

<b>1. Úvod.....</b>	<b>3</b>
1.1. Historie firmy .....	3
<b>2. Cíl práce .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Specifikace výchozího stavu .....</b>	<b>7</b>
3.1. Obecné požadavky na sklad suroviny .....	7
3.2. Členění skladu suroviny .....	9
3.3. Charakteristika současného skladu suroviny .....	10
3.3.1. Přijímání suroviny .....	10
3.3.2. Evidence kulatiny .....	11
3.3.3. Prostor skládky výřezů a dlouhé kulatiny .....	12
3.3.4. Prostor manipulace .....	14
3.3.5. Prostor pro uskladnění vytríděných výřezů .....	20
3.3.6. Doprava suroviny k pilnici .....	20
<b>4. Výrobní program .....</b>	<b>23</b>
4.1. Charakteristika podniku .....	23
4.2. Skladba výrobního programu .....	24
<b>5. Charakteristika suroviny.....</b>	<b>27</b>
5.1. Dodávky kulatiny .....	29
<b>6. Navrhované alternativy řešení .....</b>	<b>31</b>
6.1. Volba vhodného typu technologie .....	31
6.2. Stanovení kapacity manipulační linky .....	33
6.3. Navrhovaný výkon manipulační linky .....	35
6.4. Návrh rozdělení skládek .....	37
6.4.1. Rozdělení skládek – vozík Baljer-Zembrod .....	37
6.4.2. Zásoby hmoty – vozík Baljer-Zembrod .....	37
6.4.3. Rozdělení skládek – klasická manipulační linka .....	40
6.4.4. Zásoby hmoty – klasická manipulační linka .....	40
6.5. Přípravné práce .....	42
6.6. Třídění pomocí třídícího a rozvážecího vozíku Baljer-Zembrod .....	43
6.6.1. Technologie manipulace – Baljer-Zembrod .....	50
6.7. Třídění výřezů pomocí klasické manipulační linky .....	51
6.7.1. Parametry manipulační linky .....	51
6.7.2. Technologické vybavení linky .....	51
6.7.3. Technologie manipulační linky .....	66
<b>7. Vyhodnocení alternativ.....</b>	<b>67</b>
7.1. Posouzení varianty 1 - třídění pomocí vozíku Baljer-Zembrod .....	67
7.2. Posouzení varianty 2 - třídění pomocí klasické manipulační linky .....	68
7.3. Vyhodnocení a výběr technologie .....	69
7.4. Ekonomické zhodnocení vybrané varianty - vozík Baljer-Zembrod .....	70

<b>8. Závěr.....</b>	<b>74</b>
<b>9. Seznam literatury a použitých materiálů.....</b>	<b>75</b>
9.1. Internetové zdroje.....	75
9.2. Seznam obrázků .....	76
9.3. Seznam grafů.....	77
9.4. Seznam tabulek .....	77
<b>10. Přílohy .....</b>	<b>78</b>

# 1. Úvod

Téma diplomové práce „Návrh manipulačního skladu kulatiny pro pilařský provoz s roční kapacitou pořezu 15 000 m<sup>3</sup> kulatiny“ bylo vybráno po konzultaci s jednatelem firmy Jizerská Pila s.r.o. Ing. Radimem Nechanickým a Vladimírem Šrekem. Hlavním důvodem této práce je především nevyhovující stav současného skladu suroviny, který nesplňuje technické požadavky a je značně zastaralý. Od navržených variant řešení se očekává především přesnější zařídění pilařských výřezů do skupin podle čepových průměrů a to povede ke zvýšení výtěže a výkonu.

U jednotlivých modelů skladů kulatin budou ukázány různé varianty seskupení strojních zařízení a jejich pospojování do ucelených výrobně-technologických celků.

## 1.1. Historie firmy

Firma Jizerská Pila s.r.o. provozuje svoji činnost v obci Polubný. První písemné zmínky o této obci se datují do roku 1700. Polubný (německy: Polaun) patřilo před r. 1848 k panství Semily. V r. 1830 zde ve 342 domech žilo přibližně 2500 obyvatel. Ti se živili především prací v lese, přadláctvím a tkalcovstvím, foukáním a mačkáním skla, výrobou potaše. V roce 1960 došlo ke sloučení obcí Polubný a Příchovice s osadami Rejdice a Jizerka pod sídelní útvar Kořenov. Jedná se tedy o novodobě ustavený sídelní útvar.

Se svou rozlohou 55,8 km<sup>2</sup> patří Kořenov mezi největší obce v ČR. Kořenov se nachází na území Chráněné krajinné oblasti Jizerské hory a částečně zasahuje do Krkonošského národního parku. První osídlenci z počátku 16. století se živili lovem zvěře a ryb, později porážením dřeva a pálením uhlí v milířích, ještě později pak byly zakládány sklářské hutě. Po bitvě na Bílé hoře roku 1620 se stal majitelem této části Jizerských hor Albrecht z Valdštejna, který prodal své navarovské a semilské panství rodu hrabat Desfoursů a ti je spojili do panství semilského. V roce 1824 přikoupil jizerskohorské obce kníže Rohan, který nechává v obci Polubný postavit pilu. Ta patří rodu Rohan(ů) do konce druhé světové války.

Po znárodnění v roce 1945 měla pila několik majitelů:

- 1945 – 1949 Národní správa
- 1949 – 1953 Jizerské Pily n.p. Jablonné v Podještědí
- 1953 – 1957 Jizerské dřevařské závody n.p. Jablonné v Podještědí
- 1958 – 1989 Severočeské dřevařské závody n.p. Česká Lípa
- 1990 – 1999 LINETA Severočeská dřevařská společnost a.s. Česká Lípa
- 2000 – 2001 LINETA Severočeská dřevařská společnost PRAHA 7 a.s.
- 2001 Jizerská Pila s.r.o. Kořenov

V počátečních fázích vývoje byla pila orientována především na pořez smrkové kulatiny s následným prodejem stavebního řeziva hlavně v tuzemsku, později i v zahraničí (Řecko, Anglie). Export do zahraničí byl nevyhnutelný zejména díky tvrdé konkurenci na domácím trhu (postupná globalizace). To mělo přímý vliv na výrobu:

- postupné rozšiřování sortimentu
- zkracování dodacích termínů
- pružnost
- snižování nákladů
- automatizace

Důležitým momentem pro zahraniční obchod byla především výstavba jizerskohorsko-krkonošské železniční tratě Tanvald – Harrachov. Trať byla postavena v letech 1899-1902 jako důležité spojení průmyslové oblasti Liberecka a Jablonecka se západní oblastí Slezska, jejímž významným střediskem bylo město Hirschberg (Jelenia Góra).

Nákladní doprava začala být provozována v celé délce trati až v polovině roku 1903. Tato trať se postarala o výrazné zkrácení přepravních vzdáleností a stala se tak významnou spojnici zejména pro vývoz textilních výrobků do Pruska a o dovoz kvalitního hornoslezského uhlí a surovin pro sklárny).

Trať je zajímavá nejen unikátním stavebním provedením (max. spád 53 promile), ale také svojí bohatou historií. Stala se pravidelným cílem cest pro obdivovatele železnice a technických památek z celé Evropy a v roce 1992 byl úsek Tanvald - Kořenov prohlášen Ministerstvem kultury ČR za kulturní památku.

Po roce 1948 byla pila postupně modernizována, rozšiřována a prošla částečnou přestavbou – byla realizována stavba nové kotelny, později byla zřízena ubytovna pro zaměstnance a postupně dochází k modernizaci strojního vybavení (nákup impregnační vany, kolového kloubového nakladače Komatsu). Firma je připravena i nadále investovat nejen do modernizace výrobních technologií ale i do celkové rekonstrukce výrobních hal. V plánu je například nákup nového odkorňovače nebo nového třídícího a rozvážecího vozíku, který by měl zvýšit produktivitu práce v manipulaci.



**Obrázek 1:** Areál firmy Jizerská Pila s.r.o

## 2. Cíl práce

Cílem této práce je **návrh úpravy manipulačního skladu kulatiny pro firmu Jizerská Pila s.r.o. s roční kapacitou pořezu cca 15 000 m<sup>3</sup> kulatiny.**

Dále bude popsán a zhodnocen současný stav manipulačního skladu kulatiny a použité technologie. Při navrhování budou porovnány dva modely řešení skladu suroviny s cílem vybrat lepší alternativu.

Investice má umožnit nejen výrazné zvýšení produktivity práce a tím i konkurenceschopnost firmy, ale i usnadnit práci a ušetřit pracovní sílu.

Dalším cílem je vytvořit ucelený výrobně technologický celek, zabezpečující plynulý tok zpracovávané suroviny všemi operacemi skladu kulatiny, od příjmu suroviny až po dávkování výřezů do pilnice.

### 3. Specifikace výchozího stavu



**Obrázek 2:** Současná situace podniku [15]

#### 3.1. Obecné požadavky na sklad suroviny

Sklad suroviny je místo v pilařském závodě, na kterém se připravuje surovina k následnému zpracování podélným dělením v pilnici. Jedná se o účelně vybavené místo, na které se soustřeďuje a ukládá vytěžené dříví. Místo uskladnění je voleno tak, aby bylo zaručeno zachování požadované kvality dříví.

Sklad suroviny plní především funkci:

- **skladovací**, která zabezpečuje především plynulost výroby. Proto je důležité sledovat množství zásob na skladu. Při určování velikosti normativních zásob na skladu je třeba vycházet ze surovinových možností oblasti, z kapacitních možností pilnice, z prostorových možností skladu a z úrovně použité

mechanizace při manipulaci. Pokud zvolíme příliš velkou normativní zásobu, budeme se potýkat s problémy nedostatku skladovacích prostor a zvýšíme také nároky kladené na ochranu suroviny. Naopak příliš malá zásoba suroviny vede k přerušování výroby. Často však bývá velikost normativních zásob určena plynulostí a pravidelností dodávek suroviny. Závažnou roli hraje také finanční stránka zásob.

- **výrobní** funkce skladu je založena především na kombinaci výrobních a doplňujících technologických operací. Podstatou je zpracování surového dřeva na specifikované pilařské výřezy požadovaných vlastností pomocí strojně-technologických zařízení.
- **ochranná** funkce (proti škodlivým činitelům, jejichž aktivita je ovlivňována především stupněm nasycení dřevních vláken vodou). Jsou to hlavně výsušné trhliny, houby a hmyz.

*Operace na skladě suroviny:*

- přejímka suroviny
- měření a evidence kulatiny
- krácení kulatiny na specifikované výřezy
- třídění výřezů
- skladování výřezů

*Význam skladu suroviny:*

- zvýšení hodnoty vymanipulovaných sortimentů (12-15 %)
- při použití mechanizace zvýšení produktivity práce
- lepší jakostní zatřídění



U manipulačního skladu by mělo být zajištěno především plynulé zásobení hmotou. Často se stává, že manipulační linky nepracují pro nedostatek surových kmenů, ale stejně nevýhodné je nárazové nahromadění zásob surových kmenů, jejich navršení do vysokých hromad nebo dokonce jejich převážení. U běžného manipulačního skladu je již pětidenní zásoba s ohledem na ekonomiku provozu problematická.

Obecně pro tuto důležitou část pilařského závodu platí mnoho kritérií, které je důležité dodržovat. První z podmínek je, že sklad suroviny by měl mít obdélníkový půdorys a poměr šířky ku délce přibližně 1:2 – 1:4, přičemž ve směru délky by měl být hlavní tok materiálu.

Další velice důležitou podmínkou v případě skladování (při aplikaci suché ochrany) je vzdušnost skladu a orientace skládek tak, aby intenzivní sluneční paprsky nepůsobily přímo na čela suroviny.

### **3.2. Členění skladu suroviny**

Sklad suroviny pilařského závodu se vyznačuje trvalým dispozičním členěním, které je důležité dodržovat.

*Z hlediska tohoto členění můžeme sklad suroviny rozdělit na:*

- prostor pro uskladnění dlouhé kulatiny a výřezů
- prostor manipulační linky
- prostor pro uskladnění vytříděných výřezů
- ostatní prostory

*Prostorové řešení skladu a uložení sortimentů musí být zařízeno tak, aby byla zajištěna:*

- snadná manipulace s dřívím
- uchována požadovaná jakost dříví
- požární a pracovní bezpečnost

### 3.3. Charakteristika současného skladu suroviny

#### 3.3.1. Přijímání suroviny

Přijímání kulatiny je operace, kterou začíná celý výrobně technologický proces. Podstatou této operace je kvalitativně-quantitativní posouzení dodané suroviny a její převzetí na základě předem dohodnutých dodavatelsko-odběratelských vztahů. [3]

*Přejímka kulatiny:*

- **kusová (úplná)**
- **namátková**

Při kusové přejímce probíhá samotná kontrola kus po kuse což je velice pracné, ovšem vzhledem k objemu zpracovávané suroviny to není nemožné. Přejímku zpravidla provádí jednatel firmy. U osvědčených dodavatelů probíhá přebírání suroviny namátkovou kontrolou. U tohoto způsobu se kontrolují rozměry a kvalita pouze u náhodně vybrané skupiny, která reprezentuje celou dodávku. Oba způsoby kontroly většinou probíhají společně s vykládáním dodávky. Dodávky kulatiny se provádějí nákladními automobily dodavatelů suroviny (dodávky jsou v kůře). Kvalita kulatiny se posuzuje vizuálně a pro měření rozměrů se používají pomůcky ke zjišťování rozměrů, uvedené dále. Celá dodávka je přijata, jestliže rozměry a kvalita u kontrolovaných kusů souhlasí s údaji v dodacím listě.



**Obrázek 3:** Surovina

### 3.3.2. Evidence kulatiny

#### Členění podle:

- rozměrů
  - dřeviny
  - jakosti
- tyto parametry slouží jako podklad při operativním řízení výroby

#### Požadavky kladené na evidenci:

Podstatou evidence zásob kulatiny je, aby byl co nejpřesněji zaznamenán skutečný stav zásob na skladě (doklady o příjmu probíhají fyzickou přejímkou). Případné nepřesnosti v evidenci jsou vyrovnávány při kontrolních inventurách, které se provádí jednou ročně. Tím jsou nedostatky, které vznikly nepřesným zjišťováním příjmu kulatiny jednorázově opraveny.

#### Hlavní nedostatky skladové evidence zásob kulatiny:

- 1) **nepřesné zachycování příjmu** je důsledkem zejména nedostatečné fyzické přejímky na skladu kulatiny. Ta je občas prováděna jen namátkově (např. není zajištěna přejímka po pracovní době)
- 2) **nepřesná evidence výdajů** ze skladu. Spotřeba pilařských výřezů na výrobu řeziva je podložena pouze záznamy rámovkářů, kteří vedou tzv. pořezový deník. Zde vznikají nepřesnosti zejména špatným měřením – nadměřováním (uváděním větších průměrů, zaokrouhlováním nahoru apod.). To je důsledek který vyplívá z hmotné zainteresovanosti rámovkářů na pořezané hmotě (nepřesnosti ještě zvýrazňuje pořez kulatiny v kůře). Tyto rozdíly se promítají do výsledků pilařské výroby a ovlivňují výtěž řeziva na pile.

Důsledná evidence o příjmech a výdejích nejen základního materiálu, ale i hotových výrobků je samozřejmým požadavkem každého pilařského provozu, bez které ho si nelze tuto výrobu představit. [5]

### 3.3.3. Prostor skládky výřezů a dlouhé kulatiny

Prostor pro uskladnění výřezů a dlouhé kulatiny je část skladu která slouží převážně k uskladnění krátké kulatiny (výřezů nakráčených na požadované délky), popřípadě netříděných výřezů (do 12 m). Velikost tohoto skladu je odvozena od použité techniky pro dopravu materiálu a od způsobu zvolené ochrany suroviny (ta se neprovádí). V současné době je tento prostor navržen na 7 denní normativní zásobu.



Obrázek 4: Skládka kulatiny

*Parametry skládky výřezů:*

- délka:..... 8 m
- šířka: ..... 4 m
- výška: ..... 0,7 m
- kapacita: ... 60 m<sup>3</sup>

*Parametry skládky dlouhé kulatiny:*

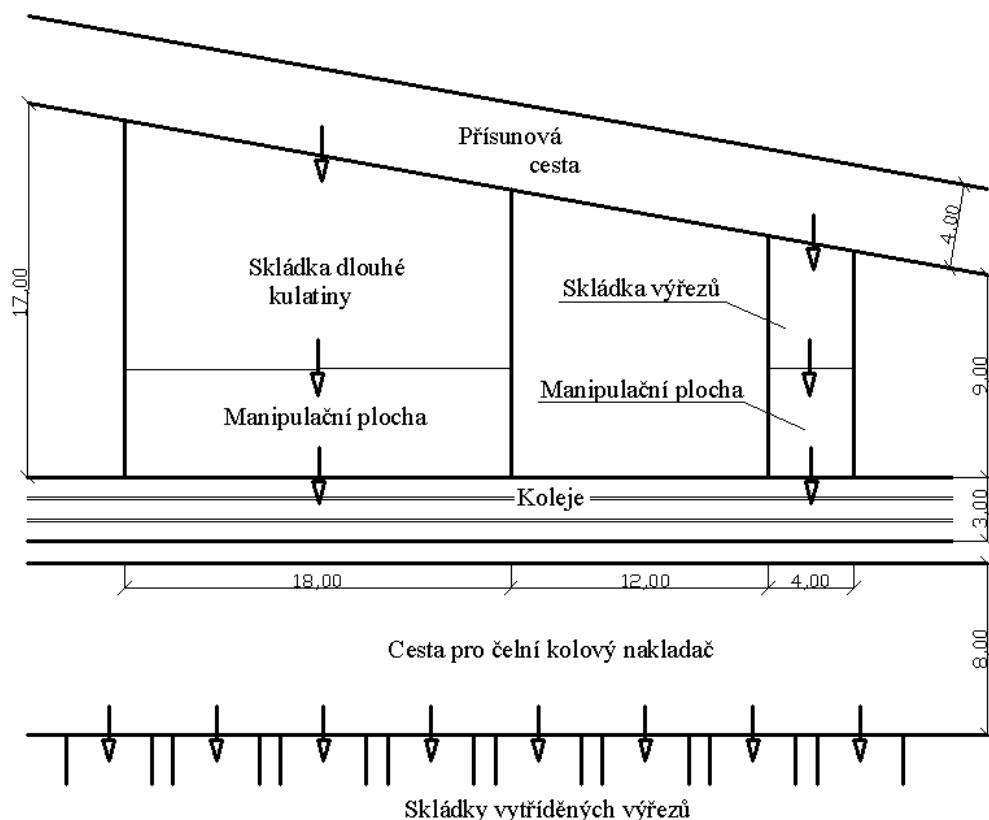
- délka: .....12 m
- šířka: .....18 m
- výška: .....0,7 m
- kapacita: ....350 m<sup>3</sup>

Kulatina se skládá na dvě rozkulovací rampy, přičemž jedna slouží k uskladnění výřezů a druhá k uskladnění dlouhé kulatiny. Pro případné reklamované dodávky se prostor využívá operativně. Rampy nejsou vybaveny příčným řetězovým dopravníkem, takže rozkulování a dávkování na příčný řetězový dopravník třídícího a rozvážecího vozíku je prováděno ručně (dva pracovníci), popřípadě za pomoci lanového navijáku (podtrhnutím vysunutého kmene).

K ručnímu navalování se používají obracáky, kalače, páčidla, ... Během rozvalování stojí pracovníci vždy na opačné straně pohybu kulatiny. V případě potřeby se využívají vysunuté klády, za které se připevní lano navijáku.

Rozvalování se provádí páčením (z boku). Před zahájením rozvalování se odstraní podložky nejprve z prostředních podkladů a poté z krajních podkladů. Při ukončení směny se skládka zajišťuje proti samovolnému rozvalení (sklon skládky by měl být do 30°). Nakonec se kmeny opět zajistí podložkami.

Rozkulovací rampy se nacházejí na ploše s mírným sklonem. Podklady jsou zhotoveny z podvalů (na betonových patkách), které se po čase obměňují. Podvaly jsou ve spádu 2-3° ve směru rozvalování. Surové kmeny se skládají jedním směrem (čepovým koncem ve směru technologického toku). Výška skládek dosahuje občas výšek až 4 m. Proti samovolnému rozvalení se skládky zajišťují pomocí podložek.



**Obrázek 5:** Schéma skládky výřezů a dlouhé kulatiny

### 3.3.4. Prostor manipulace

Jedná se o poměrně malý prostor skladu suroviny, ale je to velice důležitá část. V této části skladu suroviny jsou umístěny výrobní i pomocná strojně technologická zařízení, na nichž se zpracovává dlouhá kulatina na specifikované pilařské výřezy. Podklad manipulačních prostor je zpevněn a odvodněn, dopravní cesty mají tvrdý podklad – panely vel. 280/125 cm, částečně vyasfaltovaný.

*Při ruční manipulaci je důležité dodržovat následující zásady: [6]*

- vizuálně prohlédnout kmen a rozhodnout, na jaké sortimenty bude použit
- u rozsáhlé hniloby se manipuluje od oddenku (hnilobu odřezáváme po 1m dle požadavků norem a sortimentu)
- rozměření kmene na výřezy provádíme zpravidla od oddenku k vršku
- z oddenkových částí se vymanipulují nejcennější sortimenty
- u rozměrování se musí počítat s přídávky na délku
- u vad jako jsou sukatost, křivost, trhliny je důležité seznámení s normami ČSN
- sledovat rozsah vad jako je např. poškození hmyzem, křivost, sbíhavost

Vybavení pracovníka na manipulačním skladě	Kusů
Stojanový naviják	1
Motorová pila	2
Páčidla	2
Univerzální sekery	3
Manipulační lať	2
Průměrka	2
Klínky do řezu	5
Kalač	1
Obracák	1
Lana - 25 m	3
Modrá nebo tuhová křída	-

**Tabulka 1:** Vybavení manipulační skupiny

V současné době je manipulace prováděna dvěma pracovníky (ručně) s částečnou mechanizací - kolejovým vozíkem s příčným dopravníkem. Vozík je určen pro rozvoz výřezů na jednotlivé skládky sortimentů. Vedení elektrického proudu je nad kolejovou dráhou vozíku. Posun výřezů na plošině vozíku je mechanický pomocí válečkového řetězu poháněného elektromotorem. Rám vozíku je ocelový, dvounápravový, opatřen brzdou.



**Obrázek 6:** Kolejový vozík s příčným dopravníkem

*Technické parametry:*

Rozměry:	délka .....	2150 mm
	šířka.....	1100 mm
	výška .....	2050 mm
Ložná plocha.....		1400 x 6000 mm
Výška ložné plochy.....		800 mm
Rozchod kol .....		960 mm
Elektromotor pro pojezd .....		2,5 kW
Rychlost pojezdu.....		15 km/h
Nosnost .....		5000 kg
Hmotnost.....		360 kg

Vlastní třídění se provádí ručním navalením výřezů na mechanizovanou plošinu v množství přibližně 5-8 kusů (měření čepu se provádí ručně). Vozík se pohybuje po kolejích, přičemž po stranách se nacházejí specifikované skládky výřezů. Za pomoci řetězového dopravníku se (po zastavení vozíku) postupně vykládají jednotlivé výřezy. Po vyložení všech výřezů se vozík vrací zpět k prostoru manipulační rampy a je naložen další dávkou výřezů.

### ***Příčné přeřezávání kmene – výroba sortimentů***

Zkracování dlouhé kulatiny na požadované rozměry se provádí pomocí motorových pil. Tato operace patří mezi nejdůležitější operace v pilařské výrobě, neboť se jedná o první rozhodující zásah do suroviny (z ekonomického hlediska se jedná o nejzodpovědnější operaci). Proto je důležité řádně poučit pracovníky v manipulaci, aby nedošlo ke zbytečnému znehodnocení suroviny. Na této operaci závisí efektivnost následného využití suroviny. Cílem této operace je:

- maximální možné zhodnocení dřevní hmoty
- eliminovat vady kulatiny
- vytvořit rozměrově specifikované výřezy

Mezi nejčastější vady, které se v prostoru manipulace eliminují, jsou tvarové nepravidelnosti výřezu, suky a hniloba (je důležité posuzovat celkový charakter kulatiny). Eliminace se provádí buď vyříznutím vady nebo sdružením vad do jednoho výřezu. Pokud se postupuje nesprávným způsobem, tak hrozí, že získáme méně kvalitní sortiment nebo vznikne vyšší odpad.

Průměrové třídění výřezů je operace, při které se rozdělují výřezy do jednotlivých skupin podle průměru na tenčím konci výřezu. Tím je docíleno větší plynulosti a především zvýšení výkonu a výtěže. Detailnost třídění je závislá především na použitém hlavním stroji – rámové pile, která nemá možnost dynamicky měnit pořezové schéma za chodu. Její sestava pilových listů je napevno nastavena pro pořez podle optimálního pořezového schématu (pro danou tloušťku je třeba zvolit optimální sestavu pilových listů).



Momentálně se třídí do 9 různých skupin výřezů - podle průměrů na jejich čepovém konci a podle délky. Důvod tohoto třídění je tedy zřejmý – zásobování hlavního stroje vytříděnými výřezy, přičemž každá odchylka se negativně projeví na kvalitě a výtěži.

*Skupiny podle čepového průměru:*

- 1 skupina..... 12 – 15 cm
- 2.skupina..... 16 – 19 cm
- 3 skupina.....20 – 22 cm
- 4 skupina.....23 – 26 cm
- 5 skupina.....27 – 30 cm
- 6 skupina.....31 – 34 cm
- 7 skupina.....35 – 41 cm
- 8 skupina.....42 - 45 cm
- 9 skupina.....46 +

*Skupiny podle délky výřezů:*

- 3 m
- 4 m
- 5 m
- 6 m

Vzhledem k tomu že převažuje dodávka čtyřmetrových výřezů (cca 96 %), jsou pro některé skupiny (podle čepového průměru) společné boxy pro délkové skupiny (3 m, 5 m a 6 m). Z celkového objemu zpracované suroviny představují 3 m, 5 m a 6 m výřezy zanedbatelné množství a tak pro obsluhu čelního kolového kloubového nakladače není problém z příslušného boxu vybrat pouze výřezy požadované délky. Při navrhování nové manipulační linky by měl být tento problém vyřešen rozdělením boxů pro délkové skupiny.

*Přehled rozdělení skládek:*

Ø 46+	1 box	4 m
Ø 42 – 45	1 box	4 m
Ø 35 – 41	1 box	4 m
Ø 31 – 34	1 box	4 m
	1 box	5 m + 6 m
Ø 27 – 30	1 box	4 m
	1 box	5 m + 6 m
Ø 23 – 26	1 box	4 m
	1 box	5 m + 6 m
Ø 20 – 22	1 box	4 m
	1 box	5 m + 6 m
Ø 16 – 19	1 box	4 m
Ø 12 – 15	2 boxy	4 m
Ø 12 – 19	1 box	5 m + 6 m

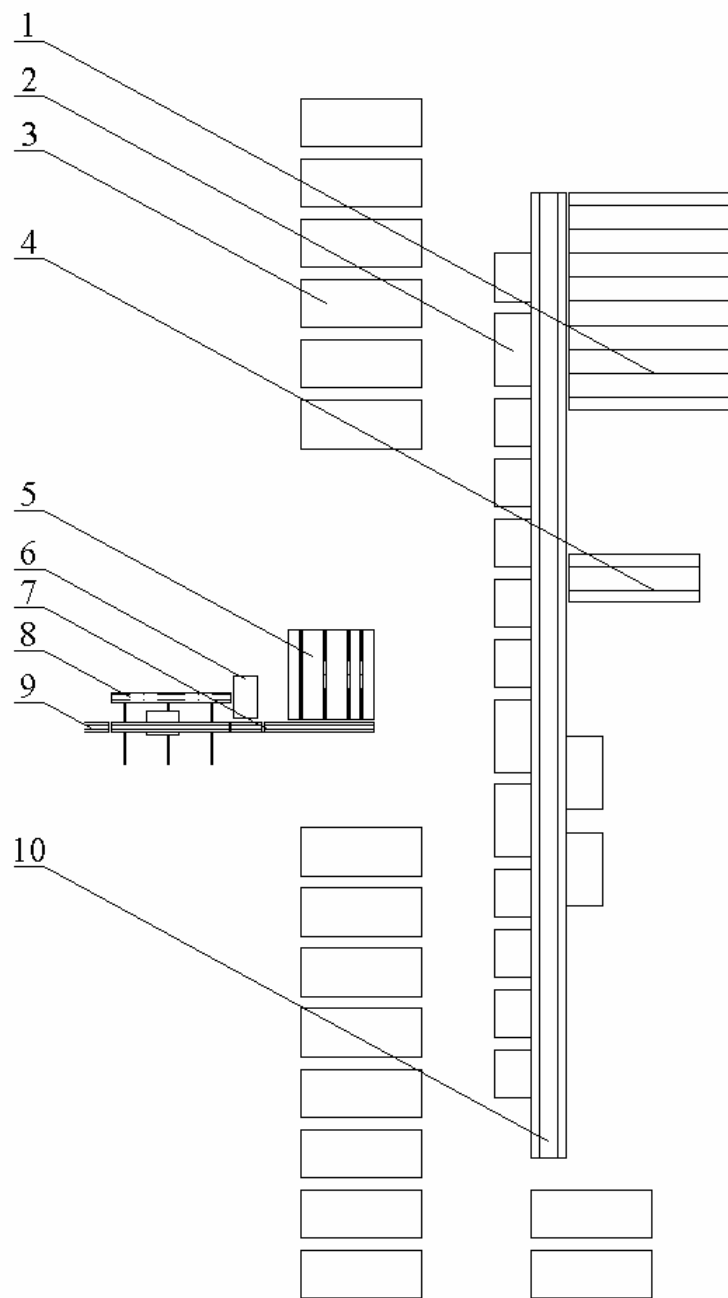
**Tabulka 2:** Rozdělení skládek

V současné době se zatřídíuje do 15 různých skládek.



**Obrázek 7:** Rozdělení skládek (boxy)

Boxy mají tvar jednoduchých pravoúhlých ocelových rámců do kterých se ukládá dříví tak, aby mohlo být uchopeno a převezeno na jiné místo (skládku vytříděných výřezů). Boxy jsou umístěny vedle kolejíště třídícího a rozvážecího vozíku (pod úrovní kolejíště) a dovolují snadné uchycení dříví kleštěmi.



**Obrázek 8:** Schéma skladu kulatiny (současný stav)

1 - skládka dlouhé kulatiny

2 - boxy pro vytříděné výřezy

3 - skládky vytříděných výřezů

4 - skládka výřezů

5 - příčný řetězový dopravník se separátorem

6 - kabina obsluhy odkorňovače

7 - podélný řetězový dopravník

8 - odkorňovač na posuvně

9 - podélný řetězový dopravník s vyrážením

10 – dráha kolejového vozíku

### 3.3.5. Prostor pro uskladnění vytríděných výřezů

V této části skladu se ukládají specifikované výřezy vytríděné podle požadavků pilnice. Zpravidla se tento prostor nazývá sklad výřezů a z pohledu dispozičního uspořádání skladu zabírá tento prostor největší plochu. Velikost tohoto skladu je závislá na požadavcích na detailnost třídění výřezů, dále na stupni použité mechanizace a na způsobu zvolené ochrany.



**Obrázek 9:** Skládky vytríděných výřezů

### 3.3.6. Doprava suroviny k pilnici

Doprava a dávkování výřezů do pilnice je operace, která má za úkol zabezpečit plynulý přísun pilařských výřezů (požadovaných užitkových vlastností) do pilnice. Doprava je prováděna pomocí čelního kolového kloubového drapákového nakladače Komatsu WA 120, který přesouvá jednotlivé výřezy ze specifikovaných skládek na vstup do pilnice. Ten je vyřešen pomocí příčného řetězového dopravníku na který navazuje uzel separátor-dávkovač. Přísun materiálu k hlavnímu stroji (rámová pila typu RZ71, litinová s podpílím) je zajištěn pomocí podélného řetězového dopravníku.



**Obrázek 10:** Komatsu WA 120



**Obrázek 11:** Vstup do pilnice

*Komatsu WA 120 - technické údaje: [12]*

**Motor**

Typ .....	vodou chlazený, 4-dobý, přeplňovaný
Měrný výkon .....	71 kW (2000 ot./min)
Kroutící moment .....	max. 402 Nm / 1300 ot./min

**Převodové ústrojí**

Hnací systém.....	elektronicky ovládaná hydrostatická převodovka přepínatelná ve všech směrech pod plným zatížením
-------------------	--

**Nápravy a pneumatiky**

System .....	náhon na všechna 4 kola
Přední náprava.....	polovýkyvná LSD / TPD diferenciál
Zadní náprava.....	polovýkyvná se středovým čepem LSD / TPD diferenciál, naklápěcí v úhlu 30°
Pneumatiky.....	20.5 R25 (standartd)

**Provozní náplně**

Palivová nádrž.....	17,5 l
Motorový olej.....	19,5 l
Hydraulický systém.....	67 l

### **System řízení**

System .....	řízení kloubovým rámem
Typ .....	plně hydraulické řízení
Úhel řízení na obě strany .....	40°

### **Hydraulický systém**

Hydraulické čerpadlo .....	zubové
Pracovní tlak .....	210 bar
Průtok hydraulického čerpadla ..	96 + 67 l/min
Počet pístnic ramene/lopaty .....	2 / 1
Typ .....	dvojčinné

### **Kabina**

Dvoudveřová kabina v souladu s ISO 3471 s ROPS (ochrana při překlopení stroje) v souladu s ISO J1040c a FOPS (ochrana proti padajícím předmětům) v souladu s ISO J3449. Odhlučňená klimatizovaná kabina s mírným přetlakem usazená na hydroložiscích.

*Přeprava suroviny pomocí kolového nakladače má několik výhod:*

- přímá návaznost na dráhu kolejového vozíku, možnost pružné změny uspořádání skladu podle potřeby
- možnost snadné výměny v případě technických problémů
- snížení potřeby živé práce (není třeba pomocné síly na upínání a uvolňování nákladu jako např. u portálových jeřábů), zmenšení hrozby úrazu
- velká pohyblivost

Tento způsob přepravy suroviny má však i svoje nevýhody. Jelikož pila nedisponuje obracečem výřezů ani nemá vstup do pilnice řešen pomocí dvou příčných rozdělovacích a dávkovacích dopravníků, musí obsluha kolového nakladače občas dost obtížně otáčet jednotlivé výřezy o 180° aby byla zabezpečena jednotná orientace výřezů do pilnice (tenčím koncem). Další nevýhoda je potřeba únosných pojezdových ploch.

## 4. Výrobní program

### 4.1. Charakteristika podniku

Jizerská Pila s.r.o. zpracovává cca 15 000 m<sup>3</sup> jehličnaté kulatiny ročně, z toho cca 95 % v dřevině SM a zbytek v dřevině BO, případně MD (viz. příloha 1). Pila vyrábí zejména konstrukční řezivo (stavební a truhlářské sortimenty) a řezivo pro ostatní odběratele. Konstrukční řezivo dnes představuje cca 90 % produkce, z nichž nejvýznamnější je výroba hraněného řeziva (latě, prkna, fošny, hranoly a hranolky). Zboží je dodáváno z 80 % na tuzemský trh, zbytek tvoří zahraniční kontrakty (Řecko, Anglie).

*Hlavními odběrateli jsou:*

- LIGNA a.s. PRAHA
- HERRMANN & VOGEL PRAHA
- ATREA s.r.o. JABLONEC
- BAK a.s. TRUTNOV
- CAPRA – PS s.r.o. PRAHA
- CRUBO AUTOTRANSPORT PRAHA
- DŘEVOVÝROBA DANUŠE PÍŠŤOVÁ
- DŘEVOVÝROBA DAŘINA VELKÉ BŘEZNO
- DUOMIS s.r.o. ÚSTÍ n.L.
- IPS SKANSKA PRAHA
- STAVEBNINY NYPRO a.s. TRUTNOV
- UNILES a.s. RUMBURK
- ZDH s.r.o. LUČANY

Vedle výrobních středisek má firma ještě obslužná střediska – doprava, údržba a provozuje také obchodní činnost pro firmy a drobné odběratele na svých prodejnách. Pila vlastní také sušící komory s kapacitou 20 m<sup>3</sup> řeziva. V sousedství pily je k dispozici také vlečka ČD.

## 4.2. Skladba výrobního programu

- **Středové řezivo**

- Hranoly

- 80x80
    - 80x100
    - 100x100
    - 100x120
    - 120x120
    - 120x140
    - 140x140

- Latě

- 30x50
    - 35x50
    - 40x50
    - 45x45
    - 50x50
    - 50x70
    - 50x80

- Fošny

- 35-50x100-200

- Prkna

- 22x80-340



Obrázek 12: Středové řezivo



Obrázek 13: Boční řezivo

- **Boční řezivo**

- Prkna

- Kratina

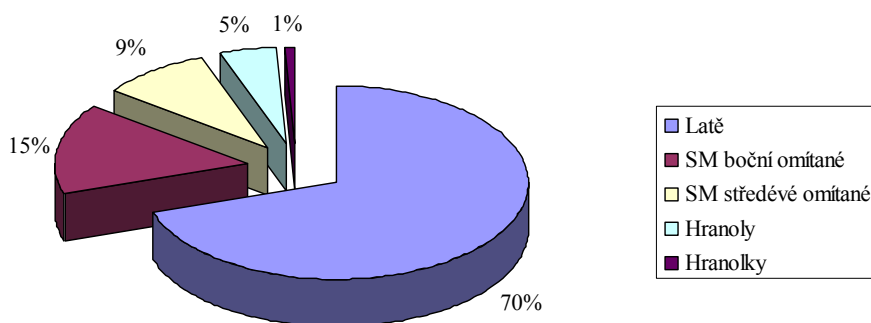
- **Suché truhlářské řezivo**

- **Palubky, podlahová prkna**



Délky běžně vyráběných sortimentů jsou 2 m, 3 m, 4 m, 5 m a 6 m ale technologie umožňuje výrobu řeziva v délce až 7 m.

***Skladba výrobního programu:***



**Graf 1:** Skladba výrobního programu

***Přehled vyrobeného řeziva:***

- 2007 ..... 1320 m<sup>3</sup> latě; 210 m<sup>3</sup> středové řezivo
- 2006 ..... 1325 m<sup>3</sup> latě; 70 m<sup>3</sup> středové řezivo
- 2005 ..... 1920 m<sup>3</sup> latě; 140 m<sup>3</sup> středové řezivo
- 2004 ..... 1660 m<sup>3</sup> latě; 140 m<sup>3</sup> středové řezivo

Výrobní program je zaměřen především na dlouhodobé kontrakty, přičemž kapacita bývá doplněna krátkodobými zakázkami, které částečně snižují vázanost kapitálu v zásobách.



**Obrázek 14:** Řezivo

Řezivo může být dodáváno vysušené na požadovanou vlhkost dle zákaznickova zpracování. Dále je nabízena možnost impregnace - máčením. Délka impregnační vany (dvouplášťová) je 6,5 m s hydraulickým zvedáním (kapacita 35 m<sup>3</sup> za 8 hod). Ovládání je zajištěno pomocí tlačítkového panelu. Jako ochranný přípravek se používá Lignofix "E" Profi. Jedná se o dlouhodobý typ ochrany (životnost provedené ochrany je 10 let pro 3. třídu ohrožení a časově neomezená pro 1. a 2. třídu ohrožení). Maximální délka impregnovaných kusů je 6 m.



**Obrázek 15:** Impregnace

*Ostatní produkty se kterými společnost obchoduje jsou:*

- Štěpka (určená pro tuzemský trh)
- Dřevěné piliny (vhodné pro výrobu dřevěných briket a pelet, pro spalování a pro výrobu dřevotřískových desek)
- Kůra



**Obrázek 16:** Ostatní produkty (odpad)

## 5. Charakteristika suroviny

### *Základní pojmy a termíny [1]*

- Dřevo
  - lignin a celulózu obohacující substance mezi dřevní a kůrou stromu
- Dříví
  - dřevo v podobě stojících nebo pokácených stromů, nebo ve formě jejich prvního stupně zpracování
- Surový kmen
  - vytěžený, odvětvený strom, od kterého je oddělena kořenová část a vršek. Je určen pro výrobu jmenovitých sortimentů, nebo dodáván ke zpracování jako celek.
- Kulatina
  - obecný název pro dlouhé oblé dříví. V užším smyslu je výraz používán pro kmen před zpracováním, vyhovující sortimentu, obvykle krácený na výřezy.
- Sortiment
  - dříví jmenovitého určení, vyhovující požadavkům technických norem. Skupiny sortimentů tvoří třídy jakosti.
- Výřez
  - vydruhovaná část kmene podle stanovených parametrů. Podle původního umístění na kmene jsou někdy výřezy označovány jako oddenkové, první a další středové a výřezy vrcholové (čepové). Liší se plnodřevností a zastoupením suků.
- Výřez sdružených jakostí
  - výřez, jehož jednotlivé části odpovídají technickým požadavkům různých sortimentů a nejsou odděleny příčným řezem.

*Dodávané surové kmeny jsou v kůře a lze je rozdělit na:*

- tenké (do 19 cm středové tloušťky b.k.)
- tlusté (od 20 cm středové tloušťky b.k.)

Délka dodávaných surových kmenů je odstupňována po 1 m, přičemž převažuje dodávka 4 m výřezů (střední zpracovaný průměr je 27-34 cm). Přídavek na délku činí 1 %, nejvýše však 10 cm. Nejmenší tloušťka čepu je 12 cm.

Firma zpracovává především jehličnaté dříví – smrk III/B a III/C, popřípadě borovici nebo modřín. Použití lepší (popřípadě horší) jakosti by bylo značně nevhodné. Dovolený rozsah vad zpracovávaných jehličnatých surových kmenů je v souladu s doporučenými pravidly pro měření a třídění dříví v České republice. (viz. příloha 2, 3, 4) Ostatní vady neuvedené v tabulce jsou povoleny. Kulatina je dodávána v kůře, odvětvená. Mezi hlavní dodavatele suroviny patří:

- KRNAP VRCHLABÍ
- SDRUŽENÍ LESŮ BOZKOV
- LESNÍ PODNIK NAVAROV
- LESS a.s. BOHDANEČ

Pila nakupuje surovinu na základě dlouhodobých kontraktů (hromadný nákup – limitován kapacitou výroby). Cena kulatiny bývá upřesňována po kvartálech. Cílem je dosažení co nejnižší ceny kulatiny.

**Výhody hromadného nákupu suroviny:** nižší nákupní ceny, možnost přizpůsobit surovinu provozním podmínkám, vyšší sériovost výroby

**Nevýhody hromadného nákupu suroviny:** nižší výtěž, nutnost zpracovat souběhy, vyšší pracnost, výroba na sklad

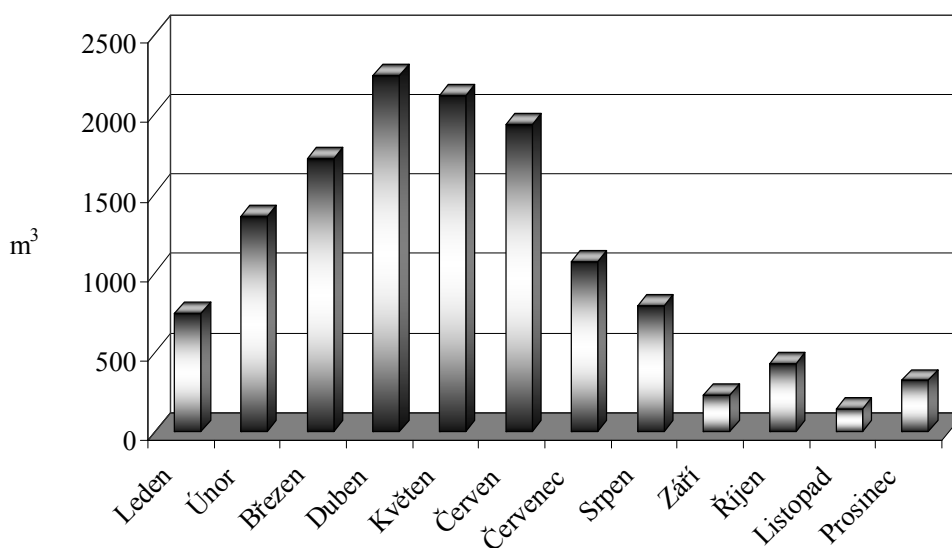
## 5.1. Dodávky kulatiny

V roce 2007 bylo dodáno 13121,15 m<sup>3</sup> kulatiny. Podrobnější údaje viz. tabulka 3.

<b>DODÁVKY KULATINY CELKEM</b>				
<b>Příjem kulatiny 2007</b>	<b>Tř.B</b>	<b>Tř.C</b>	<b>Celkem</b>	
Leden	592,25	155,41	747,66	<b>I Q</b>
Únor	1185,51	173,93	1359,44	
Březen	1307	411,22	1718,22	<b>3825,32</b>
Duben	1502,19	743,34	2245,53	<b>II Q</b>
Květen	775,81	1339,62	2115,43	
Červen	0	1934,36	1934,36	<b>6295,32</b>
Červenec	8,9	1061,96	1070,86	<b>III Q</b>
Srpen	11,11	785,96	797,07	
Září	35,05	200,38	235,43	<b>2103,36</b>
Říjen	133,32	296,84	430,16	<b>IV Q</b>
Listopad	52,38	90,65	143,03	
Prosinec	223,3	100,66	323,96	<b>897,15</b>
	<b>5826,82</b>	<b>7294,33</b>	<b>13121,15</b>	

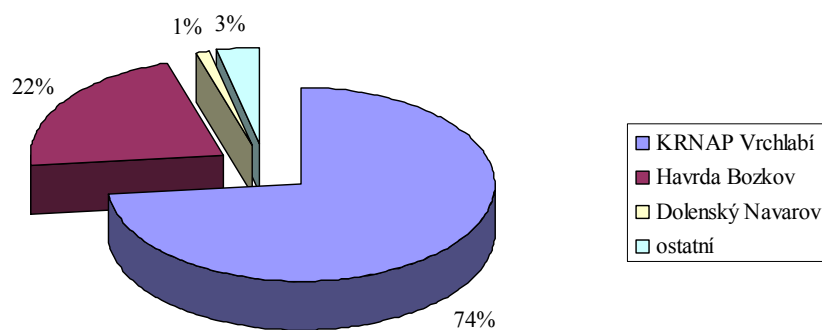
**Tabulka 3:** Příjem kulatiny v roce 2007

### *Dodávky kulatiny 2007:*



**Graf 2:** Dodávky kulatiny v roce 2007

***Příjem kulatiny v roce 2007 podle dodavatelů:***



**Graf 3:** Příjem kulatiny roce 2007

- KRNAP Vrchlabí..... 9615,36 m<sup>3</sup>
- Havrda Bozkov ..... 2876,35 m<sup>3</sup>
- Dolenský Navarov ..... 171,15 m<sup>3</sup>
- ostatní..... 458,29 m<sup>3</sup>

***Přehled dodané suroviny:***

- 2007 ..... 13 121,15 m<sup>3</sup>
- 2006 ..... 13 352,76 m<sup>3</sup>
- 2005 ..... 12 501,39 m<sup>3</sup>

***Podmínky dodávek:***

- odstraněné větve a zbytky po nich (suky) v rovině povrchu kmene
- čela výřezů zařezat kolmo na podélnou osu výřezu
- odstranit nerovnosti vzniklé při těžbě (nedořez, třísky, vytrhaná vlákna, ...)
- odstranit kořenové náběhy
- odstranit cizí viditelná tělesa

## 6. Navrhované alternativy řešení

Při rekonstrukci současného manipulačního skladu je potřeba posoudit několik hledisek. Především je potřeba zhodnotit situaci vývoje dodávek, vybavení a technologii práce na skladě. Dalším hlediskem je případná změna kapacity a vyráběného sortimentu. Dále je třeba stanovit prognózu výroby na dobu životnosti skladu, popř. úhrady investičních nákladů (úspora jedné pracovní síly umožňuje investiční náklad asi 140 000 Kč, přičemž se celkový denní výkon skladových prací nezvýší).

Následně je třeba sklad přestavět, vybavit novým zařízením (stávající doplnit, nebo je částečně použít jako náhradní vybavení při poruchách nového zařízení).

Při modernizaci současného skladu suroviny bude preferováno především zlepšení prostorového uspořádání a zlepšení vnitroskladového transportu (třídění pilařských výřezů a jejich rozdělování do skupin se stejnými užitkovými vlastnostmi je v současnosti prováděné pomocí elektrického kolejového vozíku).

### 6.1. Volba vhodného typu technologie

Při výběru technologie pro manipulační sklad je veliký výběr možností (co se týče detailů, spojení strojů a operací, popřípadě jednotlivých strojů). Ve většině případů určují kapacitu skladu dva stroje: odkornovací stroj a zkracovací souprava (jelikož je odkornovač umístěn v prostoru pilnice, bude limitujícím prvkem právě zkracovací uzel).



Obrázek 17: Odkornovač

Kapacita skladu by se měla z ekonomických důvodů rovnat nebo být velmi blízko maximální výkonnosti jednotlivých strojů nebo jejím násobkům. Podle denní výkonnosti jednotlivých strojů, tvaru skladu, zpracovávaného dříví a způsobu expedice se volí vhodný způsob vnitroskladové dopravy. Dále je potřeba udělat detailní plán prostorového uložení dříví podle sortimentů. Tento plán se dělá podle množství sortimentů a podle předpokládané doby uskladnění. Dalším důležitým krokem je vypracování pracovního postupu jednotlivých strojů a uzlů, zejména směru pohybu (mechanizačních prostředků) a návaznosti cyklů aby nedocházelo ke zbytečnému zdržování a čekání strojů. [4]

*Z hlediska modernizace budou navrženy a následně porovnány dvě varianty třídícího zařízení pro daný podnik:*

- **manipulační a třídící vozík Baljer-Zembrod**
- **dvojstranný třídící dopravník**

Celkový přínos investice má spočívat především ve snížení nákladů při zachování stejného objemu výroby. Zároveň dojde k úspoře počtu pracovních sil a snížení podílu manuální práce zaměstnanců. Rovněž dojde ke zvýšení pracovního komfortu, jelikož obsluha bude pracovat v krytých kabinách. Dále dojde k zpřehlednění a lepšímu uspořádání skladu suroviny.



**Obrázek 18:** Vozík Baljer-Zembrod



**Obrázek 19:** Třídící dopravník [11]



## 6.2. Stanovení kapacity manipulační linky

### Norma spotřeby práce

#### Rozvrh směny

- začátek směny 6:00
- přestávka 11:00-11:30
- konec směny 14:30

#### - spotřeba času pracovníka za směnu (aplikace dle odborné literatury)

Druh spotřeby času za směnu v minutách	Dny				
	1	2	3	4	5
- čas práce	383	393	380	394	368
- ztráty zaviněné dělníkem	28	27	35	15	41
- ztráty zaviněné technicko-organizačními nedostatky	10	0	5	16	11
- čas obecně nutných přestávek	59	60	60	55	60

Norma času obecně nutných přestávek je 42 minuty.

#### - koeficient využití pracovní doby pracovníka

Druh spotřeby času	Sumace 1-5 den	Označení	Průměrné časy
- čas práce	1 918	$T_1'$	383,6
- ztráty zaviněné dělníkem	146	$T_D$	29,2
- ztráty zaviněné TON	42	$T_E(T_F)$	8,4
- čas obecně nutných přestávek	294	$T_2'$	58,8

#### Bilance:

skutečná	$\left[ \begin{array}{cccc} T_1' & T_2 & T_E & T_D \\ \hline & 42 & 8,4 & (58,8 - 42) \end{array} \right]$
normovaná	$\left[ \begin{array}{c} T_2 \\ \hline 42 \end{array} \right]$

#### Koeficienty využití pracovní směny :

**Skutečný**  $(T_1' + T_2) / T = (383,6 + 42) / 480 = 0,88$

**Normovaný**  $(T - T_2) / T = (480 - 42) / 480 = 0,91$

Po odstranění ztrát zaviněných pracovníkem  $T_D$  a ztrát zaviněných technicko organizačními nedostatky  $T_E$  by bylo možné zvýšit produktivitu práce.

### **Roční využitelný časový fond**

(uváděné hodnoty jsou pro rok 2007) – platí pro pracoviště manipulace, kde se pracuje na jednu směnu

- přerušovaný provoz = 1 směna, 249 pracovních dnů (pracovních hodin/den = 8)
- celozávodní dovolená - 2 pracovní dny (celozávodní dovolená je pouze v případě výluky dodávky el.energie, jinak jsou dovolené vybírány postupně po pracovištích, stav bývá doplněn brigádníky)
- generální opravy = 16 hod./rok
- ostatní plánované opravy = 8 hod./rok
- poruchové opravy (odhad) = 27 hod/rok (*nelze je započítat – lze započítat pouze plánované*)

*Fond času - členění :*

**Fč - kalendářní** 365x24 = **8 760 hod.**

Fč = počet kalendářních dnů x počet směn x délka pracovní směny

- **nominální**

- SO, NE 52 + 52

- svátky (případající na všední den)  $\frac{10}{247 \text{ dnů}}$

- celozávodní dovolená  $\frac{2 \text{ dny}}{245 \text{ dnů} \times 8 = 1960 \text{ hod.}}$

- opravy - (16 + 8)

- **využitelný (efektivní) časový fond** **1936 hod**

### 6.3. Navrhovaný výkon manipulační linky

V současné době dosahuje výkon manipulačního skladu  $14\,244\text{ m}^3$ , což představuje  $56,74\text{ m}^3$  za směnu (rok 2007). Tento výkon je závislý především na výkonu pilnice, který nyní odpovídá výkonu manipulačního skladu.

#### Norma výrobní kapacity – varianta 1

##### - charakteristika výrobního procesu vozíku Baljer-Zembrod

- rychlost rozvážení	2,15 min / m <sup>3</sup>
- čas klidu pro naměření a vykrácení výřezů	2,5 min / m <sup>3</sup>
- čas pro naložení výřezů	1,5 min / m <sup>3</sup>
- čas pro vyložení výřezů	1,5 min / m <sup>3</sup>
- celkem	<b>7,65 min / m<sup>3</sup></b>

Hodinový výkon:  $60 : 7,65 = 7,84\text{ m}^3$

Roční výkon:  $7,84 \times 1936 = 15\,178\text{ m}^3$

Navržený výkon je tedy dostačující pro technologii v pilnici.

#### Norma výrobní kapacity – varianta 2

##### - charakteristika výrobního procesu klasické manipulační linky

- čas pro rozseparování kulatiny	0,7 min / m <sup>3</sup>
- čas pro vzkracování na výřezy	1,2 min / m <sup>3</sup>
- čas pro zatřídění výřezů	0,05 min / m <sup>3</sup>
- rychlost N(m <sup>3</sup> /min)	2,92 min / m <sup>3</sup>
- celkem	<b>4,87 min / m<sup>3</sup></b>

Hodinový výkon:  $60 : 4,87 = 12,31\text{ m}^3$

Roční výkon:  $12,31 \times 1936 = 23\,832\text{ m}^3$

Navržený výkon je tedy dostačující pro technologii v pilnici.

## Faktory ovlivňující kapacitu

- **pracovníci** – kvalita pracovníků, jejich odborné znalosti, individuální výkonnost, pracovní morálka, schopnost uspořádání práce (rozdíly ve výkonech mohou být o 100 i více procent)
- **organizace práce** – při dobré organizaci práce je možné snížit ztrátové časy na minimum. Nejčastěji se jedná o prostoje vzniklé poruchami, neznalostí další výroby, čekáním na práci, atd.
- **technologie výroby** – výtěž řeziva ovlivňuje výkonnost závodu
- **výrobní postup** – důležitá je vázanost jednotlivých pracovišť z hlediska jejich časového využití, prostorové uspořádání pracovišť, jejich vzájemný sled a návaznost, míra ruční manipulace s materiálem během výrobního procesu
- **technické vybavení** – roli hraje především technický stav použitého strojního vybavení, jeho úroveň a využívání
- **poloha závodu** – vzdálenost surovinové základny, vzdálenost odbytových středisek, možnost rozšíření závodu, dopravní spojení (železniční, silniční,...)
- **surovina** – hustota lesního porostu, hustota a stav přísunové dopravní sítě

Vliv jednotlivých faktorů na ekonomiku výroby se liší a proto není možné je oddělit a sledovat izolovaně. Souhrn jejich působnosti je třeba sledovat komplexně. [5]

## 6.4. Návrh rozdělení skládek

### 6.4.1. Rozdělení skládek – vozík Baljer-Zembrod

Třídění výřezů podle čepového průměru bude zachováno (9 skupin), ale v rámci zpřehlednění skladu budou rozděleny boxy pro délkové skupiny. Celkem bude potřeba vybudovat kolem manipulační linky 29 skládek výřezů (viz. příloha 5).

Ø 46+	2 boxy	4 m
Ø 42 – 45	3 boxy	4 m
Ø 35 – 41	3 boxy	4 m
Ø 31 – 34	2 boxy	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 27 – 30	1 box	5 m
	1 box	6 m
	3 boxy	4 m
Ø 23 – 26	3 boxy	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 20 – 22	2 boxy	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 16 – 19	1 box	4 m
Ø 12 – 15	1 box	4 m
Ø 12 – 19	1 box	5 m
	1 box	6 m

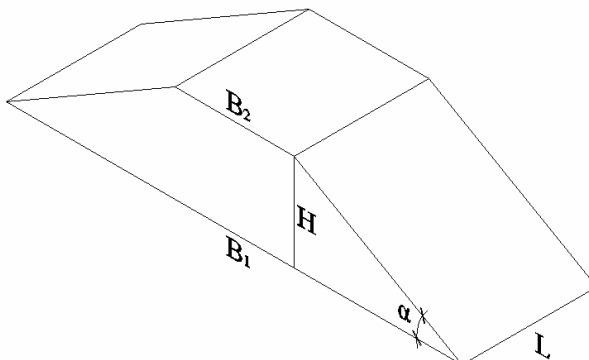
Tabulka 4: Přehled rozdělení skládek – Baljer-Zembrod

### 6.4.2. Zásoby hmoty – vozík Baljer-Zembrod

Při určování zásoby hmoty na skladě se vychází především z denního obratu (tj. přísun a odsun hmoty). Důležité je brát ohled na výkyvy v dovozu suroviny tak, aby nebylo nutné skládat surové kmeny do vysokých hromad, nebo na náhradní skládky. Množství zásob by mělo být takové, aby byl zajištěn především plynulý provoz skladu (rezervy pro poruchy apod.). Zásoba hmoty je udávána počtem dní, po kterou je zajištěn plynulý provoz skladu.

## Výpočet zásoby hmoty

Objem skládky kulatiny a výřezů:



$$V = \frac{B_1 + B_2}{2} \times H \times L \times f$$

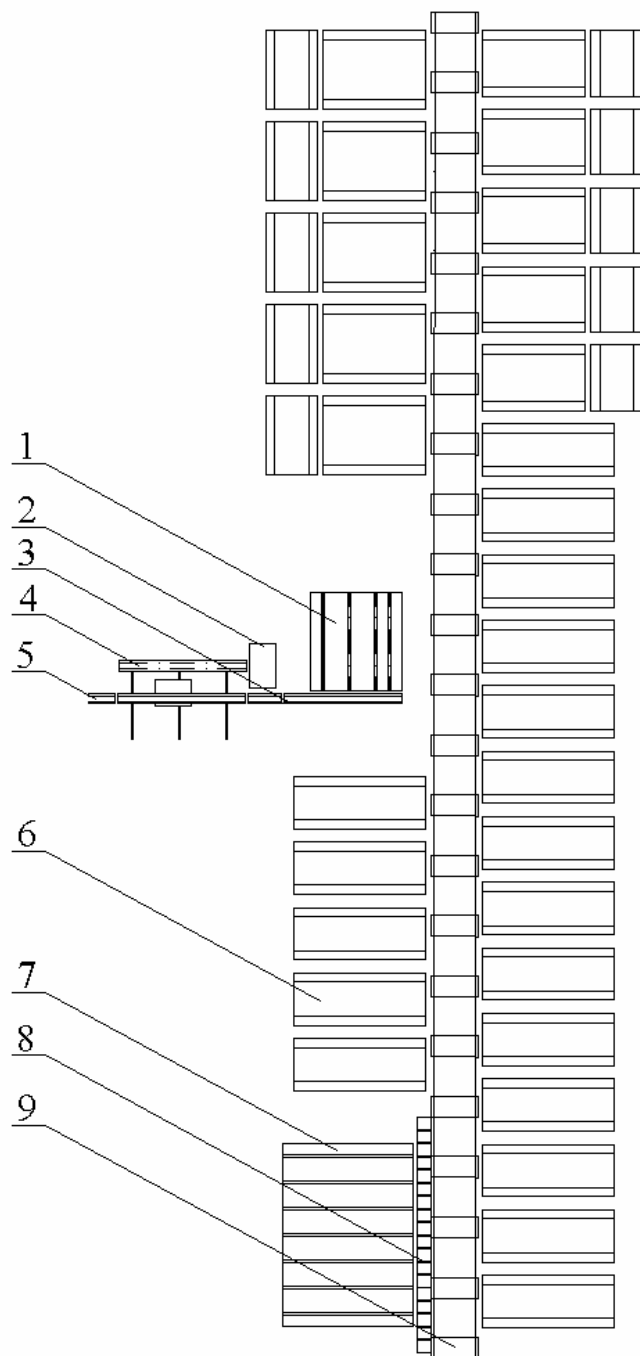
Koeficient zaplnění hráně f:

	Dlouhá kulatina	Výřezy
Tříděné	0,55	0,75
Netříděné	0,50	0,70

L [m]	B <sub>1</sub> [m]	B <sub>2</sub> [m]	α [°]	H [m]	V [m <sup>3</sup> ]	počet skládek [n]
4	10	0	30	2,88	43,2	19
	5	0	30	1,44	10,8	5
	6	0	30	1,73	15,6	5
5	7,8	0	30	2,25	32,9	5
6	7,8	0	30	2,25	36,8	5
					<b>Σ = 1301,4 m<sup>3</sup></b>	

Tabulka 5: Výpočet zásoby hmoty – Baljer-Zembrod

Zásoba kulatiny bude cca 30 denní, tj. 9 % ročního obrátu.



**Obrázek 20:** Schéma modelu skladu kulatiny a výřezů (Baljer-Zembrod)

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1 – příčný řetězový dopravník se separátorem | 6 - skládky vyříděných výřezů |
| 2 - kabina obsluhy odkorňovače               | 7 - skládkovací rampa         |
| 3 - podélný řetězový dopravník               | 8 - manipulační stůl          |
| 4 - odkorňovač na posuvně                    | 9 - dráha manipulační linky   |
| 5 - podélný řetězový dopravník s vyrážením   |                               |

### 6.4.3. Rozdělení skládek – klasická manipulační linka

Třídění výřezů podle čepového průměru bude v případě klasické manipulační linky stejné jako v případě vozíku Baljer-Zembrod (9skupin). Boxy pro délkové skupiny budou rovněž samostatné (4 m, 5 m , 6 m). U klasické manipulační linky stačí vybudovat pouze 20 skládek výřezů, jelikož se výřezy z jednotlivých boxů průběžně vyváží a jsou převáženy čelním kolovým nakladačem na skládky vytríděných výřezů.

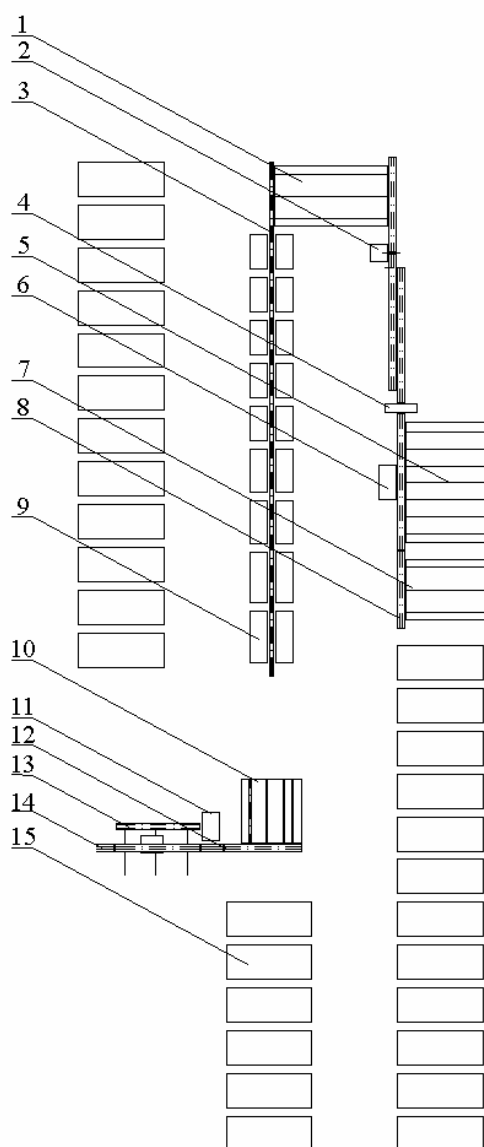
Ø 46+	1 box	4 m
Ø 42 – 45	1 box	4 m
Ø 35 – 41	1 box	4 m
Ø 31 – 34	1 box	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 27 – 30	1 box	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 23 – 26	1 box	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 20 – 22	1 box	4 m
	1 box	5 m
	1 box	6 m
Ø 16 – 19	1 box	4 m
Ø 12 – 15	1 box	4 m
Ø 12 – 19	1 box	5 m
	1 box	6 m
omyl	1 box	

**Tabulka 6:** Přehled rozdělení skládek u klasické manipulační linky

### 6.4.4. Zásoby hmoty – klasická manipulační linka

V případě klasické manipulační linky není množství zásob nijak prostorově omezeno. Z toho důvodu je počet boxů nižší než v případě vozíku Baljer-Zembrod, kde jsme limitováni dosahem hydraulické ruky (dle provedení, max. 15,4 m).





**Obrázek 21:** Schéma modelu skladu kulatiny a výřezů (klasická manipulační linka)

- |  |   |
|--|---|
| 1 - příčný řetězový dopravník                | 8 - podélný řetězový dopravník                |
| 2 - řetězová zkracovací pila                 | 9 - boxy pro vytříděné výřezy                 |
| 3 - řetězový tříděč výřezů                   | 10 - příčný řetězový dopravník se separátorem |
| 4 - měřicí rám                               | 11 - kabina obsluhy odkorňovače               |
| 5 - skládka dlouhé kulatiny                  | 12 - podélný řetězový dopravník               |
| 6 - stacionární hydraulická ruka             | 13 - odkorňovač na posuvně                    |
| 7 - příčný rozdělovací a dávkovací dopravník | 14 - podélný řetězový dopravník s vyrážením   |
|  | 15 - skládky vytříděných výřezů               |

## 6.5. Přípravné práce

Aby sklad plnil svoji funkci, je třeba upravit plochy, instalovat potřebná zařízení, přístřešky, budovy, vybudovat přístupové cesty a odsunové komunikace a zajistit osvětlení všech pracovišť. Stavební práce jsou svým rozsahem úměrné objemu a druhu manipulačních operací. K přípravným pracím patří odklizení stavebních objektů, stromů a keřů na ploše budovaného skladu. [4]

*K přípravným pracím patří:*

- likvidace současné manipulační linky
- odvodnění skladových ploch (vody srážkové, vody podzemní a vody splaškové)
- úprava skladových komunikací a skladových a manipulačních ploch (zpevnění – nezbytné vzhledem k celoročnímu dopravnímu a manipulačnímu zatížení)
- základy skladových strojů
- osvětlení skladu dříví a výpusti elektrického proudu (intenzita osvětlení je dána normou ČSN 36 0046)
  - transformovny
  - venkovní vedení (vedení nízkého / vysokého napětí)
  - rozvaděče
- rozvod vody a protipožární zajištění

## 6.6. Třídění pomocí třídícího a rozvážecího vozíku Baljer-Zembrod

Třídění pomocí vozíku Baljer-Zembrod je založeno na propojení jednotlivých pracovních kroků v manipulačním skladu kulatiny (jeden operátor řídí všechny operace – měření, zkracování a třídění kulatiny). Jedná se o velice efektivní způsob třídění, který je vhodný zejména pro malé a střední pilařské provozy. [8]



**Obrázek 22:** Manipulační a třídící vozík Baljer-Zembrod [10]

### *Technická data:*

- rozměry ..... délka 7970 mm, šířka 3000 mm, výška 2830 mm
- rozchod kol ..... 3,00 m nebo dle přání
- celková šířka ..... rozchod kol + ca. 60 cm
- vlastní hmotnost ..... ca. 16-25 t, záleží dle provedení
- pohon pojezdu ..... hydromotory (poháněny 11 kW elektromotorem  
..... čerpadla)
- rychlost pojezdu ..... 0-140 m/min, plynule nastavitelný přes plynový pedál
- kola ..... průměr 450 mm
- provozní napětí ..... 400 V, 50 Hz
- kabelový buben ..... 80 m kabelu, 4x25 mm<sup>2</sup>

## Kabina operátora – varianty provedení:

- **stacionární**



**Obrázek 23:** Stacionární kabina operátora [8]

### *Parametry kabiny operátora:*

- délka:..... 2200 mm
- šířka: ..... 1950 mm
- výška: ..... 2000 mm
- zvukově a tepelně izolovaná
- ochrana proti slunci na předním skle
- vytápění, klimatizace
- 2 halogenová světla na přední straně kabiny
- zpětné zrcátko, osvětlení kabiny, vytápění, zásuvky 400/230 V, 50 Hz, radio

- **otočná**



**Obrázek 24:** Otočná kabina operátora [8]

*Parametry kabiny operátora:*

- délka:..... 1900 mm
- šířka: ..... 945 mm
- výška: ..... 1680 mm
- kompaktní kabina obsluhy na levé straně stojanu jeřábu
- vytápění, klimatizace
- 2 halogenová světla na přední straně kabiny
- osvětlení kabiny, vytápění, zásuvky 400/230 V, 50 Hz, radio

Umístění kabiny zaručuje obsluze dokonalý přehled - veškeré operace probíhají v zorném poli obsluhy. Kabina je zvukově izolována, klimatizována a s možností mnoha doplňků. Dveře kabiny jsou uzamykatelné, okna kabiny (z bezpečnostního skla) lze samozřejmě otevírat, nastavovat a jsou vybaveny stěrači a ostřikovači skel. Podle druhu vozíku jsou kabiny vybavovány olejovým nebo elektrickým topením. Dále je kabina vybavena sedadlem s mechanickým ovládním z něhož obsluha ovládá veškeré operace. Pomocí joysticků se ovládá pojezd, hydraulická ruka a zkracovací pila. Obsluha má k dispozici veškeré potřebné údaje včetně kontrolky tlaku a teploty oleje, počítadlo motohodin,....



**Obrázek 25:** Pracoviště operátora [8]

### Hydraulická ruka:

Mezi hlavní přednosti patří především nezávislost pohonu hydraulické ruky na pohonu pojezdu. Pohon zajišťuje tzv. „LOAD – SENSING“ systém, který dokáže proporcionálně řídit jednotlivé funkce. K pohonu hydraulické ruky slouží elektromotor.

Typ hydraulické ruky	OBX IV	LGX	ASX II
max. dosah	13,30 m	15,40 m	13,50 m
nosnost	ca. 2500 KNm na 13 m	ca. 4600 KNm na 13 m	ca. 1240 KNm na 13 m
moment zdvihu	320 KNm (bez kleští)	600 KNm (bez kleští)	160 KNm (bez kleští)
úhel natáčení	neomezený	neomezený	neomezený
teleskop	optický	není	není
elektromotor	45 kW	90 kW	37 kW
čerpadlo	0-140 l/min	0-280 l/min	0-140 l/min
primární tlak	280 bar	280 bar	240 bar

**Tabulka 7:** Varianty provedení hydraulické ruky

### Měřicí zařízení:

Měřicí zařízení je založeno na principu infračervené měřicí závory. Na hydraulicky výklopném rameni je umístěn vysílač. Ten vysílá svazek paprsků, který je během měření přerušován měřeným kmenem. Počet přerušovaných paprsků je vyhodnocován ve stacionární přijímací jednotce.



**Obrázek 26:** Měřicí zařízení [8]

Data, která se získají během měření, jsou následně předávána z přijímací jednotky do vyhodnocovacího počítače. V kabině obslužného vozíku je umístěn 15“ LCD dotykový monitor, na němž je zobrazen průběh celého měření. Po vyhodnocení provedeného měření je na monitoru graficky zachycen měřený kmen (se všemi požadovanými údaji, které jsou nezbytné pro manipulaci daného kmene). Dodávaný software od firmy A.F. Servis s.r.o. dokáže v paměti počítače uchovat všechna data získaná při měření a manipulaci (lze uložit až 500 000 měření). Vstupní evidence je tak velice přesná. Software dokáže také zaznamenat například počet jednotlivých výřezů v jednotlivých skládkách, vstup a výstup z manipulace, dodavatele, atd.

K následnému zpracování dat (např. v kanceláři) slouží flash paměť na USB. Ta zároveň plní funkci přihlašovacího prvku jednotlivých pracovníků (tím je zajištěna přesná kontrola o pracovním výkonu jednotlivých směn). Obsluha vozíku komunikuje s počítačem pomocí dotykového LCD monitoru a klávesnice.

Kalibrace měřícího zařízení je bezobslužná – probíhá automaticky (při každém měření je světelná závora podrobena testu funkčnosti). Tím je zajištěn vysoký stupeň přesnosti a spolehlivosti systému. Jestliže jsou zjištěny nepřesnosti v některém z důležitých parametrů ovlivňujících přesnost měření mimo toleranci, pak je obsluha upozorněna.

*Technické parametry:*

- napájení..... 320V AC  $\pm$ 10%, 50 Hz
- přesnost měření průměru ..... od  $\pm$  1,25 mm do  $\pm$  10,0 mm
- maximální měřitelný průměr ..... 720 mm
- maximální rychlost při měření..... 65 m/min
- krytí..... IP65
- pracovní teplota ..... -20 C° – +45 C°
- přesnost měření délek . .....  $\pm$  10 mm
- kapacita paměti ..... cca 500 000 měření



**Obrázek 27:** Monitor operátora [13]



**Obrázek 28:** Software pro měření [13]

Data z měření jsou předávána z přijímací jednotky (přes komunikační rozhraní RS 422) do vyhodnocovacího počítače. Obsluha má na dotykovém 15" LCD monitoru, který je umístěn v obslužné kabině vozíku, graficky znázorněn průběh měřicího procesu spolu s následujícími údaji:

- celková délka kmene
- objem
- střední průměr
- grafické znázornění kmene s údaji o jeho průměru v segmentech po 200 cm délky
- datum a čas
- výběr pro kvalitativní zatřídění kmene

V průběhu manipulace jsou navíc zobrazovány tyto údaje:

- délka výřezu
- aktuální průměr kmene v místě řezu
- zbytková délka kmene
- výběr pro kvalitativní zatřídění výřezu
- umístění výřezu do skládky



Obsluha má také možnost zadat do systému následující informace, které budou poté následně přiřazované k jednotlivým kmenům a vyráběným výřezům:

- dodavatel
- druh dřeva
- korekce na kůru
- číslo přejímacího protokolu
- jméno pracovníka

Program zálohuje veškeré (výše uvedené) informace jak k jednotlivým kmenům vstupujících do manipulace, tak i ke každému z jednotlivých výřezů, které jsou z těchto kmenů vyrobených. Veškerá data je pak možné zpracovat a vyhodnotit mimo manipulační linku Baljer-Zembrod pomocí programu „Manipulace“ který je součástí dodávky měřicí technologie. [13]

#### **Zkracovací zařízení:**

Zkracování na výřezy se provádí pomocí sady ALPHA, která se skládá z hydraulicky poháněné řetězové pily STIHL ES 124 se stelitovanou vodící lištou. Pilu ovládá obsluha z otočného sedadla uvnitř kabiny, přičemž může ovlivňovat rychlost zavádění pily do řezu. Na přání může být dodáváno odsávání pilin od řetězové pily.



**Obrázek 29:** Zkracovací pila [8]

Součástí zkracovacího uzlu je i zařízení, které přidržuje surovinu během příčného řezu. Aby byl zabezpečen plynulý řez, je na manipulačním stole umístěno zařízení, které přidržuje kulatinu během příčného řezu. Manipulační stůl je ocelové konstrukce o délce 19 m a šířce 1,05 m.

### **6.6.1. Technologie manipulace – Baljer-Zembrod**

Dovezená kulatina se nejprve skládá na skládkovací rampu. Vozík je vybaven hydraulickou rukou, pomocí které obsluha přemístí manipulovanou kulatinu na manipulační stůl (dosah hydraulické ruky je dle provedení až 15,4 m).

Po umístění výřezu na manipulační stůl najede vozík na slabší (čepový) průměr a sklopí měřicí zařízení. Následuje měření průměru a délky (ta je snímána pomocí pulzního generátoru napojeného na pojezd vozíku). V průběhu jednoho průjezdu vozíku s kmenem je vytvořen a přenesen do počítače jeho přesný model (v horizontálním směru scannerem pracujícím v infračerveném spektru, ve vertikálním směru měření délky pomocí inkrementálního snímače). Při zpětném pohybu vozíku již obsluha vychází z okótovaného modelu a pomocí dotykového 15“ LCD panelu ovládá pilu dělící kmen na části požadovaných délek.

Následně jsou jednotlivé výřezy zatříděny do příslušného boxu (podle délky a čepu), popřípadě podle potřeby pilnice může skládat požadovaný sortiment na příčný řetězový dopravník (na který navazuje uzel separátor-dávkovač (vstup do pilnice).

## **6.7. Třídění výřezů pomocí klasické manipulační linky**

(schéma manipulační linky viz. příloha 6)

V tomto případě jsou výřezy tříděny do boxů pomocí dvoustranného třídícího dopravníku, který je umístěn přibližně 2 - 2,5 m nad úroveň terénu. Základ tvoří článkový řetěz s unášeči. Výřezy jsou podle specifikovaných rozměrů následně shozené vyrážeci. Kapacita boxů bývá zpravidla závislá na zařízení, jenž vyprazdňuje boxy (čelní kolový nakladač Komatsu WA 120). Zpravidla bývá použit stejný počet třídících boxů jako je počet specifikovaných skládek výřezů, jen zřídka bývá použit jeden třídící box pro více sortimentů.

### **6.7.1. Parametry manipulační linky**

- maximální délka je vzhledem k dopravním možnostem omezena na 18 m
- orientační výkon linky se pohybuje okolo 15 – 30 tisíc m<sup>3</sup> hmoty za rok
- konfigurace je provedena v závislosti na strojním vybavení linky

### **6.7.2. Technologické vybavení linky**

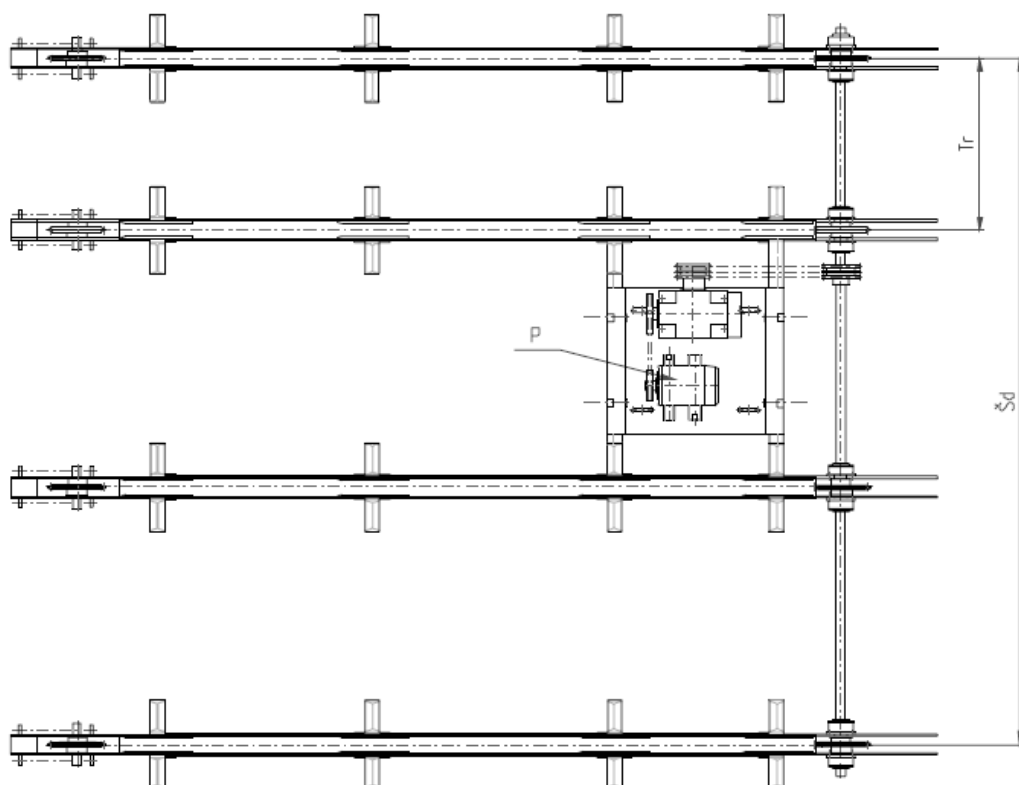
- dopravník příčný řetězový zásobní /DPZA - na pilařské výřezy
- dopravník příčný řetězový zásobní /DPZA - na dlouhou kulatinu
- elavátor
- dávkovač
- stacionární hydraulická ruka
- podélné řetězové dopravníky
- měřicí zařízení
- podélné řetězové dopravníky s vyrážením
- pásový dopravník doměřovací
- zkracovací pila
- příčný řetězový dopravník
- řetězový třidič výřezů

## Dopravník příčný řetězový zásobní /DPZA - na pilařské výřezy (Dřevostroj Čkyně a.s.)

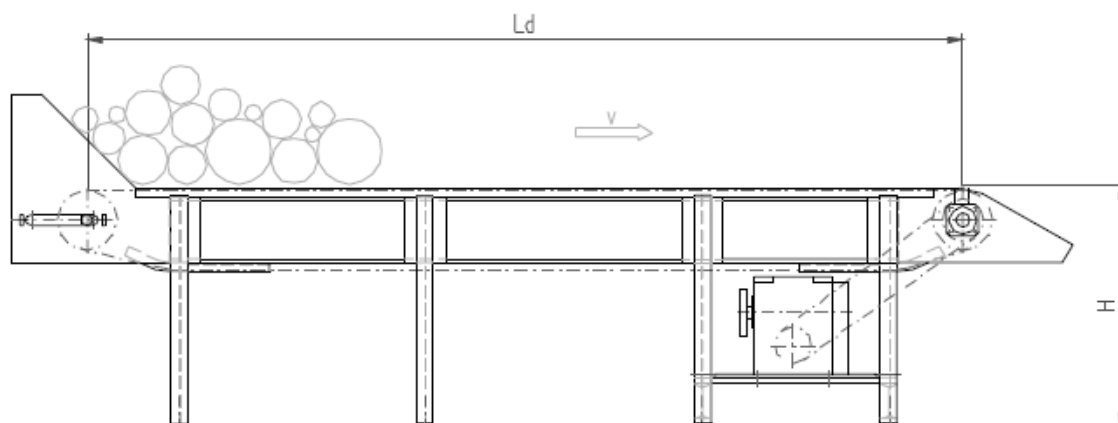
Dopravník slouží k transportu kulatiny v příčném směru. Kulatina je dopravována na ramenech dopravníku pomocí řetězu (pomalou rychlostí v cyklech). Dopravník slouží rovněž jako zásobník kulatiny pro navazující uzel separátor-dávkovač.

*Technické parametry:*

- délka dopravníku  $L_d$  (m) ..... 7,5
- výška na řetěz  $H$  (mm)..... 900
- šířka dopravníku  $\check{S}d$  (m) ..... 7
- rozteč ramen  $Tr$  (m) ..... 2,3
- rychlost  $V$  (m/min) ..... 4 - 12
- příkon elektromotoru  $P$  (kW)... 3 - 7.5



**Obrázek 30:** Příčný řetězový dopravník – nárys [11]



**Obrázek 31:** Příčný dopravník – bokorys [11]

**Dopravník příčný řetězový zásobní /DPZA - na dlouhou kulatinu (Dřevostroj Čkyně a.s.)**

Dopravník slouží k transportu dlouhé kulatiny v příčném směru. Kulatina je dopravována na ramenech dopravníku pomocí řetězu (pomalou rychlostí v cyklech). Dopravník slouží k přepravě dlouhé kulatiny ke stacionární hydraulické ruce, která ji překládá na podélný řetězový dopravník.

*Technické parametry:*

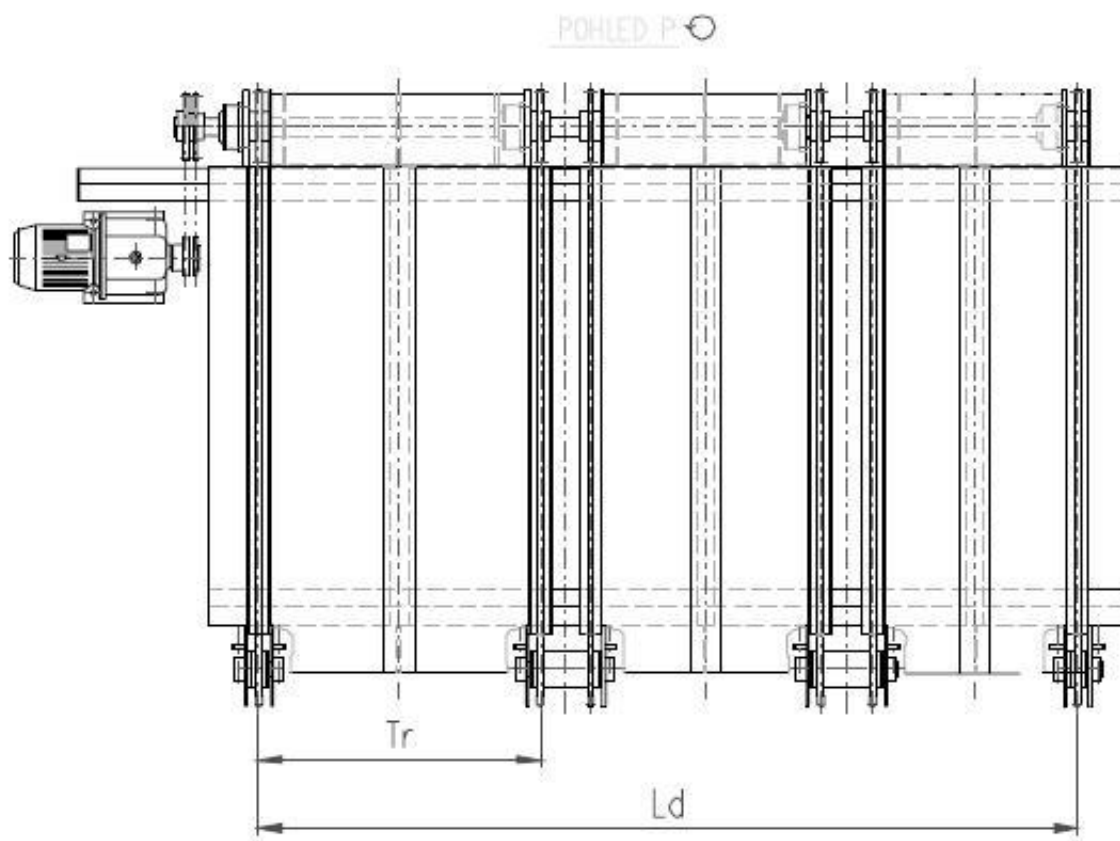
- délka dopravníku  $L_d$  (m) ..... 10
- výška na řetěz  $H$  (mm)..... 900
- šířka dopravníku  $\check{S}d$  (m) ..... 14
- rozteč ramen  $Tr$  (m) ..... 2,3
- rychlost  $V$  (m/min) ..... 4 - 12
- příkon elektromotoru  $P$  (kW)... 3 - 7.5

**Elevátor (Dřevostroj Čkyně a.s.)**

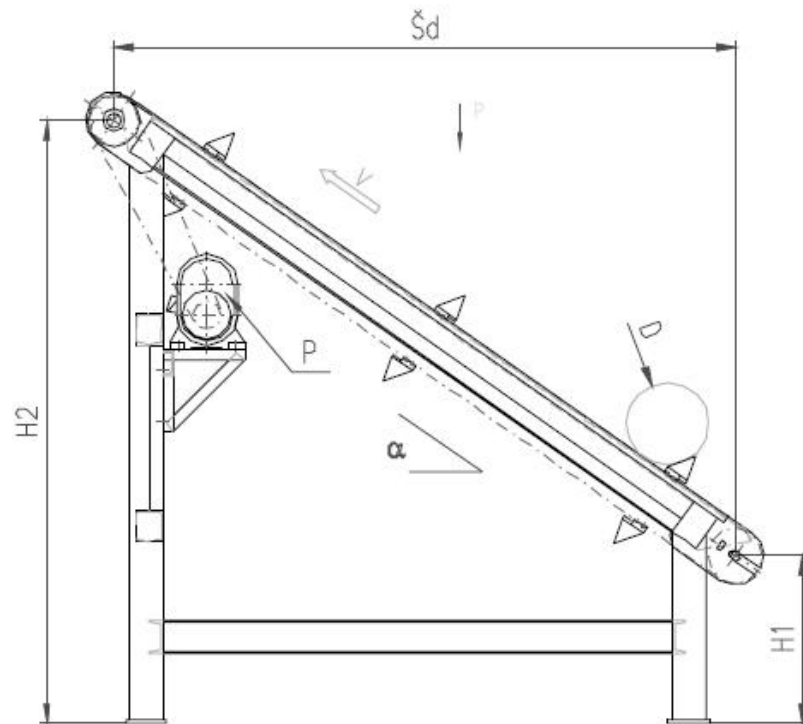
Elevátor navazuje na příčný řetězový dopravník. Zařízení rozseparuje kulatinu a vynese ji do požadované výše. Kulatina se pohybuje v příčném směru pomocí unášečů tažených řetězy. K pohonu je použit elektromotor.

*Technické parametry:*

- délka  $L_d$  (mm) ..... 7
- šířka  $\check{S}d$  (mm) ..... 2000
- rozteč ramen  $Tr$  (mm) ..... 800
- navalovací výška  $H_1$  (mm) ..... 500
- dávkovací výška  $H_2$  (mm) ..... 2000
- úhel sklonu  $\alpha$  ( $^\circ$ ) ..... 45
- rychlost  $V$  (m/min) ..... 5 - 16
- příkon elektromotoru  $P$  (kW) ... 3 - 7.5



**Obrázek 32:** Elevátor – půdorys [11]



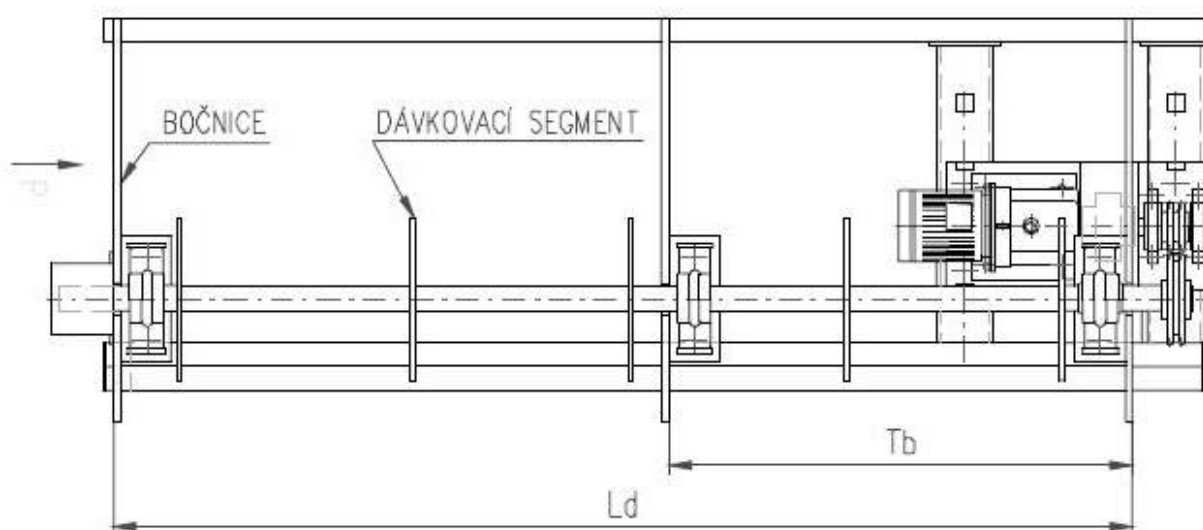
**Obrázek 33:** Eleváto – bokorys [11]

### **Dávkovač rotační /DAR (Dřevostroj Čkyně a.s.)**

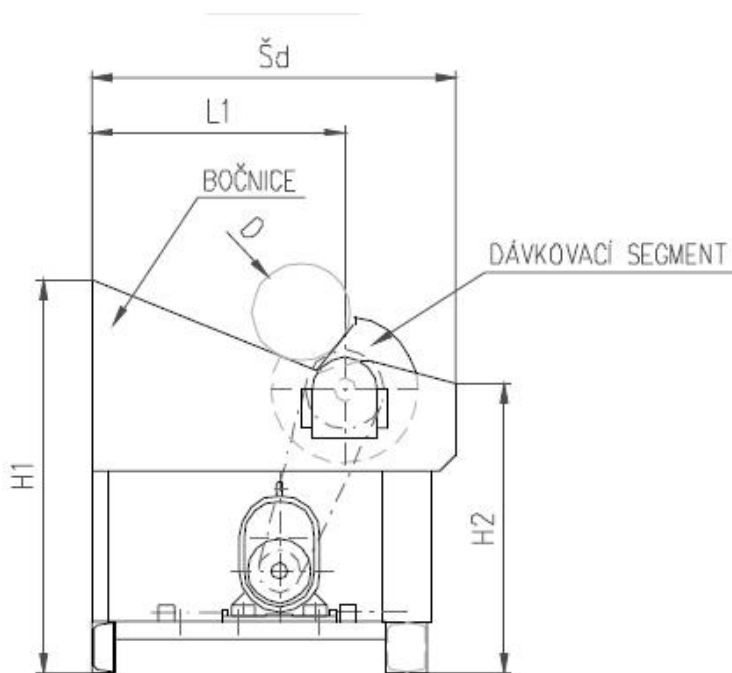
Zařízení dávkuje kulatinu po jednotlivých kusech na navazující podélný dopravník. K dávkování jsou použity kruhové segmenty, které jsou uloženy na společné hřídeli (rotačním pohybem jsou překulovány jednotlivé výřezy na podélný dopravník). K pohonu je použit elektromotor.

*Technické parametry:*

- délka dávkovače  $L_d$  (m) ..... 7
- šířka dávkovače  $\mathring{S}d$  (mm) ..... 1500
- navalovací výška  $H_1$  (mm)..... 2000
- dávkovací výška  $H_2$  (mm)..... 1700
- rozteč bočnic  $T_b$  (mm)..... 2300
- rychlost  $N$  (ks/min) ..... cca 8 - 20



**Obrázek 34:** Dávkořač rotační – řůdorys [11]



**Obrázek 35:** Dávkořač rotační – bokorys [11]

**Stacionární hydraulická ruka PREMIUM 13/180 (A.F. Servis s.r.o.)**

Hydraulická ruka slouží k řekládání dlouhé kulatiny na řodélný řetězový dopravník.



*Technické parametry:*

- nosnost ..... 1 800 kg / 13 m
- úhel otočení HR ..... nekonečně otočná
- pohon otoče HR ..... hydromotor s planetovou převodovkou
- uložení otoče HR..... velkorozměrové válečkové ložisko
- vlastní hmotnost ..... 5 500 kg

**Podélný řetězový dopravník /DPOV (Dřevostroj Čkyně a.s.)**

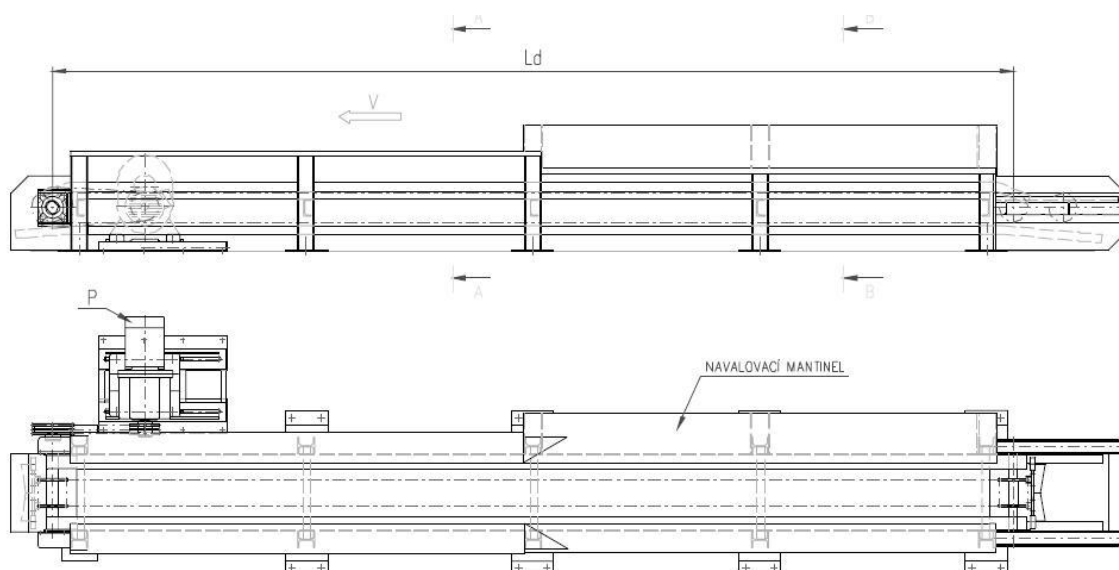
Dopravník přemísťuje kulatinu v podélném směru. Kulatina se pohybuje na kovových unášečích s plastovými kluzátky (taženy jedním středovým řetězem).

*Technické parametry:*

- délka dopravníku  $L_d$  (m)..... 9 - 16
- výška na unášeč  $H_u$  (mm)..... 1700
- šířka unášeče  $\mathring{S}u$  (mm) ..... 800
- rychlost  $V$  (m/min)..... 12 - 60
- příkon elektromotoru  $P$  (kW) ..... 2.2 - 11



**Obrázek 36:** Podélný řetězový dopravník /DPOV – bokorys [11]



**Obrázek 37:** Podélný řetězový dopravník /DPOV [11]

#### Měřicí zařízení (KESAT a.s.)

Měření zabezpečuje systém URSYM – PC od firmy KESAT a.s., který přebírá informace z infračerveného měřicího rámu. Systém umožňuje zásahy obsluhy pomocí displeje s klávesnicí. Výstupní protokoly z provedeného měření lze zobrazit na displeji, vytisknout tiskárnou nebo přenést k dalšímu zpracování. [14]

*URSYM-PC je univerzální řídicí systém manipulace kulatiny, který :*

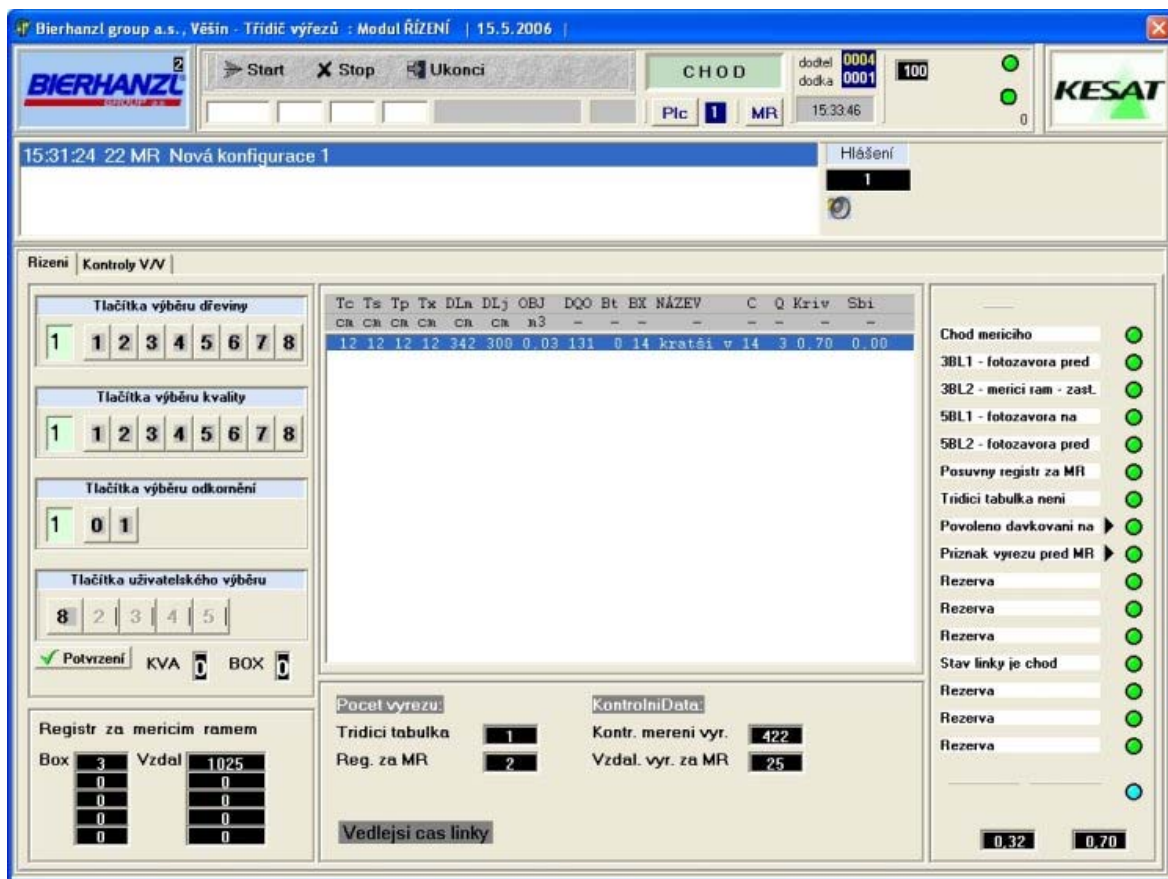
- měří a eviduje vstupní surovinu
- provádí návrh optimálního dělení kulatiny na výřezy včetně optimalizace křivosti
- prostřednictvím vazby s konkrétním technologickým zařízením organizuje krácení na výřezy
- zatřídí výřezy do boxů
- umožňuje vstup obsluhy do procesu krácení
- eviduje vyrobené výřezy

## Návrh optimálního dělení

- pracuje se dvěma skupinami údajů
  - modelové těleso vstupní kulatiny charakterizované délkou, tloušťkou a křivostí v jednotlivých sekcích
  - výrobní příkaz charakterizovaný rozměrovými skupinami (délka a rozsah čepových tlouštěk), přípustnou křivostí a výrobními prioritami
- probíhá ve dvou částech
  - výběr možných délkových variací
  - vyhodnocení optimálního schématu dělení podle hierarchicky uspořádaných kritérií
    - ve variaci se vyskytuje výřez, který není požadován
    - zohlednění sbíhavosti, křivosti
    - maximální součet ocenění výřezu podle priority
    - minimální zbytková délka
- obsluha má možnost
  - potvrdit navrhovaný způsob dělení
  - korigovat návrh
  - zadat odřezek na začátku kmene

## Určení boxu pro zatřídění vychází z

- rozměrů (délka a čepový průměr) dřeviny, jakosti a křivosti vyrobeného výřezu
- konfigurace boxů charakterizované rozsahem rozměrů, dřevinou a jakostí požadovaných výřezů



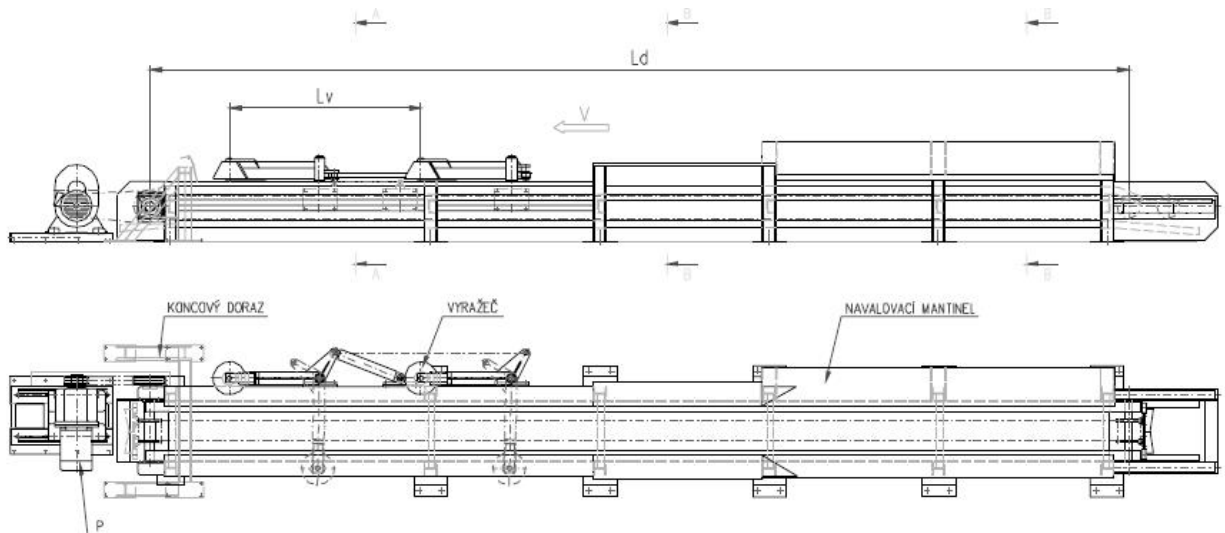
Obrázek 38: Program pro třídění výřezů [14]

### Podélný řetězový dopravník s vyrážením /DPOV (Dřevostroj Čkyně a.s.)

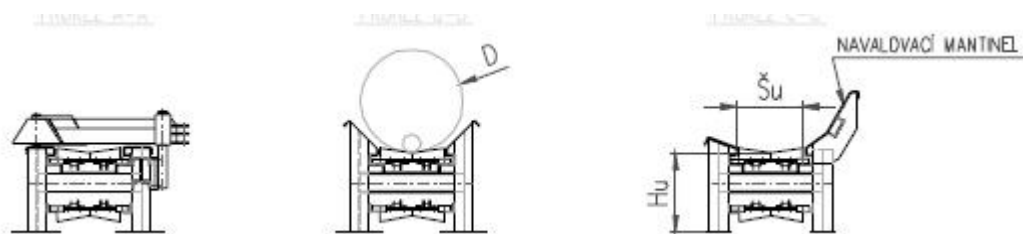
Dopravník transportuje kulatinu v podélném směru. Kulatina se pohybuje na kovových unášečích s plastovými kluzátky (tažených jedním středovým řetězem).

*Technické parametry:*

- délka dopravníku Ld (m)..... 16
- výška na unášec Hu (mm)..... 1700
- šířka unášeče Šu (mm) ..... 800
- rychlost V (m/min)..... 12 - 60
- rozteč unášečů Tu (mm)..... 600 – 1200
- příkon elektromotoru P (kW)..... 2.2 - 11



**Obrázek 39:** Doprník podélný s vyrážením [11]



**Obrázek 40:** Doprník podélný s vyrážením – bokorys [11]

### Zkracovací pila ZPK 1900 (Dřevostroj Čkyně a.s.)

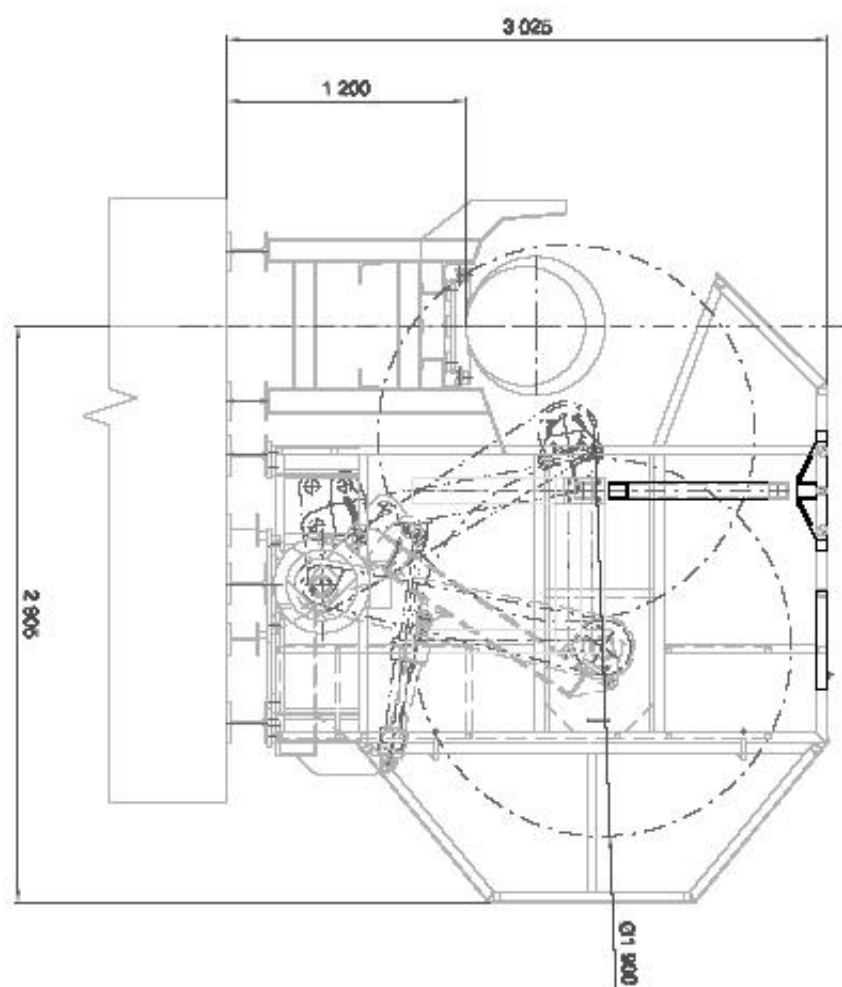
Zkracovací pila ZPK vykracuje kulatinu na požadovaný sortiment. Pila je součástí celého dopravního systému linky a je spojena s odměřovacím dopravníkem. Rám je tvořen tuhým svařencem z ocelových profilů a plechů. Stroj je umístěn na samostatném základě z levé strany dopravního systému

Pilový kotouč má průměr 1900 mm a je upnut na vřeteni, které je uloženo ve speciálních kuličkových ložiscích (vřeteno je vyměnitelně upevněno na kyvném rameni, jehož osa kývání je shodná s osou motoru pohonu pilového kotouče).

Přenos výkonu z motoru na pilový kotouč je zajištěn pomocí pružné spojky a násobného klínového řemene. Pohyb do řezu a zpět zabezpečuje přímočarý hydraulický motor, který je ovládaný proporcionálním ventilem s možností regulace rychlosti. Ve výchozí poloze je pilový kotouč zcela zasunut v ocelovém krytu, z něhož při řezu vyjíždí pouze činná část kotouče.

K upínání řezané kulatiny slouží dva páry shora zavěšených upínacích ramen (umístěny před a za pilovým kotoučem). Ramena jsou ovládané přímočarými hydraulickými elektromotory.

Při výměně pilového kotouče, která se provádí ve výchozí poloze, se musí otevřít boční část krytu (jeho otevření je blokováno, pokud je pilový kotouč v pohybu). Pila se ovládá z kabiny a může být v automatickém režimu řízena počítačem nebo jednotlivě ručními ovladači. Odpady do délky 350 mm a piliny jsou z prostoru pod zkracovací pilou dopravovány mimo vyhrnovacím dopravníkem.



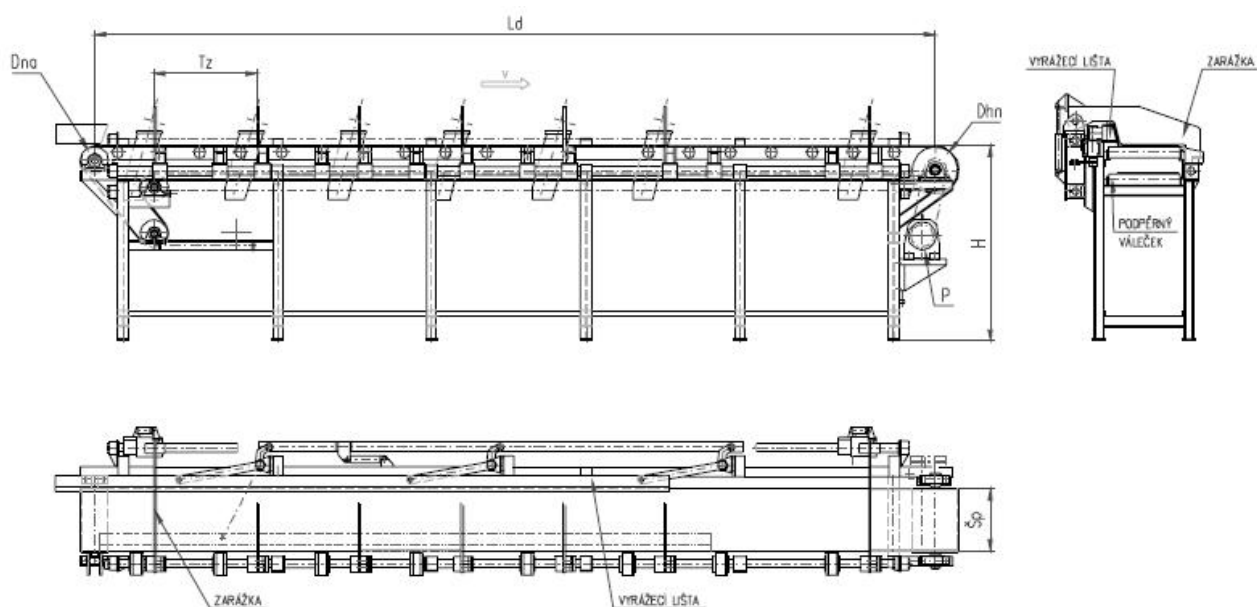
**Obrázek 41:** Zkracovací pila ZPK 1900 [11]

## Pásový dopravník doměřovací /DPAD (Dřevostroj Čkyně a.s.)

Zařízení je použito k transportu a nastavení požadované délky kulatiny (výřezů) za krátkicí pilou. Materiál je dopravován pomocí nekonečného dopravního pásu, který je hnán pogumovaným bubnem. V horní části je pás podpírán volnoběžnými válečky a je vytvarován do tvaru mělkého koryta. Ve spodní části je pás též podpírán volnoběžnými válečky. Nastavování délky se provádí pomocí hydraulicky sklopné zarážky (nastavené na příslušnou vzdálenost). K pohonu dopravníku slouží elektromotor.

*Technické parametry:*

- délka dopravníku  $L_d$  (m)..... 11
- výška na pás  $H$  (mm) ..... 1500
- šířka pásu  $\check{S}p$  (mm) ..... 500
- tloušťka pásu  $Tp$  (mm)..... 12
- rychlost  $V$  (m/min)..... 15 - 40
- příkon elektromotoru  $P$  (kW)..... 2.2 - 4



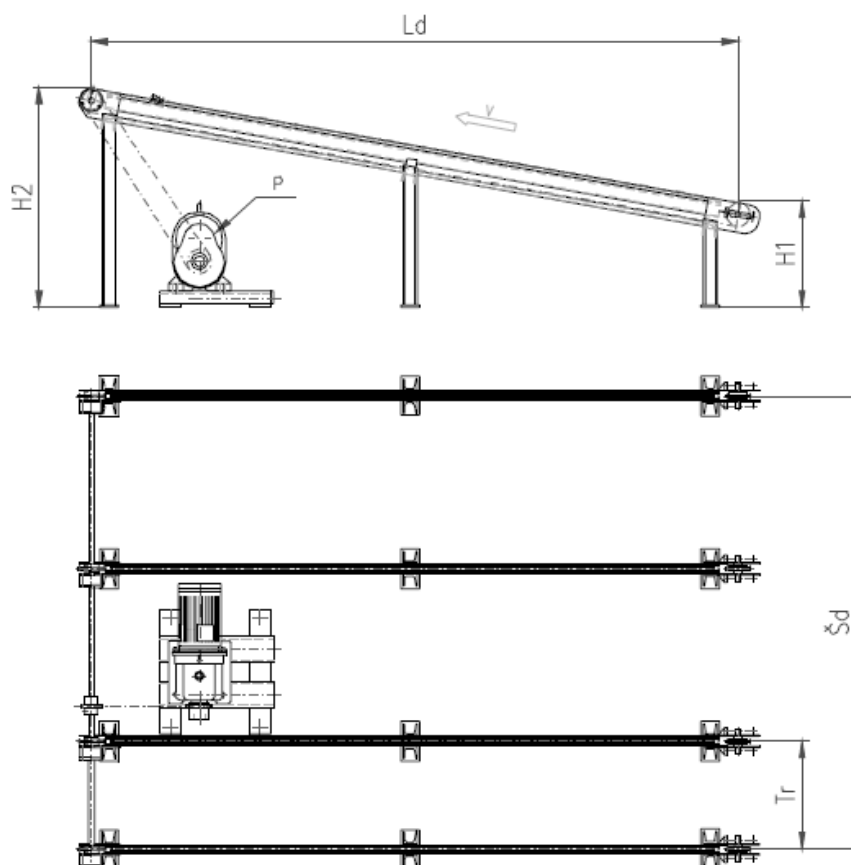
**Obrázek 42:** Pásový dopravník doměřovací /DPAD [11]

## Dopravník příčný řetězový /DOPR (Dřevostroj Čkyně a.s.)

Dopravník slouží k transportu výřezů v příčném směru. Materiál je dopravován na ramenech dopravníku pomocí řetězu.

*Technické parametry:*

- délka dopravníku  $L_d$  (m)..... 13
- výška na pás  $H_1$ ,  $H_2$  (mm)..... 1500, 2000
- šířka dopravníku  $\check{S}d$  (m)..... 7
- rozteč ramen  $Tr$  (m) ..... 2,33
- rychlost  $V$  (m/min)..... 15 - 40
- příkon elektromotoru  $P$  (kW)..... 2.2 - 4



**Obrázek 43:** Dopravník příčný řetězový /DOPR [11]

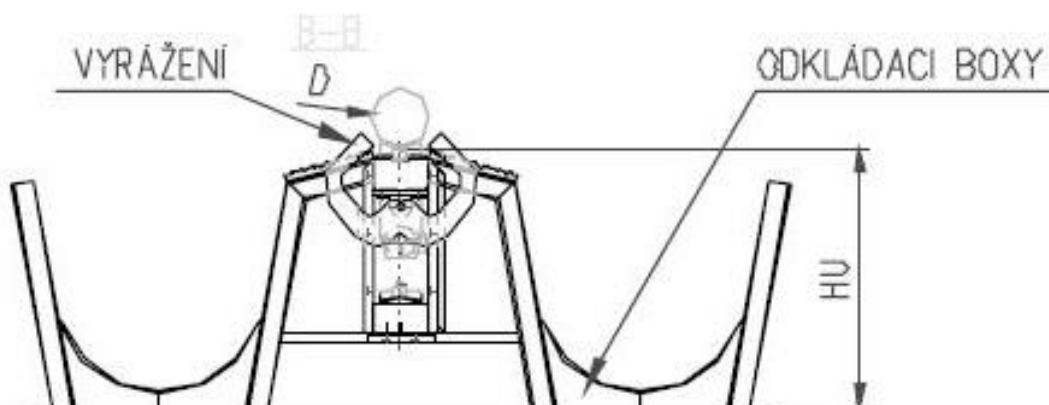


### Třidič řetězový výřezů /TRVY (Dřevostroj Čkyně a.s.)

Slouží k třídění výřezů dle délky. Výřezy jsou unášeny plastovými korýtkovými unašeči taženými jedním středovým řetězem. Vlastní třídění se provádí pomocí spodních vyražečů, které vyrazí výřez do příslušného boxu. Třidič má stavebnicovou konstrukci, která se skládá z hnací stanice, vratné stanice, rovných rámců, vyražečů a odkládacích boxů.

*Technické parametry:*

- délka třidiče (m) ..... 60
- výška na unašeč  $H_u$  (mm) ..... 2000
- šířka unašeče (mm) ..... 245
- průměr výřezu  $D$  (mm) ..... 100 - 600
- délka výřezu (m) ..... 2 - 12
- délka boxu omylů (m) ..... 6
- počet boxů  $N_b$  (ks) ..... 10 x 4 m, 4 x 5 m, 3 x 6 m
- rychlost  $V$  (m/min) ..... 30 - 90
- příkon hnacího elektrom.  $P_1$  (kW) .. 7.5 - 40
- příkon elektrom. vyražečů  $P_2$  (kW) ..... 2.2 - 3



**Obrázek 44:** Schéma třidiče výřezů /TRVY [11]

### **6.7.3. Technologie manipulační linky**

Surové kmeny jsou z odvozních souprav vykládány na skládku výřezů a na skládku dlouhé kulatiny, které jsou tvořeny příčnými zásobními dopravníky.

Separace zásoby na jednotlivé kmeny probíhá v případě výřezů automaticky – bezobslužně (systém elevátor-dávkovač). U dlouhé kulatiny se k separaci a následnému ukládání na podélný řetězový dopravník používá stacionární hydraulická ruka.

Podélný dopravník dopravuje surovinu k měřicímu rámu, který zaznamená rozměry. Za měřicím rámem následuje podélný dopravník s vyrážením, který přemístí surovinu na podélný dopravník doměřovací ke zkracovací pile.

Po vyhodnocení údajů z měřicího rámu provede obsluha vykrácení suroviny na požadované rozměry (krácení lze rovněž nastavit automaticky pomocí programu). Odpad z prostoru zkracovací pily a z prostoru zásobní skládky je odstraňován prostřednictvím vyhrnovacích dopravníků do kontejnerů.

Následně jsou pilařské výřezy dopraveny přes podélný a příčný dopravník na řetězový třidič výřezů, který zatřídí do předem určeného boxu jednotlivé výřezy podle délky a čepového průměru. Zatřídování výřezů je prováděno pomocí řídicího systému manipulace URSYM – PC od firmy KESAT a.s. Z boxů jsou výřezy převáženy čelním kolovým nakladačem buď na skládky výřezů nebo přímo na vstup do pilnice.

## **7. Vyhodnocení alternativ**

### **7.1. Posouzení varianty 1 - třídění pomocí vozíku Baljer-Zembrod**

#### **Výhody technologie:**

- elektronická přejímka
- obsluha je tvořena pouze jedním pracovníkem
- velikost linky (prostorové řešení linky)
- ekonomicky méně náročné řešení (oproti klasické manipulační lince)

#### **Nevýhody technologie:**

- vysoké nároky na obsluhu vozíku (kvalifikace a operativní uvažování)
- neadresnost výřezů (může dojít ke špatnému zatřídění do třídícího boxu)
- nižší výkon v porovnání s klasickou manipulační linkou

#### **Závěr o technologii:**

Manipulační linka Baljer–Zembrod by přinesla nejen výraznou úsporu času a materiálu, ale zpřesnilo by se také měření a dělení kmenů na požadované sortimenty. Dále by se usnadnila vstupní evidence, která je doposud prováděna nedostatečnou fyzickou přejímkou. Mezi další výhody této technologie patří především úspora pracovních sil (jeden pracovník obsluhuje veškeré pracovní cykly – měření, zkracování, třídění). Zároveň by došlo ke zpřehlednění celého skladu suroviny a jeho lepšímu prostorovému uspořádání (svými rozměry by se linka vešla do vymezeného prostoru bez podstatných změn a úprav terénu).

Jedinou nevýhodou této technologie je neadresnost výřezů. Po zaevidování výřezu při manipulaci může dojít ke špatnému zařazení do třídícího boxu. Proto jsou kladeny vysoké nároky na obsluhu vozíku (kvalifikace a operativní uvažování). Případné zvýšení výkonu linky by muselo být řešeno dvousměnným provozem.

## **7.2. Posouzení varianty 2 - třídění pomocí klasické manipulační linky**

### **Výhody technologie:**

- adresnost výřezů
- automatické krácení a zatřídění výřezů (s možností zásahu obsluhy)
- snadné a přehledné rozmanipulování suroviny
- vysoký výkon linky

### **Nevýhody technologie:**

- obsluha je tvořena třemi pracovníky
- ekonomicky náročné řešení
- prostorové řešení skladu
- náročnější na strojní vybavení

### **Závěr o technologii:**

Použití klasické manipulační linky by přineslo rovněž zpřesnění měření a dělení kmenů na požadované sortimenty. Výhodou klasické manipulační linky je především vysoký výkon, který by umožňoval případné zvýšení objemu zpracovávané suroviny.

Mezi největší nevýhody této technologie patří zejména náročnost na strojní vybavení a prostorové řešení skladu. Také přípravné práce by byly v tomto případě značně vysoké, jelikož by bylo potřeba upravit stávající skladové komunikace a manipulační plochy (zpevnění – je nezbytné vzhledem k nevyhovujícímu současnému stavu, který je dán celoročním dopravním a manipulačním zatížením).

K obsluze celé linky by bylo zapotřebí dvou pracovníků a jednoho řidiče čelního nakladače.

### 7.3. Vyhodnocení a výběr technologie

Úkolem vyhodnocení je shromáždit a analyzovat všechny podstatné vstupní informace. Při posuzování těchto informací je třeba zhodnotit jejich přednosti i nedostatky. Z analýzy vstupních dat by měla vyplynout především vhodnost vybrané technologie.

*Posouzení variant řešení pomocí váhy kritéria:*

Cílem této metody je přiřadit každému kritériu určitý počet bodů z předem dané hodnotící desetibodové stupnice 0 – 10 bodů (shodná pro všechna hodnotící kritéria). Stupnice důležitosti je dána vzestupným pořadím podle vyčíselných numerických hodnot podle zásady: „**čím vyšší** → **tím lepší**“ (jednotlivým ukazatelům bude následně přiřazena různá důležitost). Preferována bude ta varianta, která dosáhne v součtu jednotlivých hodnotících parametrů vyšší hodnoty.

- **V<sub>1</sub> – třídící a rozvážecí vozík Baljer-Zembrod**
- **V<sub>2</sub> – klasická manipulační linka**

KRITÉRIUM			VARIANTY	
i	Ukazatel	Váha ukazatele	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>
1	prostorové řešení skladu	6	7/42	5/30
2	technologická náročnost	4	6/24	4/16
3	energetická náročnost	3	8/24	4/12
4	snížení nákladů	5	4/20	0/0
5	využití výrobní kapacity	2	8/16	5/10
6	investiční náročnost	6	8/48	3/18
7	mzdové náklady	3	6/18	5/15
8	růst objemu výroby	1	2/2	9/9
9	produktivita	3	7/21	9/27
10	zájem a postoj vedení firmy	9	9/81	2/18
	<b>součet</b>	-	<b>296</b>	<b>155</b>

**Tabulka 8:** Tabulka posouzení variant

Z uvedené tabulky vyplývá, že každá z variant má své přednosti i nedostatky. Z celkového pohledu je zřejmá výhodnost varianty č.1, ovšem je nutno přihlížet na subjektivní faktor, který vstupuje do rozhodování při využití vah kritérií (zainteresovanost jednatele pro variantu č.1).

Při volbě vhodnějšího typu technologie je nutno přihlížet i na rozsah přípravných prací, které by byly v případě klasické manipulační linky značně vysoké v porovnání s linkou Baljer-Zembrod. To by se pochopitelně promítlo i do výrazně delší odstávky během výstavby linky.

V případě budoucí realizace by tedy byla **výhodnější varianta číslo 1**, která splňuje všechny předem stanovená kritéria:

- **snížení nákladů**
- **zvýšení produktivity práce**
- **snížení podílu manuální práce**

Oproti klasické manipulační lince však nedisponuje takovým výkonem, což by se dalo řešit například zavedením dvousměnného provozu v manipulaci. To však nebylo hlavním cílem, takže tomuto kritériu nebyla přisuzována taková váha.

## **7.4. Ekonomické zhodnocení vybrané varianty - vozík Baljer - Zembrod**

### **Přínos investice**

Mezi hlavní podmínky investice patří zejména snížení nákladů výroby při zachování stejného objemu výroby (to je dosaženo snížením počtu pracovních sil). Dále se očekává manuální zjednodušení práce pro zaměstnance, zpřehlednění skladu suroviny a jeho a lepší uspořádání.

### **Prostorové a kapacitní vymezení**

Vozík Baljer-Zembrod je schopen ročně vymanipulovat až 25 000 m<sup>3</sup> kulatiny (výkon je ovlivněn zejména délkou pojezdu a způsobem práce obsluhy – použití přípojného vozíku). Tato varianta je tedy dostačující pro současnou kapacitu 13 000 m<sup>3</sup> ročního

pořezu. Prostorové řešení skladu kulatiny je v případě třídícího a rozvážecího vozíku Baljer-Zembrod méně náročné (oproti současnému stavu), jelikož není potřeba zachovávat přístupové cesty mezi jednotlivými skládkami výřezů.

### **Návrh financování investice**

- **nákup v hotovosti**
- **úvěr**

Jelikož má firma omezené možnosti pro financování investičního záměru, v úvahu připadá pouze možnost úvěru (přestože má tato možnost několik nevýhod)

- vysoká finanční a administrativní náročnost
- nutnost poskytnutí mnoha dokumentů, podnikatelského plánu, atd.
- nutnost zajištění úvěru

Investice bude tedy pokryta účelový úvěrem ve výši 8 200 000 Kč (včetně předinvestice). Ta bude v případě vozíku Baljer-Zembrod značně vysoká, jelikož bude potřeba vybudovat podloží pro kolejovou dráhu vozíku. Dále bude potřeba zajistit proškolení a zapracování obsluhy stroje. Náklady předinvestice se v tomto případě odhadují na 1 200 000 Kč.

Splácení investice bude naplánováno na 10 let a to v ročních pravidelných splátkách ve výši 1 114 117 Kč (viz. příloha 7). K zajištění úvěru bude použita avalovaná krycí blankosměnka.

### **Výpočet návratnosti investice**

**r. 2009** – Začátkem roku se provedou přípravné práce. Nákup kulatiny na sklad (vázanost kapitálu) se nemění – dáno výrobní kapacitou podniku. Výrobní odstávka bude kvůli montáži nové technologie 30 dní, zkušební provoz bude probíhat 10 dní. Počáteční plán na tento rok bude cca 11 440 m<sup>3</sup>.

r. 2010 – Vozík Baljer-Zembrod bude pracovat na plný výkon. Požadovaný plán výroby bude 13 000 m<sup>3</sup>. Očekává se zvýšení zisku a s tím spojená postupná návratnost investice.

r. 2019 – Úvěr na vozík Baljer-Zembrod bude splacen. Výkon splňuje požadovaný plán výroby 13 000 m<sup>3</sup>. Dále se očekává zvýšení zisku.

**rok 2009**

Pořizovací cena stroje (Kč)	7000000
Požadovaný plán objemu zpracování (m <sup>3</sup> kulatiny.)	13 000
Doba provozu (počet měsíců)	11
Cena nakupované suroviny (Kč/m <sup>3</sup> )	1 622
Cena za 1m <sup>3</sup> výrobku (Kč)	4 700
Výtěžnost (%)	60
Náklady na materiál (Kč)	21 095 000
Celkové náklady bez materiálu (Kč)	1 963 867
Tržby za prodej (Kč)	36 660 000
Předinvestice	1 200 000
Splácení úvěru vč. Úroku	1114117,26
<b>Zisk</b>	<b>4 287 015</b>

**rok 2010**

Požadovaný plán objemu zpracování (m <sup>3</sup> kulatiny.)	13 000
Doba provozu (počet měsíců)	12
Cena nakupované suroviny (Kč/m <sup>3</sup> )	2 000
Cena za 1m <sup>3</sup> výrobku (Kč)	4 750
Výtěžnost (%)	62
Náklady na materiál (Kč)	26 000 000
Celkové náklady bez materiálu (Kč)	2 394 367
Tržby za prodej (Kč)	38 285 000
Splácení úvěru vč. Úroku	1114117,26
<b>Zisk</b>	<b>8 776 516</b>

**rok 2019**

Požadovaný plán objemu zpracování (m <sup>3</sup> kulatiny.)	13 000
Doba provozu (počet měsíců)	12
Cena nakupované suroviny (Kč/m <sup>3</sup> )	2 000
Cena za 1m <sup>3</sup> výrobku (Kč)	4 750
Výtěžnost (%)	62
Náklady na materiál (Kč)	26 000 000
Celkové náklady bez materiálu (Kč)	419 250
Tržby za prodej (Kč)	38 285 000
<b>Zisk</b>	<b>11 865 750</b>



## **Rizika investice**

Největší riziko celé investice je spojeno především s cenou nakupované suroviny od dodavatelů. Při nedostatku kulatiny by byl negativně ovlivněn výkon stroje. Zároveň se může objevit velká poruchovost stroje a s tím spojené náklady na jeho opravu. Neméně důležitá bude vazba na dodávky a ceny energií. Mezi další rizikový faktor patří ztráta odběratele, ale vzhledem k tomu, že firma není existenčně závislá pouze na jednom odběrateli, není zde riziko tak velké. Na našem trhu v současné době působí celá řada firem s podobným výrobním programem, což pro nás znamená velkou konkurenci.

## 8. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout úpravy manipulačního skladu pro firmu Jizerská Pila s.r.o. s roční kapacitou pořezu 15 000 m<sup>3</sup> kulatiny. Na základě analýzy současného stavu a po vyhledání všech nedostatků pak bylo záměrem vytvořit ucelený výrobně technologický celek, zabezpečující plynulý tok zpracovávané suroviny všemi operacemi skladu kulatiny, od příjmu suroviny až po dávkování výřezů do pilnice.

V diplomové práci byly naznačeny a popsány dva odlišné způsoby manipulace a následně vybrána vhodnější varianta. Technologie třídění pomocí vozíku Baljer-Zembrod je svými pořizovacími náklady a celkovým prostorovým uspořádáním v porovnání s klasickou manipulační linkou výrazně lepší pro daný podnik.

Výsledkem této práce je návrh na vybudování nové manipulační linky Baljer-Zembrod, která by přinesla nejen výraznou úsporu času a materiálu, ale zpřesnilo by se také měření a dělení kmenů na požadované sortimenty. Dále by se usnadnila vstupní evidence, která je doposud prováděna nedostatečnou fyzickou přejímkou.

Obě navržené varianty byly prokonzultovány s jednatelem firmy Ing. Radimem Nechanickým a Vladimírem Šrekem, kteří se osobně přiklonili k variantě manipulační linky s vozíkem Baljer-Zembrod.

## 9. Seznam literatury a použitých materiálů

- [1] Skripta předmětu Pilařské zpracování dřeva, doc. Ing. František Friess CSc.
- [2] Technológia prvostupňového spracovania dreva, Klement, Detvaj
- [3] Technológia piliarskej výroby, doc. Ing. Juraj Detvaj, CSc.
- [4] Sklady dříví, František Piškula a kolektiv
- [5] Konfekce o technicko-ekonomickém rozvoji pilařské výroby
- [6] Sortimentace dříví, Prof. Ing. Josef Gross, CSc.
- [7] Dřevařské a nábytkářské stroje, Ing. Karel Holý
- [8] Propagační materiály firmy Baljer – Zembrod
- [9] Skripta předmětu Řízení a organizace dřevozpracujících podniků, doc. Ing. František Friess CSc.
- [10] Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice

### 9.1. Internetové zdroje

- [9] [www.baljer-zembrod.cz](http://www.baljer-zembrod.cz)
- [10] [www.baljer-zembrod.com](http://www.baljer-zembrod.com)
- [11] [www.drevostroj.cz](http://www.drevostroj.cz)
- [12] [www.kuhnbohemia.cybertest.cz](http://www.kuhnbohemia.cybertest.cz)
- [13] [www.af-servis.cz](http://www.af-servis.cz)
- [14] [www.volnz.cy/kesatcz/](http://www.volnz.cy/kesatcz/)
- [15] [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

## 9.2. Seznam obrázků

<b>Obrázek 1:</b> Areál firmy Jizerská Pila s.r.o .....	5
<b>Obrázek 2:</b> Současná situace podniku .....	7
<b>Obrázek 3:</b> Surovina .....	10
<b>Obrázek 4:</b> Skládka kulatiny .....	12
<b>Obrázek 5:</b> Schéma skládky výřezů a dlouhé kulatiny .....	13
<b>Obrázek 6:</b> Kolejový vozík s příčným dopravníkem .....	15
<b>Obrázek 7:</b> Rozdělení skládek (boxy) .....	18
<b>Obrázek 8:</b> Schéma skladu kulatiny (současný stav) .....	19
<b>Obrázek 9:</b> Skládky vytříděných výřezů .....	20
<b>Obrázek 10:</b> Komatsu WA 120 .....	21
<b>Obrázek 11:</b> Vstup do pilnice .....	21
<b>Obrázek 12:</b> Středové řezivo .....	24
<b>Obrázek 13:</b> Boční řezivo .....	24
<b>Obrázek 14:</b> Řezivo .....	25
<b>Obrázek 15:</b> Impregnace .....	26
<b>Obrázek 16:</b> Ostatní produkty (odpad) .....	26
<b>Obrázek 17:</b> Odkorňovač .....	31
<b>Obrázek 18:</b> Vozík Baljer-Zembrod .....	32
<b>Obrázek 19:</b> Třídící dopravník .....	32
<b>Obrázek 20:</b> Schéma modelu skladu kulatiny a výřezů (Baljer-Zembrod) .....	39
<b>Obrázek 21:</b> Schéma modelu skladu kulatiny a výřezů (klasická manipulační linka) .....	41
<b>Obrázek 22:</b> Manipulační a třídící vozík Baljer-Zembrod .....	43
<b>Obrázek 23:</b> Stacionární kabina operátora .....	44
<b>Obrázek 24:</b> Otočná kabina operátora .....	44
<b>Obrázek 25:</b> Pracoviště operátora .....	45
<b>Obrázek 26:</b> Měřicí zařízení .....	46
<b>Obrázek 27:</b> Monitor operátora .....	48
<b>Obrázek 28:</b> Software pro měření .....	48
<b>Obrázek 29:</b> Zkracovací pila .....	49
<b>Obrázek 30:</b> Příčný řetězový dopravník – nárys .....	52
<b>Obrázek 31:</b> Příčný dopravník – bokorys .....	53
<b>Obrázek 32:</b> Elevátor – půdorys .....	54
<b>Obrázek 33:</b> Elevátor – bokorys .....	55
<b>Obrázek 34:</b> Dávkovač rotační – půdorys .....	56
<b>Obrázek 35:</b> Dávkovač rotační – bokorys .....	56
<b>Obrázek 36:</b> Podélný řetězový dopravník /DPOV – bokorys .....	57
<b>Obrázek 37:</b> Podélný řetězový dopravník /DPOV .....	58
<b>Obrázek 38:</b> Program pro třídění výřezů .....	60
<b>Obrázek 39:</b> Dopravník podélný s vyrážením .....	61
<b>Obrázek 40:</b> Dopravník podélný s vyrážením – bokorys .....	61
<b>Obrázek 41:</b> Zkracovací pila ZPK 1900 .....	62
<b>Obrázek 42:</b> Pásový dopravník doměřovací /DPAD .....	63
<b>Obrázek 43:</b> Dopravník příčný řetězový /DOPR .....	64
<b>Obrázek 44:</b> Schéma tříděče výřezů /TRVY .....	65

### **9.3. Seznam grafů**

<b>Graf 1:</b> Skladba výrobního programu .....	25
<b>Graf 2:</b> Dodávky kulatiny v roce 2007 .....	29
<b>Graf 3:</b> Příjem kulatiny roce 2007 .....	30

### **9.4. Seznam tabulek**

<b>Tabulka 1:</b> Vybavení manipulační skupiny .....	14
<b>Tabulka 2:</b> Rozdělení skládek .....	18
<b>Tabulka 3:</b> Příjem kulatiny v roce 2007 .....	29
<b>Tabulka 4:</b> Přehled rozdělení skládek – Baljer-Zembrod.....	37
<b>Tabulka 5:</b> Výpočet zásoby hmoty – Baljer-Zembrod .....	38
<b>Tabulka 6:</b> Přehled rozdělení skládek u klasické manipulační linky .....	40
<b>Tabulka 7:</b> Varianty provedení hydraulické ruky .....	46
<b>Tabulka 8:</b> Tabulka posouzení variant .....	69

## **10. Přílohy**

<b>Příloha 1:</b> Pořez za rok 2007 .....	P1
<b>Příloha 2:</b> Výřezy pro pilařské zpracování – SM/JD.....	P2
<b>Příloha 3:</b> Výřezy pro pilařské zpracování – BO.....	P3
<b>Příloha 4:</b> Výřezy pro pilařské zpracování – MD.....	P4
<b>Příloha 5:</b> Manipulační linka s vozíkem Baljer-Zembrod .....	P5
<b>Příloha 6:</b> Klasická manipulační linka.....	P6
<b>Příloha 7:</b> Splácení úvěru (konstantní anuita) .....	P7