

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta

Komplexní využití biomasy smrku

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno 2015

Filip Ryšávka

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

Komplexní využití biomasy smrku
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno 2015

Filip Ryšávka

Prohlašuji, že jsem práci: Komplexní využití biomasy smrku 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 1. 4. 2015

.....

Poděkování

Děkuji panu Ing. et Ing. Jiřímu Kadlecovi, Ph.D. za jeho čas, trpělivost, vstřícnost při odborném dohledu mé bakalářské práce, také za jeho cenné rady a poznámky v průběhu celé mé práce. Rád bych poděkoval i svým blízkým za podporu a trpělivost, kterou mi v průběhu práce poskytovali.

Zpracoval (Work by): Filip Ryšávka

Název práce: Komplexní využití biomasy smrku

Title of the thesis: Complex utilization of spruce biomass

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je vytvořit přehled využitelnosti biomasy smrku. Teoretická část je podložena informacemi z literárních a internetových zdrojů či konzultací s odborníky o studované problematice. Poté byl zpracován přehled a využití produktů dle jakostních tříd a jednotlivých částí stromu. Byly vybrány pouze určité výrobky z daných jakostních tříd. Smrk patří mezi nejdůležitější užitkové a průmyslové dřeviny.

Klíčová slova: smrk, dřevo, zpracování, jakost, výrobek

Abstrakt anglicky

The main purpose of this thesis is to create a summary of a utilization of tree biomass of spruce. The theoretical part is based on the information taken from literary and online sources or grounded on consultations with experts on the given topic. Then, the overview and the utilization of the products were created according to the grade of quality and individual parts of the tree. Only specific products from the given quality classes were chosen. Spruce ranks among the most important utility and industrial tree species.

Key words: spruce, wood, processing, quality, product

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Seznámení s problematikou.....	3
3.1. Popis smrku a jeho druhové rozšíření	3
3.2. Stavba dřeva	6
3.2.1. Charakteristika dřeva	6
3.2.2. Makroskopická stavba dřeva.....	6
3.2.3. Mikroskopická stavba dřeva	7
3.2.4. Chemické složení dřeva	7
3.2.5. Fyzikální vlastnosti dřeva	8
3.2.6. Mechanické vlastnosti dřeva.....	11
3.3. Charakteristika kůry	17
4. Materiál a metodika	18
5. Výsledky a diskuze	19
5.1. Zastoupení smrku v České republice	19
5.2. Jakostní třídy dříví	21
5.2.1. I. třída jakosti	21
5.2.2. II. Třída jakosti.....	24
5.2.3. III. Třída jakosti	28
5.2.4. IV. Třída jakosti	33
5.2.5. V. Třída jakosti.....	36
5.2.6. VI. Třída jakosti	39
5.3. Kořenový systém a pařezy	44
5.4. Kůra.....	44
5.5. Prskyřice.....	45
5.6. Větve	45
5.7. Šišky.....	47
5.8. Semena	48
6. Vánoční stromky.....	48
7. Závěr.....	49
8. Použitá literatura.....	51
9. Internetové zdroje	55
10. Seznam příloh	1

1. Úvod

Smrk patří mezi nejdůležitější hospodářské dřeviny střední a severní Evropy. Dorůstá výšky až 50 m. V současné době je velmi rozšířený i mimo oblasti svého přirozeného růstu. Nej kvalitnější smrky pocházejí z nejseverněji položených oblastí. Stromy rostoucí ve stejné zeměpisné šířce mají odlišné dřevo, jehož kvalita závisí na nadmořské výšce. Smrk má z jehličnatých stromů největší plošné zastoupení v České republice. Smrkové dřevo patří mezi měkká a lehká dřeva, je méně trvanlivé, dobře se suší, a také opracovává. Tento typ dřeva je nejdůležitějším užitkovým a průmyslovým dřevem u nás a co se týče využití, vyniká smrk svou rozmanitostí produktů. K tvorbě těchto produktů se využívá jak dřevo stromu, tak větve, kůra i pryskyřice.

Smrk patří k hlavním hospodářským dřevinám, a proto u nás tvoří oporu dřevařského průmyslu. Smrkové dřevo jako takové má obrovské využití v různých odvětvích dřevozpracujícího průmyslu a vyskytuje se v rozmanitých formách zpracování. Patří mezi univerzální dřevo, a proto existuje mnoho produktů, které se v oblastech lidské činnosti využívají.

Zpracovává se hlavně jako řezivo, papír a palivo. Mimo jiné se smrkové dřevo uplatňuje ve truhlářství i stavebnictví. Ve vybraných lokalitách se smrkové dřevo používá jako dřevo rezonanční, které je vhodné pro tvorbu ozvučných desek hudebních nástrojů. Pryskyřice smrku se zpracovává na terpentýn, bednářskou smůlu či kalafunu. Neodmyslitelně je také smrk hlavní součástí vánočních dekorací. Smrkové dřevo a výrobky z něj vyrobené zahrnují široké spektrum využití a část těchto výrobků je rozebrána ve vybraných kapitolách této bakalářské práce.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zpracovat komplexní přehled možností využití biomasy smrku.

Dílčí cíle práce jsou:

- popis charakteristických vlastností smrku
- přehled a popis výrobků podle jakostních tříd
- přehled využitelnosti ostatních částí stromu smrku.

3. Seznámení s problematikou

3.1. Popis smrku a jeho druhové rozšíření

Nejvýznamnějším rodem v lesích mírného i studeného klimatu je smrk z rodu *Picea*. Jedná se o vždyzelené jednodomé stromy, které mají vzpřímenou stavbu výhonů a přeslenité větvení. (Musil 2007)

Smrk je světlomilná dřevina, která v mládí dobře snáší zástin, takže lehce vniká do porostů jiných dřevin a postupně zaujímá jejich místo. Smrkové porosty bývají velmi semknuté a intenzivně zastiňují půdní povrch. Dobře snáší nadbytečnou vlhkost a vydrží i stagnující vodu rašelinišť a bažin. Naopak nedostatek vláhy se stává limitujícím faktorem dobrého růstu. (Úradníček 2009)

Smrk je stromem velkých rozměrů s průběžným, přímým kmenem a s větvením, které je pravidelné a přeslenité. Stáří smrku může být 350 - 400 let a může dosahovat výšky kolem 50 m, s průměrem kmene až 1,5 m. Dřevo smrku má žlutobílou barvu s dobře viditelnými letokruhy. Pryskyřičné kanálky jsou zřetelné hlavně na podélných řezech. (Walker 2009)

Vznikají jako mezibuněčné prostory rozestoupením nebo rozpuštěním stěn parenchymatických buněk. Sousední parenchymatické buňky do nich vylučují balzám - pryskyřici. Větší množství pryskyřice je obsaženo v oddenkových částech kmene, zejména v kořenovém a pařezovém dříví, větvích, ale i v jádru než v běli. Pryskyřice má ochrannou funkci, zavaluje poranění a brání vstupu infekce při mechanickém poranění a obzvláště při nákaze stromu dřevokaznými houbami. (Kuchtík 1988)

Borka je i ve stáří relativně slabá a odlupuje se v tenkých šupinách. Koruna má kuželovitý tvar, někdy je štíhlá s jemným větvením, jindy může být široká se silnými větvemi. (Maděra, Úradníček 2001)

Všeobecně je smrk považován za druh, který má plochý kořenový systém a díky tomu je nedostatečně zakotvený v půdě. Ze všech našich dřevin nejsnadněji podléhá bořivým větrům. Kořenový systém smrku je velmi variabilní a je charakterizován rozdělením vertikálních a horizontálních kořenů. Silné talířovitě rozložené kořeny jsou při půdním povrchu. Z nich vyrůstá velké množství tenkých kořenů nebo kořenových výběžků, které rostou svisle dolů a často i do velkých hloubek. (Musil 2007)

Smrkové kořínky se vyhýbají půdním vrstvám, jež jsou chudé na kyslík. (Musil 2007)

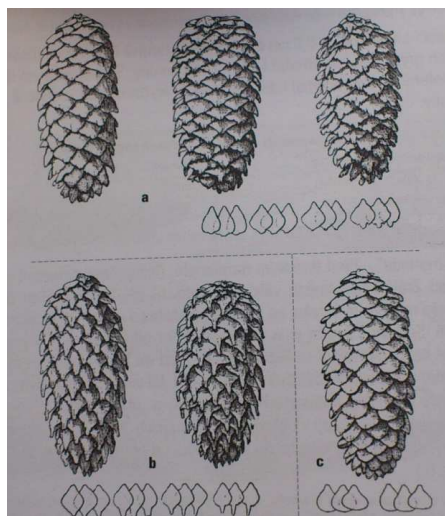
Jehlice jsou zašpičatělé, čtyřhranné, leskle zelené a 1 - 3 cm dlouhé. (Klika, Černohorský 1953)

Šišťice se dělí na samčí a samičí. Samčí šišťice jsou 2 - 2,5 dlouhé, elipsovitého tvaru, stopkaté, žlutavě červené a umístěné mezi jehlicemi v dolní i spodní části koruny. Samičí jsou válcovité, až 6 cm dlouhé, zelené nebo červené, přisedlé, vzpřímené a umístěny spíše v horní části koruny. (Musil 2007)

Tab. 1 Proměnlivost výskytu samčích a samičích šišek (Musil 2007)

Znak	Zelené samičí šišťice	Červené samičí šišťice
vývoj ve vegetační zóně	Pozdější	Častější
postavení jehlic na prýtu	Volnější	Hustější
převažují obvykle v polohách	Nižších	Vyšších

Nerozpadavé šišky jsou plodem, který je převislý, válcovitý a opadávají každým druhým rokem. (Maděra, Úradníček 2001)



Obr. 2 Proměnlivost šišek a jejich semenných šupin u smrku ztepilého

(Upraveno dle: Mezera ex Klika, 1947, resp. Sec. Samek, 1964.)

Semeno je tmavohnědé s vejcovitým tvarem a s blanitým křídlem, které se snadno odděluje. Největší plodnost smrku je jednou za 5 - 8 let. (Maděra, Úradníček 2001)

Semena jsou malá, 2 - 5 mm dlouhá s tmavě až černohnědou barvou a křídlo je 2 - 5krát delší než semeno. Klíčivost je i po několika (4 - 5) letech zachována. (Musil 2007)

Smrk považujeme za hospodářsky nejdůležitější dřevinu v Evropě. Jeho morfologická proměnlivost je opravdu velká, tak jako u každé dřeviny s velkým rozšířením. (Větvička et al 2005)

Jeho proměnlivost se projevuje různými tvary koruny a jejím větvením, v barvě a tvaru šišek a jejich šupin, ve tvaru a výšce kmene, v kůře a také v kořenové soustavě. (Mráček, Pařez 1986)

U smrků se rozlišuje 34 - 45 druhů, z nichž poslední byly popsány v roce 1980 a 1988. V Evropě se vyskytují pouze 3 druhy, v ČR se nachází pouze 1. (Musil 2007)

3.2. Stavba dřeva

Struktura dřeva je složitá a podobně jako u jiných živých rostlin či tvorů představuje základní stavební jednotku buňka. Buňky stejného typu nebo funkce společně vytvářejí strukturu, ze které se skládá samotná dřevěná hmota. Buňka vzniká v kambiu - dělivém pletivu mezi lýkem a dřevem. Výsledkem děje je dřevnatění, při němž se v komůrkách buněčných stěn ukládá lignin a tím získávají buňky pevnost. (Vigué 2013)

3.2.1. Charakteristika dřeva

Z morfologického hlediska se dřevo skládá z buněk, respektive z jejich stěn. Z chemického hlediska se jedná o lignocelulosový materiál, tzn. komponovaný z polysacharidické složky, kterou představuje celulóza, hemicelulózy, v malé míře pektinové látky a aromatické složky zastoupené ligninem. Dřevo se většinou skládá z protáhlých buněk, orientovaných rovnoběžně s osou kmene nebo větve. V různých směrech nemá dřevo ani stejné vlastnosti ani stejnou strukturu. Je tedy anizotropní materiál a jako takový je potřeba jej klasifikovat a posuzovat. Při popisování je nezbytné respektovat základní směry (řezy).

- příčný *P* - řez je veden kolmo na osu kmene

- radiální *R* - řez vedený rovnoběžně s osou kmene, při čemž osa leží v rovině řezu

-tangenciální *T* - řez je vedený rovnoběžně s osou kmene, ale mimo ni. Stavbu (strukturu) dřeva rozlišujeme makroskopickou, mikroskopickou, submikroskopickou a molekulární, záleží ovšem na způsobu pozorování. (Kafka 1989)

3.2.2. Makroskopická stavba dřeva

Dřevo smrku je bělové, má žlutobílou až světle hnědou barvu. Ostrost přechodu z jarního dřeva do letního je pozvolný s dobře viditelnými letokruhy. Pryskyřičné kanálky jsou viditelné na radiálním a tangenciálním řezu. Jedná se o dřevo s nízkou hustotou tzv. lehké do 550 kg.m^{-3} , u smrku ztepilého se udává ρ_0 420

kg.m⁻³ a měkké 26 MPa. I přes svou měkkost je smrkové dřevo houževnaté, poměrně pevné a pružné. Je méně trvanlivé a odolné proti biotickým škůdcům, dobře se opracovává a suší, ale hůře se impregnuje. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

3.2.3. Mikroskopická stavba dřeva

Dřevo smrku se vyznačuje pryskyřičnými kanálky, které mají drobné, avšak tlustostěnné buňky výstelkového epitelu. Dřeňové paprsky jsou jedno- až vícevrstevné a uprostřed jsou opatřeny pryskyřičným kanálkem. Obvodové tracheidy u dřeňových paprsků mají dvojtečky, které jsou drobnější se šikmým šterbinovitým pórem a buňky nemají pryskyřice a stěny jsou bezbarvé. (Klika, Černohorský 1953)

Pryskyřičné kanálky jsou viditelné na příčném a tangenciálním řezu. Výskyt podélného dřevního parenchymu je buď velmi ojedinělý nebo úplně chybí. Epitelové buňky jsou malé, v počtu 8 – 12, tlustostěnné. Dřeňové paprsky mají heterocelulární charakter a počet parenchymatických buněk na výšku činí 10 – 15

3.2.4. Chemické složení dřeva

Dřevo je spleť soubor různých látek. Biopolymery celulóza, hemicelulózy a lignin vytváří jejich základ. Produkce a přeměna přírodních polymerů jsou velmi složité a specifické procesy, řízené určitými katalyzátory - enzymy. Polysacharidický podíl dřeva tvoří celulóza a hemicelulózy, charakter ligninu je polyfenolický. Tyto biopolymery tvoří hlavní složky dřeva. Jejich procentuální zastoupení činí 90 - 97%, z toho tvoří cca 70% sacharidická část a zbytek lignin. V malé míře jsou ve dřevě zastoupeny i tzv. doprovodné látky (organické, anorganické), které tvoří asi 3 - 10% dřevního komplexu. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 2 Průměrné procentuální zastoupení hlavních složek dřeva u vybraných dřevin (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

	smrk (%)	borovice (%)	buk (%)
celulóza	45,6	43,2	39,2
hemicelulózy	27,6	28,0	35,3
lignin	26,9	26,6	20,9

3.2.5. Fyzikální vlastnosti dřeva

Za fyzikální vlastnosti považujeme ty vlastnosti, které lze zkoumat bez narušení chemického složení a celistvosti materiálu. Řadíme zde následující vlastnosti: barvu a povrch dřeva, vůni dřeva, hustotu dřeva, vlhkost dřeva, tepelné, zvukové a elektrické vlastnosti dřeva. (Pecina 2006)

Přítomnost vody ve dřevě se nazývá vlhkost dřeva. Ta může být buď absolutní w_{abs} , která se vyjadřuje podílem hmotnosti vody k hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu nebo relativní w_{rel} , která se vyjadřuje podílem hmotnosti vody ke hmotnosti mokrého dřeva. Obě vlhkosti se vyjadřují v %. Vlhkost dřeva se zjišťuje gravimetrickou (váhovou) metodou, která je velmi přesná, ale časově náročná nebo pomocí (pomocí) elektrických vlhkoměrů.

Bobtnání (α) je schopnost dřeva zvětšovat svoje lineární rozměry, objem nebo plochu v důsledku přijímání vody vázané v rozsahu 0% - mez hygroskopicity. Uvádí se nejčastěji v % a vyjádří se podílem změny rozměrů k původní hodnotě. Sesychání (β) je proces, při kterém se ztrácí voda vázaná a zmenšují se lineární rozměry, plocha nebo objem tělesa. Při bobtnání a sesychání dochází k přibližování či oddalování fibrilární struktury a v důsledku toho se rozměry jednotlivých elementů a dřeva jako celku mění. Orientace fibril v buněčné stěně má velký vliv na velikost bobtnání a sesychání. Od S_2 vrstvy, která tvoří největší podíl buněčné stěny, se fibrily příliš neodklání od podélné osy, dochází k maximálnímu bobtnání a sesychání napříč vlákny.

Změna tvaru sortimentu se může vyskytovat v podélném nebo příčném směru a projevuje při bobtnání a sesychání. Tento úkaz se nazývá borcení dřeva a má ho za následek anizotropní charakter.

Hustota dřeva je charakterizována podílem hmotnosti dřeva a jeho objemu. Udává se v kg.m^{-3} nebo g.cm^{-3} . Hustota se u dřeva určuje poměrně obtížně vzhledem k jeho hygroskopicitě, na rozdíl od ostatních materiálů. Ovlivňuje velké množství fyzikálních i mechanických vlastností. Rozlišujeme hustotu dřevní substance, hustotu dřeva a redukovanou hustotu. Dřevní substance (ρ_s) je hmota buněčných stěn bez mezibuněčných prostor a submikroskopických dutin. Vyjadřuje se

poměrem hmotnosti dřevní substance m_s a náležitého objemu V_s . Velikost této veličiny se pohybuje v rozmezí 1460 - 1570 kg.m⁻³. Se zvyšující se vlhkostí se zvyšuje i hustota dřeva, ale objem a hmotnost dřeva nerostou stejným způsobem. Objem narůstá pouze do meze hygroskopicity, zatímco hmotnost se zvyšuje s vlhkostí až do maximálního nasycení. Redukovanou hustotu dřeva (ρ_{rw}) definujeme jako podíl hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu m_0 a jeho objemem při specifické vlhkosti V_w . Udává, jaké množství sušiny se vyskytuje v nabobtnalém objemu dřeva. Její hodnota klesá se stoupající vlhkostí až po mez hygroskopicity, kde se dále nemění.

Tepelné vlastnosti dřeva prakticky využíváme nejčastěji při řešení potíží spojených se sušením dřeva. Dřevo má schopnost teplo akumulovat, jako každá jiná látka. Veličinou této vlastnosti je měrné teplo c . Udává množství tepla, jež je nutné na ohřátí jednotkové hmotnosti dřeva o 1 K. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Akustické vlastnosti dřeva se využívají především k výrobě hudebních nástrojů a k vylepšení akustických vlastností kin, divadel, koncertních sálů a společenských místností. Akustické vlastnosti formulujeme jako schopnost materiálu utlumit, vézt nebo zesílit zvuk. Jako zvuk nazýváme mechanické vlnění prostředí, které vnímáme sluchovým orgánem. Subjektivně se dají zachytit zvukové vlny o frekvenci 16 - 20.000 Hz. Studium šíření vln ve dřevě, na rozdíl od řady technických materiálů, je podstatně složitější, vzhledem k anizotropním vlastnostem, které souvisí s chemickým složením a anatomickou stavbou. S klesající hustotou a rostoucím modulem pružnosti roste i rychlost šíření zvuku. Ve dřevě je rychlost šíření zvuku závislá na dřevině a má také anizotropní charakter. (Horáček 1998)

Tab. 3 Průměrná rychlost šíření zvuku ve dřevě některých dřevin (podle Kolmanna a Côté 1968)

druh dřeva	průměrná hustota při 12% vlhkosti	průměrný modul pružnosti (MPa)		průměrná rychlost (m.s ⁻¹)		poměr $c_{ } : c_{\perp}$
		kovnoběžně s vlákny	kolmo na vlákna	kovnoběžně s vlákny	kolmo na vlákna	
smrk	470	11 000	550	4 790	1 072	4,47
jedle	460	11 000	490	4 890	1 033	4,73
javor	630	9 400	915	3 826	1 194	3,21
buk	730	16 000	1 500	4 638	1 420	3,27
dub	690	13 000	1 000	4 304	1 193	3,61

Rezonanční vlastnosti jsou založeny na rezonančních frekvencích a uplatňují se při charakteristice visko-elastických vlastností dřeva. Dřevo je komplex přírodních polymerů s rozličným vztahem k pružnosti a vazkosti. Schopnost dřeva zesilovat zvuk bez zkreslení se nazývá rezonance dřeva. U rezonance můžeme stanovit na základě přímého nebo nepřímého měření pružných vln plastické a pružné charakteristiky dřeva za pomoci některých nedestruktivních metod zkoušení. Dřevo, ve kterém dochází k nízkému tlumení a naopak k vysoké radiaci zvukové energie, považujeme za dřevo rezonanční. Jehličnany jsou typickými rezonančními dřevinami, především smrk. Rezonanční smrk by měl osahovat podíl letního dřeva v letokruhu 5 - 20 %, šířka letokruhu není tak rozhodující. (Horáček 1998)

Tab. 4 Akustické konstanty některých našich dřevin (Požgaj et al. 1993)

druh dřeva	vlhkost (%)	hustota (kg.m ⁻³)	modul pružnosti (MPa)	akustická konstanta (m ⁴ .kg ⁻¹ .s ⁻¹)
Rezonanční smrk	10	420	11 000	12
Borovice	10	500	15 000	11
Jasan	10	700	15 000	6,5
Buk	10	750	14 000	6
Bříza	10	630	14 000	7,5
Javor	12	700	11 000	5,8

3.2.6. Mechanické vlastnosti dřeva

Jsou vlastnosti dané schopností dřeva odporovat působení vnějších mechanických sil. Mezi tyto vlastnosti patří: pružnost, pevnost, tvrdost a houževnatost dřeva. Mohou působit následujícím způsobem:

- a) Staticky (plynule a pomalu síla narůstá)
- b) Rázově (síla působí okamžitě plnou hodnotou)
- c) Kmitavě (síla mění střídavě velikost i směr)
- d) Trvale (síla působí dlouhou dobu)

I přes svou malou hmotnost má dřevo dobrou pevnost. (Požgaj 1993)

Základní druhy mechanického namáhání rozlišujeme podle druhu napětí, které se definuje jako velikost vnitřní síly, jež je vztažena na jednotku plochy tělesa. Síly působící kolmo na průřezovou plochu tělesa vytvářejí normálové napětí σ (tah, tlak). Jestliže působí v rovině průřezu, vzniká tangenciální (smykové) napětí τ (smyk). Kombinací normálového a tangenciálního napětí je ohyb. Zvláštním případem ohybového momentu je napětí v krutu. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Pružnost dřeva je definována jako schopnost dřeva získat zpět svůj původní tvar a rozměry po ukončení působení vnějších sil. Vnitřní odpor materiálu proti pružné deformaci vyjadřují moduly pružnosti. S rostoucím modulem pružnosti vzrůstá i napětí potřebné na vyvolání deformace. U normálových namáhání jako jsou tlak, tah a ohyb rozlišujeme Yongovy moduly pružnosti E_i a smykové moduly při namáhání tangenciálních G_{ij} , kterými jsou smyk a krut. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 5 Moduly pružnosti a smykové moduly vybraných dřevin v hlavních směrech pružné symetrie ($w = 11 - 12 \%$)(podle Ugoleva 1986 a Požgaje et al. 1993)

dřevo	modul pružnosti (MPa)						
	v tlaku a tahu			v ohybu	ve smyku		
	E_L	E_R	E_T	E_{oh}	G_{LR}	G_{LT}	G_{RT}
smrk	14 300	680	470	12 800	1 230	800	55
jasan	15 700	1 875	1 250	13 900	1 325	1 080	255
topol	13 900	885	350	-	840	385	110

S rostoucí vlhkostí obecně klesá modul pružnosti a to až do mez hygroskopicity. Změní-li se vlhkost o 1% hodnota modulu pružnosti se změní v tlaku a v tahu ve směru vláken o 2%, v tlaku a tahu napříč vláken a ve smyku o 3% a v ohybu o 1%. Pevnost dřeva definujeme jako odolnost dřeva proti jeho trvalému porušení. Pevnost se vyjadřuje napětím, za jehož působení se poruší povrch tělesa - napětím na mezi pevnosti σ_p .

Pevnost dřeva v tlaku ve směru vláken je velmi důležitou vlastností. Působící tlak podél vláken způsobí deformaci, která se projeví zkrácením délky tělesa, přičemž je důležitá stavba a jakost dřeva. Hustota a vlhkost dřeva jsou významnými činiteli. Zatížením suchého dřeva s vysokou hustotou a tedy i vysokou pevností, vznikne porušení dřeva ve formě smyku jedné části tělesa vzhledem k druhé. U dřeva vlhkého s nízkou hustotou a malou pevností dochází k vybočení stěn zatěžovaných těles a k otlacení vláken na čelních plochách. Hodnota meze pevnosti v tlaku ve směru vláken u dřev s vlhkostí 12% je průměrně cca 50 MPa. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 6 Hodnoty meze pevnosti v tlaku ve směru vláken (podle Ugoleva 1975)

druh dřeva	σ_p ve směru vláken (MPa)		druh dřeva	σ_p ve směru vláken (MPa)	
	$w = 12 \%$	$w \geq 30 \%$		$w = 12 \%$	$w \geq 30 \%$
modřín	64,5	25,5	akát	75,5	41,5
borovice	48,5	21	buk	55,5	26
smrk	44,4	19,5	dub	57,5	30,4
habr	60	26,5	topol	39	18

Mez úměrnosti v tlaku ve směru vláken je u jehličnanů 68%, pro tvrdé listnáče 56% a pro měkké listnáče 60%. Vyšší mez úměrnosti dřeva jehličnatých dřevin je vysvětlována pravidelnější stavbou.

V tlaku napříč vláken nebývá dřevo porušeno oddělováním jednotlivých částí, ale materiál se postupně deformuje a v celém rozsahu objemu dochází ke zhušťování dřevní struktury. Ve většině případů nedochází k celkovému porušení tělesa. Tlak na celou plochu, tlak na část délky a tlak na část délky a šířky jsou tři druhy pevnosti v tlaku napříč vláken. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 7 Průměrné hodnoty konvenční meze pevnosti v tlaku napříč vláken při vlhkosti 12% a 30% (podle Ugoleva 1986 a Požgaje et al. 1993)

druh dřeva	konvenční mez pevnosti (MPa) v tlaku napříč vláken ve směru			
	radiálním při vlhkosti		tangenciálním při vlhkosti	
	12%	> 30 %	12%	> 30 %
modřín	4,5	2,7	6,1	2,5
borovice	5,2	3,1	7,6	3,1
smrk	3,4	2,3	4	2
dub	11	6,5	8,5	5,1
buk	12,9	7,9	8,5	5,2

V tab. 7 je uvedena konvenční mez pevnosti dřeva napříč vláken na celou plochu. Tlak napříč vláken na část plochy má průměrně o 20 - 25% vyšší hodnoty než tlak napříč vláken na celou plochu. Tento rozdíl vzniká odporem vláken při ohybu na hranách tělesa. Konvenční mez pevnosti je asi 10- krát menší při zatížení napříč vláken než mez pevnosti v tlaku ve směru vláken.

Pevnost dřeva v tahu ve směru vláken je ve srovnání s ostatními vlastními pevnostmi největší a pro všechna naše dřeva se udává 120 MPa. Namáhání v tahu se projeví roztržením buněk dřeva v pracovní části tělesa. Značná pevnost v tahu podél vláken je především určena vláknitým tvarem buněk a strukturou buněčných stěn. Mez úměrnosti při tahu ve směru vláken u jehličnatých dřevin je 80% z meze pevnosti. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 8 Pevnost v tahu ve směru vláken (podle Ugoleva 1986)

druh dřeva	mez pevnosti v tahu ve směru vláken (MPa)		druh dřeva	mez pevnosti v tahu ve směru vláken (MPa)	
	w = 12 %	w ≥ 30 %		w = 12 %	w ≥ 30 %
modřín	125	96	dub	132	100
borovice	103	79	jasan	145	109
smrk	103	79	buk	123	92
jedle	79	61	bříza	139	106

Na rozdíl od dřeva zatěžovaného na pevnost v tahu ve směru vláken vykazuje pevnost dřeva v tahu napříč vláken jednu z nejmenších pevností, která se pohybuje v rozmezí od 1,5 do 5 MPa. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 9 Pevnost dřeva v tahu napříč vláken (podle Ugoleva 1986)

druh dřeva	mez pevnosti (MPa) v tahu napříč vláken ve směru	
	radiálním při vlhkosti	tangenciálním při vlhkosti
	12 %	12 %
smrk	2,2	1,7
dub	5,8	-
buk	4,4	3,4

Z tab. 9 lze vidět, že pevnost v radiálním tahu je větší než v tangenciálním. U dřeva jehličnanů o 10 - 50%. Pevnost dřeva v tahu napříč vláken činí asi 1/20 pevnosti v tahu ve směru vláken u všech zkoumaných dřevin. Nízká pevnost v tahu napříč vláken a možnost výskytu trhlin v namáhané části ztěžuje použití dřeva. Tahová pevnost napříč vláken má velký význam při stanovení režimu sušení, protože vlivem rychlého sušení mohou vznikat zbytková napětí, vyvolávající tahová napětí napříč vláken.

Jedna z nejdůležitějších mechanických vlastností je pevnost v ohybu. S ohledem na průběh vláken se rozlišují u ohybu dva způsoby pevnosti:

- a) Vlákna probíhají rovnoběžně s podélnou osou tělesa a síla působí napříč vláken v radiálním nebo tangenciálním směru.
- b) Vlákna probíhají kolmo na podélnou osu tělesa, kdy příčný řez je orientován ve směru působící síly nebo kolmo k působící síle.

Při zatížení tělesa vzniká ve spodní části tahové napětí a v horní části vzniká napětí tlakové. Ve statickém ohybu (napříč vláken) je mez pevnosti udávána cca 100 MPa a mez úměrnosti je průměrně 70 % meze pevnosti. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 10 Mez pevnosti v ohybu při vlhkosti 12 % a nad mezí hygroscopicity (podle Ugoleva 1975 a 1986)

druh dřeva	mez pevnosti v ohybu při vlhkosti (MPa)		druh dřeva	mez pevnosti v ohybu při vlhkosti (MPa)	
	w = 12 %	w ≥ 30 %		w = 12 %	w ≥ 30 %
modřin	112	62	dub	108	68
borovice	86	50	jasan	123	75
smrk	80	44	buk	109	65
jedle	69	41	bříza	110	60

Smyková pevnost je ve všech třech základních směrech různá vlivem anizotropního stavby dřeva.

Smyková pevnost ve směru vláken je poměrně malá. Dřevo jehličnatých dřevin má asi 1,5 krát menší smykovou pevnost, jak dřevo listnatých dřevin. V tangenciální rovině, v porovnání s radiální, je smyková pevnost dřeva vyšší o 10 - 30%. Se zvyšujícím se počtem dřevných paprsků se tento rozdíl zvětšuje. Jehličnaté dřevo má v obou rovinách přibližně stejnou smykovou pevnost.

V tangenciální a radiální rovině je smyková pevnost napříč vláken přibližně 2 krát menší než smyková pevnost ve směru vláken, která je průměrně 3 - 6 MPa.

Střihová pevnost napříč vláken v příčné rovině je zhruba 4x vyšší než smyková pevnost ve směru vláken. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

Tab. 11 Hodnoty pevnosti dřeva ve smyku ve směru a napříč vláken a ve stříhu u vybraných druhů dřev (podle Ugoleva 1986, Požgaje a Regináče 1990 a Požgaje et al. 1993)

druh dřeva	mez pevnosti ve smyku (MPa) při 12 % vlhkosti					
	ve směru vláken v rovině		napříč vláken v rovině		stříhová pevnost ve směru	
	radiální	tangenciální	radiální	tangenciální	radiální	tangenciální
smrk	6,9	6,8	3,3	2,8	31,8	34,4
dub	10,2	12,2	7,9	7,5	-	-
buk	11,6	14,5	7,7	7,6	52,3	47,1
topol	6,1	7,2	3,5	3,8	31,1	20,5

Při zatěžování dřeva v krutu vznikají ve dřevě smyková napětí ve dvou na sebe kolmých rovinách. Kroucení podél osy tělesa ve směru vláken je z praktického hlediska nejvýznamnější.

Houževnatost dřeva je mechanickou prací, kterou je potřeba vyvinout na vytvoření plastické deformace. Podle způsobu zatížení se rozlišuje dynamická (rázová) a statická houževnatost. Statická houževnatost dřeva je mechanická vlastnost. Představuje mechanickou energii spotřebovanou na vznik plastické deformace. Rázová houževnatost (občas nazývaná přerážecí práce) je vlastnost dřeva absorbovat práci vykonanou rázovým ohybem. Rázovou houževnatost vyjadřuje spotřebovaná energie na přerážení dřeva definovaných rozměrů.

Tvrdost definujeme jako schopnost dřeva klást odpor proti vnikání jiného tělesa do jeho struktury. Podle druhu zatížení se rozlišuje dynamická a statická tvrdost. Statická tvrdost se zjišťuje pomocí ocelové kuličky daného průměru, která se zatlačuje do čelních, radiálních a tangenciálních ploch dřeva. Na příčných plochách je statická pevnost větší než na podélných rovinách. U jehličnatých dřevin činí tento rozdíl 40%. Hustota a vlhkost mají vliv na hodnoty statické tvrdosti. Při změně vlhkosti o 1% se změní statická tvrdost o 3%. Dynamická tvrdost je definována podílem potencionální energie kuličky padající volným pádem z předepsané výšky a plochy otlacení, kterou kulička vytvoří. Se změnou

vlhkosti do meze hygroscopicity se mění dynamická tvrdost. Při změně vlhkosti o 1% se změní dynamická tvrdost o 2%. (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

3.3. Charakteristika kůry

Kůra tvoří soubor povrchových vrstev kmene (větví, kořenů) stromu, obklopujících jeho centrální části (kambium, dřevo, dřev). Z pohledu příčného řezu má tvar prstence, jehož obvodová část je tmavěji zbarvena. Stavba kůry je složitější než u samotného dřeva, což souvisí s její funkcí (vodivá, mechanická, izolační). Vzhled kůry je pro jednotlivé dřeviny specifický a velmi rozmanitý.

Z celkového objemu kmene je zastoupení kůry 6 - 25% u našich dřevin. (Mráček, Pařez 1986)

Tab. 1 Procentuální zastoupení kůry u vybraných dřevin (Mráček, Pařez 1986)

dřevina	zastoupení kůry v %	dřevina	zastoupení kůry v %
borovice	12 - 14	buk	6 - 9
smrk	10	jasan	9 - 14
jedle	10 - 12	bříza	10 - 13
modřín	10 - 24	đub	12 - 14
olše	8 - 14	jilm	13

4. Materiál a metodika

Bakalářská práce byla vypracována na základě odborných publikací uvedených v seznamu literatury, pomoci internetových portálů a oslovení firem zabývajících se produkcí výrobků ze smrkového dřeva, jako např. Welde s.r.o., která je předním evropským výrobcem překližek a sololitu, dále Strunal CZ, a.s., řadící se mezi největší producenty strunných hudebních nástrojů, atd.

Na základě těchto uvedených zdrojů byla zpracována charakteristika dřeva smrku se zaměřením na komplexní využití biomasy smrku. V případě kmene byl zpracován přehled využití jednotlivých sortimentů dle Doporučených pravidel se zaměřením na jednotlivé jakostní třídy, kterými jsou I. třída jakosti: Rezonanční výřezy, výřezy pro výrobu krájené dýhy a jiné speciální výřezy, II. třída jakosti: Výřezy pro výrobu loupané dýhy, jiné speciální výřezy, III. třída jakosti: Výřezy pro pilařské zpracování, IV. třída jakosti: Dříví pro výrobu dřevoviny, dolovina, důlní výřezy, tyčovina, V. třída jakosti: Dříví pro výrobu buničiny a desek na bázi dřeva - vláknina, VI. třída jakosti: Palivové dříví.

V bakalářské práci byl rovněž zpracován přehled využití ostatních částí smrku, jako jsou větve, kořeny, pařezy a dále pryskyřice, kůry, semen a šišek.

5. Výsledky a diskuze

5.1. Zastoupení smrku v České republice

V České republice je smrk rozšířen v mezofytiku a hlavně v oreofytiku. V termofytických částech je přítomnost smrku sporná, buď se zde vůbec nenacházel, nebo se vyskytoval jen velmi zřídka. Samostatné, nejčastěji zakrnělé smrky nebo jejich skupiny můžou vystupovat až nad horní hranici lesa, kde vytvářejí horní hranici stromovou. Nejvyšším místem, kde u nás roste smrk, je Sněžka, občas až v 1550 m n. m. V Krkonoších je tvořena horní hranice lesa klimaxovými smrčinami s malým zastoupením jeřábu ptačího ve výšce 1300 - 1400 m n. m. Přirozeně jsou smrky rozšířeny v polohách kolem 1000 m n. m. Horské smrčiny ČR jsou nicméně silně poškozeny, až zničeny emisemi. Jedná se především o Krušné a Jizerské hory, Orlické hory, Krkonoše, Hrubý Jeseník a Beskydy. Smrk se stal přirozeně hojnou dřevinou i mezi 700 - 1000 m, kde předtím tvořil smíšené porosty s jedlím, bukem a klenem.

V mezofytiku se smrk, jako původní dřevina, vyskytuje pouze roztroušeně, spíše jako příměs ve stinných údolích, taky luzích a kotlinách. Dominovat může podél malých lesních vodotečí, v podmáčených jedlových smrčinách, prameništích a na okrajích rašelinišť.

V podhůří mezi 400 - 700 m n. m. býval smrk přimíšený do původních, převážně smíšených listnatých lesů tvořených bukem. Zde se stal převážně dřevinou hlavní, druhotnou, ovšem kulturní.

Optimální podmínky pro růst smrku v ČR se nacházejí v rozmezí (550-)600 - 1000 m n. m. Zóny, ve kterých se přirozeně vyskytuje hercynský smrk, jsou prakticky ve všech vyšších i nižších pohořích, s těžištěm v pohraničních horách. Ve vnitrozemských pohořích je zastoupení smrku řidší. Výskyt původního karpatského smrku je na území od Vsetínských vrchů po Moravskoslezské Beskydy. Na zbylých územích karpatského mezofytika se smrk téměř nevyskytuje. Zastoupení smrku je asi 5krát větší než původní, což znamená, že je převážně druhotné. Vzhledem k tomu, jakou rychlostí smrk roste a jaké má technické vlastnosti, stal se smrk hlavní dřevinou kulturního vysokokmenného (semenného) lesa už v 1. polovině 19. století.(Musil 2007)

V dnešní době se podíl smrku zmenšuje oproti roku 2000 o 69 614 ha, naopak se zvýšil podíl listnatých dřevin zejména dubu a buku. V roce 2000 zaujímal smrk z celkové plochy porostní půdy 1 397 012 ha což je 54,1 %, v roce 2013 klesl podíl na 1 327 398 ha, což je 51,1 %. Dnes činí zalesněná plocha České republiky 2 663 731 ha. Celkem bylo v roce 2013 vytěženo 15,331 mil. m³ surového dříví. (Jurečka 2013)

Průměrné ceny jehličnatého surového dříví smrku v letech 2005 až 2014 jsou uvedeny v příloze č. 1

Na obr. 11, jenž je uveden v seznamu příloh, můžeme vidět vývoj cen surového dříví smrku v letech 2005 – 2014.

Ceny smrku v I. třídě jakosti se neustále měnily. V roce 2005 se cena v prvních třech čtvrtletích držela lehce nad 3 500 Kč. V posledním čtvrtletí vrostla na necelé 4 000 Kč. V roce 2006 byla průměrná cena cca 4000 Kč. V prvním a druhém čtvrtletí roku 2007 cena se pohybovala okolo 4 250 Kč, naopak v třetím a čtvrtém cena klesla téměř na 3 500Kč. Oproti poslednímu čtvrtletí roku 2007 cena v prvním čtvrtletí roku 2008 prudce vzrostla na 4 250 Kč. V druhém čtvrtletí roku 2008 byl zaznamenán propad ceny na 3 750 Kč a v třetím a čtvrtém nepatrně vzrostla zhruba na 4 000 Kč. V prvním čtvrtletí roku 2009 byla vůbec nejnižší cena, jež činila 3 250 Kč. V druhém a třetím čtvrtletí byla cena téměř 3 500 Kč. Ve čtvrtém čtvrtletí vzrostla lehce nad 4 000 Kč. Od roku 2010 až po rok 2014 nebyly nalezeny kompletní statistiky o vývoji cen smrku v I. třídě jakosti.

Ceny v II. třídě jakosti se od roku 2005 až do poloviny roku 2008 pohybovaly od 2 900 Kč do max. 3 500 Kč. Poté ceny klesaly až do posledního čtvrtletí roku 2009, kde začaly vzrůstat a vyšplhaly zpět na hodnotu 2 900 Kč. V třetím čtvrtletí roku 2011cena klesla zhruba na 2 400 Kč. V posledním čtvrtletí tohoto roku opět vzrostla na 2 900 Kč. Od roku 2012 se cena pohybovala od 2 900 Kč do 2 500 Kč až do konce roku 2014 s výskytem občasných výkyvů v některých čtvrtletích.

V III. třídě jakosti se ceny pohybovaly od roku 2005 až do počátku roku 2007 cca okolo 1 750 Kč, poté vzrostly lehce nad 2 000 Kč. V druhém až čtvrtém čtvrtletí byla průměrná cena 1750 Kč. V druhém čtvrtletí roku 2008 spadla cena pod 1 500 Kč, na této hodnotě zůstala do konce roku. S nástupem roku 2009 začala cena vzrůstat a tento trend si držela až do konce roku 2014, až na občasné výkyvy u jistých čtvrtletí.

Od roku 2005 až do prvního čtvrtletí roku 2008 se cena v V. třídě jakosti pohybovala od 600 do 750 Kč, poté klesala až do druhého čtvrtletí roku 2009, kde začala vzrůstat a v druhém čtvrtletí roku 2011 byla zhruba 1 100 Kč. V dalším čtvrtletí cena klesala až do třetího čtvrtletí roku 2012 na hodnotu cca 800 Kč. Ke konci roku 2012 cena stoupala až do prvního čtvrtletí na hodnotu 1 100 Kč. Následující čtvrtletí cena klesala až do konce roku, kde skončila na hodnotě 1 100 Kč. (Český statistický úřad 2015)

5.2. Jakostní třídy dříví

5.2.1. I. třída jakosti

I. třída jakosti se zabývá výrobou rezonančních výřezů, jež jsou charakterizovány jako výřezy prvotřídní jakosti s rezonanční vrstvou silnou min. 8 cm na výrobu hudebních nástrojů, 4 letokruhy a více na 1 cm. Dále jsou zde charakterizovány výřezy pro výrobu krájené dýhy a jiné speciální výřezy, která musí být řádně odvětvěny, zkrácený kmen, jen s kůrou, ve zdravých výřezích, na obou koncích hladce zaříznutých sloužící pro výrobu krájené dýhy a jiných výrobků. (Doporučená pravidla 2008)

Rezonanční dříví

Nejlepším dřevem ke zhotovení hudebních nástrojů je dřevo smrkové, které se vyznačuje významnými rezonančními vlastnostmi, a proto při určitých kvalitativních znacích bylo pro výrobu strunných a drnkacích nástrojů nejčastěji vyhledáváno. Takové dřevo musí mít určitou vrstvu zvukného dřeva (8 cm) a ostatní předepsané kvalitativní znaky. Při zpracování je zvukné dřevo vyřezáváno pomocí speciálních pil. Vyřezané špalíky se buď krájením nebo rozpojitelnými pilami křížově rozčtvrtí. Krájení zaručuje vláknitou pravidelnost, která je pro využití akustických vlastností nutná.

U smyčcových nástrojů a nástrojů s vyklenutým povrchem (violy, kytary, basy) mají jednotlivé přířezy klínovou formu přířezu. Ve skladu se přířezy uchovávají a suší během delšího období na průměrnou vlhkost 8%. Minimální délka 1,30 m a nejmenší průměr od 30 cm je velmi žádoucí z hlediska praktického, ale i ekonomického využití. Dřevo s pravidelnou šířkou letokruhů od 1 do 1,5 mm má nejlepší rezonanci s čistým a vysokým tónovým rozsahem. Vrstva zvukného dřeva nesmí mít žádné kazy. Vyžaduje se taky rovnoměrně světlá barva zvukného dřeva. Reakční dřevo tlakové a tahové je nepřipustné. Nepravidelný levotočivý růst je přípustný, ačkoli ho norma výslovně neuvádí, pravotočivý růst je vyloučený. Asi 90% všech smrků má v mládí nepatrný levotočivý růst a proto ve struktuře letokruhů mají stejný směr a nejsou poddajné. (Hanusek et al 1983)

Akustické vlastnosti, které dřevo má, ho předurčují především k výrobě hudebních nástrojů (kytar, houslí, klavírů, atd.), ale také ke zlepšení akustických vlastností společenských místností (kin, divadel, koncertních sálů). Rezonanční dříví je konstrukčně tvořeno rezonátorem, jenž s generátorem a oscilátorem tvoří tři primární části hudebního nástroje. I přes možnosti moderní doby není člověk plně schopen nahradit některé vlastnosti dřeva např. umělými hmotami. Pomocí veličin, jako je hustota, Youngův modul pružnosti atd., jsme schopni zhodnotit, jestli je materiál přijatelný. Z rezonančního dřeva smrku se vyrábí rezonanční desky, které slouží k výrobě strunných hudebních nástrojů. Funkcí rezonančního dřeva je zesílit tichý zvuk tvořený strunami a uvolnit vytvořenou energii do okolí. Na kvalitu hudebního nástroje má vliv velké množství aspektů. Z pohledu výrobce jsou to např. výběr materiálu, sušení ale i povrchová úprava. Rezonanční desky se

vyrábí jako desky radiální. Důvodem jsou malé rozměrové změny při sesychání a také větší Youngův modul pružnosti, který má v radiálním směru větší rychlost šíření zvuku jak ve směru tangenciálním. Hudební nástroje, tvořené rezonanční deskou ze dřeva, byly a jsou předmětem velkého zájmu mnoha výzkumných center a studií. Každý vyrobený nástroj má své určité vlastnosti, proto velmi záleží na materiálu, který použijeme na výrobu rezonanční desky.

Dřevěné šindele

Jednou z nejtradičnějších střešních krytin jsou dřevěné šindele. Kvůli požárům, které byly poměrně časté, byly v 18. století vytlačeny nehořlavými materiály. Dnes je možné občas vidět dřevěné šindele v horských oblastech. Šindele se vyrábějí ze dřeva smrkového i modřínového. K výrobě se nejvíce hodí dřevo od pařezu k první řadě větví, kde je dřevo nejcelistvější, nejpevnější a bez suků. V zásadě rozlišujeme dva typy šindelů a to alpský a valašský, který je tradičnější pro naše území. Na ochranu dřeva se používá vhodný fungicidní a insekticidní přípravek. Povrchová úprava se provádí bezbarvými nátěry, u nichž si dřevo ponechá svoji přirozenou barvu, nebo impregnací dřeva v požadovaném odstínu. Na střeše by se měl nátěr obnovovat přibližně každých pět let. Ve větším rozsahu se dnes dřevěné šindele používají na rekonstrukci památkově chráněných historických budov, dřevěných zvoníc a starých roubených staveb, ale občas i na novostavby v historickém stylu, zvláště na roubené objekty. (Kopta, Janoušková 2012)

Dříve byl šindel nazýván krytinou chudých. V dnešní době je to naopak, tuto skutečnost odráží vysoký podíl ruční práce, ale i vysoké vstupní náklady. Šindele se musí vyrábět ze stromů pomalu rostlých s daleko posazenými přesleny. Výroba šindele probíhá v zimě a není ojedinělé při výrobě narazit i na rezonanční dřevo, které je vhodným materiálem na výrobu hudebních nástrojů. U nás se nejčastěji vyrábějí šindele štípané za pomoci štípačky, následně se na jedné podélné straně vytvoří drážka ve tvaru V a na druhé straně špička, která zapadne do drážky. Přichystaný šindel se narovná do hrání a nechá se cca 3 měsíce schnout, poté se impregnuje přípravkem proti napadení dřevokazným hmyzem a dřevokaznými houbami. Najít strom, jehož věk je minimálně 100 let a je vhodný na výrobu

šindele není jednoduché ani v osvědčených lesních lokalitách. Kvalitu a podobu šindele v zásadě ovlivňují dva hlavní faktory, a to štípatelnost dřeva a vhodná hustota.

5.2.2. II. Třída jakosti

II. třída jakosti se zabývá výřezy určenými pro výrobu loupané dýhy, jež musí být řádně odvětveny, zkrácený kmen, jen s kůrou, ve zdravých výřezích, na obou koncích hladce zaříznutých sloužící pro výrobu loupané dýhy, pilařské a jiné zpracování. (Doporučená pravidla 2008)

Konstrukční dýhy

Tento typ dýh se vyrábí loupáním. Loupáním nazýváme dělení dřeva v rovině rovnoběžné s vlákny - probíhající ve spirále. Loupání dosáhneme otáčením výřezu, který je upnut na čelních plochách mezi čelisti, kolem vlastní osy. Nůž je nastaven tak, že řezná hrana je rovnoběžná s osou výřezu, posunuje se rovnoměrně ve směru kolmém na osu výřezu. Dýha je loupána z výřezu ve formě nekonečného pásu, jehož délka závisí na průměru loupáného výřezu a tloušťce dýhy. (Král 2011)

Už při pěstování se stromům určeným pro výrobu dýh věnuje velká péče. Kmeny se ve spodní části odvětují. Těžba suroviny probíhá většinou v zimě, protože je tak ochráněna před znehodnocením (škůdci, trhliny). Další ochrana se provádí buď na skládce v lese, nebo až po převozu do závodu. Loupáním dýh se zabývají výhradně specializované závody. Samotný proces loupání je po ekonomické, prostorové a technologické stránce dosti náročný. Než se dostaneme k finálnímu výrobku, kterým je dýha, musí kulatina projít odkorněním, plastifikací v pařících jamách, zkracováním kmenů, následně loupáním dýh, u něhož se provádí centrování a vkládání výřezu do loupacího stroje, vlastní loupání dýh a odebírání dýh. Zbylými operacemi jsou pak stříhání, sušení a třídění dýh. Loupané dýhy nedosahují takové kvality jako dýhy okrasné. Jejich využití spočívá hlavně ve výrobě překližek, které se dále rozlišují podle použití.

Překližky

Překližky jsou nevýznamnějším druhem překližovaných desek. Jejich uplatnění je z hlediska kombinací použitých dřevin, lepidel a povrchových úprav velmi rozsáhlé. Počet vrstev bývá lichý a podle účelu použití překližky se mění. Při výrobě překližky je možné kombinovat různé dřeviny, popřípadě vyrábět překližku pouze z jedné dřeviny a při odlišném počtu vrstev získáme desky, které se svými fyzikálně-mechanickými vlastnostmi i vzhledem liší. Lisují se v rovných lisovacích plochách nebo v tvarových formách. K vyhřívání lisovacích desek se nejčastěji využívá pára nebo horká voda. Překližky se podle možnosti upotřebení a způsobu výroby dělí na truhlářské, vodovzdorné, zdravotně nezávadné, letecké a tvarové. Truhlářské překližky jsou nejpoužívanějším druhem překližek. Svou konstrukcí, opracováním a lepením jsou určeny spíše pro vnitřní použití, převážně na výrobu nábytku. Překližky zdravotně nezávadné se vyrábějí stejně jako truhlářské, jsou pouze třívrstvé a jejich tloušťka je 4 a 5 mm. Jsou určeny k výrobě obalů pro potravinářský průmysl. Vodovzdorné překližky se hojně používají ve stavebnictví, strojírenství a obalové technice. (Kolektiv autorů 1972)

Výroba překližek se odvíjí od kvality vstupní suroviny a jejich rozměrů, stavu užívané techniky, počtu vrstev a velikosti vyráběných formátů překližek. Na výrobu 1 m³ se spotřebuje cca 2 - 2,3 m³ kulatiny. Tento poměr je dán odpadem a snižujícím se průměrem kulatiny, který má za následek klesající výtěžnost. Při výrobě překližek je třeba dbát na křížové uložení dřív, to má za následek téměř shodné mechanické vlastnosti v příčném a podélném směru. Dalšími výhodami překližek jsou např. pružnost, pevnost, částečná ohýbatelnost, malé změny plošných rozměrů při změně vlhkosti a viditelná textura. Použití překližek je velmi rozsáhlé. Překližky vodovzdorné a truhlářské se uplatňují hlavně ve stavebnictví, dále v nábytkářství, při výrobě obalů, v automobilovém průmyslu, jako podlahy vagonů, atd. Překližky jsou v dnešní době často nahrazovány OSB deskami, které mají podobné vlastnosti i způsob využití. OSB desky zastoupí především konstrukční překližky při konstrukci dřevostaveb nebo při výrobě obalů. Další podstatnou výhodou OSB desek, oproti překližkám, je nižší cena vstupní suroviny, což se odrazí na ceně konečného výrobku. V ČR se výroba překližek moc nedaří. Většina firem raději nakoupí levnější překližky z Indonésie a jiných zemí.

Zápalky

Zápalky jsou předmětem široké spotřeby, proto je nutné, aby měly značně vysokou jakost. Výběr dřevin pro výrobu zápalek je závislý na zvláštностech technologického postupu a na požadavcích, které jsou kladeny na jakost zápalek. Hlavní surovinou je dřevo, jež je podrobeno zejména mechanickému zpracování. Dřevo musí být impregnováno roztoky, které chrání před žhnutím, musí poskytovat čistý povrch a odolávat borcení a praskání při sušení. Velký význam má rovněž barva, smolovitost, hustota dřeva v kmeni a výskyt suků. Hlavními požadavky na jakost zápalek jsou: zápalková dřívka musí být hladká a nepokřivená, dřevo dřívek by mělo mít přirozené zbarvení, zápalková dřívka nesmějí po uhasnutí žhnout, musí být zajištěn přechod plamene z hlavičky na dřevo, hlavičky zápalek musí při tření o nátěr krabičky lehce vzplanout bez jisker a plamen musí při hoření zápalky ve vodorovné poloze snadno přecházet z hlavičky na dřívko, délka zápalkové hlavičky by měla být na všech stranách dřívka stejná. (Bystrov 1955)

Zápalky se musí skladovat v suchém prostředí, jelikož jsou méně odolné vůči vlhkosti. Je nutné dbát na správný způsob používání a to především při iniciaci plamene (škrtnutí). Ke vzplanutí zápalky dojde v důsledku energetického škrtnutí hlavičky o speciálně připravenou plochu. Tento způsob nám zaručí, že nedojde k samovolnému vzplanutí. Je důležité zmínit, že se v dnešní době k výrobě zápalek začal využívat častěji topol. Cena jedné krabičky kuřáckých zápalek je 8 Kč. (Anon. 2015h)



Obr. 3 Kuřácké zápalky (Anon. 2015b)

Bednáři

Bednářské výrobky dnes nacházíme pouze mezi archeologickými nálezy. Bednářství, zpracovávající a využívající dřevo, patří mezi naše nejstarší řemesla, s bohatou historií. Bednáři vyráběli běžné dřevěné nádoby z bílého měkkého dřeva - vany, škopky, bečky, necky, džbery, vědra, konve, apod. (Šplíchal et al 2007)

Typickým bednářským výrobkem může být smrkový džber stažený ocelovou obručí, který slouží k přenášení vody, chlazení nápojů a popřípadě k přípravě jídel. Pokud se však používá k přípravě jídel, jeho povrch nebývá upraven nebo je ošetřen zdravotně nezávadnými látkami. Prkýnka, ze kterých je džber vyroben, po nějaké době ještě nepatrně seschnou a vytvoří se spáry, proto se musí džber před použitím namočit do vody, aby se spáry uzavřely. Cena džberu, jenž je uvedený na obr. 4 činí 1 100 Kč. (Anon. 2015a)



Obr. 4 Smrkový džber (Anon. 2015a)

5.2.3. III. Třída jakosti

III. třída jakosti se zabývá výřezy určenými pro pilařské zpracování, které se dělí podle kvality na A, B, C, D. Na kvalitu A se vybírají kmeny, které jsou čerstvé, zdravé a rovné, téměř bez suků a dalších vad nebo jenom s malými vadami, většinou dříví prvotřídní jakosti. Na kvalitu B se používá čerstvé dříví běžné až prvotřídní jakosti, zdravé kmeny bez výskytů boulí a skupinových suků a dále s vadami do takového rozsahu, jenž je uveden v Doporučených pravidlech pro měření a třídění dříví v České republice 2008. Kvalita A a B se většinou nerozlišují. Dříví běžné jakosti až méně hodnotné, dovoleny jsou vady, které výrazně nesnižují přirozené vlastnosti dřeva je používáno pro kvalitu C. Do kvality D řadíme dříví, které vzhledem k vadám nelze zařadit do kvalit A, B, C. (Doporučená pravidla 2008)

III. A/B

Do jakostní třídy III. A/B řadíme truhlářské řezivo (prkna, fošny), jenž je vysušené a vhodné k výrobě truhlářských výrobků. Dále sem patří stavební řezivo (prkna, fošny, hranoly, hranolky a latě), které je možné díky své vysoké kvalitě použít i přímo jako součást interiéru.

Sauny

Dřevo v objektu sauny je materiálem, který má řadu vynikajících vlastností – je pevné, praktické, dobře se zpracovává i udržuje. Nejvhodnějším materiálem k obložení je dřevo, jelikož je hygroskopické a nedostávají se z něj do prostoru žádné škodliviny. Překližky, laťovky a dřevotřísky se nepoužívají, protože se do ovzduší mohou uvolňovat výpary z lepidel. Nejvíce se osvědčil smrk, topol i olše. (Pospíchal, Pavlovský 2003)

Sauny jsou speciální místnosti nebo celá stavení, která slouží k regeneraci a k relaxaci těla. Srdcem sauny je ohřívárna, která je vykládána dřevem a musí být dobře izolovaná od okolí. Používá se zde dřevo výhradně bez smůly. Pokud bychom chtěli použít smrkové dřevo, tak bych doporučil bezsmolný smrk.

Získáme ho např. pomocí tepelné úpravy dřeva a následným odpařením pryskyřice ve vakuové peci. (Maulis 2007)

V saunách se pohybují teploty od 60°C do 140°C, proto je důležité zvolit takové dřevo, které nebude pálit při styku s pokožkou. Takovým dřevem je například olše.

Dřeváky

Dřeváky neboli dřevěnky byla obuv buď celá ze dřeva, nebo bylo ze dřeva jen chodidlo a svršek tvořily pásy z kůže. Tato obuv byla hlavně pracovní, ale jejich velkou nevýhodou byla kluzká podrážka. Dřeváky se nejvíce vyráběly ze smrkového, olšového, březového, ořechového a občas i z bukového dřeva. V Čechách se dřeváky netěšily takové oblibě, jako tomu bylo ve Francii, Holandsku a v severozápadním Německu, kde se uplatňovaly především v dílnách, v jemnějším a elegantnějším provedení je nosily ženy v městských ulicích. Dřeváky se v Čechách vyráběly jen pro vlastní potřebu a to nejvíce v horských podmínkách. (Šplíchal et al 2007)

Výhodou dřeváků byla jejich poměrně velké odolnost proti povětrnostním vlivům a taky jejich nízká cena. Dnes se v Holandsku dřeváky vyrábějí pouze jako suvenýry. (Minář 2008)

V minulosti byl tento typ obuvi velmi oblíbený díky svým vlastnostem, avšak v dnešní době jsou dřeváky spíše módní záležitostí. Jejich podoba se nijak zvlášť nezměnila, stále mají vzhled otevřených sandálů či nazouváků. Podrážka bývá buď celá dřevěná, nebo potažena vrstvou pryže. Výhodou dřevěné obuvi je to, že nedeformuje nožní klenbu, proto anatomický tvar nohy zůstává zachován. Zajišťuje nám tak zdravou a pohodlnou chůzi. Dřeváky jsou vhodné i pro některé typy alergií. Mají dlouhou životnost a nízké pořizovací náklady.



Obr. 5 Holandské dřeváky (Anon. 2015c)

Srubové stěny

Jsou navrhovány pro bytové, společenské a provozní objekty. Mezi přednosti srubových stěn patří jednoduchost konstrukce, pevnost, poměrně velká životnost, dobrá tepelná izolace. (Kocura 1962)

Samo masivní dřevo obtížně splňuje neustále rostoucí nároky na tepelně izolační vlastnosti konstrukcí, proto se doplňuje další vrstvou tepelné izolace. Pokud je stavba správně provedena, protopíme v ní méně, než bychom očekávali a než by odpovídalo výpočtům a teoretickým poznatkům. (Růžička 2006)

Ke konstrukci srubových stěn se používá rovná a suchá kulatina nebo tyčovina, a to smrková nebo borová, která má vlhkost maximálně 25%. Srubové stěny jsou složeny z trámů, které se pokládají jeden na druhý a spojují se v místu napojení příčných stěn a v rozích budovy. (Kocura 1962)

Srubové stěny se zhotovují z masivní kulatiny, jejíž rozměry se pohybují od 25 - 30 cm v průměru a v rozích se napojují pomocí sedlového spoje, pro který jsou typické přesahy kmenů. Rozměry kulatiny na srubové stavby nejsou definovány, tloušťka kulatiny může být různá, podle přání zákazníka.

Výroba dřevěných postavíček a jiných hraček

Donedávna bylo dřevo nejoblíbenějším přírodním materiálem k výrobě betlémů a jiných figur. Z jehličnatých stromů se nejvíce hodí smrk, borovice, modřín a tis. Vedle celých vyřezávaných figurek řezbářem, někteří tvůrci betlémů jednotlivé části postav soustruhují a pomocí klínů skládají do konečné podoby. Zvláštní místo mají figurky vyřezávané a neobarvené, u kterých vyniká dokonalost řezby a často i záměrné využití kresby letokruhů. (Šplíchal et al 2007)

Dřevěné hračky jsou součástí národní kultury. Po dlouhou dobu vyráběny jen podomácku a jejich výroba byla jednoduchá a prostá. Později vznikla řemeslná výroba a strojní zařízení, díky kterým se technika výroby zdokonalila.



Obr. 6 Dřevěné hračky (Anon. 2015g)

III. C

Do jakostní třídy III. C patří stavební řezivo (prkna, fošny, hranoly, střešní latě), jež se používají jako nosné prvky a opláštění.

III. D

Zajišťovací klíny

Zajišťovací klíny se nejběžněji a nejvíce vyrábějí v rozměrech 100 x 120 x 200 mm, 120 x 140 x 350 mm a 160 x 180 x 400 mm s úhlem zešíkmení 45°. Mohou se vyrábět i v různých rozměrech podle přání odběratelů. Dřevo klínů nesmí být poškozeno měkkou hnilobou. Klíny se používají k zajišťování strojů a zařízení, přepravovaných na vagónech a nákladních automobilech, zvětšení stability nákladu. (Kuchtík 1988)

V dnešní době se dřevěné klíny vyrábějí málo, byly nahrazeny klíny plastovými a kovovými. Klíny zajišťují media, která se mohou kutálet a ve velké míře se používají k zajištění pásových a kolových vozidel. Klíny vyrobené ze dřeva by neměly mít praskliny, obsahovat měkkou hnilobu a napadení hmyzem, protože by mohlo dojít k uvolnění převáženého nákladu při zvýšeném působení tlaku na klín. Dřevěné klíny menších rozměrů slouží k vyrovnaní oken a zárubní při osazování.

Dále do jakostní třídy III. D můžeme zařadit pomocné dřevěné konstrukce užívané např. na stavbách, atypické palety a bedny, jež jsou určeny spíše k jednorázovému použití.

III. JEHLIČNATÉ VÝŘEZY PRO VÝROBU SLOUPŮ

Sloupy

Dřevěné sloupy se vyrábí loupáním, přičemž se odstraní lýko a část běle a dočistí se pořízem. Dělí podle účelu použití a délky. Podle účelu použití jsou sloupy sdělovací, energetické, chmelníkové a pro jiné účely. Podle délky se vyrábí 5 - 9 m s odstupňováním po 0,5 m a od 9 - 15 m s odstupňováním po 1 m. Tloušťka čepu se pohybuje od 10 - 25 cm. Na výrobu sloupů se používá smrk, jedle, borovice a modřín. Sloupy se musí impregnovat kvůli životnosti. Ke zvýšení životnosti sloupů se ta část, jež je vetknuta do země navrtá, čímž zlepšíme průnik impregnační látky. Nejčastěji se používají ke zhotovení nadzemního vedení, jak elektřiny, tak i sdělovacích linek. Cena sloupu s délkou 14 m a tloušťkou čepu 19 - 21 cm se pohybuje okolo 10 500 Kč. (Anon. 2015ch)

5.2.4. IV. Třída jakosti

IV. třída jakosti zahrnuje dříví pro výrobu dřevoviny, které musí být řádně odvětvené, zkrácené, neodkorněné a čerstvé. Dále sem patří dolovina a důlní výřezy, jež musí být řádně odvětveny, čerstvé, proschlé, bez prasklin a příznaků hniloby. Posledním zástupcem je tyčovina, která se vyrábí v kůře a dříví musí být dlouhé. (Doporučená pravidla 2008)

Dřevovina

Dřevovina je materiál, který se získává broušením nebo drcením především z jehličnatých ale i listnatých dřevin. Používá se na výrobu méně kvalitních

papírů, např. novinového. V současnosti je stále méně užíván, protože se nahrazuje sběrovým papírem.

Dolovina a důlní výřezy

V současnosti se dolovina a důlní výřezy využívají velmi málo, což je způsobeno úbytkem dolů. Můžeme říct, že se jedná o stavební materiál sloužící, jako výztuž malé plochy.

Tyčovina

Pro tyčovinu jsou typické malé průměry. Vyrábějí se z ní hrábě, špejle, žebříky.

Hrábě

Hrábě většinou vyráběli specializovaní koláři a truhláři. Spotřeba těchto výrobků byla značná a i v nejmenších hospodářstvích byly zapotřebí i několikery hrábě. Z mladého smrku nebo jedle se vyráběla násada, která byla zbavena kůry. Násada musela být po celém povrchu hladká, aby se do ruky nezadřela tříska a od zdola nahoru se zužovala. Na spodním konci byla zaštipnuta do vidlice, která byla zasazena do dvou menších otvorů v kolku hrábí. Hrábě se používaly na shrabování posekané trávy, která sloužila ke krmení dobytka a k sušení sena. Před zaoráním strniště se na shrabování zbylé slámy a zbytků obilných klasů, používaly pohrabáče větších rozměrů. (Šplíchal et al 2007)

Cena celodřevěných hrábí se pohybuje cca do 140 Kč. (Anon. 2015i)

Špejle

Špejle neboli špejlka byly produktem dřevěných domácích výrobků. Hoblovaly se ručně a k výrobě se využívalo dobré smrkové dřevo, dle potřeby i lípa. Do délky

30 cm je hobloval špejlař samostatně, pokud byly delší, musel pomocník pomáhat tahat hoblík. Nejprve se špalky nařezaly na požadované délky a následně rozčtvrtily. Po upnutí do ponku se udělala drážka úhlovým hoblíkem, aby vznikl nástup pro hoblík strouhající špejle. U vrcholu tohoto hoblíku byl otvor v průměru požadované síly špejle. Po ukončení výroby se špejle třídily a balily do požadovaných svazků. Špejle se především používaly při domácích zabijačkách k uzavírání střívek při dělání jitnic. (Šplíchal et al 2007)

Dřevěné špejle jsou nezbytnými pomůckami nejen v kuchyni a v gastronomickém průmyslu ale i v domácnostech obecně. Nejčastějším špejlařským materiálem je smrk, buk, lípa. Mají různý tvar, avšak nejčastěji se setkáváme s kulatými špejlemi. I když se na první pohled zdá, že výroba špejlí je časově nenáročný výrobní proces, opak je pravdou. Dřevo, z kterého se vyrábí, musí být zdravé bez napadení hmyzu, hniloby a suků. Špejle jsou především určeny k uzavírání střívek v uzenářské výrobě, ale mimo jiné i ke stavění modelů a vytváření jednoduchých dětských her. Cena klasických řeznických špejlí se pohybuje cca do 30 Kč. (Anon. 2015j)

Žebříky

Zařazujeme mezi lezecké nářadí, které slouží k překonání různých překážek a k výškovým pracím v nejrozmanitějších zaměstnáních. (Šplíchal et al 2007)

Skládají se z nosnic, příček a mečíků. Materiál na žebříky je výhradně smrkový. Na výrobu nosnic se vybírá tyčovina s takovým průměrem, aby se obráběním zbytečně neubíralo mladé dřevo, které je nejjakostnější. Nejlepší žebříky jsou takové, jehož nosnice jsou z jedné tyče, které se rozříznou na stejné poloviny. Takto vyrobený žebřík se nekroucí a nosnice nepraskají, protože má ke dřevu lepší přístup vzduch a dřevo vysychá stejnoměrně. Při výběru by tyčovina neměla být příliš popraskaná, deformovaná a bez velkých zarostlých suků. Příčky jsou opracovány do kulata a od středu ke krajům se jejich tloušťka zmenšuje. Vzdálenost příček bývá 28 - 32 cm. Soudržnost nosnic zajišťují mečíky, které jsou asi za každou 6. příčkou a v dolním konci žebříku řazeny hustěji. (Kocura 1962)

V dnešní době se dřevěné žebříky už moc nevyrábějí, protože jsou nahrazeny jinými materiály, jakými jsou například ocel, případně jiné kovy a plasty. Výhodou nedřevěných žebříků je, že jsou výškově nastavitelné, tudíž nezabírají moc místa a jsou více odolné proti ohni. Žebříky mají široké využití, jak v zemědělském a stavebním průmyslu, tak i na zahradě a u jiných drobných domácích prací.

Okružované sortimenty

Okružované sortimenty jsou okrouhlé nebo profilované prvky. Vyrábí se od průměru od 3 - 25 cm s délkou od 0,5 - 4 m. Jejich využití je poměrně rozsáhlé např. jako prvky zahradní architektury (palisády, pergoly, ploty), drobné stavby (altány, zastávky, chaty) ale i dětská hřiště. (osobní sdělení, 2015)

5.2.5. V. Třída jakosti

Do V. třídy jakosti se řadí dříví, které je určeno pro výrobu buničiny a desek na bázi dřeva. Dříví v této třídě musí být řádně odvětvené, zkrácené, čerstvé i proschlé, vhodné pro průmyslové zpracování, oba konce zaříznuté. (Doporučená pravidla 2008)

Buničina

Buničina je materiál, který se využívá na výrobu papíru a kartonu. Příprava buničiny je podmíněna odstraněním podílu doprovodných látek z rostlinného tkaniva - ligninu, hemicelulóz, živic, tuků, vosku a chemickými delignifikačními postupy se technicky získává výrobek nazývaný se buničina. Buničina se může získávat dvěma způsoby - sulfitové a alkalické delignifikační procesy. Pro kyselý a polokyselý sulfitový proces se používá především smrkové a jedlové dřevo. (Bučko 2001)

Buničina je nejčastějším materiálem sloužícím k výrobě papíru, kartonu, ale i viskozového hedvábí či celofánu. Pro výrobu sulfitové buničiny musí být dříví odkorněné do běla. U nás se používá hlavně smrkové dřevo. Pro výrobu buničiny se dříví dodává ve formě štěpek, pilařských odřezků a vlákninového rovnaného dříví. Vláknina se získává chemickou cestou, kdy se štěrky rozvaří v kotlích a pomocí chemikálií se rozpustí lignin. Následně dochází k uvolnění vláken. V závislosti na tom, jaké chemikálie se použijí, vzniká buničina buď sulfátová (zásaditá) či sulfitová (kyselá).

OSB desky

OSB desky jsou velkoplošné materiály, jenž se vyrábí z orientovaných třísek. Orientace třísek u vnějších vrstev je rovnoběžná s délkou desky, ve středové vrstvě jsou třísky orientovány kolmo na třísky vnějších vrstev nebo náhodně. Orientace a rozměr třísek mají vliv hlavně na pevnost v ohybu. Kvalita třísek závisí jak na surovině, tak na úrovni vybavení a jeho technickém stavu. Na výrobu OSB desek se používá kulatina o průměru 80 - 100 mm. Dřevo musí být relativně čerstvé, kvůli elasticitě třísek, proto nesmí vlhkost klesnout pod 60 %. Klasická tříska má rozměry 75 x 25 x 0,6 mm a její výsledná vlhkost po vysušení je 2 - 4 %. (Hrázský, Král 2007)

OSB desky mají řadu výhod. Jedna z nich je široká variabilita formátů s rozměry 2500 x 625, 1250 mm nebo 5000 x 1250 mm s vybranými tloušťkami od 6 mm do 32 mm. Např. cena desky o rozměru 18 x 1250 x 2500 mm je cca 150 Kč/m². (Anon. 2015k)

Dalšími výhodami jsou např. vysoká tvarová stabilita, velmi dobré mechanicko-fyzikální vlastnosti, snadná fixace, vznik malého množství spojů, šetrnost k životnímu prostředí a mnoho dalších. Jejich použití je velmi široké především ve stavebnictví, dále mohou sloužit na konstrukci prodejních stánků, výrobě billboardů atd. OSB desky se připevňují jako masivní dřevo, tzn. hřebíky, vruty a sponami, přičemž délka těchto prostředků musí být min. 2,5 násobek tloušťky desky s odstupňováním na krajích po 150 mm a ve středu po 300 mm. OSB desky

slouží především jako opláštění dřevostaveb pro svůj velmi dobrý výstužný charakter.

Vláknité desky

Vláknité desky je hromadný název pro odlišné typy desek se zcela rozdílnými vlastnostmi.

Vláknité desky jsou charakterizovány jako vláknitý materiál tloušťky 1,5 mm a více. Vyrábí se z lignocelulosoových vláken při použití ohřevu nebo tlaku. Ke spojení dojde zplstnatěním vláken a přidání syntetické pryskyřice na vlákno. Vláknité desky se vyrábí suchým nebo mokřým způsobem. (Hrázský, Král 2007)

Vláknité desky nekladou velké nároky na surovinu, protože je dřevo ve větším stupni rozkladu. Nezužítkovává se jenom dřív k tomu určené ale taky kusový odpad, jakým jsou odřezky a krajnice. K výrobě se využívají spíše jehličnaté dřeviny, jelikož mají delší vlákna (mokřý způsob). Málokterý materiál má tak široké uplatnění, jako vláknité desky. Nejpoužívanějšími vláknitými deskami jsou desky MDF (středně husté vláknité desky). Rozměrová variabilita je ještě větší jak u OSB desek. Vyrábí se v základních rozměrech 2850 x 2070, 1830, 2800 x 2070, 1250, 3000 x 1250 a 2500 x 675 mm s vybranými tloušťkami od 6 do 38 mm.

Např. cena desky o rozměru 18 x 2800 x 2070 činí cca 180 Kč/m². (Anon. 2015l)

Povrch MDF se dá upravit laminací, dýhováním, lakováním ale i frézováním v ploše i hraně.

Vyvinuly se i paropropustné MDF desky, jež se používají pro konstrukce střešních a obvodových plášťů. (Hrázský, Král 2007)

5.2.6. VI. Třída jakosti

VI. třída jakosti je určena pro palivové dříví. Toto dříví se zpracovává ze všech jehličnatých i listnatých dřevin, vyrábí se jako dříví rovnané a dovolují se u něj prakticky všechny vady. (Doporučená pravidla 2008)

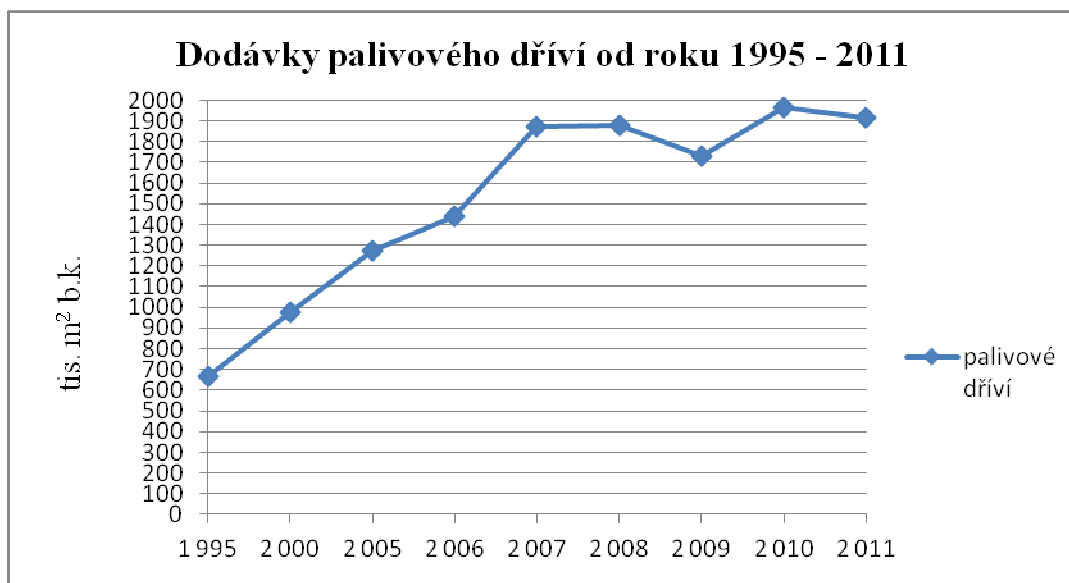
Palivové dříví

Palivové dříví je charakterizováno jako sortiment velmi nízké technologické jakosti, o jehož mechanické a chemické zpracování není v určitém časovém rozsahu zájem. Podíl palivového dříví z celkové produkce dřeva se neustále snižuje vzhledem k rozvíjení technologií zpracování dřeva. Je dodáváno převážně ve formě polen a štěpin o délce 1 m, ale je možné dodávat i v podobě hotových palivových špalíků. (Simanov 1995)

Tab. 12 Výhřevnost v MJ.kg⁻¹ absolutně suché dendromasy (Simanov, 1995)

Dřevina	Smrk	Borovice	Bříza
Kmenové dřevo	19,0	19,2	19,0
Kůra kmene	19,8	19,4	22,3
Větve bez zeleně	19,8	20,2	20,3
Jehličí	19,8	21,1	-

Za palivové dříví považujeme dříví, jež má maximálně 70% podíl hniloby, popřípadě musí mít jiné vady (křivost, sukovatost atd.). Pokud jde o dříví určené pro vytápění domácností, má většinou nižší podíl hniloby, obzvlášť jedná-li se o spalování v krbech, kde se rozsah hniloby pohybuje od 5 - 20 %. Dřevo z jehličnatých dřevin, obsahujících pryskyřici, se uplatní hlavně v kotlích, do krbů se více hodí dřevo z listnáčů (především tvrdých). S obsahem pryskyřice v jehličnatých dřevinách je spojena i vyšší výhřevnost, ale kvůli prskání a jiskření jsou méně oblíbená, což se odráží i na nižší ceně. Proto je jehličnaté dříví určené spíše pro přichystání třísek na podpal, nebo pokud potřebujeme rychlý a stálý žár. S rostoucí spotřebou biomasy roste i poptávka po palivovém dříví.



Obr. 7 Dodávky palivového dříví od roku 1995 – 2011

(Český statistický úřad 2015)

Na obr. 7 lze vidět nárůst spotřeby palivového dříví. Během 16 let se spotřeba palivového dříví více jak ztrojnásobila.

Další možnosti využití dřevních frakcí k energetickým účelům

Odpady z dřezpracujícího průmyslu

Odpady z dřezpracujícího průmyslu vznikají při primárním mechanickém zpracování dříví, např. krajiny, odpady dýh při loupání a krájení, odřezky řeziva při kapování. Kvalita dřeva je velmi dobrá, ale má nestandardní rozměry, tudíž končí na skládkách odpadu. Tento materiál je obvykle poměrně pružný, proto je dezintegrace obtížná, nejjednodušší je tedy spalování těchto odpadů v topeništích. Při energetickém využití odpadů z aglomerovaných materiálů nastává zcela jiná situace, protože je nutné brát ohled na chemické složení pojiv a nátěrových hmot. (Simanov 1995)

Odpady z dřevozpracujícího průmyslu tvoří u mnoha podniků nemalé procento materiálů, který se dá dále využít, hlavně jako palivo. Bývá také dobře cenově ohodnocen, jelikož je materiál již vysušen a u větších dřevozpracujících podniků může jít o poměrně zajímavé finanční částky. Tento odpad je přírodního původu, tudíž je ekologický a zbytečně nezatěžuje životní prostředí.

Piliny

Piliny vznikají při podélném příčném řezání dříví. Typický je jejich malý rozměr, který je zpravidla od 3 – 7 mm. Mají vysokou sorpční schopnost a proto je možné je využívat při lokálních únicích ropných produktů a následně bezškodně spálit. Jsou ideálním materiálem pro výrobu bio-briket. Při pořezu vzniká cca 10 % tohoto odpadu. (Simanov 1995)

Piliny jsou v podstatě sypký materiál, který považujeme za vedlejší produkt při mechanickém dělení a obrábění dřeva řeznými pilovými nástroji. Vznik pilin a jejich objem je závislý na sezonních a ekonomických vlivech (poptávka po řezivu, omezený provoz v zimním období atd.). Některé pilařské závody používají piliny na otápění nebo jako medium pro sušení. Především se však používají k výrobě dřevních pelet a v dnešní době i ekobriket. Tyto brikety jsou vyráběny pouze z čistých pilin bez znečišťujících příměsí (lepidel, laků, kamínků atd.), tedy pilin z prvotního pořezu, nikoli z nábytkářských provozů, jež jsou odebírány od vybraných zpracovatelů dřeva. Dále se využívají jako podestýlka pro koně a jiná zvířata.

Dřevěné uhlí

Dřevěné uhlí bývá charakterizováno jako drobný až kusovitý, tvrdý, pórovitý, snadno hořlavý, vysokouhlíkatý, nekystalický produkt suché destilace dřeva, mající černou barvu, matný kovový lesk, vyžralou dřevitou strukturu, při nárazu kovový zvuk, lasturovitý lom a vysokou absorpční schopnost. Bod vznícení je v rozmezí 300 - 400°C, výhřevnost činí průměrně 27,2 MJ.kg⁻¹ a to je asi 1,78 krát

větší než u dřeva. Drodivost uhlí je poté ovlivněna především použitou dřevinou. Nejméně se uhlí drobí z jehličnatých dřevin. (Simanov 1995)



Obr. 8 Dřevěné uhlí (Anon. 2015d)

Dřevní štěpky

Dřevní štěpky jsou dezintegrováním dřívím z klestu, prořezávkového materiálu, celých stromů i z odřezků kmenového dříví, vznikajících při druhození a adjustaci dříví na manipulačních skladech. Dodávají se v m^3 , prm (m^3 p.o. = m^3 prostorovém objemu), a nebo na váhu. (Simanov 1995)

Za pomoci experimentů bylo zjištěno, že optimální vlhkost pro spalování dřevní štěpky je 30 - 35%. (Simanov 1995)

Primární využití štěpky je bezesporu jako palivo do kotlů a kamen s vyšším výkonem, používaných v rodinných domech, elektrárnách, teplárnách a spalovnách. Vzhledem k tomu, že zásoba fosilních paliv je omezená a neustále se zmenšuje, jsou dřevní štěpky velmi dobrým a hlavně obnovitelným zdrojem energie. V ČR se za rok vyprodukuje cca 1 750 000 tun dřevní štěpky. S největší pravděpodobností můžeme v příštích letech předpokládat výraznou změnu

situace, přičemž poptávka po dřevní štěpce nepřiměřeně vzroste a převýší tak nabídku. Mimo energetické účely lze dřevní štěpky využít např. jako mulč do zahrad a nakonec jako přírodní hnojivo zanechané v nejbližším okolí porostů.

5.3. Kořenový systém a pařezy

Vyklučené pařezy se využívají i jako dekorační předměty do zahrad. Lze z nich taky vytvořit sedací nábytek, jehož přírodní vzhled nebude narušovat přírodně vyhlížející charakter zahrady.

5.4. Kůra

Donedávna se kůra využívala pouze k likvidování jako odpad, nikoliv jako zdroj energie, avšak v současné době je považována za významnou energetickou surovinu. Hodnota výhřevnosti kůry závisí na druhu dřeviny a obzvláště na vlhkosti kůry. Výhřevnost kůry s rostoucím obsahem vody klesá. Zpravidla je kůra spalována v krátké době po odkorňování a bez předsoušení. Pro zajištění vyhovujícího spalování je upravena velikost rozměrů kůry dle použitého spalovacího zařízení. Největší používaný rozměr nesmí přesahovat 4 - 5 cm. Ke spalování kůry je využívána řada principů, jako například spalování kůry na pevném roštu, na mechanickém roštu, v topeništi s přitlačovací stěnou apod. (Kuchtík 1988)

Výše uvedené platilo v 80tých letech, dnes se kůra využívá k mulčování

Kůra se využívá také jako zdroj suroviny pro zlepšování půdy. Surová kůra se ke zvýšení obsahu humusu v půdě bez předešlých úprav příliš nehodí, protože se špatně rozkládá. Kůra je upravována v drtičích tak, že v některých případech lze použít kůry o maximálních rozměrech, ovšem tím se rozpad kůry v půdě zpomalí. Dalším způsobem obohacením půdy organickými látkami je mulčování. Tento způsob se používá v lesních školkách, při pěstování rajčat, okurek, jahod apod. Zabráníme tím prorůstání plevelu a udržíme vlhkost v půdě, přičemž ušetříme čas i peníze nutné k zálivce. Doporučená výše nastýlky je 3 - 5 cm. K nastýlce v zakládajících parcích, kde kůra plní i dekorační cíle, se využívá kůra o větších rozměrech do 10 cm.

U kůry, která se využívá ke kompostování, je nutné upravit rozměry kůry drcením na frakce do 2 cm.

Z kůry je možné chemickou cestou získat odpovídající produkty. Jedná se převážně o hydrolýzu a extrakci organickými rozpouštědly a vodou. Extrakcí kůry organickými rozpouštědly lze získat vosky, tuky, mastné a pryskyřičné kyseliny, terpeny a jejich alkoholy. (Kuchtík 1988)

5.5. Pryskyřice

V přirozeném stavu má pryskyřice jen omezené využití. Velký význam má jako technická surovina pro chemický průmysl. Po přečištění se pomocí vodní destilace štěpí na terpentýnové silice a tzv. vařený terpentýn, které se dále zpracovávají na složky laků, barev, mýdel, mazadel, léků, tmelů, kosmetických přípravků, umělých vláken, insekticidů apod. Podle druhu dřeviny se rozlišují různé druhy terpentýnu, ze smrku terpentýn štrasburský. Po přecezení terpentýnu jsou tuhé zbytky dále tepelně zahušťovány na kalafunu. (Simanov 1995)

Smrková pryskyřice se v mnoha úpravách využívá k léčbě vnějších, ale i vnitřních obtíží, hlavně jako lék při revmatických onemocněních, bolestech kloubů a zad. Velmi účinnou složkou je především terpentýnová silice. Z pryskyřice se vyrábějí masti, používá se i do koupelí pro zajištění lepšího prokrvení kloubů a celých končetin. Předešlé generace používaly pryskyřici k léčbě respiračních onemocnění pomocí inhalace. Dnes je jednodušší koupit esenciální oleje, které lze aplikovat přímo do aromalamp nebo klasickou inhalací vodních par s jejich příměsí. (Váňa 2006)

V minulosti se využívala pryskyřice také k výrobě pochodní, které zajišťovaly osvětlení.

5.6. Větve

Mrazem ohrožené rostliny se přes zimu zakrývají smrkovými, popřípadě jedlovými větvemi, kvůli zahřívacímu efektu. Po těžbě dříví se smrkové nebo jedlové větve pokládaly k vylepšení alpských stezek. Teprve na ně pak přišel sypký materiál. (Strassmann 2008)

Výroba zátek z větví se v ČR objevila až po roce 1989. Největším problémem v prvopočátcích výroby byla technologie, jelikož takové strojní zařízení u nás neexistovalo. (Wezdenko, 2001)

Hlavním produktem vyráběným ze smrkových větví jsou zátky, které slouží na vyspravení vypadavých a shnilých suků, vad dřeva a řeziva na vnějších i vnitřních pohledových plochách nábytku z masivu. Větve se v sušárně suší na vlhkost 8% (+- 2%). Tento proces probíhá pomalu a opatrně, aby materiál nepopraskal. Velmi důležitá je vstupní vlhkost materiálu, od které se odvíjí doba sušení. Čerstvá větev, jejíž vlhkost je 60% se suší 14 dní a hmotnost větve se sníží za tuto dobu o 50 %. Materiál sušený na vzduchu, který má 20% vlhkosti se suší 4 - 5 dní s minimální ztrátou hmotnosti. Teplota sušení dosahuje maximálně 60°C. Nastavit tuto teplotu je možné až po 3 dnech sušení při nižší teplotě. Při sušení dochází vlivem sesychání ke ztrátám na průměru větve o 25 %. Po skončení sušení jsou větve obráběny na strojích na požadovaný průměr. Zátky se v největší míře vyrábí ze smrku, v nepatrném množství z borovice a velmi zřídka z jiných jehličnatých a listnatých dřevin. Standardně se zátky vyrábějí o průměrech 10 - 35 mm s odstupňováním po 5 mm. Tloušťka je 5 - 12 mm s odstupňováním po 2 mm.

Poptávka podle rozměrů zátek je velice proměnlivá.

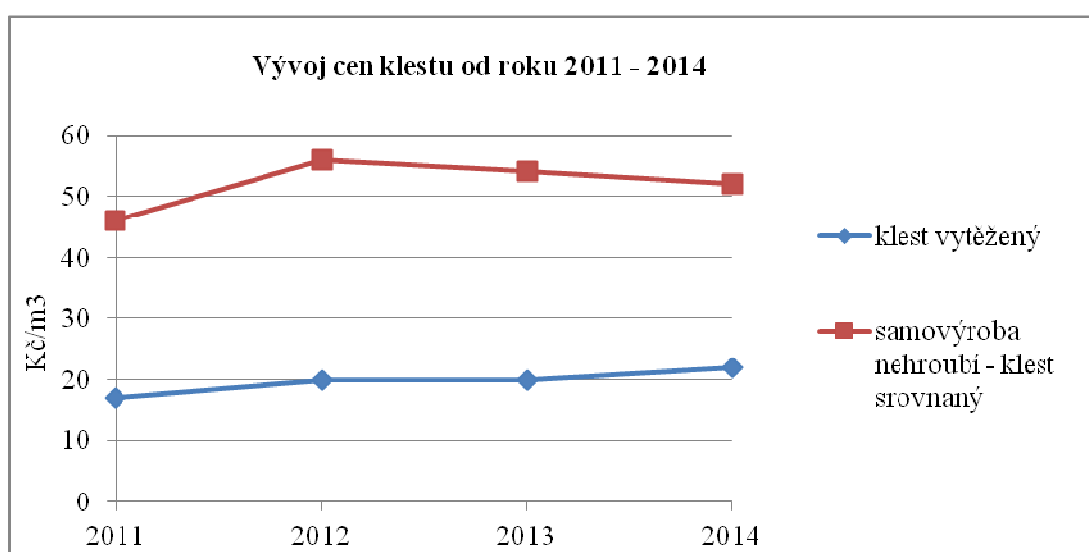


Obr. 9 Smrkové vyspravovací zátky (Anon. 2015e)

Smrkové zátky tvoří 95 % poptávky, borovice tvoří 4 - 5 %, ostatní dřeviny zbytek. (Wezdenko, 2001)

V ČR se nachází 6 firem, které se zabývají výrobou vysprávkovacích zátek.

Větve se ve velkém množství používají jako okrasný klest, který odebírají pohřební ústavy k výrobě smutečních věnců, jako další je výroba adventních věnců. Ceny dekoračního klestu se v dnešní době pohybují od 20 do 30 Kč/m³. (osobní sdělení, 2015)



Obr. 10 Vývoj cen klestu od roku 2011 – 2014 (Jelínek 2015)

5.7. Šišky

Hlavním důvodem sběru šišek je jejich luštění pro následné získání semen. Smrkové šišky se využívají v ozdravných koupelích, které pomáhají při katarrech dýchacích cest, poruchách prokrvení, bolestech kloubů a končetin, nervozitě, nespavosti a celkové vyčerpanosti. Hojně se také využívají na různé dekorační předměty, jako jsou např. věnce a svícny.

5.8. Semena

Semena jsou určena k výsevu ve školkách nebo k zalesňování sítí. Jejich sběr se provádí I., II., II., XI., XII. měsíc v roce. Rozlišujeme je podle kvality osiva, vnějších znaků a vnitřních vlastností. K uchování kvality semene je velmi důležitá přeprava z místa sběru do závodu k dalšímu uskladnění. K jejich přepravě se používají jutové pytle nebo koše. Po převzetí se rozhrnou do vrstvy vysoké max. 25 cm z důvodu poměrně velkého množství uvolňované vody, v řádně dezinfikovaných skladovacích prostorech. Osivo jehličnatých dřevin se skladuje v zavěšených jutových pytlích nebo se zmrazuje.

Základní cena semen smrku se pohybuje okolo 5 400 Kč.kg⁻¹ bez DPH. (Anon. 2015f)

6. Vánoční stromky

Pod pojmem vánoční stromek se rozumí nedospělý strom z lesních porostů či plantáží, který vykazuje určité jakostní znaky. (Kuchtík 1988)

Stromek, který je uplatnitelný na trhu, musí mít především pěknou barvu a tvar. Z tohoto důvodu se při pěstování kladou velké nároky na vláhové poměry, mikroklima a makroklima vybrané plochy. (Kravka 2012)

V našich podmínkách se jako vánoční stromky používají nedospělí jedinci jehličnatých dřevin, jako například smrk obecný, jedle, borovice a douglaska.

7. Závěr

Hlavním cílem a náplní bakalářské práce bylo zpracování komplexního využití biomasy smrku. Smrk patří mezi nejčastěji se vyskytující druh jehličnatých dřevin, které lze nalézt v lesích České republiky. Tato práce je podložena informacemi, které byly získány z literárních a internetových zdrojů, či konzultací s odborníky o této studované problematice. Poté byl zpracován přehled a využití produktů dle jakostních tříd a jednotlivých částí stromu. Byly vybrány pouze určité výrobky z daných jakostních tříd. Dřevo smrku první jakostní třídy bylo zaměřeno na výrobu rezonančního dříví, ze kterého se následně vyrábí hudební nástroje, dále se ze smrkového dříví první třídy jakosti vyrábí dřevěné šindele, jenž slouží jako střešní krytina. Druhá třída jakosti se zabývá výrobou konstrukčních dýh, které následně slouží k výrobě překližek. Dalším výrobkem uvedeným v této třídě jsou zápalky. U následující třídy je zastoupení výrobků rozsáhlejší od saun až po bednářské výrobky. Ve čtvrté třídě jakosti byly uvedeny žebříky, špejle a vánoční stromky. Předposlední třída jakosti se v této práci zabývá výrobou buničiny. Šestá třída jakosti je věnována palivovému dříví. Poslední kapitoly se zabývají využitím ostatních částí stromu a jeho produktů, jako jsou kořeny, kůra, větve, šišky, semena i pryskyřice.

V České republice je smrk nejrozšířenější hospodářsky zpracovávanou dřevinou. Patří mezi nejdůležitější užitkové a průmyslové dřeviny a co se týče využití, vyniká svou rozmanitostí produktů. I v budoucnu bude mít smrk na českém trhu své místo, díky svým dobrým vlastnostem.

Summary

The main purpose of this thesis was to elaborate a complex utilization of tree biomass of spruce. The spruce ranks among the most frequent species of coniferous trees that can be found in the forests of the Czech Republic. The thesis is supported by the information acquired from the printed and online sources, or based on the consultations with the specialist in this field. Then, the overview and the utilization of the products were created according to the grade of quality and individual parts of the tree. Only specific products from the given quality classes were chosen. The first quality class wood was directed to the production of resonant woods which is subsequently used for the manufacture of musical instruments; furthermore, the highest quality spruce wood is utilized for the production of wooden shingles which functions as roof coverings. The second quality class is engaged in manufacturing veneers that are later used for the production of plywood. Another articles associated with this class are the matches. The following class contains greater variety of articles from saunas to cooperage. To the forth quality class belongs ladders, wooden skewers. The next-to-last quality class dealt with in this thesis focuses on the production of cellulose. The sixth quality class is dedicated to firewood. The last chapters deal with the use of the other tree parts and their products such as roots, bark, branches, cones, seeds and resin.

The Spruce is the most widely spread tree species in the Czech Republic. It ranks among the most important utility and industrial tree species and when it comes to its utilization, the spruce excels with the vast variety of products that can be manufactured from it. Primarily thanks to its great properties, the spruce will definitely maintain its place on the Czech market in the future.

8. Použitá literatura

BUČKO, J., 2001 Chemické spracúvanie dreva v teórii a praxi: vysokoškolská učebnica. Vyd. 2. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 427 s. ISBN 80-228-1089-4.

BYSTROV, G., 1955. Výroba zápalek: určeno pro nižší kádry dřevařského průmyslu, nejširším technickým kádrům ve výrobě zápalek. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 375 s.

Doporučená pravidla pro měření a třídění dříví v České republice 2008 Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce, s. r. o. 147 s. ISBN 978-80-87154-01-4

DUCHOSLAV, E., 1893. Nauka o těžbě lesní: pro české lesníky a přátele českého lesnictví. Písek: J. Burian, 236 s.

GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J., 1996. Nauka o dřevě. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 176 s. ISBN 80-7157-194-6.

GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P., ŠLEZINGEROVÁ, J., 2009. Nauka o dřevě. 3. vyd. / . Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.

HANUSEK, O., et al. 1983. Zdroje rezonančního dříví a jejich využití: sborník přednášek. Ostrava: Státní vědecká knihovna, 85 s.

HORÁČEK, P., 1998. Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 124 s. ISBN 80-7157-347-7.

HRÁZSKÝ, J., a KRÁL, P., 2007. Kompozitní materiály na bázi dřeva. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 253 s. ISBN 978-80-7375-034-3.

JUREČKA, M., 2013. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 134 s. ISBN 978-80-7434-153-3

- KAFKA, E., 1989. Dřevařská příručka. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 2 sv. 485-986 s.
- KLIKA, J., a ČERNOHORSKÝ, Z., 1953. Jehličnaté. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 310 s., 44 s.
- KOCURA, J., 1962 Kolářství: učební text pro učňovské školy zemědělského oboru kolář. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 224 s.
- KOPTA, P., a JANOUŠKOVÁ, J., 2012. Šikmé střechy. 1. vyd. Praha: Grada, 155 s. ISBN 978-80-247-3484-2.
- KRÁL, P., 2011. Dýhy, překližky a lepené materiály. Vyd. 1. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 241 s. ISBN 978-80-7375-552-2.
- KRAVKA, M., 2012. Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd: metody vhodné pro malé a střední provozy. 1. vyd. Praha: Grada, 102 s. ISBN 978-80-247-3925-0.
- KUCHTÍK, J., 1988 Komplexní zpracování lesní biomasy. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 122 s.
- KUCHTÍK, J., 1988 Komplexní zpracování lesní biomasy. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 275 s.
- MADĚRA, P., a ÚRADNÍČEK, L., 2001. Dřeviny České republiky. Písek: Matice lesnická, 333 s. ISBN 80-86271-09-9.
- MAULIS, V., 2007. Rezonanční dříví. Bakalářská práce. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická a environmentální fakulta. 37s.
- MINÁŘ, M., 2008. Lidové řezbářství. 1. vyd. Praha: Grada, 156 s. ISBN 978-80-247-1722-7.
- MRÁČEK, Z., a PAŘEZ, J., 1986. Pěstování smrku. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 203 s.

MUSIL, I., a HAMERNÍK, J., 2007. Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: Lesnická dendrologie 1. Vyd. 1. Praha: Academia, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

PECINA, P., a PECINA, J., 2006. Materiály a technologie - dřevo. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 132 s. ISBN 80-210-4013-0.

POSPÍCHAL, Z., a PAVLOVSKÝ, J., 2003. Sauny. 1. vyd. Brno: ERA, 136 s. ISBN 80-86517-58-6.

POŽGAJ, A., 1993. Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava, PŘÍRODA, a. s., 488 s. ISBN 80-07-00960-4

RŮŽIČKA, M., 2006. Stavíme dům ze dřeva. 1. vyd. Praha: Grada, 117 s. ISBN 80-247-1461-2.

SIMANOV, V., 1995. Energetické využívání dříví: Možné způsoby energ.využívání těžebního odpadu a dalších opomíjených. 2.vyd. Olomouc: Terrapolis, 115 s.

SIMANOV, V., 1995. Přidružená lesní výroba. 1.vyd. Brno: MZLU, 88 s. ISBN 80-7157-160-1.

STRASSMANN, R., 2008. Stromy léčí: stromová terapie v praxi. Vyd. 1. Olomouc: Fontána, 293 s. ISBN 978-80-7336-425-0.

ŠPLÍCHAL V. et al. 2007. Poselství dřeva. Vyd. 1. Letohrad: Golempress, 702 s. ISBN 978-80-903883-0-7.

ÚRADNÍČEK L. et al. 2009. Dřeviny české republiky Copyright 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5

VÁŇA, P., 2006. Léčivé stromy a keře podle bylináře Pavla. Praha: Eminent, 153 s. ISBN 80-7281-224-6.

Velkoplošné materiály ze dřeva: výroba a použití v Československu: sborník referátů doplněný dalšími vybranými statěmi z celostátní konference ČSVTS konané v Praze v červnu 1971. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1972, 370 s.

Větvička, V., et al. 2005. Stromy a keře. 2. vyd. Praha: Aventinum, 288 s. ISBN 80-7151-254-0.

Vigué J., et al. 2013. Dřevo od A do Z. 5. vyd. Čestlice: Rebo pro Klub čtenářů, 427 s. ISBN 978-80-255-0717-9.

WALKER, A., 2009. Dřevo: velká encyklopedie: 150 druhů dřeva: podrobný průvodce "strom za stromem" : svět nejvšestrannějšího přírodního zdroje. 1. vyd. Praha: Grada, 192 s. ISBN 978-80-247-2858-2.

WEZDENKO, D., 2001. Využití větví pro výrobu vyspravovacích zátek. Diplomová práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. 49 s.

9. Internetové zdroje

ANONYMUS, 2015a. www.lhshop.cz [online] citováno 23. února 2015.

Dostupné na World Wide Web:

http://www.lhshop.cz/index.php?page=shop.product_details&category_id=472&flypage=trh_flypage.tpl&product_id=3044&option=com_virtuemart&Itemid=5&language=cs&vmcchk=1&Itemid=5

ANONYMUS, 2015b. www.solosirkarna.cz [online] citováno 16. dubna 2015

Dostupné na World Wide Web: <http://www.solosirkarna.cz/cs/produkty/zapalky/>

ANONYMUS, 2015c. www.dreveny-nabytek.cz [online] citováno 16. dubna 2015

Dostupné na World Wide Web: <http://www.dreveny-nabytek.cz/detail/9287-drevaky-holandske-spickou-bezbarvy>

ANONYMUS, 2015d. www.stavba.hyperinzerce.cz [online] citováno 16. dubna

2015 Dostupné na World Wide Web: <http://www.stavba.hyperinzerce.cz/stavebni-rezivo/inzerat/10379927-drevene-uhli-nabidka/#.VS-H7ZMgk5Y>

ANONYMUS, 2015e. www.nastatecku.cz [online] citováno 20. dubna 2015

Dostupné na World Wide Web: http://www.nastatecku.cz/_1453-suk--vyspravovaci-zatka-15mm-smrk.htm

ANONYMUS, 2015f. www.semenarskyzavod.cz [online] citováno 26. dubna

2015 Dostupné na World Wide Web

<http://www.semenarskyzavod.cz/stranky/cenik-osiva.aspx>

ANONYMUS, 2015g. www.regionalni-znacky.cz [online] citováno 29. dubna

2015 Dostupné na World Wide Web <http://www.regionalni-znacky.cz/prachensko/cs/certifikovane-produkty/detail/433/hracky-ze-dreva>

ANONYMUS, 2015h. www.specialka-shop.cz [online] citováno 29. dubna 2015

Dostupné na World Wide Web <http://www.specialka-shop.cz/www-jangajdos-cz/eshop/0/3/5/2706-Zapalky-kuracke>

ANONYMUS, 2015ch. www.elektrokorecek.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web <http://www.elektrokorecek.cz/drevene-sloupy-m/index.php?mid=50&pgr=3>

ANONYMUS, 2015i. www.enaradi.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web
http://enaradi.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=10833&category_id=364&keyword=hr%C3%A1b%C4%9B&option=com_virtuemart&Itemid=64

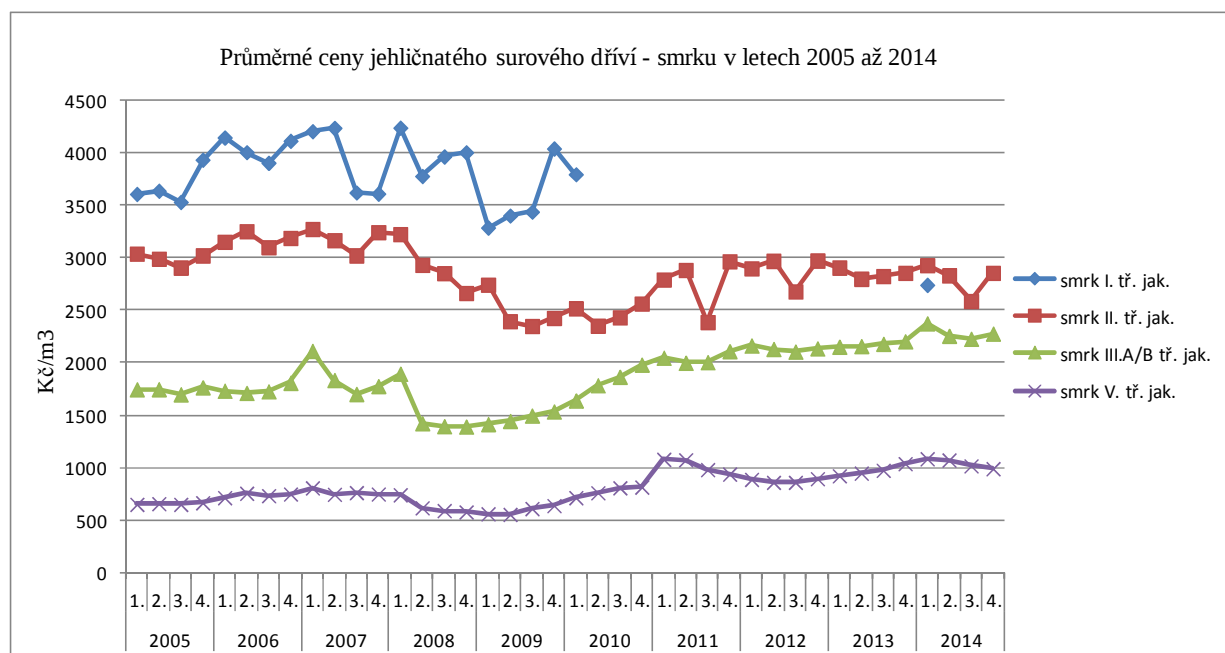
ANONYMUS, 2015j. www.elektromarket.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web
<http://www.elektromarket.cz/katalog/produkt/reznicke-spejle-100ks-30cm>

ANONYMUS, 2015k. www.stasa.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web <http://www.stasa.cz/osb-desky-cenik.html>

ANONYMUS, 2015l. www.sortim.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web
http://www.sortim.cz/fileadmin/user_upload/pdf/deskoviny/ceniky/2od.pdf

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2015 www.czso.cz [online] citováno 29. dubna 2015
Dostupné na World Wide Web <https://www.czso.cz/csu/czso/katalog-produktu>

10. Seznam příloh



Obr. 11 Průměrné ceny jehličnatého surového dříví - smrku v letech 2005 až 2014 (Český statistický úřad 2015)