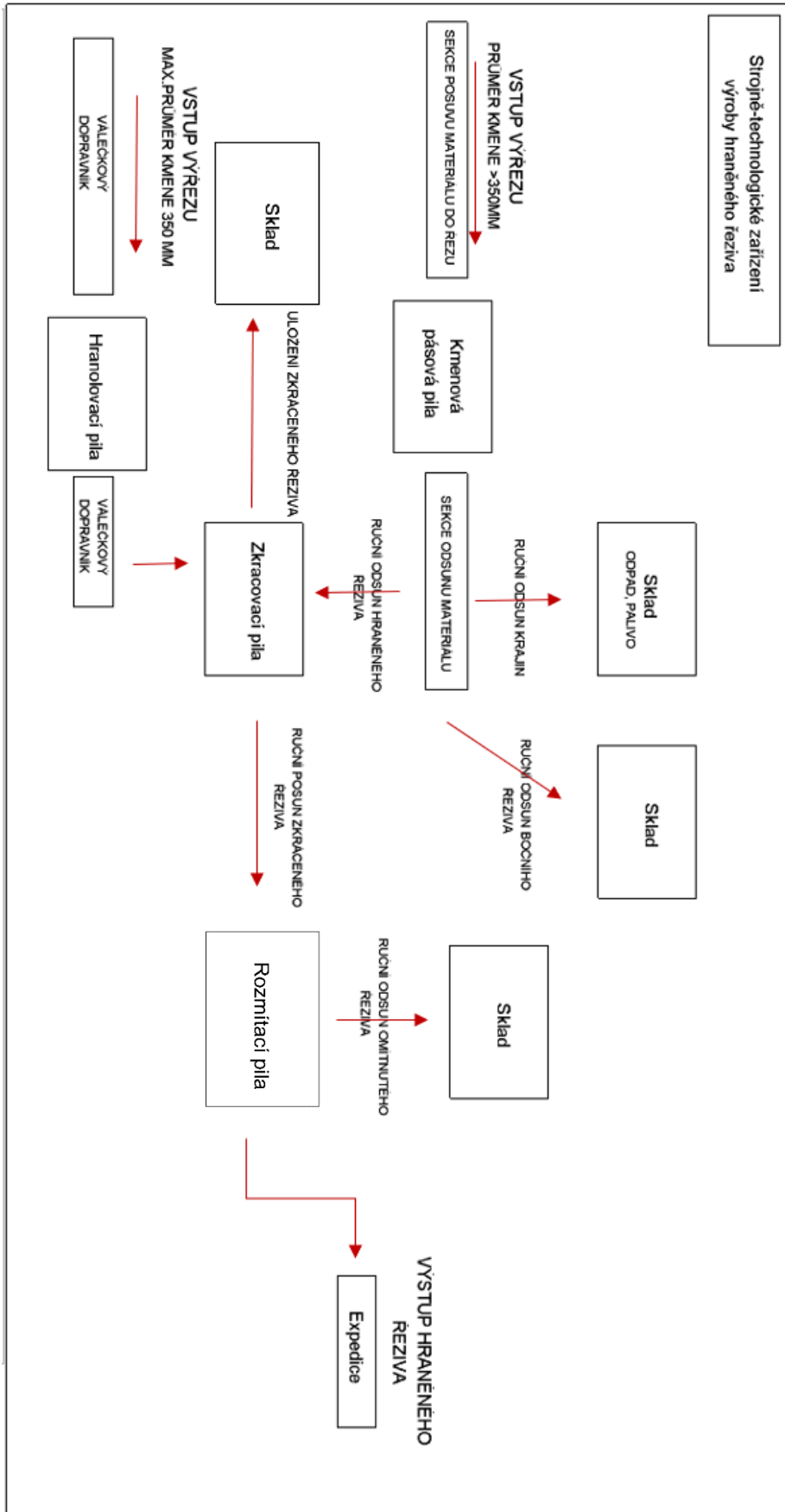


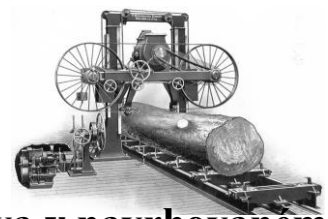
Příloha 5. Blokové schéma výroby deskového řeziva



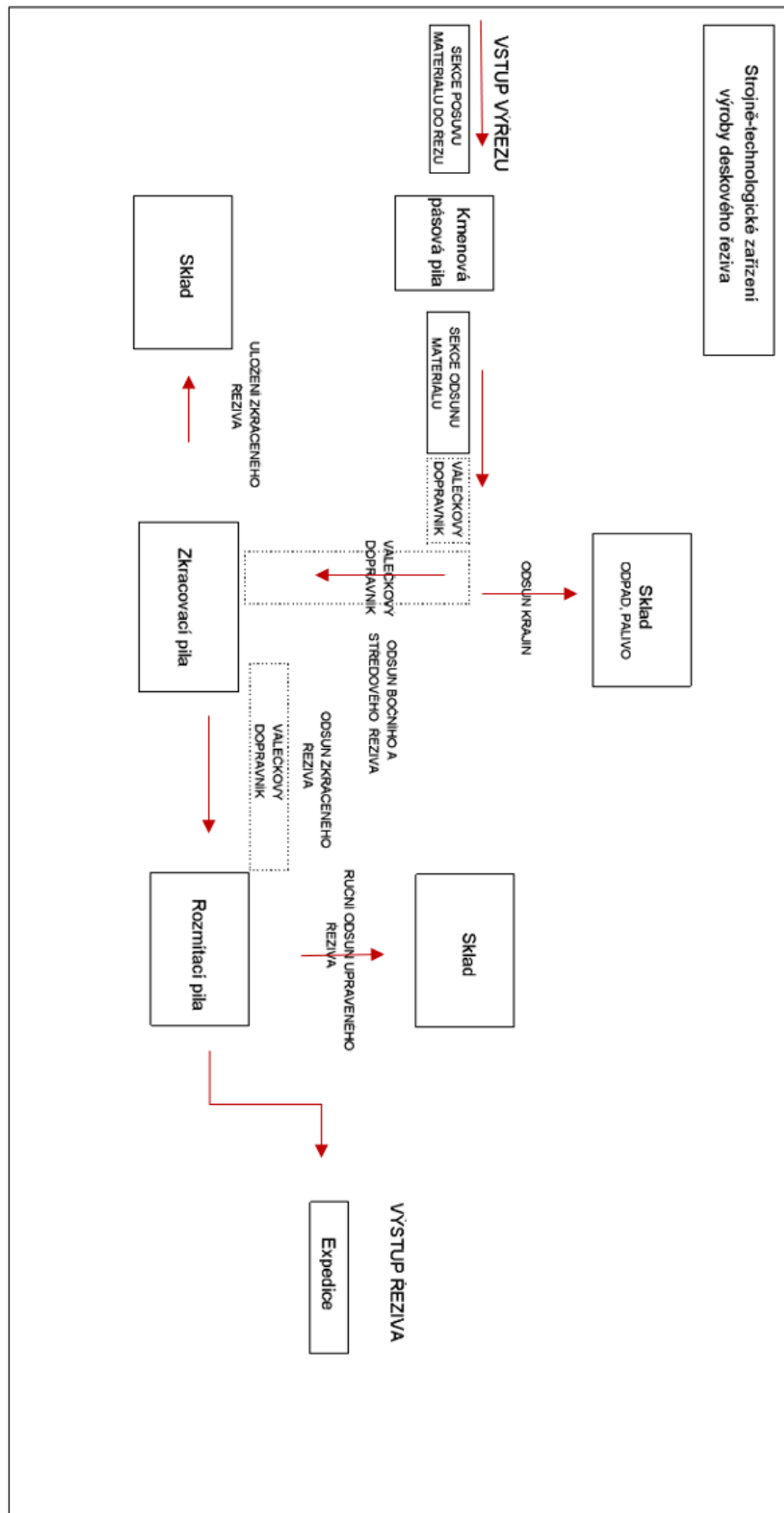


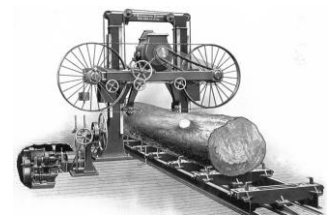
Příloha 6. Blokové schéma výroby hraněného řeziva





Příloha 7. Blokové schéma výroby deskového řeziva v navrhovaném stavu





Příloha 8. Blokové schéma výroby hraněného řeziva v navrhovaném stavu

