

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav lesnické a dřevařské techniky

**Komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním
skladě Šárovцова Lhota**

Diplomová práce

Prohlašuji, že jsem práci *Komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním skladě Šárovcova Lhota* zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 7.4.2015

Bc. Pavel MAŤÁTKO

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. et Ing. Jiřímu Kadlecovi, Ph.D. a vedoucímu manipulačního skladu Šárovцова Lhota Janu Kykalovi, DiS. za cenné rady, připomínky a odbornou pomoc, které mi poskytovali během řešení této diplomové práce. Další díky patří zaměstnancům manipulačního skladu za činnosti spojené s měřením k této diplomové práci, jež přesahují rámec jejich pracovního závazku.

Jméno:

Bc. Pavel MAŤÁTKO

Název práce:

Komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním skladě Šárovcova Lhota

Abstrakt:

Cílem diplomové práce bylo komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním skladě Šárovcova Lhota. V práci se nachází popis manipulačního skladu a výrobní linky, vyráběného sortimentu z hlediska dřeviny a výkonu výrobní linky za rok 2014. Na základě vlastních měření jsou porovnány skutečné objemy dříví a objemy stanovené pomocí lesnických tabulek. Dále je vyhodnocen objem dříví vstupujícího do výroby a objem dříví po výrobě. V neposlední řadě je vyhodnocena spotřeba času a produktivity práce výrobní linky.

Klíčová slova:

Palivové dříví, štípané dříví, objem dříví, produktivita práce, spotřeba času.

Author:

Bc. Pavel MAŤÁTKO

Title:

Complex evaluation of production of fuelwood on conversion depot at Šárovцова Lhota

Abstract:

The aim of this thesis was complex evaluation of production of fuelwood at conversion depot in Šárovцова Lhota. A description of the conversion depot and production lines is in this work, also produced assortment in terms of trees and productivity of production lines for the year 2014 are shown there. Real volumes of timber and volumes established by forestry tables are compared based on my own measurements. It is also evaluated the volume of timber entering to production and volume of timber after production. Finally, it is evaluated time consumption and labour productivity of the production line.

Keywords:

Fuelwood, splitted wood, timber volume, labour productivity, time consumption.

Obsah

1.	ÚVOD	- 9 -
2.	CÍL PRÁCE	- 10 -
3.	TEORETICKÝ PŘÍSTUP K PROBLEMATICE	- 11 -
3.1.	ZÁKLADNÍ TERMÍNY	- 11 -
3.2.	PALIVOVÉ DŘÍVÍ	- 13 -
3.2.1.	Charakteristika palivového dříví	- 13 -
3.2.2.	Poměr paliva na výrobě	- 13 -
3.2.3.	Zaměnitelnost užitkových sortimentů za palivové dříví	- 14 -
3.3.	TEORIE ŠTÍPÁNÍ A ŠTÍPACÍ STROJE	- 15 -
3.3.1.	Mechanismus štípaní dřeva	- 15 -
3.3.2.	Základní části štípacích strojů	- 16 -
3.3.2.1.	Rám	- 16 -
3.3.2.2.	Pohon	- 16 -
3.3.2.3.	Štípací nástroje	- 16 -
3.3.2.4.	Pracovní části štípacího stroje	- 17 -
3.3.2.5.	Ovládání stroje	- 17 -
3.3.2.6.	Ochranné prvky	- 17 -
3.3.3.	Štípací stroje využívající štípací klín	- 17 -
3.3.3.1.	Vertikální štípací stroje	- 17 -
3.3.3.2.	Horizontální štípací stroje	- 18 -
3.3.3.3.	Víceoperační štípací stroje	- 18 -
4.	MATERIÁL A METODIKA	- 19 -
4.1.	MATERIÁL	- 19 -
4.1.1.	Venkovní šetření	- 19 -
4.1.1.1.	Lokace	- 19 -
4.1.1.2.	Pomůcky	- 19 -
4.1.1.3.	Dříví	- 19 -
4.1.2.	Kancelářské práce	- 19 -
4.2.	METODIKA	- 20 -
4.2.1.	Výroba palivového dříví v ČR	- 20 -
4.2.2.	Měsíční výkon	- 20 -
4.2.3.	Měření dříví	- 20 -
4.2.4.	Rozřazení do tloušťkových stupňů a jejich zastoupení	- 21 -
4.2.5.	Stanovení objemu dříví	- 22 -

4.2.5.1.	Stanovení objemu podle sekcí	- 22 -
4.2.5.2.	Stanovení objemu dle tabulek	- 23 -
4.2.6.	Porovnání výsledků metod stanovení objemu	- 23 -
4.2.7.	Stanovení množství manipulačních zbytků	- 24 -
4.2.7.1.	Stanovení množství odřezků z výroby	- 24 -
4.2.7.2.	Stanovení množství odpadních třísek	- 24 -
4.2.7.3.	Stanovení množství pilin	- 24 -
4.2.8.	Stanovení spotřeby času	- 25 -
4.2.8.1.	Štípané dříví	- 25 -
4.2.8.2.	Rovnění dříví	- 25 -
5.	VÝSLEDKY A DISKUZE	- 29 -
5.1.	MANIPULAČNÍ SKLAD ŠÁROVCOVA LHOTA.....	- 29 -
5.1.1.	Výrobní linka.....	- 30 -
5.1.1.1.	Teleskopický manipulátor Caterpillar TH407	- 30 -
5.1.1.2.	Příčný dopravník výřezů Palax Mega	- 31 -
5.1.1.3.	Víceoperační stroj Palax Power 100s	- 31 -
5.1.1.4.	Čistící válec Palax Cleaner	- 31 -
5.2.	MNOŽSTVÍ PALIVOVÉHO DŘÍVÍ V ČR.....	- 32 -
5.3.	ZHODNOCENÍ VÝROBY.....	- 34 -
5.4.	MĚŘENÍ DŘÍVÍ.....	- 36 -
5.5.	OBJEM DŘÍVÍ.....	- 38 -
5.6.	MANIPULAČNÍ ZBYTKY.....	- 44 -
5.6.1.	Odřezky	- 44 -
5.6.2.	Třísky	- 45 -
5.6.3.	Piliny	- 46 -
5.6.4.	Souhrn	- 47 -
5.7.	VÝKONNOST.....	- 48 -
5.7.1.	Výrobní linka.....	- 48 -
5.7.2.	Rovnění palet.....	- 51 -
6.	ZÁVĚR.....	- 52 -
7.	SUMMARY.....	- 54 -
8.	POUŽITÉ ZDROJE.....	- 56 -
8.1.	LITERÁRNÍ ZDROJE	- 56 -
8.2.	ELEKTRONICKÉ ZDROJE	- 56 -

1. Úvod

Oheň. Živel, s nímž je spjat vývoj člověka a lidské společnosti. Po osvojení dovednosti chodit vzpřímeně po dvou a uvolnění rukou k manuálním činnostem byl právě objev ohně významným mezníkem vedoucím ke vzniku civilizací.

Zprvu člověku postačovalo k živení ohně dřevo získávané sběrem v podobě opadaných větví, souší a podobně. S rozvojem civilizací však rostly nároky i poptávka po palivovém dříví, které se začalo získávat lesní těžbou. Také se zdokonalovaly technologie zpracování dříví. Dříví se využívalo primárně jako zdroj paliva pro výrobu tepelné energie v osobním sektoru nebo v průmyslu. To společně s dalšími aspekty vedlo v evropských zemích k devastaci a degradaci lesů.

V Českých zemích byl tento nepříznivý vývoj naštěstí zvrácen vydáním tereziánských lesních řádů z let 1754 až 1756 a nálezem uhlí na konci 18. století.

V současnosti je patrný návrat k obnovitelným zdrojům energie a opět roste zájem o energetické využívání dříví, jež se využívá především k výrobě tepelné energie v domácnostech.

V dnešní uspěchané a technicky i technologicky vyspělé době však málokdo vyrábí palivové dříví svépomocí. Samovýroba se pomalu stává minulostí a na trhu figurují menší i větší firmy, které se cele či částečně zabývají výrobou palivového dříví. Využívají při tom moderních technologií v podobě jedno či víceoperačních strojů na zpracování palivového dříví s vysokým výkonem.

Mezi nejvýznamnější evropské výrobce těchto strojů patří německo-rakouský POSCH, německý BGU-Maschinen, finské Palax a Hakki pilke, slovinský Tajfun nebo italský Balfor. V České republice je významným zástupcem Drekos Made s.r.o.

2. Cíl práce

Cílem této diplomové práce je komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním skladě Šárovceva Lhota. Diplomová práce vychází z několika dílčích cílů, jimiž jsou:

- porovnat přesný objemu dříví a objem dříví stanovený na základě lesnických tabulek
- zjistit rozdíl objemu dříví před výrobou štípaného dříví a po výrobě
- vyhodnotit spotřebu času a produktivitu výrobní linky

3. Teoretický přístup k problematice

3.1. Základní termíny

Bez kůry (b.k.) je výraz používaný v souvislosti s termínem pro měření, který označuje, že měření nezahrnuje tloušťku kůry.

(Kolektiv, 2007)

Čelo výřezu je řezná plocha kolmá na podélnou osu kmene. **Dolní čelo** je plocha na tlustším konci, **horní čelo** (nazývané **čep**) je na tenčím konci výřezu.

Dřevo je z botanického hlediska soubor buněčných pletiv, vznikajících činností kambia ve kmenech, větvích a kořenech dřevin; ale obecně se termín dřevo používá pro označení suroviny.

Dříví je hromadný název pro sortimenty dříví vzniklé druhováním kmenů (větví, pařezů i kořenů) pokácených stromů, které jsou předmětem obchodu.

Hroubí je dříví s čepovou tloušťkou 7 cm s kůrou a více.

(Neruda a kol., 2013)

Jakostní třída je skupina sortimentů podobných jakostí; podle dřeviny, rozsahu vad a rozměrů se dříví rozděluje do tříd jakosti označených I., II., III., IV., V. a VI.

Jmenovitá délka je stanovená délka výřezu bez přídatku na délku.

(Kolektiv, 2007)

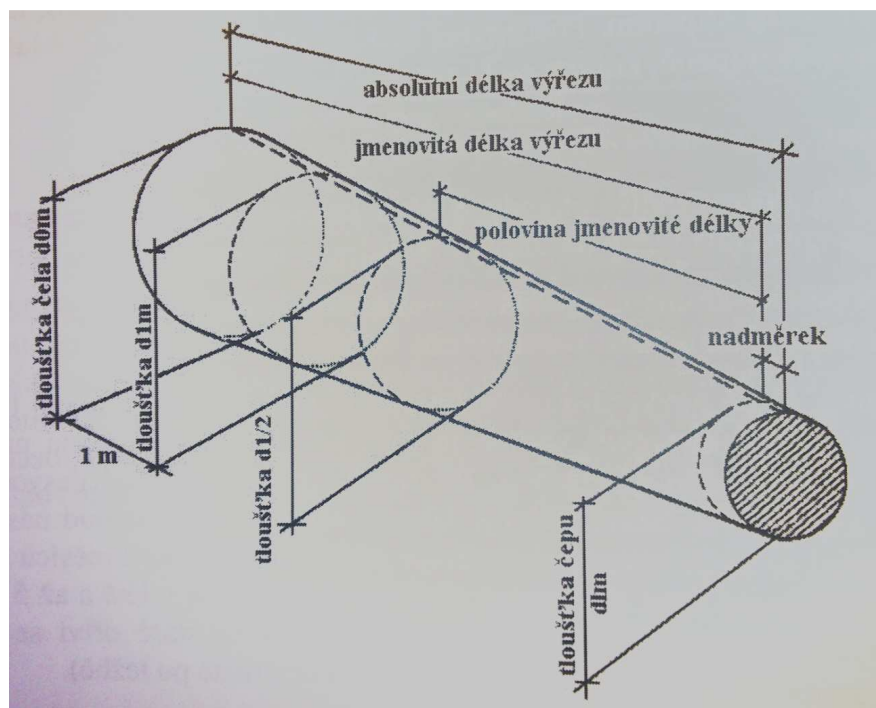
Krychlící tabulky slouží ke zjištění objemu dlouhého dříví na základě jmenovité délky a středové (čepové) tloušťky výřezu bez kůry. Všechny používané tabulky musí vycházet z tabulek československých státních norem.

Kuláč je podélně nedělený výřez surového dříví standardní délky (1 m nebo 2m), na tenkém konci (čepu) tlustší než 7 cm s kůrou (6cm bez kůry).

(Neruda a kol., 2013)

Objem v m³ je skutečný objem dříví stanovený z jeho rozměrů. Nedoporučuje se používat výraz plnometr.

(Kolektiv, 2007)



Obr. 1 Rozměry výřezu (Neruda a kol., 2013)

Rozměry výřezu jsou dány jeho tloušťkou a délkou. Na každém výřezu můžeme měřit **tloušťku čepovou** d_{1m} (na tenkém konci výřezu), **tloušťku středovou** $d_{1/2}$ (uprostřed jmenovité délky), **tloušťku čela** d_{0m} (na tlustém konci) a **tloušťku výřezu ve vzdálenosti 1m od čela** d_{1m} .

(Neruda a kol., 2013)

S kůrou (s.k.) je výraz používaný v souvislosti s termínem pro měření, který označuje, že měření zahrnuje tloušťku kůry.

(Kolektiv, 2007)

Sortiment dříví je výřez, odpovídající dřevinou, rozměry, tvarem a jakostí ustanovení normy, obchodní uzanci, nebo požadavkům odběratele uvedeným v objednávce.

Srážka na kůru se uplatňuje při měření tloušťky s kůrou pro zjištění tloušťky bez kůry. Liší se podle dřevin a tloušťky výřezu.

Štěpina je podélně rozštípnuté či rozříznuté poleno (válec).

(Neruda a kol., 2013)

Tloušťka výřezu je vzdálenost mezi vnitřními plochami ramen průměrky měřená kolmo na podélnou osu výřezu.

Výmět je označení výrobku, který vzhledem k nízké jakosti nelze zařadit do žádné normy či uzancí specifikované jakostní třídy.

Výřezy jsou části kmene či tlustých větví vzniklé jejich příčným krácením.

Výřez sdružených délek je výřez, jehož délka je násobkem délky jedné jeho části, nebo součtem délek více částí téhož sortimentu neoddělených příčným řezem.

(Neruda a kol., 2013)

3.2. Palivové dříví

3.2.1. Charakteristika palivového dříví

Dříví nejnižší technologické jakosti, které nelze zatřídit do žádné z předchozích jakostních tříd, protože nevyhovuje průmyslovému zpracování a je proto využitelné jen k energetickým účelům.

(ČSN 48 0092, 1968)

Zpracovává se ze všech jehličnatých a listnatých dřevin. Napadá při výrobě jako výmět. Vyrábí se jako rovnané dříví. Dodává se v kůře. Dovolují se prakticky všechny vady s výjimkou trouchnivosti a hniloby takového stupně, při níž se dříví i při běžné manipulaci rozpadá. Označuje se třídou jakosti VI. - Palivové dříví. (Kolektiv autorů, 2007)

Simanov (2008) uvádí, že z charakteristiky palivového dříví vyplývá, že by se nemělo "vyrábět", ale mělo by "napadat". To znamená, že za palivové dříví by mělo být považováno jen takové dříví, které již nelze využít technologicky. Jinak řečeno, pálení dříví by mělo být až zcela posledním možným způsobem jeho využití.

3.2.2. Produkce palivového dříví

V historii podíl palivového dříví na celkových dodávkách stále klesal v souvislosti s rozšiřováním možností zpracování dříví nižší technologické jakosti na velkoplošné materiály a celulózu. V podmínkách řízené ekonomiky ČR tak klesl až na 5 %

u jehličnatého dříví a 12 % u dříví listnatého (v průměru 6-7 %). V Evropě podíl paliva na celkových dodávkách dříví po roce 1970 narůstá.

V České republice zůstává podíl paliva na dodávkách relativně nízký, a to především proto, že i celkový podíl dendromasy na primárních zdrojích energiích je zatím nízký vzhledem ke stávajícím cenovým relacím mezi energiemi, a snad doznívá i zažitá specifikace palivového dříví z období řízené ekonomiky. V kaženém případě lze předpokládat, že podíl paliva na dodávkách poroste. Spekulovat lze s nárůstem až na dvojnásobek.

Za celou Evropu se podíl palivového dříví na celkových dodávkách za uplynulých 10 let zvýšil o 3-4 % (z 15 % na 18-19 %).

(Simanov, 2008)

Simanov (2008) si dále v souvislosti se statistikami klade otázky, jaký podíl paliva je na nelegálních těžbách, a problém malolesů, kdy vlastník lesa v podstatě veškerou těžbu používá na krytí svých energetických potřeb. Skutečné objemy palivového dříví jsou proto zcela jistě vyšší než oficiální statistiky.

3.2.3. Zaměnitelnost užitkových sortimentů za palivové dříví

Z hlediska technologie zpracování dřeva může být každý sortiment dříví nahrazen sortimentem vyšší technologické jakosti.

(Neruda a kol., 2013)

Simanov (2010) uvádí, že technologická úroveň průmyslu zpracování dřeva může být tak vysoká, že lze veškeré dříví považovat za užitkové a naopak, že určité důvody mohou vést ke spálení veškerého vytěženého dříví. K tomu dodává, že by se proto měl používat termín "energetické dříví" nebo "dříví k energetickému využití".

To potvrzují Neruda a kol. (2013) ve své definici palivového dříví - Palivové dříví může být i v kvalitě užitkových sortimentů záměrně dodávaných jako energetické dříví.

Simanov (2008, 2010) dodává, že pro prodávajícího je rozhodující zaměnitelnost sortimentů z hlediska tržeb. Nárůst podílu užitkových sortimentů na výrobě paliva je podle něj způsoben politikou obnovitelných zdrojů energie. Změna struktury dodávek

tak nastala až po státních intervencích, podporujících energetické využívání dříví, kdy nastal zvýšený zájem o palivové dříví a tím pádem nárůst jeho ceny.

3.3. Teorie štípaní a štípací stroje

3.3.1. Mechanismus štípaní dřeva

Štípaní dřeva je způsobem beztržkového dělení dřeva a probíhá při vnikání klínu do dřeva v rovině rovnoběžné s jeho vlákny.

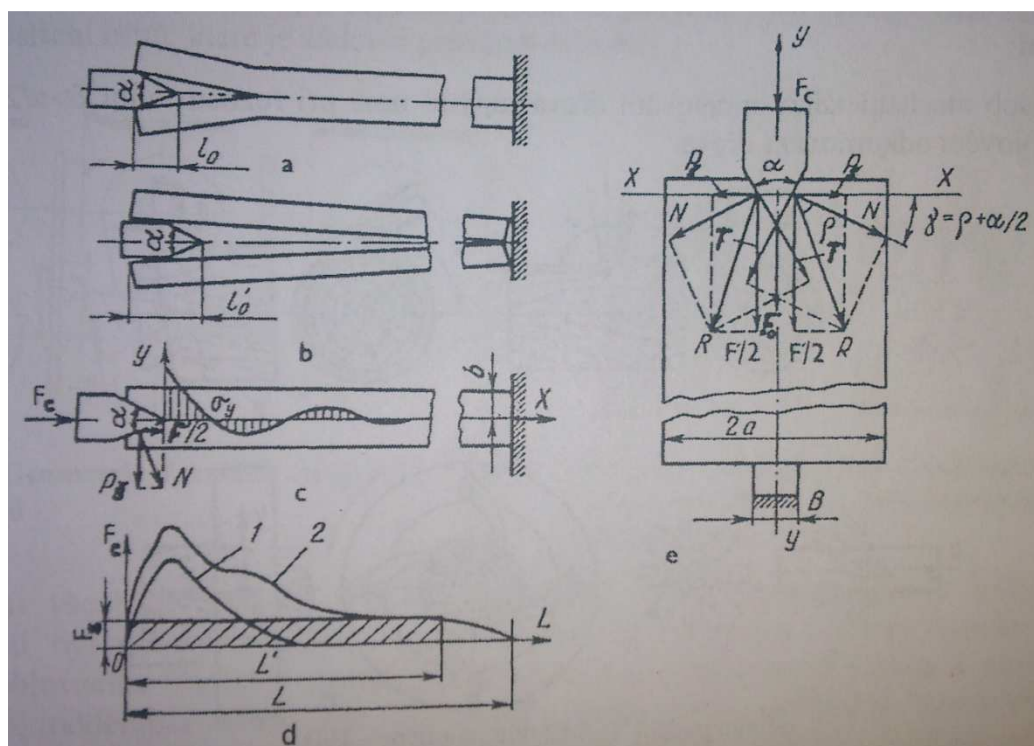
(Neruda a kol., 2013)

Simanov a Kohout (2004) popisují štípaní jako dělení dřeva ve směru jeho vláken nástrojem klínovitého tvaru vtačovaného do dřeva plynule štípacími stroji nebo rázem sekery či klínu zaráženého palicí.

V procesu štípaní je možno odlišit fáze:

- klín je vtlačěn do dřeva, přeřezává vlákna a stlačuje dřevo;
- energie stlačení dřeva klínem překonává mez pevnosti dřeva při vniknutí klínu do vzdálenost l_0 , u břitu a začíná oddělování vláken v příčném směru - štípaní.

(Neruda a kol., 2013)



Obr. 2 Jevy související se štípaním (Neruda a kol., 2013)

Nesnídál (2005) tuto definici dále rozvádí: Pokud je energie nedostatečná, je nezbytné posouvat klín dále do výřezu až do vzdálenosti l'_0 , kde dosáhne normálové napětí σ_y meze pevnosti a trhлина se šíří do konce výřezu. Průběh procesu štípání pak podle něj závisí na poměru průměru polena k jeho délce - $2b/L$, kde b je průměr a L délka polena. K tomu dodává, že u polen většího průměru dochází k rozštípnutí rychleji a není třeba zasouvat štípací klín hluboko. Přiznává ale, že záleží i na fyzikálním stavu dřeva a jeho struktuře, dřevině a úhlu klínu.

Poslední faktor potvrzuje Neruda a kol. (2013), když píše, že hloubka vniknutí klínu do dřeva l_0 závisí na úhlu břitu klínu.

3.3.2. Základní části štípacích strojů

3.3.2.1. Rám

Je hlavní částí štípacího stroje. Musí být dostatečně pevný a dimenzovaný na pracovní zatížení daného stroje. K rámu mohou být přidělena samostatná kolečka, popřípadě může být celý rám umístěn na podvozku s nápravou. K rámu je také upevněna opěrka v případě, kdy je klín tlačěn proti dřevu, nebo je k rámu upevněn klín, a to, když je daný kus dříví tlačěn opěrkou proti klínu.

(Nesnídál, 2005)

3.3.2.2. Pohon

Dle Nesnídala (2005) se pohon štípacích strojů uskutečňuje třemi typy motorů. Jedná se o zážehový motor, vznětový motor a nebo elektromotor.

Neruda a kol. (2013) dodávají, že na OM se používají adaptéry nesené a poháněné UKT nebo adaptéry připojené rychlospojkami na profesionální kompletaci.

3.3.2.3. Štípací nástroje

Štípací nástroje lze rozlišit na nože, klíny a štípací kužele. Štípací nůž a klín vykonávají vlastní štípání dříví. Jejich ostří zajišťuje štípání a prvotní vniknutí mezi dřevní vlákna a zároveň určuje směr štípání daného kusu dřeva. Líce nože i štípacího klínu oddělují rozštípnutá dřevní vlákna od sebe. Jednodílné štípací nože a klíny dělí

poleno pouze na dvě části. Líce nožů jsou vybroušeny pod úhlem 25°, líce klínů svírají úhel 45° až 50°. Vícebřité štípací nástroje dělí štípaný kus na 4 až 18 štěpin.

Odpor štípaní roste s počtem současně funkčních klínů, proto jsou u vícenásobných štípacích klínů jejich roviny posunuty, aby byl náběh potřebné síly postupný. Protože je nejnižší potřeba štípací síly při štípaní "přes dřeň", centruje se štípané dříví proti klínům tak, aby osa klínu procházela dřením. K tomu slouží různá zařízení od jednoduchého regulování výšky podávacího žlabu řetízkem až po opticko-hydraulické centrování.

(Neruda a kol., 2013)

3.3.2.4. *Pracovní část štípacího stroje*

Pracovní část stroje tvoří hydraulický válec, který tlačí klín proti pevně upevněné opěrce, nebo je opěrkou tlačěn kus dřeva proti pevně upevněnému klínu.

(Nesnídala, 2005)

3.3.2.5. *Ovládání stroje*

Ovládací prvky se nachází na ovládacím panelu. Štípaní je ovládáno pomocí pák nebo joisticků. U víceoperačních strojů je jimi ovládáno i krácení a podávání z dopravníku. Na ovládacím panelu je umístěno také ovládání hydraulického podávacího zařízení a ovládání výšky štípacího nástroje, což ale odvisí od typu stroje.

(Nesnídala, 2005)

3.3.2.6. *Ochranné prvky*

Podle Nesnídala (2005) mají být ochranné prvky konstruovány tak, aby byla obsluha chráněna proti veškerému zranění.

3.3.3. **Štípací stroje využívající štípací klín**

3.3.3.1. *Vertikální štípací stroje*

Poleno je štípano ve svislé poloze. Je postaveno na štípací stůl nebo opěrnou desku stroje pod štípací klín a spuštěním štípacího klínu směrem dolů je poleno rozštípnuto. U těchto strojů se vždy pohybuje klín proti polenu, nikdy není poleno tlačeno proti pevně uchycenému klínu. (Nesnídala, 2005)

3.3.3.2. *Horizontální štípací stroje*

Horizontální štípací stroje štípou poleno ve vodorovné poloze. Tyto stroje využívají dva způsoby štípání. Buď je poleno tlačeno štípací deskou proti pevně uchycenému štípacímu klínu, nebo je zapřeno o tuto desku a je tlačěn klín do polena.

(Nesnídal, 2005)

Horizontální štípací stroje mohou mít pracovní stůl, nebo se štípe na zemi ve žlabu. Štípání na zemi je vhodné jen pro štípání palivového dříví, nebo pro hrubé třídění štípáním na palivo a vlákninu.

(Neruda a kol., 2013)

3.3.3.3. *Víceoperační štípací stroje*

Jsou určeny pro štípání kmenů a výřezů bez předchozího krácení. Kmeny a výřezy jsou vkládány na štípací stroj hydraulickým jeřábem, čelním nakladačem nebo vlastním podávacím ústrojím. Dopravník štípacího stroje daný kus transportuje do řezací části, kde je kmen nebo výřez rozřezán řetězovou nebo okružní pilou na polena požadované délky, která pak následně postupují do štípacího prostoru. Zde je poleno rozštípnuto na určitý počet štěpin, který je dán použitým štípacím nástrojem.

(Neruda a kol., 2013)

4. Materiál a metodika

4.1. Materiál

4.1.1. Venkovní šetření

4.1.1.1. Lokace

Všechna měření budou prováděna na manipulačním skladě Šárovceva Lhota.

4.1.1.2. Pomůcky

Veškeré údaje a hodnoty zjištěné v terénu budou zaznamenány do terénního zápisníku.

Průměry dříví budou měřeny lesnickou průměrkou Kinex 800 mm s dělením po 1 mm. Délky dříví a vrstvy manipulačních zbytků budou měřeny svinovacím metrem Extol 10 m × 25 mm. Délky dříví budou vyznačeny bílou školní křídou. Úpravy měřeného dříví budou provedeny sekerou a pořízem.

Měření produktivity práce bude provedeno na výrobní lince manipulačního skladu.

Natáčení videa pro podrobnější časové studie bude provedeno kamerou mobilního telefonu XPERIA Mk16i při rozlišení QVGA 240 × 320. Prosté měření času bude měřeno aplikací "Stopky" na stejném mobilním telefonu.

4.1.1.3. Dříví

Měření dříví bude rozděleno podle jednotlivých dřevin, ze kterých se u daného lesnického subjektu vyrábí palivové dříví. Bude se jednat o dub (*Quercus* ssp.) a buk lesní (*Fagus silvatica*), souhrnně tvořící tvrdé listnaté dříví, břízu (*Betula* ssp.), olši (*Alnus* ssp.), určenou jako měkké listnaté dříví a borovici (*Pinus* ssp.) se smrkem ztepilým (*Picea abies*), tvořící jehličnaté dříví.

4.1.2. Kancelářské práce

Objem dříví bude určen z tabulek ČSN 48 0009 (1975) a z tabulek od Pařeza a Černého (2002).

Objemy dříví a veškeré hodnoty z venkovního šetření budou přepsány a zpracovány na notebooku Lenovo G780 v programu Microsoft Excel 2007 a Microsoft Word 2007. Video pro podrobnější časové studie bude zpracováno v softwaru Časové studie od Klvače a Kleibla (2012).

Software Časové studie je jednoduchý pomocník pro získání časového snímku. Software umožňuje zaznamenávat až 12 předem definovaných operací. Definované operace je možné ukládat do šablon, takže je možné snadno upravit zadání i opakovat měření.

(Klvač, Kleibl, 2012)

4.2. Metodika

4.2.1. Výroba palivového dříví v ČR

Na základě dat získaných z Českého statistického úřadu bude stanovena časová řada zobrazující množství těžeb v České republice a podíl palivového dříví na výrobě.

4.2.2. Měsíční výkon

Na základě poskytnutých záznamů o výrobě za rok 2014 bude určen měsíční výkon výrobní linky podle dřevin a celkem. Dále bude výkon porovnán s dodávkami dříví v roce 2014.

4.2.3. Měření dříví

Měřené výřezy budou rozloženy pomocí teleskopického manipulátoru Caterpillar na připravené podvaly. Jednotlivé výřezy se rozdělí na dílčí sekce o délce 50 cm. Střed těchto sekcí se označí, změří a zaznamenají se tloušťky v kůře. Stejným způsobem se označí, změří a zaznamená tloušťka v kůře v polovině jmenovité délky výřezu.

Následovně bude provedeno odkornění pruhu kůry kolem označených měřících míst. Po odkornění následuje opět změření a zaznamenání tloušťky bez kůry. Pro potřeby této práce se tloušťka bude měřit s přesností na 0,1 cm. Ukázka vyznačení středů měřených 0,5 m sekcí a odkornění pruhu kůry pro měření bez kůry je zobrazena na obrázku 3.



Obr. 3 Měření sekci (foto autor, 2015)

Měření tloušťky bude prováděno podle pravidel stanovených v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (2007). V případě průměrování dvou měření se výsledek zaokrouhluje na jedno desetinné místo směrem dolů.

4.2.4. Rozřazení do tloušťkových stupňů a jejich zastoupení

Po změření tloušťek bez kůry budou jednotlivé výřezy zatříděny do tloušťkových stupňů podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (2007). Toto rozdělení s příslušnými hodnotami je znázorněno v tabulce číslo 1.

Tab. 1 Třídění výřezů podle rozměrů (Kolektiv, 2007)

Označení	Středová tloušťka b.k.
D0	do 9 cm
D1a	10 - 14 cm
D1b	15 - 19 cm
D2a	20 -24 cm
D2b	25 - 29 cm
D3a	30 - 34 cm
D3b	35 - 39 cm
D4	40 - 49 cm
D5	50 - 59 cm
D6	60 cm a více

Procentuelní zastoupení jednotlivých tloušťkových stupňů v měřeném souboru (jednotlivé dřeviny) se stanoví na základě matematického výpočtu

$$Z_{TS} = \frac{P_{TS}}{P_S} \times 100 \quad [\%]$$

kde

- Z_{TS} je zastoupení tloušťkového stupně v procentech
- P_{TS} je počet kusů v tloušťkovém stupni
- P_S je počet kusů v měřeném souboru

4.2.5. Stanovení objemu dříví

4.2.5.1. Stanovení objemu podle sekcí

Pro surové kmene a kulatinové výřezy se používá Huberův vzorec

$$V = K_{\frac{1}{2}} \times l_m \quad [m^3]$$

kde

- V je objem výřezu v m^3
- $K_{1/2}$ je kruhová plocha v polovině jmenovité délky surového kmene nebo výřezu
- l_m je jmenovitá délka surového kmene nebo výřezu v metrech

(Neruda a kol., 2013)

V této práci bude Huberův vzorec aplikován, bez rozdílu dřeviny, na jednotlivé 0,5 m sekce. Kruhová plocha bude vypočítána z naměřených hodnot tloušťky bez kůry s přesností na 0,1 cm.

Výsledný objem sekce bude objemem dřevní hmoty bez kůry. Celkový objem výřezu nebo kuláče pak bude součtem objemů jednotlivých sekcí a bude udáván s přesností na jednu desetitisícinu ($0,0001 m^3$).

4.2.5.2. Stanovení objemu dle tabulek

Ke stanovení objemu výřezů a kuláčů budou použity tabulky pro výpočet objemu kulatiny bez kůry od Černého a Pařeza (2002) a podle tabulek ČSN 48 0009 (1975). Objem je stanoven podle délky výřezu a jeho středového průměru měřeného v kůře.

4.2.6. Porovnání výsledků metod stanovení objemu

Na základě výsledných objemů bude v jednotlivých tloušťkových stupních stanoven průměrný objem kusů s přesností na jednu desetitisícinu (0,0001 m³). Jeden pro objem stanovený podle sekcí a dva pro objem stanovený na základě tabulek.

Průměrný objem se stanoví na základě vztahu

$$V_{pr} = \frac{V}{n} \quad [\text{m}^3]$$

kde

- V_{pr} je průměrný objem v m³ bez kůry
- V je celkový objem za tloušťkový stupeň v m³ bez kůry
- n je počet kusů v tloušťkovém stupni

Výsledné průměrné hmotnatosti budou porovnány a stanoví se procentický rozdíl na základě vztahu

$$R = \left(\frac{V_S}{V_{tab}} \times 100 \right) - 100 \quad [\%]$$

kde

- R je procentický rozdíl průměrných hmotnatostí
- V_S je průměrná hmotnatost skutečná (dle sekcí) v m³
- V_{tab} je průměrná hmotnatost podle tabulek v m³

4.2.7. Stanovení množství manipulačních zbytků

4.2.7.1. Stanovení množství odřezků z výroby

Budou změřeny tloušťky a průměry všech jednotlivých odřezků z plné plechové odpadní bedny o rozměrech 75 × 120 × 40 cm. Následně bude vypočítán jejich objem bez kůry dle Huberova vzorce. Objem odřezků bude měřen v deseti odpadních bednách. Průměrný objem odřezků v odpadní bedně bude vypočítán na základě vzorce

$$K = \frac{\sum V_{odř}}{\sum V_b}$$

kde

- K je výsledný koeficient
- $V_{odř}$ je suma objemů odřezků v m³
- $\sum V_b$ je suma objemu deseti odpadních beden v m³

V období deseti týdnů bude obsluha zaznamenávat množství odpadních beden a objem dříví zpracovaného štípacím strojem. Ze zaznamenaných hodnot bude odvozen procentický podíl odřezků z jednoho m³ zpracovaného dříví na základě vztahu

$$P = \frac{(\sum V_o \times K)}{\sum V_{zprac}} \times 100 \quad [\%]$$

kde

- P je procentický podíl odřezků na výrobě
- $\sum V_o$ je suma objemů odpadních beden za měřené období v prm
- K je vypočítaný převodní koeficient
- $\sum V_{zprac}$ je suma objemů zpracovaného dříví za měřené období v m³

4.2.7.2. Stanovení množství odpadních třísek

Bude provedena selekce třísek z deseti beden na odpad (třísky a kůra) o rozměrech 75 × 120 × 40 cm. Z třísek, na nichž nebude oddělená kůra od dřeva, bude kůra mechanicky oddělena. Následně budou třísky ponořeny do nádoby s kapalinou o objemu 200 litrů. Po ponoření třísek a ustálení hladiny kapaliny bude zaznamenána výška výtlaku a následně proveden přepočít na objem třísek. Při výměně měřených

souborů třísek bude doplňována kapalina na objem 200 litrů. Převodní koeficient bude stanoven na základě obdobného vztahu jako v kapitole 4.2.7.1.

Po dobu deseti týdnů bude obsluha štípacího stroje zaznamenávat množství vyvezených odpadních beden a objem zpracovávaného dříví za jednotlivé dny. Podíl odpadních třísek z jednoho m³ zpracovaného dříví bude stanoven na základě stejného vztahu jako v kapitole 4.2.7.1.

4.2.7.3. Stanovení množství pilin

Množství pilin vzniklých při příčném přeřezávání výřezů a kuláčů bude zaznamenáváno obsluhou štípacího stroje po dobu deseti týdnů. Kontejner na piliny o rozměrech 150 × 200 × 350 cm se vyváží každý týden v pátek. Při vyvážení bude obsluha zaznamenávat výšku vrstvy pilin v kontejneru. Dále bude zaznamenáván objem zpracovaného dříví za jednotlivé dny.

Procentický podíl pilin na výrobě se stanoví dle vzorce

$$P = \frac{(\sum V_K \times 0,33)}{\sum V_{zprac}} \times 100 \quad [\%]$$

kde

- P je procentický podíl pilin na výrobě
- $\sum V_K$ je suma objemů pilin za měřené období v prn
- 0,33 je koeficient pro přepočítání objemu pilin z prn na m³ odvozený z Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (2007)
- $\sum V_{zprac}$ je suma objemů zpracovaného dříví za měřené období v m³

4.2.8. Stanovení spotřeby času

4.2.8.1. Štípané dříví

Před vstupem na příčný dopravník bude naměřen soubor výřezů o objemu přibližně 1 m³ bez kůry. Bude změřeno a zpracováno 10 souborů z různých dodávek dříví nebo z různých hraní naskladněných výřezů. Průběh zpracování bude natočen na video.

Pro stanovení spotřeby času na jednotlivé operace při zpracovávání dříví na víceoperačním štípacím stroji budou zaznamenávány tyto činnosti:

- transport výřezu po dopravnících (mimo transport současný se štípáním)
- příčné přeřezávání výřezu okružní pilou (včetně pohybu pily "na prázdno" k výřezu)
- štípání (včetně výškového nastavení štípacího klínu)
- opravné štípání (v případě nedokonale rozštípnutých kusů nebo kusů rozměrově nevyhovujících)
- urovnávání výřezu na dopravním pásu nebo uříznutého špalíku ve štípacím žlabu
- čištění štípacího klínu a prostoru za ním od zaklíněných štěpin a třísek
- úprava výřezu motorovou pilou
- odhazování odřezků do odpadní bedny
- ostatní činnosti (přecházení, startování motorové pily, komunikace s obsluhou manipulátoru, vizuální kontrola stroje)

Nahrané videozáznamy budou přeneseny a zpracovány v programu Časové studie od Klvače a Kleibla (2012). Postup měření je popsán v nápovědě přiložené k programu.

Transport v...	Řezání	Štípání	Rovnění	Odhazován...	Čištění klínu	Oprava štíp...	Úprava pilou	Osta...
00:00:08:979	00:00:22:610	00:00:22:138	00:00:03:587					00:00:00:000

Obr. 4 Záznam z průběhu měření (foto autor, 2015)

Průměrná spotřeba času na 1 m³ bude odvozena ze vzorce

$$T = \frac{\sum t}{\sum V} \quad [\text{min.}]$$

kde

- T je průměrný čas na operaci v minutách

- $\sum t$ je suma změřených časů za všechny soubory v minutách
- $\sum V$ je celkový objem změřených souborů v m³ bez kůry

Produktivita práce víceoperačního štípacího stroje bude z naměřených hodnot stanovena pomocí výpočetního vzorce

$$P = \frac{Q}{t} \quad [\text{m}^3/\text{hod.}]$$

kde

- P je produktivita práce v m³ za hodinu
- Q je objem zpracované hmoty v m³
- t je spotřeba práce přepočtená na hodiny

4.2.8.2. Rovnání dříví

Měření času rovnání dříví na paletu o rozměrech 120 × 105 × 120 cm, tedy jednoho a půl rovnaného metru, bude spočívat v měření prosté spotřeby času jedním pracovníkem na narovnání jedné palety štěpinami o délce 33 cm a jejím zabalení do zpevňovací sítě. Bude měřena doba rovnání dvou pracovníků, z nichž každý narovná 10 ks palet. Čas se bude měřit aplikací "stopky" na mobilním telefonu.

Výsledným výstupem bude spotřeba času na narovnání jedné palety daného rozměru odvozená ze vztahu

$$T = \frac{\sum t}{n} \quad [\text{min.}]$$

kde

- T je potřeba času na narovnání a zabalení jedné palety v minutách
- $\sum t$ je celková spotřeba času v minutách
- n je počet narovnaných palet

Produktivita práce při rovnání palet bude vypočítána ze zaznamenaných hodnot pomocí vztahu

$$P = \frac{n}{\sum t} \quad [\text{ks/hod.}]$$

kde

- P je produktivita práce v kusech narovnaných palet za hodinu
- n je počet narovnaných palet
- $\sum t$ je spotřeba práce přepočtená na hodiny

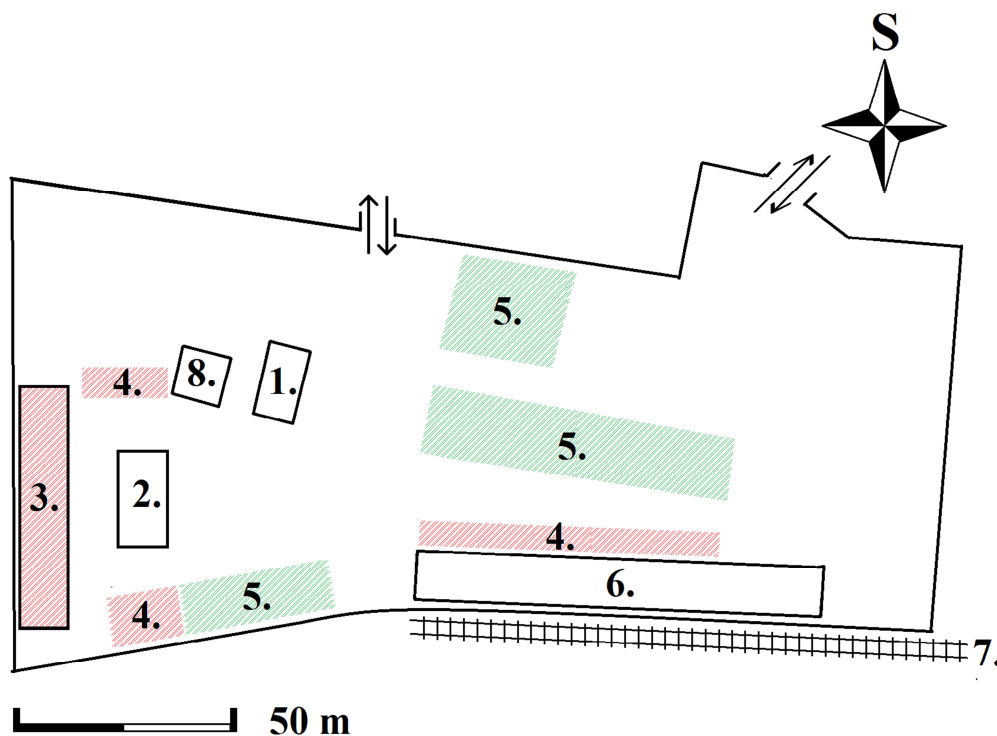
5. Výsledky a diskuze

5.1. Manipulační sklad Šárovcova Lhota

Podle funkčního členění Nerudy a kol. (2013) se manipulační sklad Šárovcova Lhota řadí mezi sklady manipulačně-expediční (MES), tedy určené pro druhování dříví tříděním, řezem a štípaním a následnou expedicí dříví.

Dle ústního sdělení Jana Kykala, DiS. (vedoucí výroby MES Šárovcova Lhota) ze dne 13.3.20015 je MES v nynější době určen především ke skladování surového dříví, jeho zpracování na štípané palivové dříví a ukládání naštípaného dříví na sklad a to buď volně, nebo do krytých kůlen. V menší míře zde dochází k druhování dříví, vagónování dříví nebo ukládání a překládání štěpky.

Momentální kapacita skladu je 2000 prm čerstvého dříví a 3000 prm štípaného dříví, z toho 2400 prm v krytých kůlnách. Dále je zde volná nezpevněná plocha s možností rozšíření kapacity skladu. Současný stav manipulačního skladu znázorňuje obrázek číslo 5.

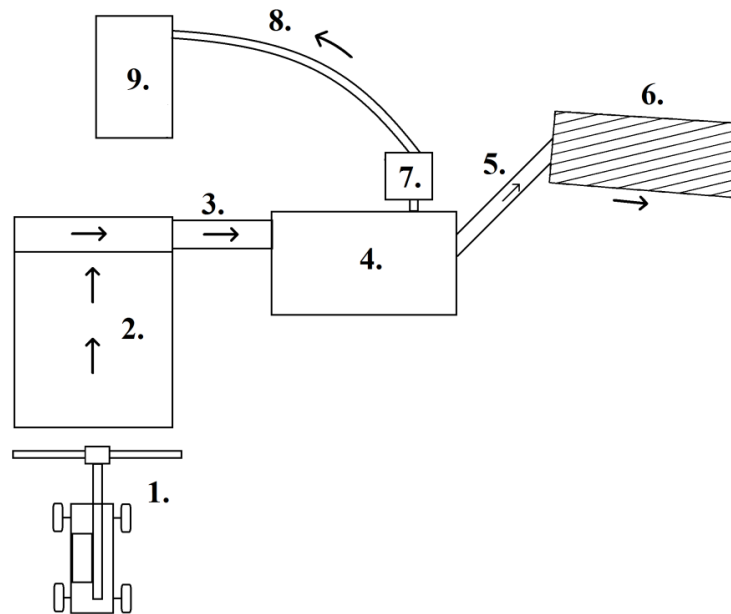


1. administrativní budova, 2. umístění výrobní linky, 3. kryté kůlny pro skladování štípaného dříví,
4. volné plochy pro skladování štípaného dříví, 5. volné plochy pro skladování dříví, 6. nakládací rampa,
7. železniční vlečka, 8. sklad nástrojů

Obr. 5 Situační náčrt manipulačního skladu Šárovcova Lhota

5.1.1. Výrobní linka

Výrobní linka na štípané palivové dříví se skládá ze soustavy strojů patrné ze schématu na obrázku číslo 6.



1. Navážení výřezů teleskopickým manipulátorem Caterpillar TH407, 2. příčný dopravník výřezů Palax Mega, 3. podélný dopravník výřezů, 4. víceoperační štípací stroj Palax Power 100s, 5. podélný dopravník štěpin, 6. čistící válec Palax Cleaner, 7. ventilátor odebrající piliny, 8. trouba na odvod pilin, 9. kontejner na piliny

Obr. 6 Schéma výrobní linky

5.1.1.1. Teleskopický manipulátor Caterpillar TH407

Tyto stroje jsou díky řízení a pohonu všech kol výborně pohyblivé v terénu. S velkou výškou zdvihu a velkým dosahem jsou vhodné pro četné stohovací a montážní práce, lze je však vybavit také lopatami pro nakládání.

(Anonymus, 2015)

Technická data:

- Výkon motoru: 92 kW
- Max. užitečné zatížení: 3,7 t
- Max. výška zdvihu: 7,3 m
- Provozní hmotnost: 7,7 t

(Anonymus, 2015)

5.1.1.2. *Příčný dopravník výřezů Palax Mega*

Jedná se o plošinu na velké výřezy. Plošina je vybavena hydraulickou řetězovou podávací plošinou, stupňovým podavačem a čtyřmi 4 m dlouhými řetězovými rameny. Řetězy mohou být poháněny směrem vpřed nebo vzad. Kapacita plošiny je přibližně 10 - 12 m³.

(Anonymus, 2015)

5.1.1.3. *Víceoperační stroj Palax Power 100s*

Stroj na zpracování palivového dřeva Palax Power 100s je standardně dodáván s automatickým vysokorychlostním ventilem pro štípací válec. Funkce vysokorychlostního štípacího pohybu umožňuje rychlejší štípání menších kmenů i dodání síly pro rozštípnutí velkých kmenů. Metoda Palax Optimi a automatický vysokorychlostní ventil umožňují rychlý proces štípání.

(Anonymus, 2015)

Technická data:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| - Výkon motoru | 15 kW |
| - Maximální štípací síla | 16 tun |
| - Průměr okružní pily | 1000 mm |
| - Max. průměr výřezu | 40 cm |
| - Řezná délka | 25 - 55 cm |
| - Štípací klín | 2/4, 2/6, 2/8, 2/12 |
| - Hmotnost | 1780 kg |

(Anonymus, 2015)

5.1.1.4. *Čistící válec Palax Cleaner*

Čistící stroj Palax Cleaner s otočným válcem na odstraňování úlomků a pilin. Válec může být také vybaven prodlužovacím dopravníkem, například pro plnění pytlů. Je poháněn hydraulickým nebo elektrickým motorem.

(Anonymus, 2015)



Obr. 7 Víceoperační štípací stroj Palax Power 100s (Anonymus, 2015)

5.2. Množství palivového dříví v ČR

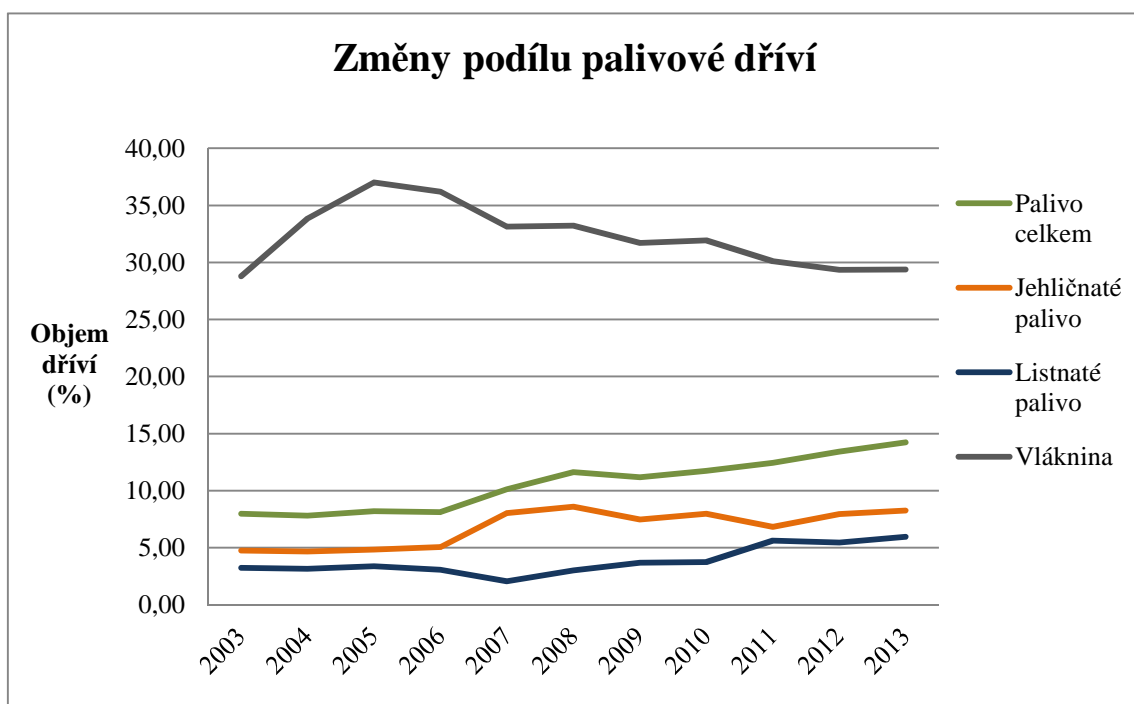
Na základě dat získaných z Českého statistického úřadu (2014), byla sestavena časová řada za období 2003 až 2013 zobrazující množství vyrobeného dříví v České republice a podíl palivového dříví na celkové výrobě. Tato časová řada je zobrazena v tabulce číslo 2.

Tab. 2 Výroba dříví a podíl dříví VI. třídy jakosti na výrobě (ČSÚ, 2014)

Rok	Dodávky dříví celkem	Palivové dříví		
		Palivo celkem	Jehličnaté palivo	Listnaté palivo
		tis. m ³ b.k.		
2003	15140	1210	720	490
2004	15601	1220	728	492
2005	15510	1274	749	525
2006	17678	1438	895	543
2007	18508	1870	1490	380
2008	16187	1880	1390	490
2009	15502	1733	1159	574
2010	16736	1965	1337	628
2011	15381	1914	1049	865
2012	15061	2020	1196	824
2013	15331	2182	1267	915

Ze zpracované tabulky je patrný trvalý nárůst podílu palivového dříví na celkové výrobě dříví. V roce 2003 se vyrobilo 1210 tisíc m³ paliva, do roku 2013 se tento objem zvýšil téměř o milion m³ na 2182 tisíc m³ a lze předpokládat další nárůst.

Z tabulky číslo 2 lze též vyčíst změnu ve složení výroby palivového dříví. Tyto změny jsou však lépe patrné v grafu číslo 1.



Graf 1 Změny ve složení palivové dříví v letech 2003-2013

Z grafu je dobře patrný nárůst výroby VI. třídy jakosti o 8 % v průběhu jednoho decenia. V grafu je též viditelný úbytek vlákninového dříví, jež lze vysvětlit přesunem dříví z V. třídy jakosti právě do palivového dříví. Tento trend potvrzuje Simanov (2010) když tvrdí, že podíl paliva na dodávkách dál poroste. To dává za vinu dotované politice obnovitelných zdrojů energií, jejímž důsledkem je přesun užitkových sortimentů do VI. třídy jakosti. Změnu v tomto růstu lze očekávat pouze za předpokladu ukončení dotací na získávání energií z obnovitelných zdrojů.

Složení palivového dříví však zůstává přibližně ve stejném poměru. Z tohoto trendu nejvýrazněji vystupuje rok 2010, kdy důsledkem přednostního zpracování větrné kalamity Kyrill došlo k výraznému nárůstu podílu jehličnatého dříví a mírnému poklesu podílu listnatého paliva.

5.3. Zhodnocení výroby

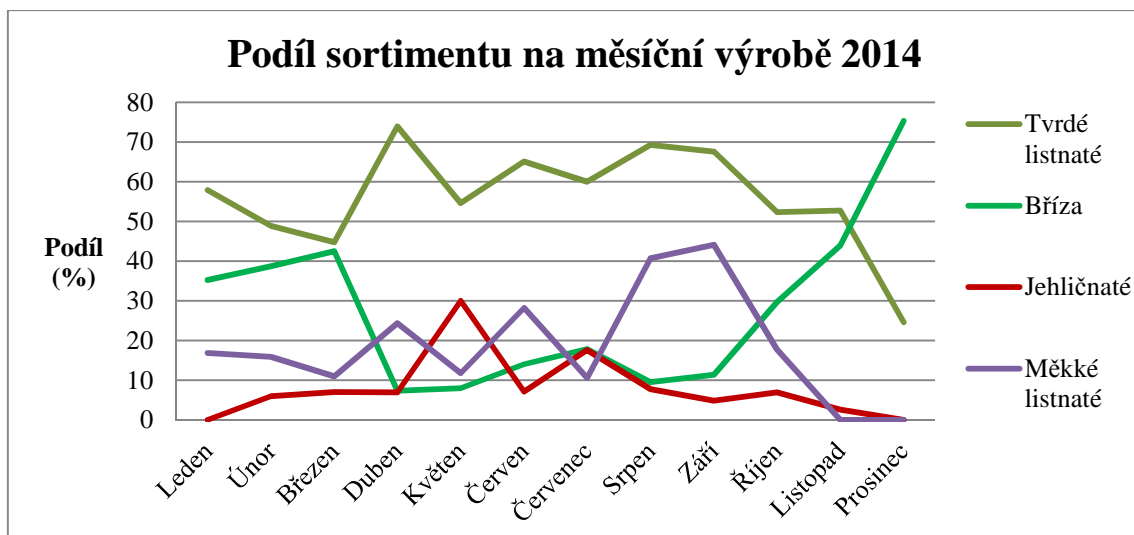
Na základě poskytnutých podkladů za rok 2014 bylo možno vyhodnotit měsíční výkony výrobní linky podle skupin dřevin. Zaznamenané hodnoty přehledně zobrazuje tabulka číslo 3.

Tab. 3 Měsíční objem výroby

Měsíc	Tvrdé listnaté	Bříza	Jehličnaté	Měkké listnaté	Celkem
	(m ³)				
Leden	144,83	88,18	0,00	16,84	249,85
Únor	121,69	96,40	14,86	15,92	248,86
Březen	99,12	94,16	17,25	10,96	221,49
Duben	145,08	14,44	13,66	24,40	197,58
Květen	87,23	12,77	47,98	11,80	159,77
Červen	133,19	28,73	14,46	28,26	204,63
Červenec	183,14	53,35	52,76	10,54	299,79
Srpen	210,52	28,89	23,64	40,78	303,82
Září	184,58	31,12	13,26	44,14	273,10
Říjen	85,00	48,20	11,27	17,76	162,23
Listopad	100,64	85,31	4,88	0,00	190,83
Prosinec	13,81	42,29	0,00	0,00	56,10
Celkem	1508,83	623,85	214,03	221,36	2568,07

Z tabulky je patrné, že největší podíl na výrobě během roku 2014 mělo tvrdé listnaté dříví a to téměř 1509 m³, což představuje 56 % produkce. Z poskytnutých údajů však není možné blíže rozlišit jednotlivý podíl dubu a buku na výrobě. Významnou složkou výroby je také bříza, již se zpracovalo více než 620 m³, tedy téměř 28 % z celkové produkce.

Průběh výroby a podíly jednotlivých skupin dřevin lze vyjádřit graficky v grafu číslo 2. Z grafu lze vyčíst kolísání výroby během roku. Nejvyšší kolísání výroby v rozmezí 10-20 % během roku je zaznamenáno u tvrdého měkkého listnatého dříví, jehož se vyrábí nejméně. U břízy je znatelný pokles výroby pod 10 % po prvním kvartálu a naopak zvýšení výroby až na 75 % v kvartálu posledním. Podíl jehličnatého dříví, s výjimkou května a července, nepřesahuje 10 %. Tvrdé listnaté dříví představuje stabilně 50-70 % produkce. Pouze zkraje roku a k jeho konci klesla produkce pod 60 %.



Graf 2 Průběh výroby palivového dříví v roce 2014

Výkyvy ve zpracování dříví mohou být způsobeny především objemem a druhem objednávek. Největší objem objednávek je soustředěn do období pozdního léta a začátku podzimu, kdy se odběratelé předzásobují palivem na zimu. Dalším ovlivňujícím faktorem je výroba rovnaných palet, při nichž je výroba štípaného dříví úplně zastavena.

V neposlední řadě je objem výroby ovlivněn dodávkami a zásobou surového dříví na skladě. Porovnat měsíční objem výroby s měsíčními dodávkami surového dříví a objemem naskladněným se však porovnat nepodařilo, neboť nebyly poskytnuty potřebné podklady s datem (číselníky a dodací lístky).

Poskytnuty však byly data celkové roční dodávky surového dříví podle dřevin za rok 2014, jež byly porovnány s objemem výroby za rok 2014. Výsledky porovnání zobrazuje tabulka číslo 4.

Tab. 4 Porovnání dodávek dříví a zpracovaného objemu

Druh dříví	Objem dodaný	Objem zpracovaný	Rozdíl objemů
	(m ³)		
Tvrdé listnaté	1810,99	1508,83	302,16
Bříza	565,13	623,85	-58,72
Jehličnaté	335,05	214,03	121,02
Měkké listnaté	233,01	221,36	11,65
Celkem	2944,18	2568,07	376,11
Podíl (%)	100	87	13

Nejvyšší objem dodávek surového dříví tvoří tvrdé listnaté dříví, stejně jako v případě objemu produkce, a to více než 1800 m³ surového dříví, což představuje 61 % veškerého dodaného surového dříví. Březového surového dříví bylo dodáno 565 m³ (19 %). Nejmenší objem dodávek tvoří měkké listnaté dříví a to 233 m³ (8 %).

Z porovnání objemu dodávek a objemu zpracovaného dříví lze vyčíst, že u tvrdého listnatého dříví, jehličnatého dříví a měkkého listnatého dříví nedošlo k úplnému zpracování dodaného objemu. Část surového dříví zůstala na skladě a byla využita v příštím roce. Z toho je možno odvodit i další důvod, a tedy, že byla využita zásoba z roku 2013.

Surové dubové dříví je před zpracováním dále kontrolováno a podle kvality a rozměrů dochází k novému druhování, jehož výsledkem je prodej kulatiny z vyšší třídy jakosti, nežli je palivo. Smrk je z větší části obdobně druhován do vlákninového dříví a do výroby štípaného jehličnatého paliva tak vstupuje spíše borovice.

U břízy je naopak patrné, že k zajištění zpracovaného objemu byl využit zbytek surového dříví naskladněného ještě v předchozím roce 2013, což potvrzuje i křivka výroby březového štípaného paliva za měsíce leden až březen v grafu číslo 2. Dále z tabulky vyplývá nulová meziroční zásoba břízy do roku 2015 a nutnost dodávky surového dříví pro další výrobu.

5.4. Měření dříví

Listnaté dříví se na manipulační sklad Šárovcova Lhota dodává převážně v podobě 4 m výřezů. Jelikož se listnaté dříví dodává často i v podobě výřezů sdružených délek, bylo nutné před započítáním měření vyznačit konec každé 4 m dlouhé sekce, nebo nechat výřez sdružených délek předem rozmanipulovat pracovníky manipulačního skladu.

Jehličnaté dříví se dodává z harvestorových těžeb a je v podobě kuláčů standardní délky 2 m, tudíž odpadá činnost spojená s rozdělením výřezů sdružených délek, jako je tomu u listnatého dříví.

Víceoperační stroj Palax Power 100s dokáže zpracovat hmotu o maximálním průměru 40 cm. Z tohoto důvodu byly zaznamenávány pouze tloušťkové stupně

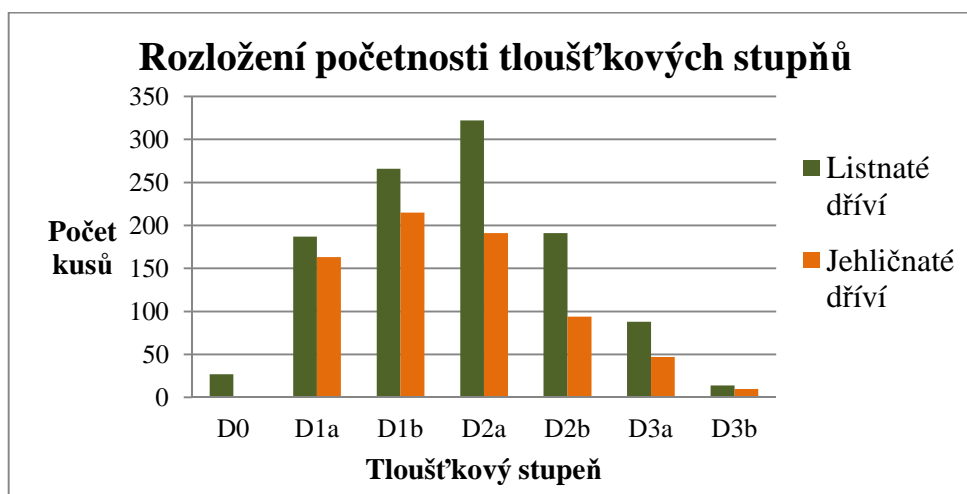
D0 až D3b (do 39 cm b.k.). Počty změřených kusů dle jednotlivých dřevin a tloušťkových stupňů jsou zobrazeny v tabulce číslo 5.

Tab. 5 Množství změřených kusů

DB	kusů	BK	kusů	BŘ	kusů
D0	16	D0	4	D0	7
D1a	88	D1a	21	D1a	52
D1b	91	D1b	45	D1b	71
D2a	111	D2a	52	D2a	106
D2b	65	D2b	50	D2b	63
D3a	35	D3a	14	D3a	35
D3b	3	D3b	4	D3b	7
suma	409,00	suma	190,00	suma	341,00
OL	kusů	BO	kusů	SM	kusů
D0	0	D0	0	D0	0
D1a	26	D1a	118	D1a	45
D1b	59	D1b	172	D1b	43
D2a	53	D2a	165	D2a	26
D2b	13	D2b	76	D2b	18
D3a	4	D3a	43	D3a	4
D3b	0	D3b	5	D3b	5
suma	155,00	suma	579,00	suma	141,00

Nejvíce změřených výřezů bylo dubových, konkrétně 409 kusů. Dále bylo změřeno větší množství výřezů břízy a to 341 kusů. To bylo způsobeno současným stavem naskladněných a zpracovávaných výřezů. Množství naměřených kusů borovice a smrku, 579 a 141 kusů, se zdá vyšší z důvodu kratších výřezů než u listnatého dříví.

Ze zaznamenaných tabulek lze graficky zobrazit celkové rozložení zpracovávaných výřezů do tloušťkových stupňů. Toto uspořádání je zobrazeno v grafu číslo 3.



Graf 3 Rozložení početnosti tloušťkových stupňů

Z tohoto grafu lze odvodit, že v listnatém dříví se nejvíce kusů zpracuje v tloušťkových stupních D0 až D2a, téměř 72 % kusů. V jehličnatém dříví je situace obdobná, ovšem s absencí tloušťkového stupně D0, i přesto je podíl zpracovaných kusů v nižších tloušťkových stupních u jehličnatého dříví 79 %.

5.5. Objem dříví

Objem dříví byl stanoven na základě hodnot naměřených na manipulačním skladě. Pro každou dřevinu a každý tloušťkový stupeň byl pak vypočítán průměrný objem pro každou z použitých metod stanovení objemu. Následně byly tyto průměrné objemy porovnány a byl stanoven procentický rozdíl mezi nimi, přičemž za základní hodnotu byl brán průměrný objem stanovený na základě objemu jednotlivých sekcí. Pro porovnání průměrných objemů tabulkových byl za základní hodnotu brán průměrný objem určený z tabulek od Černého a Pařeza (2002).

Podle tohoto vztahu mohou nastat dvě situace

- výsledek je kladné číslo - v případě, že základní průměrný objem je větší než průměrný objem podle tabulek, popřípadě ČSN.
- výsledek je záporné číslo - v případě, že základní průměrný objem je menší než průměrný objem podle tabulek, popřípadě ČSN.

Průměrné objemy podle metody stanovení objemu a procentický rozdíl mezi nimi jsou zobrazeny v následujících tabulkách číslo 5 až 10. Tabulky jsou rozděleny podle dřevin.

Tab. 5 Průměrné objemy a procentické rozdíly - dub

DB	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
D0	0,0182	0,0290	0,0300	0,0300	-3,33	-3,33	0,00
D1a	0,0257	0,0541	0,0576	0,0560	-6,13	-3,48	2,82
D1b	0,0313	0,0909	0,0890	0,0876	2,11	3,72	1,58
D2a	0,0529	0,1556	0,1604	0,1587	-2,97	-1,93	1,07
D2b	0,0670	0,2347	0,2414	0,2398	-2,77	-2,11	0,68
D3a	0,0730	0,3163	0,3143	0,3145	0,63	0,58	-0,05
D3b	0,0884	0,3861	0,3933	0,3913	-1,83	-1,33	0,51

Z tabulky číslo 5 je patrné, že u dubu nastal největší rozdíl v průměrných objemech podle sekcí a podle tabulek od Černého a Pařeza (2002) (dále jen Tabulky) v tloušťkovém stupni D1a, konkrétně rozdíl -6,13 %. Ve stejném tloušťkovém stupni byl zaznamenán též největší rozdíl mezi průměrným objemem podle sekcí a podle ČSN 48 0009 (1975) (dále jen ČSN), a to -3,48 %, i nejvyšší rozdíl mezi oběma použitými tabulkami, kde byl rozdíl 2,82 %.

Nejmenší rozdíly průměrných objemů nastaly v tloušťkovém stupni D3a, kde byl rozdíl mezi průměrným objemem podle sekcí a Tabulek 0,63 %, i mezi průměrným objemem podle sekcí a ČSN a to 0,58 %. V tloušťkovém stupni D0 byly průměrné objemy Tabulek a ČSN 0,3000 m³, tudíž nevznikl žádný rozdíl. Zaznamenaný je téměř nepatrný rozdíl -0,05 % v tloušťkovém stupni D3b.

Tab. 6 Průměrné objemy a procentické rozdíly - buk

BK	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
	(m ³)				(%)		
D0	0,0078	0,0315	0,0300	0,0298	4,91	5,61	0,67
D1a	0,0121	0,0517	0,0519	0,0526	-0,37	-1,67	-1,31
D1b	0,0194	0,0967	0,0967	0,0984	0,00	-1,73	-1,73
D2a	0,0282	0,1591	0,1633	0,1642	-2,58	-3,13	-0,56
D2b	0,0365	0,2212	0,2266	0,2246	-2,37	-1,49	0,90
D3a	0,0514	0,3518	0,3700	0,3698	-4,92	-4,86	0,06
D3b	0,0552	0,3854	0,4150	0,4173	-7,13	-7,63	-0,54

Z tabulky číslo 6 je patrné, že u buku jsou největší rozdíly průměrných objemů podle sekcí a průměrných objemů tabulkových v tloušťkovém stupni D3b. Rozdíl mezi průměrným objemem podle sekcí a průměrným objemem podle Tabulek činí -7,13 % a rozdíl mezi sekcemi a ČSN je -7,63 %. Největší rozdíl mezi Tabulkami a ČSN nastal v tloušťkovém stupni D1b, kde rozdíl průměrných objemů činil -1,76 % .

V tloušťkovém stupni D1b nastala výjimečná shoda průměrných objemů podle sekcí a podle Tabulek, když byl průměrný objem u obou spočítán na 0,0967 m³. Nejnižší rozdíl mezi sekcemi a ČSN (-1,49 %) pak nastal v tloušťkovém stupni D2b a nejmenší rozdíl mezi průměrnými objemy tabulkovými 0,06 % byl vypočítán v tloušťkovém stupni D3a.

Tab. 7 Průměrné objemy a procentické rozdíly - bříza

BŘ	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
D0	0,0173	0,0316	0,0300	0,0289	5,37	9,32	3,75
D1a	0,0233	0,0561	0,0540	0,0534	3,76	5,09	1,28
D1b	0,0325	0,0937	0,0913	0,0901	2,63	3,94	1,27
D2a	0,0439	0,1507	0,1489	0,1472	1,23	2,37	1,13
D2b	0,0610	0,2301	0,2303	0,2287	-0,11	0,62	0,73
D3a	0,0717	0,3160	0,3166	0,3166	-0,19	-0,19	0,00
D3b	0,0628	0,3933	0,3914	0,3899	0,47	0,88	0,40

Z tabulky číslo 7 je patrné, že u břízy největší rozdíly průměrných objemů nastaly ve všech případech v tloušťkovém stupni D0. Konkrétně rozdíl průměrných objemů podle sekcí a podle Tabulek činí 5,37 %, rozdíl mezi sekcemi a ČSN 9,32 % a rozdíl mezi tabulkami je 3,75 %.

Nejnižší rozdíl, konkrétně -0,11 %, mezi průměrným objemem podle sekcí a podle Tabulek byl zjištěn v tloušťkovém stupni D2b. Nejmenší rozdíl mezi průměrným objemem podle sekcí a podle ČSN nastal v tloušťkovém stupni D3a a to -0,19 %. Ve stejném tloušťkovém stupni došlo ke shodnému průměrnému objemu podle tabulek, když u obou činil 0,3166 m³.

Tab. 8 Průměrné objemy a procentické rozdíly - olše

OL	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
D1a	0,0262	0,0573	0,0581	0,0716	-1,41	-20,07	-18,93
D1b	0,0354	0,1040	0,1051	0,1044	-1,06	-0,38	0,69
D2a	0,0518	0,1561	0,1604	0,1579	-2,67	-1,16	1,55
D2b	0,0562	0,2307	0,2238	0,2208	3,08	4,52	1,39
D3a	0,0897	0,3247	0,3400	0,3385	-4,50	-4,07	0,44

Z tabulky číslo 8 je u olše patrný nejvyšší rozdíl mezi průměrným objemem podle sekcí a podle Tabulek v tloušťkovém stupni D3a, kde činí -4,50 %. Nejvýraznější rozdíl však nastal v tloušťkovém stupni D0. Rozdíl mezi průměrnými objemy podle tabulek činí -18,93 % a rozdíl průměrných objemů podle sekcí a ČSN dokonce -20,07 %.

Nejnižšího rozdílu průměrných objemů podle sekcí a Tabulek bylo dosaženo v tloušťkovém stupni D1b, kde činí -1,06 %. Ve stejném tloušťkovém stupni je nejnižší rozdíl průměrných objemů i mezi sekcemi a ČSN, kde byl vypočítán na -0,38 %. Nejnižší rozdíl průměrných objemů tabulkových pak nastal v tloušťkovém stupni D3a a činí 0,44 %.

Tab. 9 Průměrné objemy a procentické rozdíly - borovice

BO	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
D1a	0,0029	0,0264	0,0269	0,0257	-2,02	2,71	4,82
D1b	0,0061	0,0470	0,0475	0,0466	-0,97	0,90	1,89
D2a	0,0096	0,0790	0,0814	0,0815	-2,88	-2,96	-0,08
D2b	0,0116	0,1203	0,1231	0,1232	-2,31	-2,36	-0,06
D3a	0,0215	0,1573	0,1628	0,1613	-3,40	-2,49	0,94
D3b	0,0261	0,2056	0,2125	0,2110	-3,24	-2,55	0,71

V tabulce číslo 9 pro borovici je nejvyšší rozdíl průměrných objemů podle sekcí a podle Tabulek v tloušťkovém stupni D3b a činí -3,24 %. Nejvyšší rozdíl pro průměrné objemy dle sekcí a ČSN je -2,96 a nachází se v tloušťkovém stupni D2a. Nejvýraznější rozdíl mezi průměrnými objemy tabulkovými nastal v tloušťkovém stupni D1a, kde byl vypočítán na 4,82 %.

Nejnižší rozdíly mezi průměrnými objemy dle sekcí a tabulkovými jsou v tloušťkovém stupni D1b. Rozdíl mezi sekcemi a Tabulkami je -0,97 %, mezi sekcemi a ČSN pak 0,90 %. Nejmenší rozdíly -0,06 % a -0,08% mezi tabulkami byly zjištěny v tloušťkových stupních D2a a D2b.

Z tabulky číslo 10 pro smrk lze vyčíst nejvyšší rozdíly průměrných objemů mezi objemy dle sekcí a dle Tabulek v tloušťkových stupních D2b (9,31 %) a D1a (8,74 %). Nejvyšší rozdíl, konkrétně 5,84 %, mezi sekcemi a ČSN nastal v tloušťkovém stupni D1a. Největší rozdíl mezi tabulkami pak nastal v tloušťkovém stupni D2b a to -4,52 %.

V tloušťkovém stupni D2a nastala mezi metodou sekcí a podle Tabulek, když průměrný objem u obou činil 0,0777 m³. Nejnižší rozdíl průměrných objemů podle

sekcí a ČSN 0,93 % byl zjištěn v tloušťkovém stupni D1b. Nejmenší rozdíl průměrných objemů tabulkových byl vypočítán na 0,29 % a nachází se v tloušťkovém stupni D3b.

Tab. 10 Průměrné objemy a procentické rozdíly - smrk

SM	Objem kůry	Průměrný objem skutečný	Průměrný objem tabulkový	Průměrný objem ČSN	Rozdíl sekce-tabulky	Rozdíl sekce-ČSN	Rozdíl tabulky-ČSN
	(m ³)				(%)		
D1a	0,0037	0,0242	0,0222	0,0228	8,74	5,84	-2,67
D1b	0,0062	0,0463	0,0447	0,0459	3,79	0,93	-2,76
D2a	0,0091	0,0777	0,0777	0,0763	0,00	1,84	1,84
D2b	0,0120	0,1097	0,1004	0,1051	9,31	4,37	-4,52
D3a	0,0245	0,1840	0,1925	0,1908	-4,43	-3,55	0,92
D3b	0,0182	0,2001	0,2040	0,2034	-1,91	-1,62	0,29

Z tabulek je patrný rozdíl v řádu několika procent mezi jednotlivými způsoby stanovení objemu. Rozdíl mezi objemem stanoveným pomocí sekcí a pomocí tabulek pak ponejvíce spočívá v rozdílném měření a ve změnách tvaru výřezu.

V případě objemu stanoveného podle sekcí se objem počítal z průměrů sekcí změřených bez kůry s požadovanou přesností na 0,01 cm a průběžnost se v každé sekci mohla měnit podle aktuálního stavu kusu. To znamená, že v potaz byly brány tvarové změny a změna tloušťky kůry.

Tabulky ČSN 48 0009 (1975) i tabulky od Černého a Pařeza (2002), jež vycházejí z ČSN 48 009, naopak pracují se středovým průměrem měřeným v kůře s přesností na celé centimetry zaokrouhlené směrem dolů. Průměr bez kůry je pak vypočten pomocí parametrů, jež se liší podle dřeviny. Průměrný objem podle tabulek je tedy de facto již "průměrem z průměru". Také nepočítá se změnami tvaru ani tloušťky kůry v průběhu měřeného kusu. Výřez je tak považován za plnodřevný válec s tloušťkou kůry neměnnou v kterémkoli místě tohoto válce.

V průběhu výpočtů bylo provedeno zjištění závislosti mezi sbíhavostí a rozdíly v objemech. To vychází z výše zmiňovaných změn tvaru kusu. Počítá se s tím, že kusy s vyšší sbíhavostí se výrazněji liší od tvaru plnodřevného válce a mají větší podíl kůry. Proto byly stanoveny tři stupně sbíhavosti, do 1 cm/bm (jež je považována za plnodřevnost), 1 až 2 cm/bm a 3+ cm/bm, a jejich procentické zastoupení v tloušťkových stupních.

Na základě porovnání zastoupení jednotlivých sbíhavostí lze tuto hypotézu vyloučit. Např. u dubu a břízy má tloušťkový stupeň D1a téměř shodný poměr stupňů sbíhavosti (cca 5:25:70 %) i průměrnou sbíhavost (2,4 cm/bm a 2,6 cm/bm), vykazují však rozdílný výsledek při porovnání průměrného objemu. V případě břízy je rozdíl objemů kladný pro metodu sekcí a v případě dubu je tomu naopak.

Naopak se potvrdilo, že nejvyšší podíl na rozdílech objemů pak má měření objemu kusu po sekcích a aktuální tloušťka kůry, respektive průměr měřený bez kůry s požadovanou přesností. U jednotlivých kusů je tak dosahován rozdíl až $\pm 0,0100 \text{ m}^3$, výjimečně i více (až $0,0160 \text{ m}^3$).

Průměrný objem ovlivňuje též množství kusů změřených v rámci jednoho tloušťkového stupně. Pokud se v rámci jednoho tloušťkového stupně vyskytuje větší množství kusů s takto rozdílnými objemy, je dosaženo až poměrně vysokých rozdílů. Obdobně může působit malé množství změřených kusů, kde se může vyskytovat jen jeden průměr výřezů a tím je výsledek zkreslen.

Významným rozdílem se vykazuje olše v tloušťkovém stupni D1a, kde rozdíl průměrných objemů podle sekcí a podle ČSN dosahuje 20 %. V tomto tloušťkovém stupni však bylo změřeno pouze 26 kusů. Zajímavý je v tomto případě podobně výrazný rozdíl i mezi tabulkami ČSN a tabulkami od Černého a Pařeza (2002), jež z ČSN vycházejí.

Obecně se však, pomineme-li výše popsané vyšší rozdíly, rozdíl objemů pohybuje do 3 % a může se lokálně lišit podle stanoviště, kde bylo dříví vytěženo. To však v realitě manipulačního skladu nelze rozlišit. Tento nepatrný rozdíl v průměrných objemech tak nehraje přílišnou roli, zvláště vezme-li se v potaz nadměrek, jež je přidáván při výrobě kusu.

5.6. Manipulační zbytky

5.6.1. Odřezky

Odřezky při výrobě štípaného palivového dříví vznikají na konci výřezu, když je délka odřezku kratší než délka vyráběného sortimentu, popřípadě při odříznutí přesílené či naopak příliš slabé hmoty, například z čepu probírkového materiálu.

Při měření objemu odřezků bez kůry v deseti odpadních bednách byly naměřeny hodnoty, které zobrazuje tabulka číslo 11.

Tab. 11 Objem odřezků ve zkusných bednách

Pořadí	Objem odřezků (m ³)	Pořadí	Objem odřezků (m ³)
1.	0,1834	6.	0,1910
2.	0,2056	7.	0,1845
3.	0,1868	8.	0,2045
4.	0,2022	9.	0,1995
5.	0,1980	10.	0,1895

Celkový objem odřezků ve zkusných bednách byl 1,9450 m³. Dosazením této hodnoty do vzorce byl získán přepočtení koeficient pro výpočet objemu odřezků v prostorovém metru.

$$K = \frac{1,9450}{3,6} = 0,5403$$

Výsledkem je bezrozměrný koeficient o hodnotě 0,5403. Znásobením týdenního prostorového objemu odřezků, jež zaznamenala obsluha, tímto koeficientem získáme týdenní objem odřezků v m³.

V dalším kroku pak byly týdenní objemy odřezků poděleny týdenními objemy zpracované hmoty, čímž byl získán procentický podíl odřezků na výrobě. Naměřené a vypočítané hodnoty zobrazuje tabulka číslo 12.

V průběhu deseti měřených týdnů bylo zpracováno 599,68 m³ palivového dříví bez rozdílu dřeviny. Ze zpracované hmoty bylo vytříděno 13,07 m³ odřezků. Výsledný podíl odřezků na výrobě dosahuje hodnoty 2,18 %.

Tab. 12 Podíl odřezků na výrobě

Týden	Objem odřezků (prm)	Objem odřezků (m³)	Objem výroby (m³)	Podíl odpadu (%)
1.	3,2760	1,7700	74,76	2,37
2.	2,5920	1,4004	70,48	1,99
3.	2,3400	1,2643	54,18	2,33
4.	1,2600	0,6808	45,36	1,50
5.	1,4760	0,7975	42,84	1,86
6.	1,9800	1,0698	54,18	1,97
7.	3,3480	1,8089	67,20	2,69
8.	2,9520	1,5949	69,30	2,30
9.	2,2680	1,2254	55,86	2,19
10.	2,7000	1,4588	65,52	2,23

5.6.2. Třísky

Při výrobě napadají třísky a kůra pod štípací klín, nebo jsou odděleny od štěpin v čistícím válci. Z čistícího válce padají přímo do odpadní bedny, zpod štípacího klínu jsou do odpadní bedny ručně uklíženy.

Pro potřeby této práce byly roztříděny třísky a kůra z deseti odpadních beden. Následně byl zjištěn objem třísek přesně tak, jak stanovuje metodika. Výtlak podle jednotlivých beden znázorňuje tabulka číslo 13.

Tab. 13 Objem třísek ve zkusných bednách

Pořadí	Objem třísek (l)	Pořadí	Objem třísek (l)
1.	88,68	6.	121,00
2.	110,89	7.	99,46
3.	99,44	8.	100,12
4.	100,14	9.	99,04
5.	78,58	10.	100,54

Výsledný objem třísek je sumou jednotlivých objemů a dosáhl hodnoty 997,89 litrů, tedy 0,99789 m³. Dosazením této hodnoty do vzorce získáme koeficient pro výpočet objemu třísek v prostorovém metru odpadu.

$$K = \frac{0,99789}{3,6} = 0,2772$$

Výsledný koeficient je bezrozměrné číslo o hodnotě 0,2772. Vynásobením prostorového objemu odpadní bedny tímto koeficientem získáme objem třísek v m³.

Dalším krokem bylo zaznamenávání týdenního množství odpadních beden. Prostorový objem odpadu pak byl přepočten koeficientem na objem třísek a dále na procenta výmětu ze zpracované hmoty. Naměřené a vypočítané hodnoty jsou znázorněny v tabulce číslo 14.

Tab. 14 Podíl odpadních třísek na zpracované hmotě

Týden	Objem odpadu (prm)	Objem třísek (m³)	Objem výroby (m³)	Podíl odpadu (%)
1.	5,3230	1,4755	74,76	1,97
2.	5,1325	1,4227	70,48	2,02
3.	3,5362	0,9802	54,18	1,81
4.	2,8735	0,7965	45,36	1,76
5.	2,5885	0,7175	42,84	1,67
6.	3,6313	1,0066	54,18	1,86
7.	4,8943	1,3567	67,20	2,02
8.	4,9725	1,3784	69,30	1,99
9.	4,1713	1,1563	55,86	2,07
10.	4,2991	1,1917	65,52	1,82

Výsledkem je průměr z podílu odpadních třísek na zpracované hmotě a dosahuje hodnoty 1,91 %, jež je hodnotou průměrnou za výrobu všech dřevin.

5.6.3. Piliny

Piliny při výrobě štípaného dříví na stroji Palax Power 100S vznikají při krácení výřezů na špalíky okružní pilou. Jsou odsávány výkonným ventilátorem a transportovány tlakem vzduchu troubou do připraveného utěsněného kontejneru.

Z hodnot zaznamenaných obsluhou štípacího stroje při každotýdenním vyvážení kontejneru byl vypočítán objem pilin pomocí převodního koeficientu 0,33 z Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v České republice 2008 (2007).

Dále byl obdobně jako u odřezků a třísek stanoven podíl pilin na zpracované hmotě. Hodnoty naměřené a vypočítané udává tabulka číslo 15.

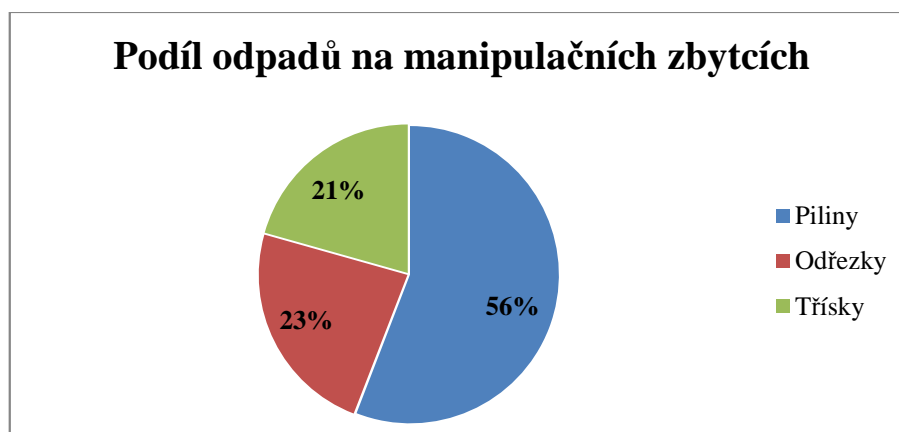
Tab. 15 Podíl pilin na zpracované hmotě

Týden	Objem pilin (prm)	Objem pilin (m ³)	Objem poštípaného paliva (m ³)	Objem odpadu (%)
1.	10,0000	3,30	74,76	4,41
2.	10,0000	3,30	70,48	4,68
3.	9,5143	3,14	54,18	5,79
4.	8,7576	2,89	45,36	6,37
5.	7,3646	2,43	42,84	5,67
6.	8,9697	2,96	54,18	5,46
7.	10,0000	3,30	67,20	4,91
8.	10,0000	3,30	69,30	4,76
9.	9,5783	3,16	55,86	5,66
10.	10,0000	3,30	65,52	5,04

Celkem bylo v průběhu zaznamenávaných deseti týdnů vyprodukováno 31,08 m³ pilin. Výsledný průměrný podíl pilin na zpracované hmotě je 5,18%.

5.6.4. Souhrn

Během zaznamenávaných deseti týdnů byl celkový podíl manipulačních zbytků na výrobě 9,27 %. Do výroby vstoupilo 599,68 m³ dříví, z něhož vzniklo 55,59 m³ manipulačních zbytků. Konkrétní podíl odřezků, třísek a pilin na výmětu zobrazuje graf číslo 4.



Graf 4. Podíl odpadů na manipulačních zbytcích

Z grafu je dobře čitelné, že největší podíl na manipulačních zbytcích mají piliny, konkrétně 56 % (31,06 m³). Odřezky a třísky pak zaujímají téměř shodný podíl 23 % a 21 %. V přepočtu na objem je ale patrný rozdíl. Za zaznamenané období činí 1,62 m³.

Množství pilin a odřezků je z velké míry odvislé od délky vyráběného sortimentu, který se u stroje Palax Power 100s pohybuje od 25 cm do 55 cm. Všeobecně platí, čím kratší vyráběný sortiment je, tím více je příčného přeřezávání a de facto pilin.

U odřezků je nejdůležitější vztah mezi délkou zpracovávané hmoty a délkou vyráběného sortimentu. Pro výřezy o délce v násobcích celých metrů je ideální délka vyráběného sortimentu 25 cm, 33 cm nebo 50 cm, kdy teoreticky nevznikne žádný odřezek na konci zpracovaného výřezu.

Na základě těchto poznatků lze nastavit optimální délku vyráběného sortimentu tak, aby došlo ke snížení objemu manipulačních zbytků, v případě odřezků i k téměř úplné eliminaci. Množství třísek však nastavením délky ovlivnit nelze, neboť je podmíněno vnitřní strukturou dřeva a jeho vadami, převážně prasklinami. Prakticky ale optimální nastavení délky znamená zúžení nabízeného sortimentu, jež se stanovuje převážně na základě objednávky.

Stanovení výmětu na základě zvolené metodiky je možné dále zpracovat i pro jednotlivé dřeviny, popřípadě i pro jednotlivé vyráběné délky. Ke zpracování takovéto studie je třeba velké časové vytížení a precizní měření množství výmětu při přechodu na výrobu jiného sortimentu. Za plného provozu výrobní linky je to tak téměř nemožné, neboť vyráběný sortiment se často mění i několikrát denně.

5.7. Výkonnost

5.7.1. Výrobní linka

Pro stanovení výkonnosti a spotřeby času při výrobě štípaného dříví bylo naměřeno a označeno deset souborů výřezů o přibližném objemu 1 m³. Bylo změřeno deset souborů o celkovém objemu 11,20 m³. Měřené soubory nebyly speciálně vybírány, proto se skládaly z různých tloušťkových stupňů a křivostí. Výřezy s největší křivostí, u kterých se předpokládají problémy s průchodností na dopravnících, manipuluje

obsluha teleskopického manipulátoru na kratší výřezy s menší křivostí již před vstupem na příčný dopravník.

Změřené soubory byly teleskopickým manipulátorem následně uloženy na příčný dopravník výřezů. Ve chvíli vstupu prvního změřeného výřezu ze změřeného souboru na podélný dopravník bylo zahájeno natáčení videa. Video končí ve chvíli, kdy poslední štěpiny vyrobené ze změřeného souboru vstupují na dopravník štěpin vedoucí do čistícího válce.

V programu Časové studie od Klvače a Kleibla (2012) byla následně videa vyhodnocena z hlediska spotřeby času na jednotlivé měřené operace. Podělením naměřených časů objemem zpracovaných souborů byl získán průměrný čas na jednotlivé operace. Naměřené a vypočítané hodnoty zobrazuje tabulka číslo 16.

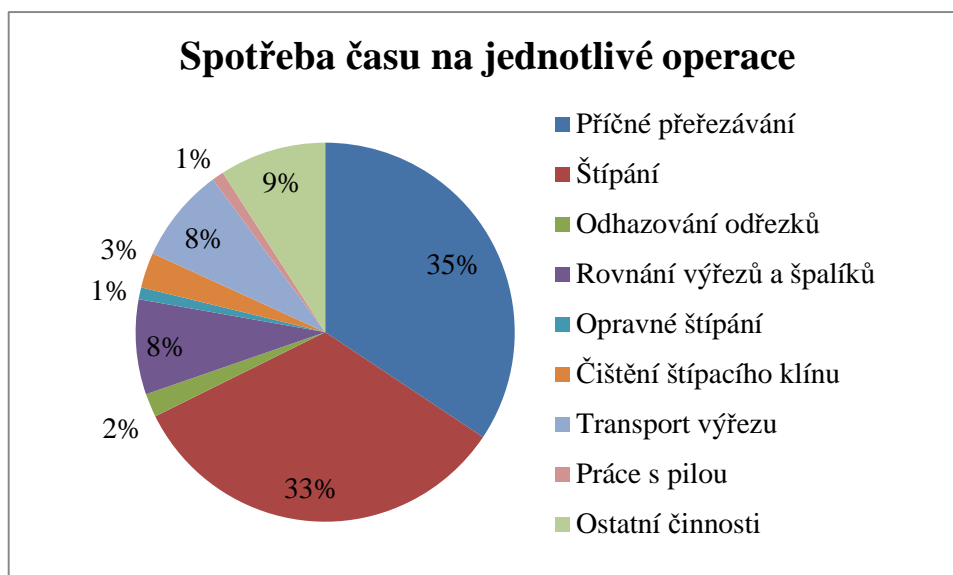
Tab. 16 Čas potřebný na jednotlivé výrobní operace

Pořadí	Příčné přerézávání	Štípání	Odhazování odřezků	Rovnění výřezů a špalků	Opravné štípání	Čištění štípacího klínu	Transport výřezu	Práce s motorovou pilou	Ostatní činnosti
	(sek.)								
1.	731	688	65	155	12	36	149	0	176
2.	625	638	48	241	44	74	243	18	280
3.	709	709	26	131	5	55	167	8	155
4.	761	709	63	203	31	71	184	0	242
5.	644	652	51	269	62	106	233	31	334
6.	673	682	30	79	0	0	83	0	40
7.	710	690	37	112	12	6	125	0	66
8.	855	852	77	217	77	121	227	46	267
9.	737	723	53	214	33	74	209	13	254
10.	673	686	28	135	12	11	146	0	178
Suma	7118	7029	478	1756	288	554	1766	116	1992
Na 1 m ³	636	628	43	157	26	49	158	10	178
Minut	10:36	10:28	00:43	02:37	00:26	00:49	02:38	00:10	02:58

V době měření spotřeby času byl zpracováván výhradně buk, proto jsou výsledné hodnoty vztaženy na zpracování 1 m³ bukových výřezů. Průměrný čas na zpracování 1 m³ bukových výřezů je 31 minut 25 vteřin.

Z naměřených hodnot lze určit produktivitu práce. V tomto případě produktivita práce činí 1,91 m³/hod.

Ze zjištěných časů bylo dále odvozeno procento spotřeby času jednotlivými operacemi na celkovém čase výroby. Tento vztah je zobrazen v grafu číslo 5.



Graf 5 Spotřeba času na jednotlivé operace

Z grafu číslo 5 lze vyčíst, že nejvíce času spotřebuje příčné přeřezávání výřezu (35 %) a štípání (33 %). Tyto dvě operace jsou společně s transportem výřezů (8 %) základem výrobního procesu. Reálně transport dosahuje vyšší spotřeby času, avšak pokud se nevyskytuje problém s urovnáváním výřezu na dopravníku, tak se transport uskutečňuje současně se štípáním.

Dalším výrazným faktorem spotřeby času jsou ostatní činnosti (9 %), spojené převážně s přecházením obsluhy kolem stroje při rovnání výřezů (8 %) a podobně. Obsluhu štípacího stroje tvoří jeden pracovník, jež musí obstarat i tyto činnosti. Navýšením počtu pracovníků na dva by se mohla snížit spotřeba času na rovnání výřezů, odhazování odřezků, čištění klínu a ostatní činnosti až o polovinu a tím zvýšit výkonnost výrobní linky cca o 13 %, tuto hodnotu by však bylo nutno ověřit dalším měřením.

V úvahu je však nutno vzít produktivitu práce. Ta byla vypočítána na 1,91 m³ zpracovaných bukových výřezů na hodinu. Tato hodnota se vztahuje na dvoučlennou obsluhu (obsluha teleskopického manipulátoru a štípacího stroje). Produktivita práce

je tak 0,955 m³/hod. na jednoho pracovníka. Při zvýšení výkonnosti výrobní linky o 13 % by produktivita práce stroje stoupla na 2,16 m³/hod celkem, avšak na jednoho zaměstnance by produktivita činila 0,72 m³/hod., což je pokles o 25 % oproti dvoučlenné obsluze.

5.7.2. Rovnání palet

Rovnání dříví na paletu se skládá ze tří pracovních operací. Jedná se o přistavení palety k hromadě poštípaného dříví, rovnání dříví na paletu a zabalení narovnané palety do zpevňovací sítě. Štěpiny se v rozích palety rovnají do kříže, aby tak vznikla zpevňená část. Do mezer mezi těmito hraněmi jsou volně rovnány další štěpiny.

Při rovnání palet byly měřeny výkony dvou zaměstnanců. Každý narovnal a zabalil deset palet. Přitom byl zaznamenán čas, potřebný na výrobu každé jedné palety. Změřené hodnoty jsou zobrazeny v tabulce číslo 17.

Tab. 17 Čas na výrobu jedné rovnané palety

Pracovník č. 1		Pracovník č. 2	
Pořadové číslo palety	Čas (min.)	Pořadové číslo palety	Čas (min.)
1.	45:31,0	1.	42:04,0
2.	45:02,0	2.	41:37,0
3.	44:45,0	3.	42:35,0
4.	46:44,0	4.	43:23,0
5.	47:31,0	5.	44:43,0
6.	44:18,0	6.	42:13,0
7.	44:47,0	7.	43:41,0
8.	45:03,0	8.	43:05,0
9.	45:52,0	9.	41:08,0
10.	43:03,0	10.	41:40,0

Z hodnot uvedených v tabulce lze vypočítat průměrný čas na narovnaní jedné palety. První pracovník průměrně narovná paletu za čas 45:15,6 minuty a druhý pracovník za 42:36,9 minuty.

Z těchto časových údajů lze dále vypočítat produktivitu práce obou zaměstnanců. U prvního pracovníka tak dosáhneme produktivity práce 1,41 rovnané palety za hodinu a u druhého 1,33 rovnané palety za hodinu.

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo komplexní vyhodnocení výroby palivového dříví na manipulačním skladě Šárovцова Lhota. Dílčími cíly bylo porovnat skutečně změřený objem dříví s objemem dříví stanoveným na základě lesnických tabulek, zjistit objem dříví před výrobou a po výrobě a vyhodnotit spotřebu času a produktivitu práce výrobní linky.

Na manipulačním skladě Šárovцова Lhota se štípané palivové dříví vyrábí ze šesti základních dřevin a to dubu (*Quercus* sp.), buku lesního (*Fagus sylvatica*), břízy (*Betula* sp.), olše (*Alnus* sp.), borovice (*Pinus* sp.) a smrku ztepilého (*Picea abies*).

Listnaté dříví se dodává v podobě 4 m výřezů, nebo výřezů sdružených délek, jehličnaté dříví se dodává z harvestorových těžeb v podobě 2 m kuláčů. Na výrobní lince se zpracovávají tloušťkové stupně D0 až D3b (do 39 cm b.k). V případě listnatého i jehličnatého dříví se nejvíce kusů zpracuje v tloušťkových stupních D0 až D2a a to 72 % u listnatého dříví a 79 % u dříví jehličnatého.

Největší podíl na výrobě štípaného dříví na manipulačním skladě Šárovцова Lhota má tvrdé listnaté dříví (dub a buk), celkem 56 % a dále bříza s 28 %. Nejméně se vyrábí měkkého listnatého dříví, konkrétně 8 %.

Při porovnávání změřeného objemu dříví s objemem stanoveným z lesnických tabulek byly zjištěny rozdíly v průměru ± 3 %. Nejvyšší rozdíl se vyskytl v tloušťkovém stupni D1a u olše, kde rozdíl mezi změřeným objemem a objemem tabulkovým činil 20 %. Výraznější rozdíl 9,32 % se vyskytl též u břízy v tloušťkovém stupni D0 a u smrku 8,74 % a 9,31 % v tloušťkových stupních D1a a D2b. Rozdíly v objemech jsou způsobeny především přesným měřením tloušťky výřezu a tloušťky kůry při určování objemu podle sekcí.

Při zjišťování rozdílu objemu dříví před a po výrobě byl zjištěn rozdíl 9,27 %. Největší podíl manipulačních zbytků tvoří piliny. Celkem 5,18 % z objemu zpracovaného dříví. Odřezky tvoří 2,18 % a třísky 1,91 %.

Produktivita práce výrobní linky byla měřena při výrobě bukového paliva, což bylo způsobeno současným složením naskladněného dříví, a činí 1,91 m³/hod. Nejvíce času

při výrobě štípaného dříví spotřebuje přeřezávání výřezu (35 %) a štípaní (33 %). Tyto dvě činnosti jsou základem výrobního procesu štípaného dříví.

Produktivita práce rovnání dříví na paletu byla měřena při rovnání 33 cm štěpin na paletu o rozměrech 120 × 105 × 120 cm u dvou pracovníků. První pracovník narovnal paletu průměrně za 45 minut a byla zjištěna produktivita práce 1,33 rovnané palety za hodinu. Druhý pracovník rovnal paletu průměrně 42 minut a byla zjištěna produktivita práce 1,41 rovnané palety za hodinu.

Doporučení pro praxi:

Objem dříví nadále stanovovat pomocí lesnických tabulek, neboť negativní rozdíly pokryje velikost nadměrku podle Doporučených pravidel pro měření a třídění dříví v ČR 2008 (2007), nebo rozměry smluvně stanovené.

V rámci snížení objemu manipulačních zbytků je vhodné zaměřit se na velkoodběratele, kteří požadují štěpiny větších délek, čímž dojde ke snížení objemu pilin. Další možností je výroba štěpin o délce, která zajišťuje výrobu štípaného dříví bez vzniku odřezků na konci zpracovaného výřezu. Tímto by se zvýšila produktivita práce, neboť by nedocházelo k častým změnám nastavení štípacího stroje, čímž by vzrostla i výtěžnost štípaného dříví.

7. Summary

The aim of the thesis was complex evaluation of production of fuelwood at conversion depot in Šárovčova Lhota. Comparison of measured timber volume with volume in tables, timber volume before and after processing and timber processing work productivity were sub aims of the thesis.

Fuelwood is produced from six tree species – oak (*Quercus sp.*), European beech (*Fagus sylvatica*), birch (*Betula sp.*), alder (*Alnus sp.*), pine (*Pinus sp.*) and Norway spruce (*Picea abies*); at Šárovčova Lhota conversion depot.

Deciduous timber is delivered in 4 m length logs or combined lengths. Coniferous timber is delivered from harvester felling in 2 m lengths. The production line is processing thickness grades from D0 to D3b (within diameter 39 cm without bark). D0 to D2a thickness grades are the most frequent grades in processing of broadleaves (72% portion) and coniferous (79% portion) tree species.

Broadleaves hardwood (oak and beech) with portion 56 % and birch with 28 % portion are main tree species which are processing at conversion depot in Šárovčova Lhota.

There is 9,27 % difference of timber volume before and after fuelwood processing. Sawdust with has the highest portion on total residues with 5,18% portion. Cut-offs have 2,18% portion and splinters have 1,91% portion on total residues.

Labour productivity of the production line was measured during processing of beech fuelwood, which was caused by the current composition of stored timber. Labour productivity was 1,91 m³ per hour. Crosscutting (35 %) and splitting (33 %) had the highest portion on total time of fuelwood processing.

Labour productivity of the production line was measured during processing of beech fuelwood, which was caused by the current composition of stored timber. Labour productivity was 1,91 m³ per hour. Crosscutting (35 %) and splitting (33 %) had the highest portion on total time of fuelwood processing.

Labour productivity of stacking wood on pallet was measured on 33 cm length pieces of fuelwood on pallet with dimensions 120 × 105 × 120 cm for two workers. The first

worker finished his work in average time of 45 minutes and it was achieved labour productivity 1,33 stacked pallets per hour. The second worker finished his work during 42 minutes and had labour productivity of 1,41 stacked pallets per hour.

Recommendations for practise:

I recommend to found timber volume with help of tables because volume differences are covered by length allowance defined in Recommended Rules for Measurement and Timber Grading in the Czech Republic 2008 (2007), or contractually set the timber dimensions.

It is useful to focus on wholesale customers who prefer longer split fuelwood, thereby sawdust production will be smaller. Production of split fuelwood with length which reduce cut-offs, is another possibility. Above mentioned recommendations will increase productivity of splitting machine.

8. Použité zdroje

8.1. Literární zdroje

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., 2002. Tabulky a polynomy pro výpočet objemu kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře. Lesnická práce, s.r.o., 25s. ISBN 80 86386-26-0

ČSN 48 0009: Tabulky objem kulatiny bez kůry podle středové tloušťky měřené v kůře, 1975

ČSN 48 0092: Sortimenty surového dříví. Palivové dříví, 1968

KLVAČ, R., KLEIBL, M., 2012. Doporučená pravidla pro hodnocení provozu technologií zpracování lesní biomasy. Lesnická práce, s.r.o., 100s. ISBN 978-80-7458-027-7

KOLEKTIV AUTORŮ, 2007. Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008. Lesnická práce, s.r.o., 147s. ISBN 978-90-87154-01-4

NERUDA, J. a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl první. První vydání, Brno, Mendelova univerzita v Brně, 364s. ISBN 978-80-7375-839-4.

NERUDA, J. a kol., 2013. Technika a technologie v lesnictví. Díl druhý. První vydání, Brno, Mendelova univerzita v Brně, 300s. ISBN 978-80-7375-840-4.

NESNÍDAL, A., 2005. Diplomová práce: Zhodnocení konstrukčních a užitných parametrů štípacích strojů systému Posch pro výrobu palivového dříví. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 104s.

SIMANOV, V., KOHOUT, V., 2004. Těžba a doprava dříví. První vydání. Písek, Matice lesnická, 411s. ISBN 80-86271-14-5.

8.2. Elektronické zdroje

ANONYMUS: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.hakmet.com/PalaxFirewoodProcessors.asp?Bottom=2&Info=2>>

ANONYMUS: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web: <<https://palax.fi/cs/component/content/article.html?id=22>>

ANONYMUS: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<https://palax.fi/cs/component/content/article.html?id=24>>

ANONYMUS: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<https://palax.fi/cs/component/content/article.html?id=16>>

ANONYMUS: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/nakladace/teleskopicke-manipulatory/teleskopicke-manipulatory/caterpillar-th407>>

ČSÚ: [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<https://www.czso.cz/csu/czso/katalog-produktu?p_p_id=3&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_3_struts_action=%2Fsearch%2Fsearch&_3_redirect=%2Fc%2Fportal%2Flayout%3Fp_1_id%3D20137706%26p_v_1_s_g_id%3D0&_3_keywords=lesnictv%C3%AD+a+myslivost+2008&_3_groupId=0&x=18&y=7>

SIMANOV, V., [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-89-2010/lesnicka-prace-c-8-10/bude-dost-drivi>>

SIMANOV, V., [online] citováno 3. března 2015. Dostupné na World Wide Web:
<<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-87-2008/lesnicka-prace-c-4-08/palivo-nebo-sortimenty-uzitkoveho-drivi>>