

OBSAH

1 ÚVOD.....	3
2 CÍL PRÁCE.....	4
3 CHARAKTERISTIKA SKLADU KULATINY	5
3.1 Surovina pro pilařské zpracování	6
3.1.1 Základní pojmy.....	7
3.1.2 Jakostní třída a kvalita pilařské suroviny.....	8
3.1.3 Rozdělení výřezů po délce kmene	10
3.1.4 Označování sortimentů.....	11
3.1.5 Cena pilařské suroviny	12
3.2 Dispoziční členění skladu kulatiny.....	13
3.3 Operace prováděné ve skladu kulatiny.....	13
3.3.1 Vykládka suroviny.....	14
3.3.2 Přejímka suroviny.....	14
3.3.3 Skladování suroviny	15
3.3.4 Ochrana suroviny.....	15
3.3.5 Redukce kořenových náběhů.....	17
3.3.6 Odkorňování.....	17
3.3.7 Měření rozměrů	18
3.3.8 Zjišťování přítomnosti kovů	18
3.3.9 Krácení suroviny.....	19
3.3.10 Třídění výřezů	19
4 NÁVRH SKLADU KULATINY.....	21
4.1 Základní informace o navrhovaném skladu.....	21
4.2 Stanovení časového fondu pracovníků	21
4.3 Základní kapacitní výpočty	22
4.3.1 Stanovení potřebného množství suroviny dodávaného do závodu.....	22
4.3.2 Denní objem zpracované suroviny	23
4.3.3 Objem skladované suroviny (skladová zásoba).....	23
4.3.4 Počet skládek dlouhé kulatiny a netříděných výřezů.....	24
4.3.5 Množství vyrobených výřezů pro pilnici za 1 den (směnu).....	28
4.3.6 Stanovení počtu skládek vytříděných výřezů	30

4.3.7 Stanovení objemu 1 skládky vyříděných výřezů.....	31
4.4 Návrh strojně-technologického vybavení skladu kulatiny.....	33
4.5 Technologický tok materiálu ve skladu kulatiny.....	37
4.6 Prováděné operace ve skladu kulatiny.....	39
4.7 Počet pracovníků	50
4.7.1 Produktivita práce.....	50
4.8 Výpočet celkové plochy skladu kulatiny.....	50
4.8.1 Délka skladu kulatiny	51
4.8.2 Šířka skladu kulatiny	52
4.8.3 Celková plocha skladu kulatiny.....	52
5 DISKUSE A VYHODNOCENÍ.....	53
6 ZÁVĚR.....	56
7 SEZNAM LITERATURY.....	57
8 SEZNAM TABULEK	60
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	61
10 SEZNAM PŘÍLOH	63

1 ÚVOD

Pilařská výroba vždy byla, je a dovolím si tvrdit, že i do budoucna bude jedním z nejdůležitějších odvětví dřevozpracujícího průmyslu v ČR. Ke stanovení účelu použití vytěženého dřeva dochází již při druhování na lesních odvozních místech nebo v manipulačních skladech lesních společností. Neustále se zvyšující poptávka po řezivu vede k současnému zvyšování počtu kulatiny, zejména v zahraničí. V ČR bylo v roce 2010 pořezáno 8 milionů m³ kulatiny, z níž bylo vyrobeno 4,744 milionů m³ řeziva. V porovnání s rokem předcházejícím tak došlo ke zvýšení počtu kulatiny o 1,3 milionů m³ a o 696 tisíc m³ ke zvýšení výroby řeziva. Nicméně největší pilařští giganti působící v ČR (převážně se zahraničním kapitálem) jako např. STORA ENSO TIMBER ŽDÍREC, s.r.o. nebo Mayer – Melnhof Holz Paskov, s.r.o. vyráběné řezivo především exportují do zahraničí (až 95 %). Důvodem je především nižší solventnost českých firem v porovnání se zahraničím a rovněž málo českých firem je schopno konkurovat firmám zahraničním v pravidelném velkonákupu řeziva tak, aby to bylo pro tyto pilařské giganty lukrativní.

Co se týče především středních a menších pil v ČR, dá se říci, že v dnešní době by se prakticky žádný pilařský závod neexistoval bez přidružené výroby, tou může být např. sušení a hoblovaní řeziva, výroba palubek, palet či beden, výroba truhlářských přířezů, impregnace řeziva, výroba štípaného paliva, briket a další. Samozřejmě snahou každého závodu je co nejlépe zhodnotit dřevní odpad vzniklý při zpracování, tím je štěpka, piliny, kusový odpad, popř. hobliny nebo kůra. Vzniklý odpad může závod využít jako topivo, popř. z něj vyrábět již zmíněné palivo nebo ho může prodat. Sklad kulatiny pilařského závodu je vůbec první jeho částí a i když není nejdůležitější, tak (vyjímaje některé malé pily) bezesporu částí nezbytnou. V této práci bude o této důležité části pilařských závodů pojednáno blíže a jeden sklad kulatiny bude navržen. Otázkou zůstává, jak správně navrhnout sklad kulatiny, aby to bylo pro danou kapacitu, s níž souvisí i variabilita výroby a ostatní činitele, co nejvýhodnější.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je informovat o základních pojmech a problematice pilařského závodu a poté navrhnout sklad kulatiny pro pilařský provoz s roční kapacitou pořezu 15 000 m³, dále zhodnotit navrženou alternativu a porovnat ji co do výhod a nevýhod s jinými možnými alternativami o této kapacitě.

3 CHARAKTERISTIKA SKLADU KULATINY

„*Sklad kulatiny = účelně vybavené místo, na kterém se uskutečňuje příprava suroviny na její následné zpracování podélným dělením v pilnici*“ (Detvaj, 2003). Další jeho funkcí je zabezpečení plynulé výroby v pilnici skladovou zásobou, která plní důležitou roli v případě nedostatku suroviny nebo nárazových dodávek.

Sklad kulatiny je první částí v hierarchii pilařského závodu, plynule navazuje na nejdůležitější část závodu - **pilnici**. V pilnici se realizuje pořez specifikovaných výřezů na řezivo. Všechny operace prováděné ve skladu kulatiny jsou prováděny podle požadavků pilnice. Po pilnici následuje **sklad řeziva**, kde dochází ke kompletaci zakázek a jejich přípravě na expedici. (Detvaj, 2003). Součástí pilařského závodu může být např. sušárna, hoblárna, truhlárna, tesárna, lakovna, prostory pro impregnování a další.

Důležitým, avšak ne jediným, ukazatelem velikosti pilařského provozu je roční kapacita pořezu kulatiny. Co se týče velikosti, je jistě více vypovídající než např. velikost plošná či prostorová. Ve střední Evropě, tudíž i v ČR, je základním hlediskem určující velikost závodu. (Friess, 2006)

Roční kapacita pořezu kulatiny udává objem zpracovaných výřezů v pilnici za 1 rok (m^3 / rok). V rozdělení velikosti pilařských závodů dle roční kapacity pořezu se autoři velmi liší, bylo napsáno nespočet rozdělení, avšak žádné nemá všeobecnou platnost. V současné době je v ČR použito následující rozdělení (Pražan, 2010):

- **nejmenší pily** do 10 000 m^3 kulatiny ročního pořezu
- **malé pily** 10 000 – 19 999 m^3 kulatiny ročního pořezu
- **střední pily** 20 000 – 49 999 m^3 kulatiny ročního pořezu
- **velké pily** 50 000 – 99 999 m^3 kulatiny ročního pořezu
- **velkopily** nad 100 000 m^3 kulatiny ročního pořezu

(Pražan, Příkaský, 2007)



PILNICE

SKLAD ŘEZIVA

SKLAD KULATINY

Obr. 1 Moderně vybavený pilařský závod v Německu s ročním požezem kulatiny 800 000 m³

Zdroj: <http://www.mm-holz.com/257?sid=vg72aq3atn1s7lv4674folk7u7>

3.1 Surovina pro pilařské zpracování

Doprava suroviny do závodu probíhá nákladními automobily, vagóny po železnici nebo loděmi (např. v severských zemích Evropy, v ČR ne).

Kulatina dodávaná do závodu má vždy větší délku než je uvedeno v dodacím listu. Objem, za který závod zaplatí je dán jmenovitou délkou kusu, nikoliv celkovou, tedy skutečnou délkou. Příklad k délce je závodu zdarma přidán pro kompenzaci ztráty na prořez při krácení kulatiny. Po odečtení přídatku od celkové délky se rozměr zaokrouhlí směrem dolů na nejbližší nižší stupeň jmenovité délky (*celková délka = jmenovitá délka + přídavek*). Příklad k délce má být 2 % jmenovité délky podle *Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008*. Podle ČSN 480056 pro listnaté dřeviny má být 1 % jmenovité délky, maximálně však 10 cm a podle ČSN 480055 pro jehličnaté dřeviny to samé, ale u výřezů nad 6 m má být 1,5 % jmenovité délky, maximálně však 15 cm.

3.1.1 Základní pojmy

Kulatina = „pokácený strom s odděleným vrškem a větvemi, který může nebo nemusí být dále krácen, kromě palivového dříví“ (ČSN EN 844-2)

Pilařská surovina = „surovina určená k pilařskému zpracování“ (ČSN 490002)

Pilařská kulatina = „a) pilařská surovina, před zpracováním krácena na výřezy
b) název pro dlouhé oblé dříví“ (ČSN 490002)

Výřez = „vydruhovaná část kulatiny“ (ČSN EN 844-2)

Pilařský výřez = „výřez určený k výrobě řeziva“ (ČSN EN 844-2)

Celková délka = „součet jmenovité délky a přídavku k délce“ (ČSN EN 844-8)

Jmenovitá délka = „stanovená délka kulatiny bez přídavku na délku“ (ČSN EN 844-5)

Přídavek k délce = „dohodnutá délka přidávaná ke jmenovité délce, určená pro kompenzaci ztráty při krácení kulatiny“ (ČSN EN 844-5)

Čep = „tenší konec kmene, kulatiny nebo výřezu“ (ČSN 490002)

Středová tloušťka (průměr) = „tloušťka měřená v polovině jmenovité délky“ (ČSN EN 844-5)

Čepová tloušťka (průměr) = „Tloušťka měřená na tenkém konci (čepu)“ (ČSN EN 844-5)

Vstupní surovinou pilařského závodu je:

- **dlouhá kulatina** - vždy je ve skladu kulatiny krácena na pilařské výřezy, délka se pohybuje zpravidla 10 - 14 m (dříve i 16 m),
- **pilařské výřezy** - mají již délku budoucího řeziva, tudíž se nekrátí, délka se pohybuje zpravidla 3 - 6 m, v případě stavebního řeziva i 12 m. (Janák, 2008)

To znamená, že neexistuje délková hranice mezi dlouhou kulatinou a pilařským výřezem. Záleží na délce vyráběného řeziva, např. kulatina délky 10 m

může být pro jeden závod dlouhou kulatinou (délka vyráběného řeziva bude např. 4 m) a pro druhý závod pilařským výřezem (délka vyráběného řeziva bude rovna délce kulatiny, tedy 10 m).

V dalším textu budeme pilařské výřezy nazývat zjednodušeně výřezy a pilařskou kulatinu zjednodušeně kulatinou.

Největší délka výřezů zpracovaných v pilařském závodě je dána největší délkou vyráběného řeziva a nejmenší délka výřezů nejmenší délkou řeziva. Nejmenší zpracovaný průměr kulatiny je dán možnostmi nejmenšího možného upnutí v upínacím zařízení hlavního stroje, bývá 10 až 18 cm. Největší možný průměr kulatiny je dán technologickými možnostmi hlavního pilařského stroje v pilnici. U rámových pil je to dáno světlostí rámu, u kotoučových pil průměrem kotouče, u pásových pil roztečí mezi setrvačníky. Pohybuje se to zhruba mezi 30 cm až 1,5 m, nejčastěji cca 60 až 80 cm. (Janák, 2008)

3.1.2 Jakostní třída a kvalita pilařské suroviny

- a) **dle doporučených pravidel** - jakostní třída **III**, kvalita **A, B, C** nebo **D**
- b) **dle ČSN 48 0050** - jakostní třída **III**, kvalita **A** nebo **B**

V praxi se užívá třídění kulatiny do jakostní třídy a kvality podle doporučených pravidel. Do jakostních tříd se surovina druhuje podle rozsahu vad, dřevin a rozměrů (ČSN 480055, ČSN 480056). To znamená, že jakost nezáleží jen na druhu a rozsahu vad, ale i na rozměrech. Je dána minimální jmenovitá délka a čepová tloušťka, kterou musí výřez splňovat, aby mohl být do příslušné jakostní třídy zařazen. Podle ČSN 480055 může být nejmenší délka jehličnatých výřezů 3 m a nejmenší čepová tloušťka 15 cm (12 cm u výřezů pro agregátní zpracování). U listnatých výřezů je podle ČSN 480056 nejmenší délka 2 m a čepová tloušťka minimálně 16 cm. Co se týče dřeviny, každá vykazuje jisté specifické vady. Např. u buku hraje důležitou roli nepravé jádro, které např. smrk nemá, tudíž u něj tuto vadu nemůžeme posuzovat. U stanovení jakosti tedy přistupujeme k jednotlivým dřevinám zvlášť podle jejich vad. Co se týče druhu zpracovávané dřeviny, neexistuje pro pilařské zpracování žádné omezení, může se

zpracovávat jakákoliv dřevina. U nás se nejvíce zpracovává smrk, borovice, jedle, modřín z jehličnatých dřevin a buk, dub z dřevin listnatých.

Definice a názvy vad udávají normy *ČSN EN 844-8 Kulatina a řezivo – Terminologie – Část 8: Termíny pro znaky kulatiny* a *ČSN 48 0205 Surové dříví. Kulatina. Názvy a definice vad*.

Rozdělení vad na suky, trhliny, vady tvaru kmene atd. udává norma *ČSN 480203 Surové dříví. Kulatina. Třídění vad*.

Metody měření vad udávají normy *ČSN EN 1310 Kulatina a řezivo – Metody měření vad* a *ČSN 48 0204 Surové dříví. Kulatina. Měření vad*.

Dovolený rozsah vad pro zařazení suroviny do požadované jakostní třídy a kvality udávají normy *ČSN 480055 Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky* a *ČSN 480056 Listnaté sortimenty surového dřeva. Technické požadavky* nebo též *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008*.

Tab. 1 Jakostní třídění jehličnatého dříví

Zdroj: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2002

JAKOSTNÍ TRÍDA	ÚČEL POUŽITÍ	KVALITA
I.	Jakostní výřezy pro výrobu hudebních nástrojů	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
II.	Jakostní výřezy pro výrobu dých, překližek a jiné speciální výřezy	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
III.	Kulatina pro pilařské zpracování	A
		B
		C
		D
IV.	Dříví pro výrobu sloupů, dřevoviny, doloviny a tyčoviny	sloupy
		dřevovina
		dolovina
		tyčovina
V.	Dříví určené k chemickému a mechanickému zpracování, zejména pro výrobu buničiny a desek aglomerovaného dřeva	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
VI.	Palivové dříví	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele

Tab. 2 Jakostní třídění listnatého dříví

Zdroj: Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2002

JAKOSTNÍ TŘÍDA	ÚČEL POUŽITÍ	KVALITA
I.	Jakostní výřezy pro výrobu hudebních nástrojů	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
II.	Jakostní výřezy pro výrobu dých, překližek a jiné speciální výřezy	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
III.	Kulatina pro pilařské zpracování	A
		B
		C
		D
IV.	Tyčovina	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
V.	Dříví určené k chemickému a mechanickému zpracování, zejména pro výrobu buničiny a desek aglomerovaného dřeva	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele
VI.	Palivové dříví	dříví se netřídí do kvalitativních tříd, ale je tříděno dle požadavků odběratele

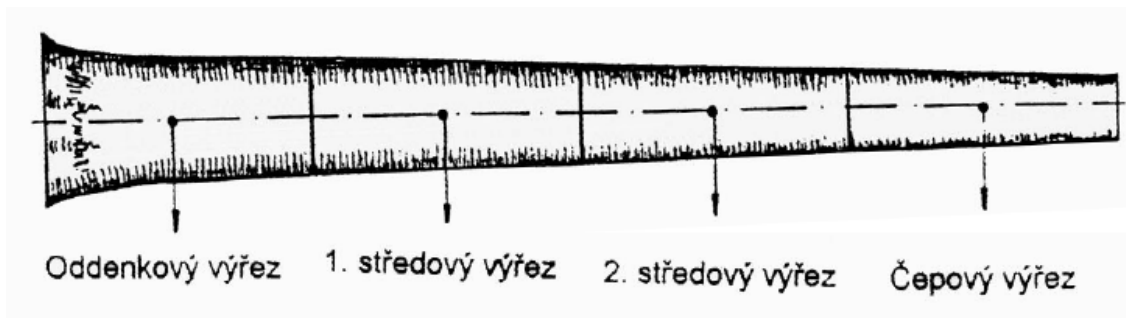
3.1.3 Rozdělení výřezů po délce kmene

Kmen stromu není ideální válec, průměr kmene se od paty k vrcholu snižuje. Tuto vlastnost nazýváme sbíhavost, pokud překročí určitou mez, je považována za vadu. Rovněž druh a množství suků se po délce kmene liší, jak je patrné z obr. 3. Nejlepší ze všech je oddenkový výřez, z důvodu nejnižšího obsahu suků, proto bývají výřezy **kvality A** nejčastěji oddenkové.

Oddenkový výřez = „výřez vyrobený z tlustšího konce pokáceného stromu“ (ČSN EN 844-2)

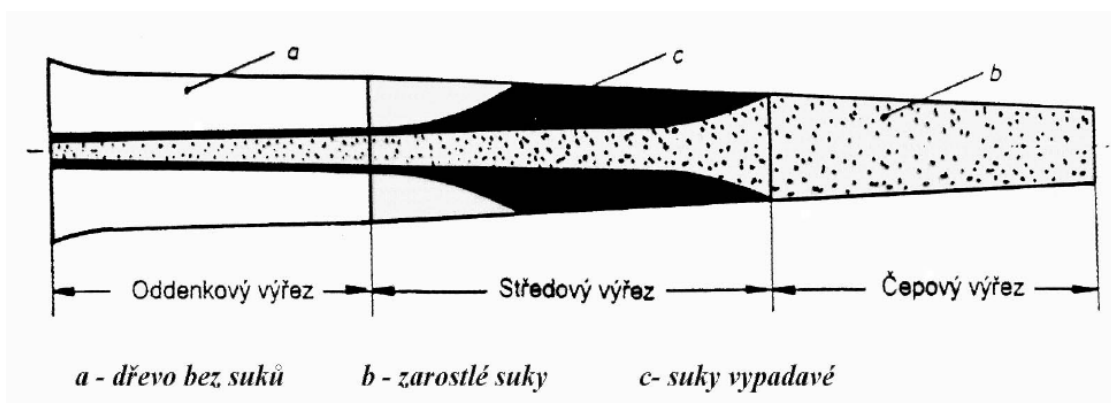
Středový výřez = „výřez vyrobený z části kulatiny mezi oddenkovým a vrškovým výřezem“ (ČSN EN 844-2)

Vrškový výřez (čepový výřez) = „výřez vyrobený z tenčího konce pokáceného stromu“ (ČSN EN 844-2)



Obr. 2 Rozdělení výřezů po délce kmene

Zdroj: FRIESS, *Pilařské zpracování dřeva*, 2004



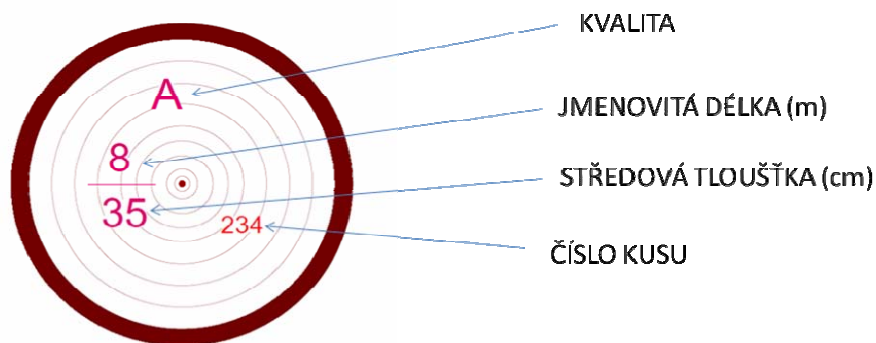
Obr. 3 Rozmístění suků po délce kmene

Zdroj: FRIESS, *Pilařské zpracování dřeva*, 2004

3.1.4 Označování sortimentů

Surovina dopravená do závodu je lesním závodem označena konkrétními parametry.

„Výřezy, jejichž objem se zjišťuje jednotlivě, se na čelo (resp. čep) čitelně označí číslem kusu, značkou kvality, jmenovitou délkou a středovou tloušťkou.“
(Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008)



Obr. 4 Označování výřezů

3.1.5 Cena pilařské suroviny

Ceny jehličnatých výřezů III. jakostní třídy, tedy výřezů pro pilařské zpracování, v letech 2008 a 2009 klesaly, nicméně v roce 2010 nastalo z důvodu převyšující poptávky nad nabídkou prudké zvýšení. Cena smrkových výřezů III. / D třídy se meziročně zvýšila dokonce o 30,8 %. U buku a dubu došlo v roce 2010 oproti předcházejícímu roku naopak k poklesu cen, a to nejvíce u dubových výřezů III. / C třídy, kde pokles činil 5,5 %. (Zpráva o stavu lesa 2010)

Tab. 3 Průměrné ceny dodávek pilařských výřezů v ČR za rok 2010 (Kč/m³), uvedené ceny jsou bez DPH

Zdroj: Zpráva o stavu lesa 2010

	Výřezy III. A/B třídy	Výřezy III. C třídy	Výřezy III. D třídy
Smrk	1819	1511	1083
Borovice	1415	1206	920
Modřín	1769	1325	990
Dub	2744	1879	1429
Buk	1473	1240	1025

3.2 Dispoziční členění skladu kulatiny

Sklad kulatiny se vyjadřuje přesnou dispozí.

Z tohoto hlediska ho můžeme rozčlenit na tyto prostory:

- **prostor pro uskladnění dlouhé kulatiny** – část skladu, kde je uskladněna dlouhá kulatina a netříděné výřezy vytvářející skladovou zásobu pilařského závodu.
- **prostor, ve kterém je situována manipulační linka** – tato část slouží k přetváření dlouhé kulatiny a výřezů na specifikované pilařské výřezy. Kulatina je zde přetvářena strojně-technologickými zařízeními (reduktory kořenových náběhů, detektory kovu, odkorňovače, zkracovací pily, měřicí zařízení), které jsou spojené příčnými a podélnými dopravníky v jeden celek, čímž je zajištěn plynulý tok materiálu.
- **prostor pro uskladnění výřezů** – zde jsou uskladněny specifikované pilařské výřezy připravené k pořezu v pilnici vytvořené na manipulační lince.
- **ostatní prostory** – sem patří přísunové a odsunové cesty, protipožární cesty, železniční vlečky aj. (Detvaj, 2003)

Sklad kulatiny by měl být navržen z půdorysného pohledu jako obdélník, v poměru šířky k délce 1:2 až 1:4 s hlavním materiálovým tokem ve směru délky. (Detvaj, 2003). Pozemek skladu by měl být snadno přístupný z veřejných komunikací cestou, popř. vlečkou a musí být oplocený u hranic s jiným pozemkem nebo veřejnou komunikací. Sklady kulatiny se nesmí zřizovat na místech ohrožených povodněmi. (ČSN 490071)

3.3 Operace prováděné ve skladu kulatiny

Mezi tyto operace patří „*vykládka suroviny, přejímka suroviny, skladování suroviny, ochrana suroviny, redukce kořenových náběhů, odkorňování, měření rozměrů, zjišťování přítomnosti kovů, krácení, třídění výřezů, skladování výřezů, ochrana výřezů, doprava výřezů do pilnice*“ (Janák, 2008)

Pořadí operací není nikterak striktní, závisí na celkové koncepci závodu, je ovlivněno druhem zpracovávané suroviny, technickým vybavením provozu a dalšími faktory. Některé závody určité operace neprovádějí, např. malé závody (s ročním pořezem do cca 12 000 m³) neprovádějí zjišťování přítomnosti kovů a odkornění.

3.3.1 Vykládka suroviny

Vykládka je operace při níž probíhá vyložení suroviny na pilařský závod. Pokud závod není nijak pro vykládku vybaven, je vykládka prováděna hydraulickou rukou dopravního prostředku. Pokud je jí závod vybaven, může provádět vykládku svojí vlastní hydraulickou rukou. Další způsob je vykládání čelním nakladačem nebo u větších závodů jeřábem.

3.3.2 Přejímka suroviny

Přejímka suroviny je operace, při níž probíhá příjem dřevní suroviny do pilařského závodu.

Přejímka se provádí z důvodu ověření správnosti smluvních dodávek, a to podle dodacího listu. Zpravidla se provádí na pilařském závodě, ale může se provádět i na lesním závodě nebo v lese. Dodávaná surovina se v závodě eviduje.

Při přejímce se kontroluje **počet kusů, středová tloušťka, délka, objem, jakost suroviny, jakost opracování** (odkornění, kořenové náběhy...), **značení**, popř. **doba těžby**. (Janák, 2008)

Druhy přejímek

- **hromadná** - prostorová, váhová
- **kusová** - namátková, úplná, elektronická

Pokud je závod vybaven elektronickým měřením, probíhá přejímka nejčastěji elektronicky. U závodů, které nejsou vybaveny elektronickým měřením, je nejčastější přejímka kusová namátková, popř. kusová úplná. Pro zjištění objemu u těchto

přejímek je zapotřebí změřit středovou tloušťku a celkovou délku (z níž se určí jmenovitá délka) a z příslušných tabulek zjistit objem. U namátkové přejímky se zkontroluje 10 až 20 % namátkově vybraných kusů a pokud je nevyhovující méně než 5 %, je dodávka schválena. U úplné se kontroluje každý kus. Jakost se posuzuje vizuálně. U prostorové přejímky se změří šířka, výška a délka hráně, ve které je uložena surovina, objem hráně se vynásobí příslušným koeficientem zaplnění hráně (číslo menší než 1), čímž dostaneme objem suroviny uložený v hráni. U hmotnostní přejímky se surovina zváží, odebere se vzorek pilin reprezentující celou dodávku, následně se piliny vysuší a podle příslušného vzorce se zjistí hmotnost sušiny, který se přepočítá na celou dodávku.

3.3.3 Skladování suroviny

Vytvořit skladovou zásobu suroviny je jednou ze základních funkcí skladu kulatiny. Skladová zásoba zajišťuje plynulou výrobu v pilnici v případě nedostatku suroviny nebo nárazových dodávek. Skladová (normativní) zásoba by měla pokrýt 2 až 4 týdny výroby. To znamená, že čím větší roční kapacita pořezu, tím větší objem skladované suroviny a tím větší potřebná skladovací plocha. Dnes je možné z důvodu vyšší mechanizace (jeřáby, třídící vozíky s hydraulickou rukou a další) vytvářet vyšší skládky než za dob ruční manipulace a ušetřit tím skladovací plochy. Skládky by měly být orientovány čely kolmo na směr převládajícího větru a čela by neměla být orientována na jih, protože slunce během dne putuje z východu na západ a tudíž by docházelo k intenzivnímu svícení slunečních paprsků na čela skládek, což je nežádoucí z důvodu tvorby výsušných trhlin.

3.3.4 Ochrana suroviny

Cílem této operace je zabezpečit ochranu skladované suroviny před snížením její jakosti. Ke snížení jakosti dochází, pokud je dřevo napadeno dřevokaznými či modracími houbami, dřevokazným hmyzem nebo v případě vzniku výsušných trhlin vlivem rychlého vysychání.

V zásadě můžeme ochranu suroviny rozdělit na **mokrou ochranu** a **suchou ochranu**.

Mokrá ochrana

Funguje na principu udržování vlhkosti dřeva nad 80 %. Při této vlhkosti dřeva nemají biotičtí škůdci dostatek kyslíku k životu. Rovněž při této vlhkosti nedochází k výsušným trhlinám, protože vlhkost dřeva je vysoko nad hranicí bodu nasycení vláken. Provádí se buď udržováním vlastní vlhkosti, skládky jsou husté bez prokladů, aby se snížila cirkulace vzduchu ve skládce a tím i rychlost vysychání. Další způsoby jsou vodním postřikem nebo skladováním suroviny pod vodou.

Suchá ochrana

Biotičtí škůdci dřeva potřebují ke svému životu určité množství vlhkosti. Cílem suché ochrany je snížit a udržovat vlhkost dřeva pod hranice, při kterých tyto škůdci dřevo napadají. U dřevokazných a dřevozbarvujících hub je tato hranice od cca 20 %, u dřevokazného hmyzu od cca 10 %. Výřezy by měly být odkorněné, ukládané do skládek s proklady pro lepší cirkulaci vzduchu a tím rychlejší vysychání. Čela výřezů je dobré zpevnit S háky pro omezení vzniku výsušných trhlin, případně natírat a stínit.

Ochrana zimní těžbou

Při teplotě nižší než cca + 5 °C přestávají dřevokazní škůdci (houby i hmyz) rozkládat dřevo a přecházejí do tzv. „latentního stadia“ (zimního spánku), z toho vyplývá, že v zimě škůdci dřevo nenapadají. Rovněž v zimě je období vegetačního klidu stromu. To je důvod, proč některé citlivé druhy dřevin (např. borovici kvůli zamodráním) je nutné těžit pouze v zimě. Obecně platí, že surovina vytěžená v zimě je kvalitnější než surovina vytěžená v létě.

Nejlepší ochranou je surovinu po těžbě co nejdříve dovézt na pilařský závod a zpracovat, aby nestačilo dojít ke snížení její jakosti.

3.3.5 Redukce kořenových náběhů

kořenový náběh = „*vystupující žebrované vyvýšeniny na dolní části kmene.*“
(ČSN EN 844-2)

Jak z definice vyplývá, kořenové náběhy mají pouze oddenkové výřezy. Při zpracování těchto výřezů s kořenovými náběhy může dojít ke komplikacím typu překročení světlosti rámu při pořezu na rámových pilách, překročení maximální světlosti rotoru při odkorňování rotorovými odkorňovači či překročení maximální výšky řezu při pořezu na kotoučových pilách. Další nevýhodou kořenových náběhů je nestabilita výřezu v podávacím zařízení strojů, což může způsobit při odkorňování nebo pořezu snížení jakosti výřezu. Rovněž odstranění těchto náběhů zvyšuje výtěž o cca 1%. Závody, které nemají reduktor kořenových náběhů, odstraňují náběhy ruční motorovou pilou. (Janák, 2008)

Nejčastěji se na pilách používají reduktory s válcovými štěpkovacími frézami, méně reduktory s průchozím rotorem.

3.3.6 Odkorňování

Odkorňování = „*odstraňování kůry ze surového kmene, pilařské kulatiny nebo pilařského výřezu zpravidla mechanicky nebo jinak (hydraulicky, chemicky)*“ (ČSN 490002)

Neodkorněná kulatina obsahuje v kůře nečistoty z těžby a přiblížování (kamínky, písek, hlína), což v celém kontextu daleko více tupí pilové nástroje než kulatina odkorněná. Toto má vliv jednak na kratší životnost pilových nástrojů, popř. zhoršenou kvalitu řeziva vlivem zabíhání tupého nástroje a jednak na snížení produktivity práce vlivem vyššího počtu a s tím spojené i vyšší doby výměny a broušení nástrojů. Další výhodou odkorňování je možnost prodeje kůry (popř. použití v závodě jako topivo) a větší čistota skladu, protože z neodkorněné suroviny se během manipulace drolí a odpadává kůra na povrchovou plochu skladu, což mimo jiné podporuje rozvoj dřevokazných škůdců. Na druhou stranu odkorňovač není levná záležitost a malým závodům se nevyplatí odkorňovat z důvodu velmi dlouhé doby návratnosti investice. Existuje několik druhů odkorňovačů, a sice frézovací,

hydraulické, odírací a rotorové. Na pilách se nejčastěji používají rotorové odkorňovače.

3.3.7 Měření rozměrů

Rozměry kulatiny měříme při přejímce, před krácením, popř. před tříděním výřezů. Měří se délka a tloušťka. Při přejímce měříme délku a středovou (popř. čepovou) tloušťku, před krácením délku a tloušťku po celé délce kusu, a před tříděním délku a čepovou tloušťku. Rozměry se měří podle vybavení závodu buď ručně nebo elektronickým zařízením. V případě ručního měření je použito pásmo a průměrka. Elektronická zařízení jsou např. měřicí rámy (1 D, 2 D měření), měřicí zařízení jako součást třídících vozíků a třídících linek (1 D, 2 D měření) a kamerové a laserové systémy (3 D měření). (Janák, 2008). Zásady měření rozměrů udávají normy **ČSN 480050 Surové dříví. Základní a společná ustanovení** a **ČSN EN 1309-2 Kulatina a řezivo – Metody měření rozměrů – Část 2: Kulatina – Požadavky na měření a pravidla pro výpočet objemu.**

3.3.8 Zjišťování přítomnosti kovů

Hledání kovů = „zjišťování kovových částí ve dřevě, spojované obvykle s označením vady (signalizací, barevným označením aj.) a vyloučením vadného kusu.“ (ČSN 490002)

Pokud surovina obsahuje kovový předmět, je žádoucí tuto surovinu vyloučit z dalšího zpracování. Zařízení, které dokáže toto rozpoznat se nazývá detektor kovu. Princip je založený na změně parametrů elektromagnetického pole vytvořeného cívkami. Surovina po pásovém dopravníku prochází prstencem, porušení elektromagnetického pole znamená, že surovina obsahuje kovový předmět, což je indikované světelnou a zvukovou signalizací. (Detvaj, 2003). Kus je poté vytříděn do speciálního boxu. Pokud narazí řezný nástroj na kovový předmět, může ho otupit nebo dokonce zničit. To je nežádoucí hlavně u hlavních pilařských strojů, kdy se musí

vyměnit pilový nástroj, čímž se přeruší výroba, ztratí čas a tím se snižuje produktivita práce.

3.3.9 Krácení suroviny

Krácení suroviny je operace, při níž je příčně krácena dlouhá kulatina na pilařské výřezy podle pevných bodů. Výřezy musí odpovídat budoucím délkám řeziva.

Pevné body = „*dělicí místa u surových kmenů nebo pilařské kulatiny, stanovené na základě vad dřeva, vad růstu kmene a rozměrů sortimentu*“ (ČSN 490002)

Ideální by bylo nakrátit dlouhou kulatinu tak, abychom eliminovali, popř. vymanipulovali největší vady a zároveň vytvořili výřezy potřebných délek a čepových tloušťek pro maximální výtěž. Pokud to jde (kulatina je bez viditelných přílišných vad), krátí se beze zbytků, např. dlouhá kulatina délky 12 m se nakrátí na 3 výřezy po 4 m (musí se zachovat nadměrky). Ovšem někdy se musíme rozhodnout pro jedno nebo druhé, což je velmi zodpovědný úkol, protože v případě špatného rozhodnutí může klesnout hodnotová výtěž, čímž se závod připraví o peníze. Např. pokud bude dlouhá kulatina vykazovat přílišnou sbíhavost a zároveň nezdravý suk, musí se pracovník rozhodnout, jestli zmenší sbíhavost v optimálním místě nebo na jiném místě vymanipuluje suk. Řídící počítač (ať už zkracovací pily nebo např. třídícího vozíku) dokáže navrhnout optimální řešení krácení na základě čepových průměrů a délek pro maximální výtěž, ovšem vady zhodnotit nedokáže a krácení na základě vad musí zhodnotit specializovaný pracovník. Krácení může být provedeno např. ruční řetězovou pilou, stabilní nebo převozní řetězovou pilou, kotoučovou pilou nebo řetězovou pilou třídícího vozíku. Po krácení je rovněž nezbytné, aby byly zachovány potřebné nadměrky k délce.

3.3.10 Třídění výřezů

Třídění výřezů = „*dilčí operace při výrobě výřezů, během které se zařídí do skupin se stejnými užitnými vlastnostmi*“ (ČSN 490002)

Nejčastěji se výřezy třídí podle délky a čepového průměru, v případě jehličnaté suroviny i podle dřeviny, protože s jehličnatou surovinou je spojena hlavně rámová pila, která nemá možnost měnit pořezové schéma během pořezu a každá jehličnatá dřevina má jiné přídavky na sesychání (resp. smrk a jedle tvoří jednu skupinu a borovice a zbytek tvoří druhou skupinu přídavků na sesychání), tudíž v případě smíchání např. borovice a smrku v jedné skládce bychom museli stroj zastavit a nastavit nové pořezové schéma. Méně časté je pak třídění podle jakosti. Hlavní stroje v pilnici, které nemají možnost měnit pořezové schéma během pořezu (rámové pily, úplné pilařské agregáty) vyžadují detailnější čepové třídění. Čím detailnější toto třídění je, tím vyšší je výtěž. Je výhodné třídít podle čepového průměru max. po 3 cm. Na druhou stranu, čím detailnější třídění, tím stoupá počet skládek a zvyšují se nároky na prostory. U hlavních strojů, které mohou během pořezu měnit pořezové schéma (kmenové pásové pily, kmenové kotoučové pily, částečné agregáty) není potřeba třídít podle čepu tak detailně, protože stroj je schopen zhodnotit každý výřez individuálně a nastavit za chodu prakticky ihned pořezové schéma tak, aby byla maximální výtěž. (Detvaj, 2003). Rovněž s listnatou surovinou je spjata hlavně pásová pila, která má možnost měnit pořezové schéma během pořezu, tudíž u listnaté suroviny nemusíme třídít podle dřeviny a zohledňovat přídavky na sesychání.

Objem každé skládky by měl odpovídat minimálně množství hmoty, které se zpracuje mezi jednotlivými výměnami nástrojů hlavního stroje v pilnici. Pokud je objem jednotlivých skládek menší a hlavní stroj nemá možnost průběžné změny pořezového schéma (rámové pily, úplné pilařské agregáty), dochází k časovým ztrátám z důvodu nutného přestavování hlavního stroje (nastavování nového pořezového schéma). (Friess, 2006)

4 NÁVRH SKLADU KULATINY

V předchozích kapitolách byly popsány základní informace o vstupní surovině a operacích ve skladu kulatiny. Nyní navrhujeme sklad kulatiny pro pilařský provoz s roční kapacitou pořezu 15 000 m³ s respektováním všech výše zmíněných zásad.

4.1 Základní informace o navrhovaném skladu

Tab. 4 Základní informace o vstupní surovině

Údaj	Parametr
Druh zpracovávané suroviny	80 % SM, 20 % BO
Max. délka dlouhé kulatiny	12 m
Min. délka dlouhé kulatiny	10 m
Průměrná délka dlouhé kulatiny	11 m
Max. délka výřezů	6 m
Min. délka výřezů	3 m
Průměrná délka výřezů	4,5 m
Min. tloušťka na tenčím konci	16 cm
Max. tloušťka	65 cm

Závod bude zásobován čistě nákladními automobily a to z **80 % dlouhou kulatinou a z 20 % výřezy**, protože se bude jednat především o zakázkovou výrobu. Z dodávané suroviny bude 100 % uloženo na skládku dlouhé kulatiny a netříděných výřezů, aby byla zajištěna posloupnost zpracování suroviny podle pořadí, v jakém do závodu přišla. Největší možná tloušťka kulatiny (65 cm) je dána světlostí rámové pily, ta je 710 mm. Dodávaná surovina bude nejčastěji jakosti III / B, III / C, v malých dávkách i III / A a III / D. Borovice bude dodávaná ve výřezech pouze 3 m a 4 m a v dlouhé kulatině pouze 12 m.

4.2 Stanovení časového fondu pracovníků

Závod bude pracovat na 1 směnu délky 8 hodin.

Tab. 5 Časový fond pracovníků

Údaj	Počet	Jednotka
Roční časový fond	365	dni
Víkendy	105	dni
Státní svátky	12	dni
Celozávodní dovolená	5	dni
Opravy	8	dni
Roční pracovní fond	235	dni
Týdenní pracovní doba	5	dni
Týden	80	hodin
Čas směny (hodiny)	8	hodin
Čas směny (minuty)	480	minut
Přestávky	30	minut
Strojně-technologické prostoje	50	minut
Čistý pracovní čas směny	400	minut

4.3 Základní kapacitní výpočty

4.3.1 Stanovení potřebného množství suroviny dodávaného do závodu

Abychom zajistili v pilnici výrobu 15 000 m³ výřezů ročně, musí být do závodu za rok dodáno toto množství navýšené o odpad vzniklý při manipulaci ve skladu kulatiny (zkracování, redukce kořenových náběhů).

Tab. 6 Druh a objem odpadu vzniklý ve skladu kulatiny

Druh odpadu	% objem odpadu z 15 000 m ³	objem (m ³)
Piliny (zkracování)	0,8	120
Kusový odpad (zkracování)	1,2	180
Třísky (redukce kořenových náběhů)	0,15	22,5
Celkem odpad	2,15 %	322,5 m³

$$V_r = V_r' + V_o$$

$$V_r = 15\,000 + 322,5 = 15\,322,5 \text{ m}^3$$

V_r roční objem dodané suroviny do závodu (m^3)

V_r' roční objem zpracovaných výřezů v pilnici (m^3)

V_o roční objem odpadu při manipulaci suroviny ve skladu kulatiny (m^3)

Vypočítali jsme, jaký objem suroviny (m^3) musí být do závodu dodán, aby byla pilnice zásobována $15\,000 \text{ m}^3$ výřezů.

4.3.2 Denní objem zpracované suroviny

$$V_d = \frac{V_r}{r_f}$$

$$V_d = \frac{15\,322,5}{235} = 65,2 \text{ m}^3/\text{den}$$

V_d denní objem zpracované suroviny (m^3)

r_f roční pracovní fond (dny)

Vypočítali jsme, jaký objem suroviny se v závodu zpracuje za 1 den. Protože závod pracuje na 1 směnu, jedná se rovněž i o objem zpracované suroviny za 1 směnu.

4.3.3 Objem skladované suroviny (skladová zásoba)

Skladová zásoba suroviny bude uvažována na 14 dní provozu.

$$V_s = V_d * N_s$$

$$V_s = 65,2 \text{ m}^3 * 14 \text{ dní} = 912,8 \text{ m}^3$$

V_s objem skladované suroviny (m^3)

N_s počet dní provozu, který pokrývá skladová zásoba suroviny

Z toho:

$$80 \% \text{ dlouhá kulatina} \quad V_k = 0,8 * 912,8 = 730,24 \text{ m}^3$$

$$20 \% \text{ netříděné výřezy} \quad V_v = 0,2 * 912,8 = 182,56 \text{ m}^3$$

V_k objem skladované dlouhé kulatiny (m^3)

V_v objem skladovaných netříděných výřezů (m^3)

4.3.4 Počet skládek dlouhé kulatiny a netříděných výřezů

Tab. 7 Koeficienty zaplnění skládek

Zdroj: Zdroj: FRIESS, *Pilařské zpracování dřeva*, 2004

	Dlouhá kulatina	Výřezy
Tříděné	0,55	0,75
Netříděné	0,5	0,7

Koeficient zaplnění skládky k - udává, jaký objem suroviny je uložen v objemu skládky

$$k = \frac{V_{\text{suroviny}}}{V_{\text{skládky}}}$$

k koeficient zaplnění skládky (bezrozměrné číslo v intervalu 0 – 1)

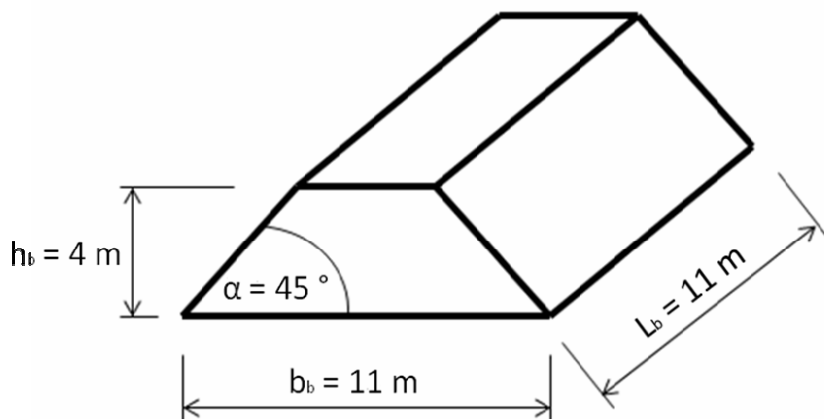
V_{suroviny} objem suroviny uložený ve skládce

$V_{\text{skládky}}$ objem skládky, ve které je uložena surovina (objem suroviny + objem mezer)

Objem 1 skládky dlouhé kulatiny

Objem 1 skládky dlouhé kulatiny V_b vypočítáme podle vzorce, který platí pro tvar této skládky (obr. 5). Do příslušného vzorce dosadíme průměrné rozměry skládky.

Délka skládky L_b je dána průměrnou délkou dlouhé kulatiny uloženou ve skládce, dlouhá kulatina je dodávána v délkách 10, 11 a 12 m, žádná délka nepřevažuje, průměrná délka, tedy L_b je tudíž 11 m. Výšku skládky h_b volíme 4 m, šířku skládky b_b volíme 11 m a úhel čela skládky α volíme 45° .



Obr. 5 Tvar a rozměry průměrné skládky dlouhé kulatiny

$$V_b = b_b - \left(\frac{h_b}{\text{tg } \alpha} \right) * h_b * L_b$$

$$V_b = 11 - \left(\frac{4}{\text{tg } 45} \right) * 4 * 11 = 308 \text{ m}^3$$

V_b objem 1 skládky dlouhé kulatiny (m^3)

b_b šířka skládky dlouhé kulatiny (m)

h_b výška skládky dlouhé kulatiny (m)

L_b délka skládky dlouhé kulatiny (m)

α úhel čela skládky dlouhé kulatiny ($^\circ$)

Objem suroviny v 1 skládce dlouhé kulatiny

Objem suroviny v 1 skládce dlouhé kulatiny V_{bk} dostaneme, pokud vynásobíme objem 1 skládky dlouhé kulatiny V_b koeficientem zaplnění skládky dlouhé kulatiny k_k . Tento koeficient volíme 0,5 (tab. 7).

$$V_{bk} = V_b * k_k$$

$$V_{bk} = 308 * 0,5 = 154 \text{ m}^3$$

k_k koeficient zaplnění skládky dlouhé kulatiny

V_{bk} objem suroviny v 1 skládce dlouhé kulatiny (m^3)

Počet skládek dlouhé kulatiny

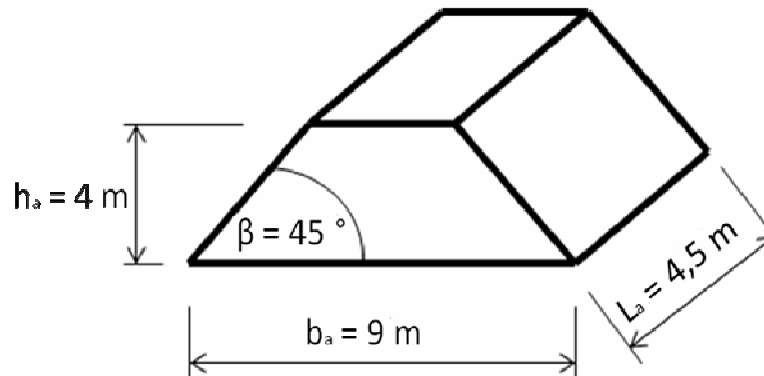
Počet skládek dlouhé kulatiny dostaneme, pokud vydělíme objem skladované dlouhé kulatiny V_k objemem suroviny uloženým v 1 skládce dlouhé kulatiny V_{bk} .

$$\text{počet skládek dlouhé kulatiny} = \frac{V_k}{V_{bk}}$$

$$\text{počet skládek dlouhé kulatiny} = \frac{730,24}{154} = 4,74 = 5 \text{ skládek}$$

Objem 1 skládky netříděných výřezů

Objem 1 skládky netříděných výřezů V_a vypočítáme podle vzorce, který platí pro tvar této skládky (obr. 6). Do příslušného vzorce dosadíme průměrné rozměry skládky. Délka skládky L_a je dána průměrnou délkou výřezu uloženou ve skládce, výřezy jsou dodávány v délkách 4 m, 5 m a 6 m, průměrnou délkou, tedy L_a uvažujeme 4,5 m. Výšku skládky h_a volíme 4 m, šířku skládky b_a volíme 9 m a úhel čela skládky β volíme 45° .



Obr. 6 Tvar a rozměry průměrné skládky netříděných výřezů

$$V_a = b_a - \left(\frac{h_a}{\text{tg } \beta} \right) * h_a * L_a$$

$$V_a = 9 - \left(\frac{4}{\text{tg } 45} \right) * 4 * 4,5 = 90 \text{ m}^3$$

V_a objem 1 skládky netříděných výřezů (m^3)

b_a šířka skládky netříděných výřezů (m)

h_a výška skládky netříděných výřezů (m)

L_a délka skládky netříděných výřezů (m)

β úhel čela skládky netříděných výřezů ($^\circ$)

Objem suroviny v 1 skládce netříděných výřezů

Objem suroviny v 1 skládce netříděných výřezů V_{av} dostaneme, pokud vynásobíme objem 1 skládky netříděných výřezů V_a koeficientem zaplnění skládky netříděných výřezů k_v . Tento koeficient volíme 0,7 (tab. 7).

$$V_{av} = V_a * k_v$$

$$V_{av} = 90 * 0,7 = 63 \text{ m}^3$$

k_v koeficient zaplnění skládky netříděných výřezů

V_{av} objem suroviny v 1 skládce netříděných výřezů (m³)

Počet skládek netříděných výřezů

Počet skládek netříděných výřezů dostaneme, pokud vydělíme objem skladovaných netříděných výřezů V_v objemem suroviny uloženým v 1 skládce netříděných výřezů V_{av} .

$$\text{počet skládek netříděných výřezů} = \frac{V_v}{V_{av}}$$

$$\text{počet skládek netříděných výřezů} = \frac{182,56}{63} = 2,9 = 3 \text{ skládky}$$

4.3.5 Množství vyrobených výřezů pro pilnici za 1 den (směnu)

Objem průměrného výřezu

Abychom mohli vypočítat objem průměrného výřezu, musíme nejprve zjistit průměrné rozměry výřezu. Průměrnou délku výřezu l stanovujeme 4,5 m a průměrnou středovou tloušťku d_{str} stanovujeme 28 cm.

Průměrná délka výřezu $l = 4,5 \text{ m}$

Průměrná středová tloušťka výřezu $d_{str} = 28 \text{ cm}$

Průměrný objem výřezu V_{v}

$$V_{\text{v}} = \frac{\pi * d_{str}^2}{4} * l$$

$$V_{\text{v}} = \frac{\pi * 0,28^2}{4} * 4,5 = 0,2771 \text{ m}^3$$

Denní objem vyrobených výřezů pro pilnici

Denní (směnový) objem vyrobených výřezů pro pilnici V_d' dostaneme, pokud vydělíme objem vyrobených výřezů za 1 rok V_r' počtem pracovních dní v 1 roce (ročním pracovním fondem) r_f .

$$V_d' = \frac{V_r'}{r_f}$$

$$V_d' = \frac{15\,000}{235} = 63,83 \text{ m}^3/\text{den}$$

V_d' denní objem vyrobených výřezů pro pilnici (m^3)

V_r' objem vyrobených výřezů pro pilnici za 1 rok (m^3)

r_f roční pracovní fond (dny)

Doba výroby 1 výřezu

1 den (směna) = 400 minut (tab. 5)

63,83 m^3 400 minut

0,2771 m^3 x minut

$$x = \frac{0,2771 * 400}{63,83} = 1,736 \text{ minut / 1 výřez}$$

Počet vyrobených výřezů pro pilnici za 1 den (směnu)

$$\text{počet vyrobených výřezů za 1 den} = \frac{\text{čistý pracovní čas směny (min)}}{\text{doba výroby 1 výřezu (min)}}$$

$$\text{počet vyrobených výřezů za 1 den} = \frac{400}{1,736} = 230,4 = 230 \text{ výřezů/den}$$

4.3.6 Stanovení počtu skládek vytříděných výřezů

Skladování vytříděných výřezů bude prováděno podle čepového průměru, délky a druhu dřeviny (smrk zvlášť, borovice zvlášť). Čepový průměr 24 – 33 cm je dodáván nejčastěji, proto bude tříděn nejdětalněji (po 2 cm na čepu). Podle délky budou výřezy tříděny na delší a kratší, v 1 skládce budou uloženy délky 3 m, 4 m a v další 5 m, 6 m.

Stanovení počtu skládek pro smrk

Třídění podle čepového průměru

16 – 23 cm	po 4 cm → 2 skládky
24 – 33 cm	po 2 cm → 5 skládek
34 – 49 cm	po 4 cm → 4 skládky
50 cm +	→ 1 skládka
Celkem	12 skládek

Třídění podle délky

3 m, 4 m	→ 1 skládka
5 m, 6 m	→ 1 skládka
Celkem	2 skládky

$$12 * 2 = \underline{\underline{24 \text{ skládek pro smrk}}}$$

Stanovení počtu skládek pro borovici

Vyrobené borové výřezy budou pouze v délkách 3 m a 4 m (borové výřezy budou nakupovány jen v délkách 3 m a 4 a dlouhá kulatina jen v délkách 12 m) a čepových průměrech 20 – 35 cm.

Třídění podle čepového průměru

20 – 23 cm po 4 cm → 1 skládka

24 – 35 cm po 2 cm → 5 skládek

celkem 6 skládek

Třídění podle délky

3 m, 4 m → 1 skládka

celkem 1 skládka

6 * 1 = 6 skládek pro borovici

Celkový počet skládek vytríděných výřezů

celkový počet skládek = počet skládek pro smrk + počet skládek pro borovici

celkový počet skládek = 24 + 6 = 30 skládek vytríděných výřezů

4.3.7 Stanovení objemu 1 skládky vytríděných výřezů

Objem zásoby vytríděných výřezů

Zásoba vytríděných výřezů bude uvažována na 14 dní provozu. Pokud vynásobíme objem vyrobených výřezů pro pilnici za 1 den (směnu) V_d počtem dní, který pokrývá zásoba výřezů N_s , dostaneme objem zásoby vytríděných výřezů.

$$V_{\Sigma}^t = V_d^t * N_{\Sigma}^t$$

$$V_{\Sigma}^t = 63,83 \text{ m}^3 * 14 \text{ dní} = 893,62 \text{ m}^3$$

V_{Σ}^t zásoba vytříděných výřezů (m^3)

N_{Σ}^t počet dní provozu, který pokrývá zásoba vytříděných výřezů

Objem výřezů v 1 skládce vytříděných výřezů

Pokud vydělíme objem zásoby vytříděných výřezů V_{Σ}^t celkovým počtem skládek vytříděných výřezů, dostaneme objem výřezů v 1 skládce vytříděných výřezů V_v^t .

$$V_v^t = \frac{V_{\Sigma}^t}{\text{celkový počet skládek vytříděných výřezů}}$$

$$V_v^t = \frac{893,62}{30} = 29,8 \text{ m}^3$$

V_v^t objem výřezů v 1 skládce vytříděných výřezů (m^3)

Objem 1 skládky vytříděných výřezů se rovná 1 výrobní dávce pilnice.

Objem 1 skládky vytříděných výřezů

Pokud vydělíme objem vytříděných výřezů uložených v 1 skládce V_v^t koeficientem zaplnění skládky vytříděných výřezů k_v^t , dostaneme objem 1 skládky vytříděných výřezů V_{sv} . Koeficient zaplnění skládky volíme 0,75 (tab. 6).

$$V_{sv} = \frac{V_v^t}{k_v^t}$$

$$V_{sv} = \frac{29,8}{0,75} = 39,73 \text{ m}^3$$

V_{sv} objem 1 skládky vytříděných výřezů (m^3)

k_v^t koeficient zaplnění skládky vytříděných výřezů

4.4 Návrh strojně-technologického vybavení skladu kulatiny

Ruční benzínová řetězová pila

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| • Výrobce | <i>Husqvarna</i> |
| • Typ | <i>346 XP</i> |
| • Zdvihový objem válce | <i>50,1 cm²</i> |
| • Výstupní výkon | <i>2,7 kw</i> |
| • Max. otáčky motoru při zatížení | <i>9600 ot. / min</i> |
| • Délka vodící lišty | <i>45 cm</i> |
| • Rychlost řetězu na max. výkon | <i>18,5 m / s</i> |
| • Objem palivové nádrže | <i>0,5 l</i> |
| • Hmotnost | <i>5 kg</i> |

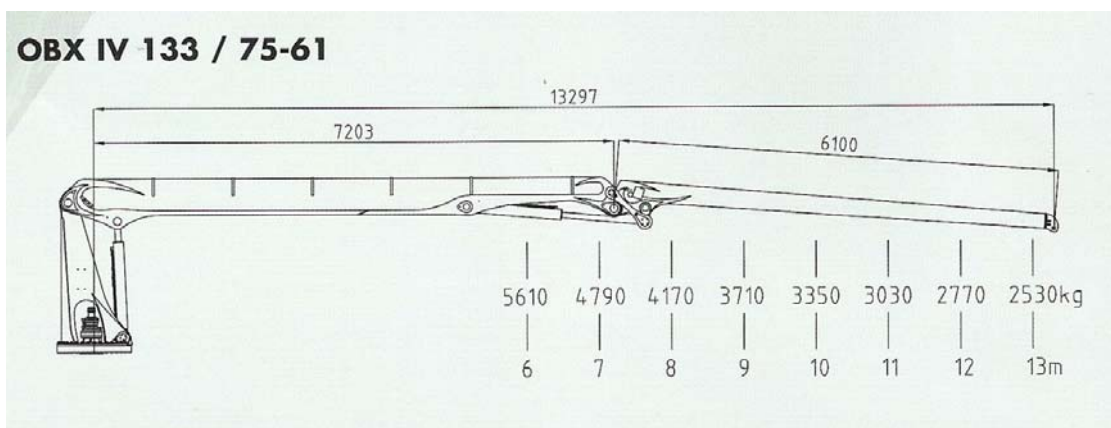
Manipulačně třídící vozík

Tento stroj umožňuje vykonávat více operací (měření, krácení, třídění). Obsluhuje ho 1 pracovník (operátor) z kabiny. Třídící vozík je vybaven hydraulickou rukou (může být umístěná před nebo za kabinou), měřícím zařízením, řídicím počítačem, řetězovou pilou, přepravním vozíkem a sběračem pilin. Pohon pojezdu zajišťuje elektromotor, pohon ruky hydromotor. Oba motory jsou umístěné v šachtě pod kolejovou dráhou.



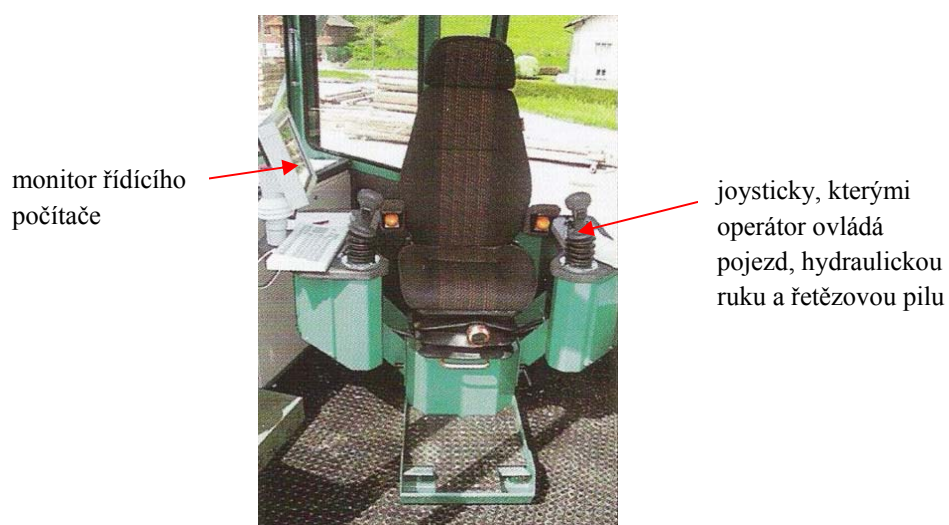
Obr. 7 Manipulačně třídící vozík Baljer – Zembrod

Zdroj: Prospekt firmy Baljer - Zembrod



Obr. 8 Pracovní dosah hydraulické ruky OBX IV 133 / 75 – 61 se znázorněním maximálních nosností při různých vyloženíh

Zdroj: Prospekt firmy Baljer – Zembrod



Obr. 9 Kabina operátora třídícího vozíku

Zdroj: Prospekt firmy Baljer Zembrod

- | | |
|--|----------------------|
| • Výrobce | Baljer – Zembrod |
| • Typ třídícího vozíku | OBX IV |
| • Typ hydraulické ruky | OBX IV 133 / 75 – 61 |
| • Max. dosah ruky | 13 m |
| • Nosnost při maximálním vyložení (15 m) | 2530 kg |

- *Délka dráhy* 96 m
- *Rychlost pojezdu* 0 – 140 m / min
- *Výkon čerpadla* 0 – 140 l / min
- *Rozchod kolejí* 3 m
- *Zvedací síla* 320 kN
- *Příkon elektromotoru* 55 kw

Příčný zásobní řetězový dopravník

- *Výrobce* Dřevostroj Čkyně
- *Délka dopravníku* 6 m
- *Šířka dopravníku* 6,1 m
- *Počet ramen* 6
- *Rychlost* 8 m / min
- *Příkon elektromotoru* 5,5 kw

Elevátor

- *Výrobce* Dřevostroj Čkyně
- *Délka* 4 m
- *Šířka* 6,1 m
- *Rozteč ramen* 1 m
- *Navalovací výška* 0,6 m
- *Dávkovací výška* 3 m
- *Rychlost* 9 m / min
- *Úhel sklonu* 35 °
- *Příkon elektromotoru* 4,5 kw

Dávkovač výřezů

- *Výrobce* Dřevostroj Čkyně
- *Délka* 2 m
- *Šířka* 6,1 m

- *Navalovací výška* 3,8 m
- *Dávkovací výška* 3,2 m
- *Rozteč bočnic* 0,8 m
- *Rychlost* cca 14 ks / min

Podélný řetězový dopravník

- *Výrobce* Dřevostroj Čkyně
- *Délka dopravníku* 9 m
- *Výška na unášeč* 1 m
- *Šířka unášeče* 0,5 m
- *Rychlost* 32 m / min
- *Rozteč unášečů* 0,8 m
- *Max. průměr kulatiny* 1100 mm
- *Příkon elektromotoru* 5 kw

Vstupní zařízení

- *Výrobce* Söderhamn Eriksson
- *Typ* WIM 750
- *Max. průměr výřezu* 75 cm
- *Min. průměr výřezu* 12 cm
- *Max. rychlost otáček* 115 m / s
- *Hmotnost* 3 300 kg
- *Příkon hlavního elektromotoru* 11 kw
- *Příkon horního hnacího válce* 4,5 kw

Odkorňovač CAMBIO

- *Výrobce* Söderhamn Eriksson
- *Typ* 90 – 66 A
- *Max. průměr výřezu (průměr rotoru)* 68 cm
- *Min. průměr výřezu* 10 cm

- *Min. délka výřezu* 3 m
- *Max. rychlost odkorňování* 63 m / min (zvoleno 32 m / min)
- *Počet nožů* 5
- *Hmotnost* 5 500 kg
- *Výkon rotoru* 45 kw
- *Výkon hydraulického agregátu* 1,5 kw

Výstupní zařízení

- *Výrobce* Söderhamn Eriksson
- *Typ* Cam Trail
- *Rychlost* Přizpůsobeno odkorňovači
- *Příkon elektromotoru* 2,2 kw
- *Max. nosnost* 1400 kg

Hrabicový dopravník

- *Výrobce* Dřevostroj Čkyně
- *Délka dopravníku* 12 m
- *Výška na řetěz* 2,5 m
- *Šířka koryta* 0,6 m
- *Úhel sklonu* 45 °
- *Rozteč unášeče* 0,8 m
- *Rychlost* 20 m / min
- *Příkon elektromotoru* 4 kw

4.5 Technologický tok materiálu ve skladu kulatiny

Surovina dopravená do závodu bude vykládána hydraulickou rukou nákladního automobilu na zpevněnou kamenitou plochu pro vykládku (plocha pro vykládku je součástí příjezdové cesty). Proběhne kusová úplná přejímka a evidence suroviny. Surovina, která je již zkontrolována bude během přejímky ukládána na skládky dlouhé kulatiny a netříděných výřezů hydraulickou rukou nákladního automobilu.

Manipulačně třídící vozík odebírá ze skládek hydraulickou rukou dlouhou kulatinu a netříděné výřezy. Dlouhou kulatinu třídící vozík natáhne hydraulickou rukou na manipulační stůl umístěný na levé straně podél kolejové dráhy vozíku, vyklopí měřicí zařízení a projede jím přes celý kus, čímž změří délku a tloušťku po celé délce, údaje zaznamenává řídicí počítač třídícího vozíku, který následně navrhne optimální způsob krácení podle rozměrů (vady zhodnotit nedokáže, ty musí zhodnotit operátor ve vozíku a podle toho se rozhodnout pro místa krácení). Následně vozík popojede k místu, ve kterém odpovídá poloha pily požadovanému místu krácení, řetězovou pilu vysune a provede řez. Po nakrácení operátor ovládající třídící vozík ručně označí výřezy na čele čepovou tloušťkou a jmenovitou délkou. Poté třídící vozík výřezy přendá buď přímo hydraulickou rukou (pokud je skládka v dosahu ruky) nebo převezve pomocí přípojného přepravního vozíku do příslušných skládek vytříděných výřezů podle druhu dřeviny, čepové tloušťky a jmenovité délky.

U netříděných výřezů probíhá manipulace stejně jako u dlouhé kulatiny, s tím rozdílem, že se nekrátí.

Z příslušné skládky přendá vozík hydraulickou rukou výřezy (podle nastavení pořezového obrazce na rámové pile) na příčný zásobní řetězový dopravník, odkud putují výřezy na elevátor, kde se jednotlivé kusy rozseparují a dále jsou po jednom kusu dávkovačem přesunuty na podélný řetězový dopravník, ten má na boku stěnu zabraňující vypadnutí výřezu z dopravníku. Na podélném řetězovém dopravníku je umístěn odkorňovač se vstupním a výstupním zařízením. Po odkornění pokračuje výřez podélným řetězovým dopravníkem do pilnice.

Na levé straně kolejové dráhy třídícího vozíku je umístěn podél dráhy manipulační stůl, skládky dlouhé kulatiny a netříděných výřezů a skládky vytříděných výřezů borovice. Na pravé straně podél dráhy jsou smrkové skládky vytříděných výřezů. (viz příloha 1).

4.6 Prováděné operace ve skladu kulatiny

Vykládka

Surovina bude vykládána hydraulickou rukou nákladního automobilu na zpevněnou kamenitou plochu pro vykládku (tato plocha je součástí příjezdové cesty).



Obr. 10 Vykládka vstupní suroviny hydraulickou rukou nákladního automobilu

Zdroj: <http://www.pilakamenna.cz/fotografie.php>

Přejímka

Přejímka bude kusová úplná, tzn., že bude kontrolován každý kus.

Příklad

Do pilařského závodu přijel nákladní automobil s dodávkou 20 m³ smrkové kulatiny. Naším úkolem bude náhodně vybrat 1 kus a zjistit jeho objem. Kulatina je dodávána v kůře.

Objem kulatiny se udává vždy bez kůry

b.k. = bez kůry

s.k. = s kůrou

Máme několik možností jak postupovat. My zvolíme postup často užívaný v praxi, a sice zjištění objemu podle *Tabulek a polynomů pro výpočet objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře*, tyto tabulky jsou odvozené z normy ČSN 480009.

Postup:

- Změříme celkovou délku kulatiny a vypočítáme z ní jmenovitou délku
- Změříme středovou tloušťku kulatiny s.k., to znamená tloušťku v polovině jmenovité délky
- Podíváme se do *Tabulek a polynomů pro výpočet objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře*, jaký objem odpovídá naší jmenovité délce a středové tloušťce s.k.

Pomůcky: pásmo (měření délky), průměrka (měření tloušťky)

Tab. 8 Zjištěný objem smrkové kulatiny na základě jmenovité délky a středové tloušťky s kůrou

Zdroj: Tabulky a polynomy pro výpočet kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře

Délka v m		I. TABULKY OBJEMU KULATINY BEZ KŮRY V SETINÁCH (0.01) m ³																		SMRK	
		Středová tloušťka měřená v kůře (30-49 cm)																			
		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
3		20	21	22	24	25	27	28	30	32	33	35	37	39	41	42	44	46	48	51	53
4		26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	47	49	52	54	57	59	62	65	67	70
5		33	35	37	40	42	45	47	50	53	55	58	61	64	68	71	74	77	81	84	88
6		39	42	45	47	50	53	57	60	63	67	70	74	77	81	85	89	93	97	101	105
7		46	49	52	55	59	62	66	70	74	78	82	86	90	95	99	104	108	113	118	123
8		52	56	59	63	67	71	75	80	84	89	93	98	103	108	113	118	124	129	135	140
9		59	63	67	71	76	80	85	90	95	100	105	110	116	122	127	133	139	145	152	158
10		65	70	74	79	84	89	94	100	105	111	117	123	129	135	141	148	155	161	168	176
11		72	77	82	87	92	98	104	110	116	122	128	135	142	149	156	163	170	178	185	193
12		78	84	89	95	101	107	113	120	126	133	140	147	155	162	170	178	186	194	202	211
13		85	91	97	103	109	116	123	130	137	144	152	159	167	176	184	192	201	210	219	228
14		91	98	104	111	118	125	132	140	147	155	163	172	180	189	198	207	217	226	236	246
15		98	105	112	119	126	134	142	150	158	166	175	184	193	203	212	222	232	242	253	263
16		104	112	119	127	135	143	151	160	168	177	187	196	206	216	226	237	247	258	270	281
17		111	119	126	135	143	152	160	170	179	189	198	209	219	230	240	252	263	275	286	299
18		117	126	134	142	151	160	170	180	189	200	210	221	232	243	255	266	278	291	303	316
19		124	133	141	150	160	169	179	189	200	211	222	233	245	257	269	281	294	307	320	334
20		131	139	149	158	168	178	189	199	210	222	233	245	258	270	283	296	309	323	337	351
21		137	146	156	166	177	187	198	209	221	233	245	258	270	284	297	311	325	339	354	369
22		144	153	164	174	185	196	208	219	232	244	257	270	283	297	311	326	340	355	371	386
23		150	160	171	182	193	205	217	229	242	255	268	282	296	311	325	340	356	371	387	404
24		157	167	178	190	202	214	226	239	253	266	280	294	309	324	339	355	371	388	404	421
25		163	174	186	198	210	223	236	249	263	277	292	307	322	338	354	370	387	404	421	439

Výsledek:

Z měření nám vyšlo:

- a) jmenovitá délka kusu je 6 m
- b) středová tloušťka je 35 cm s.k.
- c) objem kusu = **0,53 m³ b.k.**

Redukce kořenových náběhů

Z důvodu faktu, že borovice (tvoří 20 % z objemu dodávané suroviny) nemá kořenové náběhy a smrkové oddenkové výřezy (dá se říci výřezy kvality A) tvoří malé procento z dodávaných jakostí, budou kořenové náběhy v případě potřeby odstraněny ruční motorovou pilou. Reduktor kořenových náběhů by nebyl dostatečně využit a rovněž snižuje produktivitu práce, nicméně v provozech zásobovaných z velké části oddenkovými výřezy je velmi důležitý.



Obr. 11 Ruční motorová pila

Zdroj: <http://www.naradibartos.cz/benzinova-retezova-pila-husqvarna-346-xp.html>

Skladování suroviny

Dlouhá kulatina i netříděné výřezy budou skladovány na odvodněné šterkopískové ploše bez vegetace. Surovina bude uložena ve skládkách na levé straně podél kolejové dráhy třídícího vozíku. Skládky budou husté bez prokladů.



Obr. 12 Skládka dlouhé kulatiny

Ochrana suroviny

Surovina nebude nijak chráněna.

Měření rozměrů

Měření bude prováděno měřícím zařízením manipulačně třídícího vozíku. Po natáhnutí suroviny hydraulickou rukou na manipulační stůl (délka stolu je 16 m a šířka 1 m), vyklopí třídící vozík z boku měřící zařízení a projede po celé délce kusu, čímž měřící zařízení měří průběžně po celé délce tloušťku kusu a délku. Údaje se zaznamenávají do počítače a jsou zobrazeny na displeji monitoru v kabině třídícího vozíku, kde sedí operátor ovládající třídící vozík.

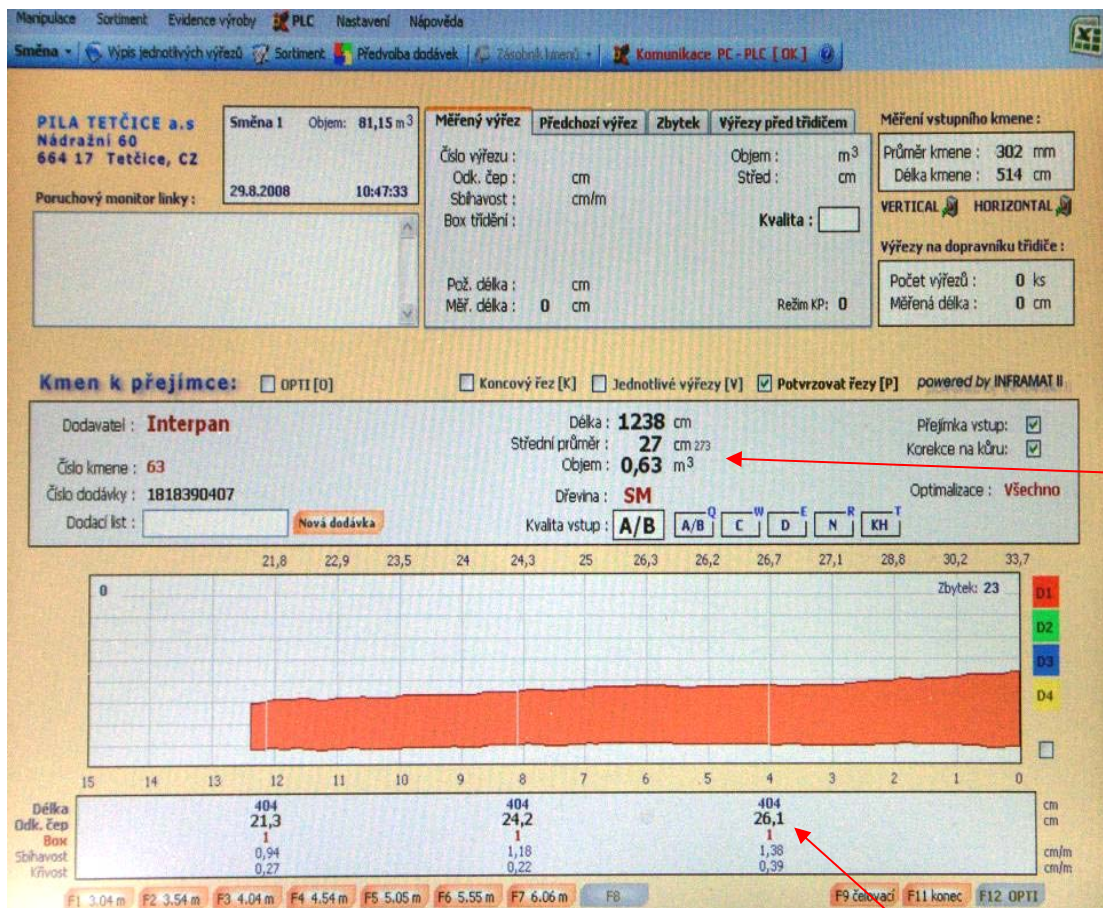


Obr. 13 Měřící zařízení na boku třídícího vozíku měřící kulatinu na manipulačním stole

Zdroj: <http://www.baljer-zembrod.cz/baljeri.php>

Krácení

Po změření kusu se zobrazí na displeji monitoru daný kus se změřenými parametry (obr. 14) a řídicí počítač navrhne na základě rozměrů optimální místa krácení (krácení na základě vad neumí řídicí počítač zhodnotit, musí být zhodnoceno operátorem, který může navrhnout jiná místa krácení). Třídící vozík popojede k požadovanému místu krácení (místo, kterému odpovídá poloha pily třídícího vozíku), vysune řetězovou pilu, kus je podepřen železnými rameny (jsou součástí manipulačního stolu) a řetězová pila provede řez. Po nakrácení operátor v třídícím vozíku označí ručně výřezy na čele čepovou tloušťkou a jmenovitou délkou. Piliny z řezání padají do sběrače pilin třídícího vozíku umístěného pod manipulačním stolem. Když je sběrač plný, operátor ho vyprázdní.



údaje
o
změře
ném
kusu

Obr. 14 Displej monitoru třídícího vozíku

Zdroj: JANÁK, Sklady dřevní suroviny 2008

navrhovaná místa krácení řídicím počítačem (404 cm jsou délky a pod tím jsou čepové tloušťky – 26,1 cm, 24,2 cm a 21,3 cm)



železná
ramena
podpírající
kus při
krácení

Obr. 15 Nadzvižení a krácení dlouhé kulatiny na výřezy řetězovou pilou třídícího vozíku na manipulačním stole

Zdroj: <http://www.baljer-zembrod.cz/baljera.php>

Třídění výřezů

Výřezy jsou pomocí hydraulické ruky třídícího vozíku přendány buď přímo z manipulačního stolu (pokud je příslušná skládka v dosahu ruky) nebo převezeny pomocí přepravního vozíku z manipulačního stolu do skládek podle délky, čepového průměru a dřeviny (smrk zvlášť a borovice zvlášť, protože mají odlišné přídatky na sesychání a rámová pila nemá možnost měnit pořezové schéma během pořezu).

Skladování výřezů

Skládky vytříděných výřezů jsou husté bez prokladů, skladovány na odvodněné šterkopískové ploše bez vegetace, uložené délkou na pravé straně podél kolejové dráhy. Skládky budou na obou stranách se železnými opěrami zabraňujícími pádu výřezů na jednu či druhou stranu, vzdálenost opěr udává šířku skládky, bude 5 m.



železná opěra

Obr. 16 Skládky vytříděných výřezů

Doprava výřezů do pilnice

Příčný zásobní řetězový dopravník

Manipulačně třídící vozík překládá hydraulickou rukou vytříděné výřezy ze skládek vytříděných výřezů na příčný zásobní řetězový dopravník. Tento dopravník slouží k zásobování a dopravě výřezů k elevátoru, dopravník je poháněn elektromotorem.

směr, odkud třídící vozík hydraulickou rukou vkládá výřezy na dopravník



Obr. 17 Příčný zásobní řetězový dopravník

Zdroj: Prospekt firmy Dřevostroj Čkyně

Elevátor

Navazuje na příčný zásobní řetězový dopravník, kde je vytvořena zásoba výřezů. Elevátor slouží k rozseparování těchto výřezů a jejich dopravě po jednom kusu

k dávkovači. K rozseparování slouží unášeče pyramidového tvaru tažené řetězy. Elevátor je poháněn elektromotorem.

pyramidové unášeče sloužící
k rozseparování výřezů a jejich
dopravě k dávkovači po jednom kusu



Obr. 18 Elevátor

Zdroj: Prospekt firmy Dřevostroj Čkyně

Dávkovač

Z elevátoru jsou výřezy dopraveny k dávkovači, který rotačním pohybem dávkuje výřezy po jednom kusu na podélný řetězový dopravník. Dávkovač je poháněn elektromotorem.

dávkoč konající rotační pohyb, čímž výřez přepravuje na podélný řetězový dopravník



Obr. 19 Dávkoč

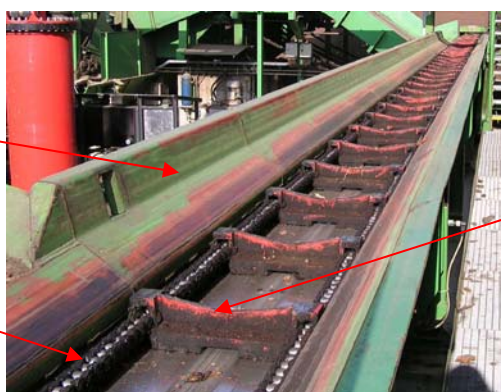
Zdroj: <http://www.drevarske-stroje.cz/detail/mechanizace-4>

Podélný řetězový dopravník

Zde dochází k pohybu výřezů v podélném směru k odkorňovači, resp. k jeho vstupnímu zařízení. Výřezy se pohybují na kovových unášečích, které jsou taženy buď dvěma krajními řetězy (obr. 20) nebo jedním středovým řetězem. Na boku dopravníku je stěna zabraňující vypadnutí výřezu. Podélný řetězový dopravník je poháněn elektromotorem.

stěna zabraňující
vypadnutí výřezu z
dopravníku

řetěz



kovový unášec

Obr. 20 Podélný řetězový dopravník

Zdroj: Prospekt firmy Dřevostroj Čkyně

Odkorňování

Výřez je dopraven podélným řetězovým dopravníkem ke vstupnímu zařízení odkorňovače, které výřez centruje, výřez je následně odkorněn rotorovým odkorňovačem CAMBIO 90 – 66 A a při výstupu fixován proti houpání a rotaci výstupním zařízením CamTrail. Rychlosti vstupního zařízení, výstupního zařízení a odkorňovače by měly být shodné a neměly by být nižší než rychlost podélného řetězového dopravníku, aby odkorňování výřezu nezpomalovalo dopravu do pilnice. Pod odkorňovačem je otvor, kterým padá kůra během odkornění na hrabicový dopravník dopravující kůru směrem vzhůru do kontejneru (viz obr. 21). Kůra je následně prodána.



Obr. 21 Odkorňování výřezu



Obr. 22 Výstupní zařízení CamTrail



vstup výřezu
podélným
řetězovým
dopravníkem
vstupního
zařízení

Obr. 23 Vstupní zařízení

Zdroj: <http://www.lesni-technika.cz/Products/odkornovace.html>



Obr. 24 Odkorňovač

otvor, kterým padá kůra na hrabicový dopravník během odkornění

Vstupní zařízení

Centruje výřez pro přesné najetí výřezu do odkorňovače. Zařízení má svůj vlastní řetězový dopravník, kterým vstupuje výřez do tohoto zařízení (viz obr. 23). Tato zařízení se umísťují před odkorňovače CAMBIO (odkorňovače s pevným rotorem). Některé odkorňovače si dokáží výřez vycentrovat sami (odkorňovače s pohyblivým rotorem, např. odkorňovače od kanadské firmy NICHOLSON), tudíž toto zařízení nepotřebují. Pohon vstupního zařízení zajišťuje elektromotor.

Odkorňovač

Vstupní a výstupní podávací válce odkorňovače slouží k podávání a fixaci výřezu během odkornění. Vzdálenost mezi vstupními a výstupními podávacími válci udává nejmenší možnou délku výřezu pro odkornění. Na vnitřním obvodu rotoru je umístěno 5 nožů, které rotačním pohybem sdírají kůru z výřezu. Odkorňovač je poháněn elektromotorem.

Výstupní zařízení

V okamžiku, kdy vstupní podávací válce odkorňovače pustí výřez, který je držen jen výstupními podávacími válci odkorňovače, docházelo by na volném konci k houpání a rotaci výřezu. Toto zařízení na volném konci fixuje výřez dvěma gumovými válci, tudíž tomuto zabraňuje. Pohon je zajištěn elektromotorem.

4.7 Počet pracovníků

Tab. 9 Počet pracovníků ve skladu kulatiny

Druh operace	Počet pracovníků
Obsluha manipulačně třídícího vozíku	1 pracovník
Celkem pracovníků	1 pracovník

4.7.1 Produktivita práce

Produktivita práce udává množství zpracované hmoty za určitý čas.

$$\text{produktivita práce} = \frac{V_r}{n}$$

$$\text{produktivita práce} = \frac{15\,000}{1} = 15\,000 \text{ m}^3 / \text{rok na pracovníka}$$

n počet pracovníků ve skladu kulatiny

4.8 Výpočet celkové plochy skladu kulatiny

Navržený sklad kulatiny bude mít obdelníkový půdorys. Celkovou plochu skladu kulatiny tvoří *skládky dlouhé kulatiny a netříděných výřezů, kolejová dráha pro pojezd třídícího vozíku, skládky vytříděných výřezů, příjezdová cesta a plocha pro dopravníky dopravující výřezy do pilnice.*

Délka skladu kulatiny je dána počtem a délkou skládek skladované suroviny a vytříděných výřezů podél kolejové dráhy vozíku. Rovněž délka kolejové dráhy musí být navržena tak, aby skládky byly v dosahu hydraulické ruky. Pokud je kulatina skladovaná svojí délkou kolmo ke kolejové dráze, musí být v dosahu ruky alespoň těžiště, tedy cca polovina délky kulatiny (není náš případ).

Šířka skladu kulatina je dána součtem šířek skládek uložených podél kolejové dráhy (součtem šířek skládek ve směru kolmém na kolejovou dráhu, tedy v příčném směru) šířky kolejové dráhy se vzdáleností od skládek a šířky příjezdové cesty.

4.8.1 Délka skladu kulatiny

Na skladu je uloženo 5 skládek dlouhé kulatiny, největší délka dlouhé kulatiny v 1 skládce je 12 m, mezery mezi skládkami budou 1 m, tzn. mezi 5 skládkami jsou 4 mezery po 1 m.

Délka skládek dlouhé kulatiny = $(5 * 12) + (4 * 1) = \underline{\underline{64 \text{ m}}}$

Na skladu jsou 3 skládky netříděných výřezů. Max. délka výřezu ve skládce je 6 m. Mezery mezi skládkami budou rovněž 1 m, tzn. mezi 3 skládkami jsou 2 mezery po 1 m a 1 mezera 1 m od skládek dlouhé kulatiny, takže celkem 3 mezery po 1 m.

Délka skládek netříděných výřezů = $(3 * 6) + (3 * 1) = \underline{\underline{21 \text{ m}}}$

Délka skládek suroviny = $64 + 21 = \underline{\underline{85 \text{ m}}}$

Podél kolejové dráhy je na levé straně ještě 6 skládek vytříděných výřezů borovice, z toho 3 skládky jsou uloženy za sebou ve směru délky kolejové dráhy (viz příloha 1). V těchto skládkách jsou výřezy max. délek 4 m, mezery mezi skládkami budou 1 m, tzn. mezi 3 skládkami jsou 2 mezery po 1 m a 1 mezera 1 m od skládek netříděných výřezů, takže celkem 3 mezery po 1 m.

Délka skládek vytříděných výřezů borovice = $(3 * 4) + (3 * 1) = \underline{\underline{15 \text{ m}}}$

DÉLKA SKLADU KULATINY = $85 + 15 = \underline{\underline{100 \text{ m}}}$

4.8.2 Šířka skladu kulatiny

Rozchod kolejí kolejové dráhy třídícího vozíku je 3 m. Skládky jsou uloženy v kolmé vzdálenosti od dráhy 1 m z obou stran (1 m nalevo a 1 m napravo). Do největší kolmé vzdálenosti nalevo od kolejové dráhy sahají skládky dlouhé kulatiny, resp. skládka dlouhé kulatiny. Tyto skládky jsou široké 11 m. V tomto kolmém směru nalevo od dráhy je ještě příjezdová cesta sloužící pro příjezd a vykládku nákladních automobilů. Tato cesta je široká 5 m.

Napravo od kolejové dráhy v kolmé vzdálenosti jsou 2 řady smrkových skládek vytříděných výřezů šířek 5 m, mezery mezi nimi neuvažujeme, protože je oddělují jen železné opěry, šířka obou řad skládek dohromady je tedy $2 * 5 = 10$ m.

Šířku skladu kulatiny dostaneme součtem všech zmíněných rozměrů, budeme sčítat jednotlivé rozměry, jak jdou za sebou zleva doprava, tedy od příjezdové cesty k smrkovým skládkám vytříděných výřezů.

$$\text{ŠÍŘKA SKLADU KULATINY} = 5 + 11 + 1 + 3 + 1 + 10 = \underline{\underline{31 \text{ m}}}$$

4.8.3 Celková plocha skladu kulatiny

CELKOVÁ PLOCHA SKLADU = délka skladu kulatiny * šířka skladu kulatiny

$$\text{CELKOVÁ PLOCHA SKLADU KULATINY} = 100 * 31 = \underline{\underline{3\ 100 \text{ m}^3}}$$

Na základě délky a šířky skladu navrhujeme kolejovou dráhu délky 96 m.

5 DISKUSE A VYHODNOCENÍ

Navrhli jsme sklad kulatiny pro pilařský provoz s roční kapacitou pořezu 15000 m³. Samozřejmě existuje více způsobů, jak této kapacity dosáhnout.

Provozy s elektrickým kolejovým vozíkem a čelním nakladačem

Starším provozům s kapacitou 15 000 m³ často k mechanizaci často slouží elektrický kolejový vozík a čelní nakladač, tyto provozy mají vyšší počet pracovníků, aby této kapacity docílili. Surovinu navalují 2 pracovníci ze svahu (či po příčném dopravníku) na elektrický kolejový vozík (ovládán 1 pracovníkem), který rozváží výřezy do boxů podél dráhy, odkud je čelní nakladač (ovládán 1 pracovníkem) doveze do příslušných skládek. Celkem 4 pracovníci (popř. může pracovník ovládající elektrický vozík přesehnout do čelního nakladače, v tomto případě by byly jen 3 pracovníci). Produktivita práce je mnohem nižší než u závodů s manipulačně třídícím vozíkem.

Produktivita práce = $15000 / 4 = \underline{\underline{3750 \text{ m}^3 / \text{rok na pracovníka.}}$

Největší výhodou těchto provozů jsou nízké pořizovací náklady na vybavení, schopnost přizpůsobit se momentálním požadavkům zákazníka a fakt, že pracovníci nepotřebují mít vysokou kvalifikaci. Hlavní nevýhodou je nízká produktivita práce, vyšší provozní náklady (vyšší počet pracovníků = vyšší náklady na mzdy), vyšší fyzické vypětí pracovníků, náročnější pracovní podmínky (zj. v zimním období) a nutnost zpevnění ploch pro čelní nakladač. Takto jsou řešeny spíše starší sklady provozů s kapacitou 15 000 m³ nebo sklady provozů s nižší kapacitou (do cca 12 000 m³).

Provozy vybavené třídícími linkami

Další možností jsou třídící linky. Provozy vybavené třídícími linkami pracují převážně ve vícesměnném provozu, celkový provoz je vysoce mechanizovaný, stroje pracují automatizovaně (měření, popř. krácení, třídění, odsun odpadu atd.), vše řídí z velína 1 operátor, čemuž odpovídá vysoký výkon a vysoká produktivita práce. Provozy vybavené těmito linkami nakupují více výřezy, protože vědí dopředu, jaké řezivo budou vyrábět (nemusí se tolik přizpůsobovat momentálním potřebám

zákazníka, ale dodávají ve větších dávkách, proto sortiment výroby není tak pestrý jako u předchozí varianty), navíc zkracování zpomaluje výrobu, čímž snižuje produktivitu. Při kapacitě 15 000 m³ by nebylo vybavení plně využito a stroje by vykazovaly zbytečně vysoké provozní náklady (zj. náklady na energie a drahé náhradní díly). Třídící linky jsou z uvedených důvodů vhodnější pro vyšší kapacity než 15 000 m³.

Provozy s manipulačně třídícím vozíkem Baljer – Zembrod

Námi navrhovaný sklad kulatiny, tedy sklad s manipulačně třídícím vozíkem je pro kapacitu 15 000 m³ nejvhodnější. Provozy s kapacitou 15 000 m³ zásobují řezivem především místní trh, často neví dopředu, jaké řezivo budou vyrábět, proto nakupují více dlouhou kulatinu, kterou si nakrátí dle momentální potřeby (výřezy pro stálý sortiment řeziva). Sortiment výroby je široký (ne tak široký, jako u menších pil), protože se řídí často momentální potřebou zákazníka. Všechny tyto kritéria nejlépe splňuje manipulačně třídící vozík, protože dokáže zpracovávat surovinu nejrůznějších rozměrů, dokáže se přizpůsobit momentální potřebám zákazníka, umožňuje provádět více operací jako měření (pokud je měřicí zařízení 2 D může být prováděna přejímka tímto zařízením, tedy elektronicky), krácení a třídění (popř. odkoňování a redukci kořenových náběhů, nicméně tyto operace je lepší provádět zvlášť, protože u vozíku snižují produktivitu), čímž zefektivňuje výrobu, navíc je třídící vozík obsluhován jen 1 pracovníkem (operátor v komfortní kabině vozíku), což významně zvyšuje produktivitu. Další výhodou je přehlednost celého skladu a nutnost zpevnění pouze některých ploch (příjezdové cesty a plochy pro kolejovou dráhu). Nevýhodou může být nižší produktivita v případě zpracování suroviny menších tloušťek (surovina s menší tloušťkou má při stejné délce menší objem než surovina s větší tloušťkou, ale čas manipulace je stejný, tudíž klesá produktivita) a při výrobě výřezů krátkých délek (větší počet zkracovacích řezů, tudíž delší čas manipulace). (Janák, 2008). Pilařský závod o roční kapacitě pořezu 15 000 m³ mi poskytl informaci, že manipulačně třídící vozíky jsou schopny zmanipulovat max. cca 65 - 70 m³ za 1 směnu (70 je limitní číslo, ve skutečnosti je to spíše těch 65, záleží na rozměrech manipulované suroviny a dalších faktorech). To znamená, při jednosměnném provozu je max. množství 70 m³ x 235 dní = **cca 16500 m³**. Za 2 směny 2 x 16450 = **cca 33 000 m³**. Z toho vyplývá, že manipulačně třídícími vozíky se při této technologii dá zmanipulovat max. cca **33 000**

m³ výřezů při dvojsměnném provozu a cca 16 500 m³ výřezů při jednosměnném provozu.

6 ZÁVĚR

Předkladaná bakalářská práce informuje o základní problematice týkající se pilařských závodů, konkrétně o skladu kulatiny a jeho úkolech v pilařských provozech, roční kapacitě pořezu, základních pojmech užívaných v souvislosti se skladem kulatiny, surovině pro pilařské zpracování a jednotlivých operacích prováděných ve skladech kulatiny.

Hlavním cílem této práce bylo navržení skladu kulatiny pro pilařský provoz s roční kapacitou pořezu 15 000 m³. Na základě získaných zkušeností z návštěv 5 pilařských závodů v ČR o roční kapacitě pořezu 15 000 m³ byl navržen sklad kulatiny s manipulačně třídícím vozíkem Baljer – Zembrod. Návrh obsahuje i výpočet celkové plochy skladu kulatiny. Základ navrženého strojně – technologického vybavení tvoří již zmíněný manipulačně třídící vozík Baljer – Zembrod s hydraulickou rukou vykonávající měření a krácení suroviny a třídění vzniklých výřezů do skládek, další vybavení tvoří odkorňovač se vstupním a výstupním zařízením, hrabicový dopravník pro odsun kůry a dopravníky dopravující výřezy do pilnice. Dále byl stanoven počet pracovníků ve skladu kulatiny a vypočítána produktivita práce. Jako příloha 1 je výkres plošné dispozice navrženého skladu kulatiny, v příloze 2 je blokové schéma skladu kulatiny. Navržený sklad byl následně porovnán co do výhod a nevýhod se skladem kulatiny s elektrickým kolejovým vozíkem a třídící linkou o stejné kapacitě.

Navržená varianta skladu kulatiny s manipulačně třídícím vozíkem Baljer – Zembrod byla vyhodnocena pro roční kapacitu pořezu 15 000 m³ jako nejvhodnější z důvodu vysoké produktivity práce (ve skladu pracuje jen 1 pracovník obsluhující třídící vozík), možnosti provádění více operací a schopnosti manipulovat surovinou různých rozměrů a tím se přizpůsobit momentálním požadavkům zákazníka. Toto tvrzení potvrzuje fakt, že z 5 navštívených pilařských závodů v ČR o roční kapacitě pořezu 15 000 m³ byly 4 závody vybaveny manipulačně třídícím vozíkem a zbývající 5. závod plánuje rekonstrukci skladu se zařazením tohoto třídícího vozíku. Z práce plyne, že pokud chce být pilařský závod o dané kapacitě konkurenceschopný, tak se prakticky neobejde bez třídícího vozíku Baljer – Zembrod.

7 SEZNAM LITERATURY

[1] *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR 2008: platnost od 1.1.2008.* 2., aktualiz. vyd. Praha [i.e. Kostelec nad Černými lesy]: Lesnická práce, 2007, 147 s. ISBN 978-80-87154-01-4 (BROŽ.).

[2] FRIESS, František. *Pilařské zpracování dřeva.* Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1148-7.

[3] FRIESS, František. *Velikost provozu a strategie firmy v pilařské výrobě.* Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006, 53 s. ISBN 80-213-1533-4.

[4] JANÁK, Karel. *Sklady dřevní suroviny.* Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 133 s. ISBN 978-80-7375-214-9 (BROŽ.).

[5] PRAŽAN, Petr. *Analýza faktorů možností vývoje malých a středních pilařských provozů v ČR* [online]. Polička, 30.9. 2010, 18.4. 2012 [cit. 2012-04-18]. Dizertační práce. Česká zemědělská univerzita. Vedoucí práce Prof. Ing. Ivan Roček, Csc.

[6] Pražan P., Příkaský F., 2007 – *Postavení malých a středních pilařských provozů v ČR.* Časopis Lesnická práce 3/2007, str.151-153

[7] ČERNÝ, PAŘEZ. *Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře.* Lesnická práce 2009. *Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v ČR: platnost od 1.1. 2002.*

[8] VERČIMÁK, Peter. *Technológia piliarskej výroby – Návody na cvičenia.*TU, Zvolen, 2003

[9] DETVAJ, Juraj. *Technológia piliarskej výroby.* II. prepracované 2003. TU Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. ISBN 80-228-1248-X.

[10] Normy ČSN a ČSN EN:

ČSN 480050. *Surové dříví. Základní a společná ustanovení.*

ČSN 480051. *Sortimenty surového dříví. Surové kmeny.*

ČSN 480055. *Jehličnaté sortimenty surového dříví. Technické požadavky*

ČSN 480056. *Listnaté sortimenty surového dřeva. Technické požadavky.*

ČSN 480203. *Surové dříví. Kulatina. Třídění vad.*

ČSN 480204. *Surové dříví. Kulatina. Měření vad.*

ČSN 480205. *Surové dříví. Kulatina. Názvy a definice vad.*

ČSN 490000. *Názvoslovie v drevarskom priemysle. Všeobecné pojmy a vlastnosti.*

ČSN 490002. *Názvosloví v dřevařském průmyslu. Názvosloví pilařské výroby.*

ČSN EN 1309-2. *Kulatina a řezivo - Metody měření rozměrů - Část 2: Kulatina - Požadavky na měření a pravidla pro výpočet objemu.*

ČSN EN 1310. *Kulatina a řezivo - Metody měření vad.*

ČSN EN 1315. *Třídění kulatiny podle rozměrů*

ČSN EN 844-2. *Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 2: Obecné termíny pro kulatinu.*

ČSN EN 844-5. *Kulatina a řezivo - Terminologie - Část 5: Termíny pro rozměry kulatiny.*

Materiály firem

Prospekty firmy Baljer – Zembrod

Prospekty firmy Dřevostroj Čkyně

Prospekty firmy Söderhamn Eriksson

Internetové zdroje

<http://www.mm-holz.com>

<http://www.pilakamenna.cz>

<http://www.naradibartos.cz>

<http://www.baljer-zembrod.cz>

<http://www.drevarske-stroje.cz>

<http://www.lesni-technika.cz>

8 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Jakostní třídění jehličnatého dříví

Tabulka 2: Jakostní třídění listnatého dříví

Tabulka 3: Průměrné ceny dodávek pilařských výřezů v ČR za rok 2010 (Kč/m³), uvedené ceny jsou bez DPH

Tabulka 4: Základní informace o vstupní surovině

Tabulka 5: Časový fond pracovníků

Tabulka 6: Druh a objem odpadu vzniklý ve skladu kulatiny

Tabulka 7: Koeficienty zaplnění skládek

Tabulka 8: Zjištěný objem smrkové kulatiny na základě jmenovité délky a středové tloušťky s kůrou

Tabulka: 9 Počet pracovníků ve skladu kulatiny

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Moderně vybavený pilařský závod v Německu s ročním pořezem kulatiny 800 000 m³

Obr. 2 Rozdělení výřezů po délce kmene

Obr. 3 Rozmístění suků po délce kmene

Obr. 4 Označování výřezů

Obr. 5 Tvar a rozměry průměrné skládky dlouhé kulatiny

Obr. 6 Tvar a rozměry průměrné skládky netříděných výřezů

Obr. 7 Manipulačně třídící vozík Baljer – Zembrod

Obr. 8 Pracovní dosah hydraulické ruky OBX IV 133 / 75 – 61 se znázorněním maximálních nosností při různých vyloženích

Obr. 9 Kabina operátora třídícího vozíku

Obr. 10 Vykládka vstupní suroviny hydraulickou rukou nákladního automobilu

Obr. 11 Ruční motorová pila

Obr. 12 Skládky dlouhé kulatiny

Obr. 13 Měřicí zařízení na boku třídícího vozíku měřící kulatinu na manipulačním stole

Obr. 14 Displej monitoru třídícího vozíku

Obr. 15 Nadzdvížení a krácení dlouhé kulatiny na výřezy řetězovou pilou třídícího vozíku na manipulačním stole

Obr. 16 Skládky vytříděných výřezů

Obr. 17 Příčný zásobní řetězový dopravník

Obr. 18 Elevátor

Obr. 19 Dávkovač

Obr. 20 Podélný řetězový dopravník

Obr. 21 Odkorňování výřezu

Obr. 22 Výstupní zařízení CamTrail

Obr. 23 Vstupní zařízení

Obr. 24 Odkorňovač

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Výkres plošné dispozice skladu kulatiny

Příloha 2: Blokové schéma skladu kulatiny