

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav nauky o dřevě

**STANDARDIZACE V OBLASTI URČOVÁNÍ VLHKOSTI
A JAKOSTI VYSUŠENÉHO ŘEZIVA OD VZNIKU
ČESKOSLOVENSKA**

Bakalářská práce

2009/2010

Jakub Dömény

Zadávací list

*Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: **Standardizace v oblasti určování vlhkosti a jakosti vysušeného řeziva od vzniku Československa** zpracoval sám a uvedl jsem všechny použité prameny. Souhlasím, aby moje bakalářská práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a uložena v knihovně Mendelovy univerzity v Brně, zpřístupněna ke studijním účelům ve shodě s Vyhláškou rektora MZLU o archivaci elektronické podoby závěrečných prací.*

Autor kvalifikační práce se dále zavazuje, že před sepsáním licenční smlouvy o využití autorských práv díla s jinou osobou (subjektem) si vyžádá písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuje se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla dle řádné kalkulace.

V Brně, dne 23.4. 2010

.....
Jakub Dömény

Poděkování:

Touto cestou bych chtěl poděkovat Ing. Aleši Dejmalovi za odborné vedení a pomoc při přípravě mé bakalářské práce.

Jméno:

Jakub Dömény

Název bakalářské práce: **Standardizace v oblasti určování vlhkosti
a jakosti vysušeného řeziva od vzniku
Československa**

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou norem a metodik se zaměřením na vlhkost rostlého dřeva a jakost vysušeného řeziva.

Práce je pojata kompilační formou, kdy v literárním přehledu udává obecnou charakteristiku norem, vlhkosti dřeva, měření vlhkosti dřeva a určování jakosti vysušeného řeziva. Ve výsledcích je uveden ucelený přehled nalezených norem a metodik pro řešenou problematiku. Tento přehled je členěn podobně jako literární část a každá zmíněná norma a metodika obsahuje stručný popis.

Klíčová slova: norma, metodika, vlhkost, jakost, vady sušení, vlhkoměr

Name: **Jakub Dömény**

Title of bachelor work: **Standardization in the determination of moisture content and quality of dried lumber since the foundation of Czechoslovakia**

Abstract:

This thesis deals with the issues of standards and methodologies focusing on solid wood moisture content and quality of dried lumber.

The work is conceived in the form of compilation. The literary survey gives a general description of the standards, wood moisture, wood moisture measuring and determination of dried lumber quality. The results give an overview of standards and methodologies of the issue. This overview is structured similarly to literary section and each mentioned standard and methodology includes a brief description.

Key words: standard, methodics, moisture, quality, drying defects, moisture meter

OBSAH

1.	Úvod	9
2.	Cíl bakalářské práce.....	10
3.	Literární přehled.....	11
3.1	Obecně o normách	11
3.1.1	Historie normalizace.....	11
3.1.2	Existence norem platných v ČR.....	12
3.1.3	Hlavní úkoly norem	12
3.1.4	Tvorba technických norem.....	13
3.1.5	Autorská práva technických norem	13
3.1.6	Závaznost technických norem	13
3.1.7	Druhy technických norem	14
3.1.8	Evropské technické normy.....	14
3.1.9	Označování českých technických norem.....	15
3.2	Vlhkost dřeva	16
3.2.1	Vlhkost dřeva obecně	16
3.2.1.1	Navlhavost.....	17
3.2.1.2	Rovnovážná vlhkost dřeva	17
3.2.1.3	Nasákivost	17
3.2.1.4	Rozměrové změny spojené se změnou vlhkostí dřeva ...	18
3.2.2	Vlhkost dřeva v rostoucím stromě	18
3.2.3	Vlhkost v pokáceném stromě a dřevě po pořezu.....	19
3.2.4	Vlhkost dřeva ve fázi předsušení.....	19
3.2.5	Změny vlhkosti dřeva při průběhu sušení	19
3.2.5.1	Přirozené sušení	20
3.2.5.2	Umělé sušení.....	20
3.2.5.3	Konečná vlhkost dřeva po sušení	21
3.3	Metody zjišťování vlhkosti dřeva	22
3.3.1	Přímé metody zjišťování vlhkosti dřeva.....	22
3.3.1.1	Gravimetrická metoda.....	22
3.3.1.2	Chemické metody zjišťování vlhkosti dřeva	22
3.3.1.2.1	Destilační metoda.....	22
3.3.1.2.2	Jodometrická titrace	22
3.3.2	Nepřímé metody zjišťování vlhkosti dřeva	23
3.3.2.1	Měření vlhkosti dřeva elektrickými vlhkoměry.....	23
3.3.2.1.1	Odhad vlhkosti dřeva odporovými vlhkoměry	23

3.3.2.1.2	Odhad vlhkosti dielektrickými vlhkoměry	24
3.4	Jakost vysušeného řeziva	26
3.4.1	Hodnocení jakosti vysušeného řeziva	26
4.	Metodika.....	31
5.	Výsledky.....	32
5.1	Normy týkající se vlhkosti dřeva.....	32
5.1.1	Zjišťování nasákivosti a navlhavosti	32
5.1.2	Rozměrové změny.....	32
5.2	Normy týkající se vlhkosti dřeva při průběhu sušení	33
5.2.1	Přirozené sušení	33
5.2.2	Umělé sušení.....	34
5.3	Normy týkající se metod zjišťování vlhkosti dřeva	34
5.3.1	Gravimetrická metoda	34
5.3.2	Chemické metody zjišťování vlhkosti dřeva	35
5.3.2.1	Destilační	35
5.3.2.2	Jodometrická.....	35
5.3.3	Měření vlhkosti elektrickými vlhkoměry.....	36
5.3.3.1	Odhad vlhkosti dřeva odporovými vlhkoměry.....	36
5.3.3.2	Odhad vlhkosti dřeva kapacitními vlhkoměry	36
5.4	Normy určující jakost vysušeného řeziva	37
5.4.1	Zkornatění	37
5.4.2	Další jakostní znaky uvedené v kapitole 3.4.1	37
6.	Diskuse.....	39
7.	Závěr.....	42
8.	Summary.....	43
9.	Seznam použité literatury	44

1. ÚVOD

Dřevo je pro nás stále významnější, je to organický materiál rostlinného původu, který uspokojuje technické potřeby člověka, patří mezi obnovitelné suroviny a blahodárně působí na lidskou psychiku.

Dnes se používá čím dál více přírodních materiálů než v předešlých letech, především z důvodu udržování dobrého a zdravého životního prostředí. Dřevo se vyznačuje svou přirozenou krásou a jedinečnou strukturou, kterou nám žádný z umělých materiálů nemůže nahradit.

Lidé stále více trpí nedostatkem tohoto materiálů, především kvalitní suroviny pro nábytkáře. Vyvíjejí se stále nové technologie, aby nedocházelo k zbytečným ztrátám a zvyšování ceny.

Dříve než se začne se dřevem pracovat, musí se vysušit. Je to velmi důležitý proces, při kterém probíhá odstraňování vlhkosti ze dřeva. Pokud by tento proces nebyl proveden správně, docházelo by k velkým vadám a následným ztrátám. Abychom tomuto předešli, musíme postupovat správným způsobem, ve shodných podmínkách. Tyto podmínky jsou uvedeny v příslušných technických normách a metodikách.

2. CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvořit ucelený přehled dostupných platných i neplatných českých a československých norem a metodik pro stanovení vlhkosti rostlého dřeva a jakosti vysušeného řeziva k datu 31. prosince 2009.

Pro možnost stanovení výsledků je potřeba objasnit obecnou problematiku norem, dále pak definovat téma vlhkosti dřeva, zjišťování vlhkosti dřeva a zjišťování jakosti vysušeného řeziva. Na základě zjištěných skutečností budou nalezené normy a metodiky popsány, některé případně porovnány a u některých rozebrán i vývoj.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Obecně o normách

Technická norma neboli standard je předpis, který stanoví technické náležitosti, popř. technická řešení u opakovaných úkonů a dějů. Přesně stanovuje požadované vlastnosti, provedení, tvar nebo uspořádání opakujících se předmětů nebo způsobů a postupů práce, popř. vymezuje všeobecně užívané technické pojmy (Zákon č. 22/1997 Sb.).

3.1.1 Historie standardizace

Existence určité formy norem sahá již do samotných počátků lidstva. První normy byly vytvořeny jako potřeba člověka sladit své důležité činnosti s okolním prostředím. Příkladem bylo vytvoření jakéhosi prvotního kalendáře, kdy naši předkové před více jak 20 000 lety vyrývali v jeskyních symboly znázorňující dny, díky kterým byli schopni určit dobu sklizně. Dále pak se jedná o pozůstatky z dávných civilizací jako Babylon a Egypt, kde tyto normy obsahovaly například jednotky hmotnosti a vzdálenosti. Samozřejmě to nebyly normy, které známe v dnešní době, ale jednalo se zpočátku o obchodní smlouvy, později však o společensky uznávané písemné dokumenty.

První normy, které se podobaly těm dnešním, vznikly až v druhé polovině devatenáctého století.

Po průmyslové revoluci na počátku devatenáctého století, způsobila neexistence národních norem velké nedostatky. Těmi byli například časté pracovní úrazy a neuspořádanost technického opatření. Jeden z prvních normalizačních orgánů vznikl až v roce 1880 s názvem American society of mechanical engineers (ASME). Od přelomu 19. a 20. Století normalizace vzkvétala a pokračovala, až do podoby kdy jí známe dnes (Standarts 2010).

Roku 1922 byla v Československu založena první celostátní společnost pro všeobecnou normalizaci ČSN, která měla statut všeobecně prospěšné, neziskové organizace. Společnost tvořily výrobní podniky,

profesní svazy, komerční organizace apod. Členové platili členské příspěvky a podíleli se na činnosti společnosti. Návrhy technických norem zpracovávali odborníci z průmyslových podniků, výzkumných ústavů a vysokých škol. V roce 1951 byla tato společnost pro normalizaci ČSN zrušena a řízení technické normalizace převzal stát prostřednictvím nově založeného Úřadu pro normalizaci (ÚNMZ 2009).

3.1.2 Existence norem platných v ČR

České státní normy označujeme ČSN. Původně znamenaly Československé státní normy, později však Československé normy. Kromě ČSN existovaly ještě oborové normy (ON), číslované shodným systémem jako ČSN a podnikové normy (PN). Po osamostatnění České republiky bylo označení ČSN zachováno a zákon č. 22/1997 Sb. závazný výklad zkratky neobsahuje. Její význam se vykládá slovy Česká soustava norem nebo České státní normy. Zákonem chráněné výlučné slovní označení je česká technická norma.

Oborové normy byly podle novely zákona č. 632/1992 Sb. zrušeny k 31. 12. 1993. Ty oborové normy, které řešily technické požadavky v celonárodním měřítku, byly převedeny na ČSN, ty které řešily problematiku úzce oborovou, byly převedeny na normy podnikové nebo byly zrušeny bez náhrady (ÚNMZ 2009, zákon č. 22/1997 Sb.).

3.1.3 Hlavní úkoly norem

- a) zjednodušování a snižování rozmanitosti výrobků a činností
- b) dorozumívací funkce mezi výrobcem a zákazníkem a mezi výrobci v národním i mezinárodním měřítku
- c) zavádění symbolů a kódů ke zjednodušení obchodního styku a překonání potíží způsobených rozdílností jazyků
- d) zlepšení hospodárnosti
- e) ochrana spotřebitele (Militký 2009)

3.1.4 Tvorba technických norem

Na základě zákona 22/1997 Sb. vydalo Ministerstvo průmyslu a obchodu rozhodnutí č. 203/97, kterým byl s účinností od 1. září 1997 pověřen tvorbou a vydáváním českých technických norem Český normalizační institut. Ten tuto činnost vykonával až do konce roku 2008, kdy byl rozhodnutím ministra průmyslu a obchodu zrušen. Od 1. ledna 2009 tak tvorbu a vydávání ČSN zajišťuje Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Česká republika je plnoprávným členem CEN (Evropský výbor pro normalizaci). Od této doby má za povinnost prostřednictvím ÚNMZ převzít všechny evropské normy do své národní soustavy, ale současně má právo i povinnost účastnit se aktivně tvorby evropských norem (ÚNMZ 2009).

3.1.5 Autorská práva technických norem

Jakožto úřední díla jsou normy ČSN vyloučeny z ochrany autorským zákonem. Práva obdobná autorským jsou však chráněna speciálním ustanovením zákona č. 22/1997, Sb. 1 (§5, odstavec 8), jímž je zakázáno rozmnožování a rozšiřování českých norem nebo jejich částí bez souhlasu vydavatele (Zákon č. 22/1997 Sb.).

3.1.6 Závaznost technických norem

Závaznost technických norem byla dříve definována zákonem o technických normách. Novela zákona č. 22/1997 Sb. (provedená zákonem č. 71/2000 Sb.) výslovně uvádí, že česká technická norma není obecně závazná. To znamená, že v dnešní době jsou technické normy považovány pouze za kvalifikovaná doporučení, nikoli příkazy. Jejich používání je dobrovolné, avšak všestranně výhodné. Je potřeba mít na zřeteli, že zákony, vyhlášky a nařízení vlády mohou některé technické normy vyhlásit jako závazné. Proto je potřeba se na otázku závaznosti technických norem dívat vždy v kontextu platných zákonů a vyhlášek.

Zákony a vyhlášky jsou totiž ze své podstaty závazné a tudíž i v nich uvedené technické normy se stávají závaznými. Dalším způsobem, jak lze normu učinit závaznou, je její uvedení ve smlouvě (Hrázdil 2009).

3.1.7 Druhy technických norem

Normy se rozlišují podle místa vzniku a platnosti na:

- národní normy

ČSN (české normy)
a normy jiných zemí

- Normy evropského výboru CEN

EN (evropské normy)
ENV (předběžné evropské normy)

- Mezinárodní normy

ISO (International Organization for Standardization)

3.1.8 Evropské technické normy

Evropské technické normy jsou vypracovány na základě konsensu při společné práci odborníků z členských zemí. Tito odborníci jsou členy technických komisí evropských normalizačních organizací.

Normalizace je výborným nástrojem k usnadnění mezinárodního obchodu, hospodářské soutěže a přijetí inovací na trzích. Hlavním úkolem evropské normalizace je posílit její přínos k zvyšování konkurenceschopnosti malých a středních podniků (ÚNMZ 2009).

3.1.9 Označování českých technických norem

Za písmennou značkou normy (ČSN) se uvádí šestimístné třídící číslo, v němž první dvojčíslí se odděluje mezerou a značí třídu norem. Třetí a čtvrtá číslice označuje skupinu a podskupinu norem a poslední dvojčíslí představuje pořadové číslo normy.

Převzaté Evropské normy se označují původním označením, před které se přidává zkratka ČSN. Normě bývá zároveň přiřazen třídící znak ve formě tradičního šesticiferného označení podle třídy ČSN (ÚNMZ 2009).

3.2 Vlhkost dřeva

Pro možnost objasnění norem týkajících se vlhkosti dřeva, je nutné nejdříve charakterizovat obecně vlhkost dřeva a dále pak jednotlivé fáze, které začínají vlhkostí v rostoucím stromě a končí vlhkostí dřeva po vysušení.

3.2.1 Vlhkost dřeva obecně

Vlhkostí dřeva rozumíme množství vody, které se nachází ve dřevě. Vyjadřuje se poměrem hmotnosti vody k hmotnosti absolutně suchého dřeva, když hovoříme o absolutní vlhkosti. Pokud vlhkost dřeva vyjadřujeme poměrem hmotnosti vody a hmotností mokrého dřeva, hovoříme o relativní vlhkosti dřeva. Absolutní a relativní vlhkost dřeva se nejčastěji vyjadřuje v procentech a vypočítá se podle následujících vztahů:

$$w_{abs} = \frac{m_v}{m_0} \times 100 = \frac{m_w - m_0}{m_0} \times 100[\%]$$

$$w_{rel} = \frac{m_v}{m_w} \times 100 = \frac{m_w - m_0}{m_w} \times 100[\%]$$

kde znamená:

- w_{abs} – absolutní vlhkost,
- w_{rel} – relativní vlhkost,
- m_0 – hmotnost dřeva v absolutně suchém stavu,
- m_w – hmotnost dřeva při vlhkosti w ,

(Požgaj et al. 1997).

Z hlediska uložení ve dřevě můžeme vodu rozdělit na chemicky vázanou, vázanou – hygroscopickou a volnou – kapilární.

Chemicky vázaná voda je součástí chemických sloučenin. Nelze ji ze dřeva odstranit sušením, ale pouze spálením, proto je ve dřevě zastoupena i při nulové absolutní vlhkosti dřeva. Zjišťuje se při chemických analýzách dřeva a její celkové množství představuje 1–2% sušiny dřeva. Při charakteristice fyzikálních a mechanických vlastností nemá žádný význam.

Voda vázaná – hygrokopická se nachází v buněčných stěnách a je vázána vodíkovými můstky na hydroxylové skupiny OH amorfni části celulózy a hemicelulózy. Voda vázaná se ve dřevě vyskytuje při vlhkostech 0 – 30 %. Při charakteristice fyzikálních a mechanických vlastností má největší a zásadní význam.

Voda volná – kapilární vyplňuje ve dřevě lumény buněk a mezibuněčné prostory. Při charakteristice fyzikálních a mechanických vlastností má podstatně menší význam než voda vázaná (Horáček 2008).

3.2.1.1 Navlhavost

Dřevo je navlhavý hygrokopický materiál, který má schopnost měnit svojí vlhkost podle vlhkosti okolního prostředí. Z tohoto prostředí přijímá vodu ve formě vodní páry.

Příjem vlhkosti po mez hygrokopicity je spojen s rozměrovými změnami dřeva, se směnou pevnosti dřeva i s nárůstem hmotnosti (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009).

3.2.1.2 Rovnovážná vlhkost dřeva

Je-li dřevo umístěno ve vzduchu o určitých konstantních parametrech (tlak, teplota, relativní vlhkost), ustálí se vlhkost dřeva na určité odpovídající úrovni, která se nazývá rovnovážná vlhkost dřeva.

3.2.1.3 Nasáklivost

Nasáklivost je schopnost dřeva v důsledku pórovité struktury nasávat vodu ve formě kapaliny. Množství přijaté vody závisí především na objemu pórů ve dřevě, který je nepřímo úměrný hustotě dřeva. Všechny póry nebývají zpravidla zaplněny vodou díky přítomnosti pryskyřice nebo ucpání vodivých cest thylami. Se zvyšující se hustotou dřeva se nasáklivost dřeva snižuje. Zvýšením teploty se nasáklivost dřeva urychluje (Dejmal 1995).

3.2.1.4 Rozměrové změny spojené se změnou vlhkostí dřeva

Mění-li se vlhkost dřeva v rozsahu vody vázané, dřevo podléhá rozměrovým změnám. Snížení vlhkosti dřeva mokrého k mezi hygroskopicity nemá vliv na změnu rozměrů. Sesychání a bobtnání je lokalizováno v buněčné stěně, kde dochází k oddalování či přibližování fibrilální struktury. Tím se mění rozměry jednotlivých elementů a dřeva jako celku. Velký vliv na velikost sesychání a bobtnání má orientace fibril v buněčné stěně. Vzhledem k tomu, že největší podíl z buněčné stěny připadá na S_2 vrstvu sekundární buněčné stěny (až 90%), kde se orientace fibril příliš neodklání od podílné osy ($15\text{--}30^\circ$), dochází k maximálnímu sesychání a bobtnání napříč vláken. Sesychání a bobtnání v podélném směru podmíněné sklonem fibril je nepatrné. Malé rozměrové změny v podélném směru se vysvětlují tím, že molekuly vody nemohou vnikat mezi fibrily do valenčního řetězce v podélném spojení, takže nenastává jejich rozestupování v tomto směru (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009).

3.2.2 Vlhkost dřeva v rostoucím stromě

Vlhkost rostoucího stromu kolísá podle ročního období a druhu dřeviny. Kmeny rostoucích stromů obsahují v zimním období maximální vlhkost a v letních měsících minimální vlhkost.

Rozložení vlhkosti v kmeni rostoucího stromu je na průřezu i výšce nerovnoměrné. U jehličnanů je vlhkost běli 3 až 3,5 krát vyšší než vlhkost jádra nebo zralého dřeva. U listnatých dřevin není podstatný rozdíl mezi vlhkostí běli a jádra (Požgaj et al. 1997).

Vysoká vlhkost zdravého živého stromu, kterou zabezpečuje uzavřený povrch kmene, zpravidla nedovolí degradaci dřeva.

3.2.3 Vlhkost v pokáceném stromě a dřevě po pořezu

Čerstvě pokácené a nařezané dřevo obsahuje podle druhu dřeviny, polohy a stáří stromu mezi 50% a více než 100% vlhkosti. U listnatých dřevin je obecně množství vody vyšší než u jehličnatých dřevin. I uvnitř kmene jsou rozdíly, např. jarní dřevo a bělové dřevo obsahuje více vody než dřevo letní a jádrové (Požgaj et al. 1997).

Po tom co se strom pokácí a následně se z něj vyrobí řezivo, vyžaduje odstranění určitého množství vody ke zlepšení fyzikálních a mechanických vlastností dřeva a větší odolnosti vůči dřevokazným houbám.

3.2.4 Vlhkost dřeva ve fázi předsušení

Předsušením se snižuje vlhkost řeziva průměrně na 20% (15 až 30%). Cílem je snížit a zrovnoměrnit vstupní vlhkost řeziva při jeho následném umělém sušení, případně chránit řezivo před jeho napadením škůdci během skladování, případně přepravy. Rovnoměrnější vstupní vlhkost zvyšuje jakost sušení.

Umělé předsušení řeziva zkracuje ve srovnání s přirozeným předsušením dobu asi na 1/4 až 1/5, tím snižuje i nároky na skladovací plochy a hlavně na objem uskladněného řeziva.

3.2.5 Změny vlhkosti dřeva při průběhu sušení

Sušení je proces odstraňování vody ze dřeva. Cílem sušení je zvýšení rozměrové stálosti dřeva a výrobků z něho, zlepšení mnoha fyzikálních a mechanických vlastností a ochrana dřeva před biotickými škůdci. Při poklesu vlhkosti pod 20% ustává růst dřevokazných hub a plísní, během sušení při teplotách nad 60°C se ničí zárodky plísní, hub i hmyzu a dřevo se sterilizuje (Janák, Král 2003).

3.2.5.1 Přírozené sušení

Pod přírozeným sušením řeziva rozumíme způsob sušení na volných prostranstvích, při kterém je sušícím prostředím atmosférický vzduch (Trebula 1989).

Přírozené sušení se řídí stejnými zásadami jako sušení umělé a proto závisí také na teplotě, vlhkosti vzduchu a rychlosti proudění vzduchu, na dřevině, rozměrech materiálu, zejména tloušťce, na počáteční vlhkosti a na konečné požadované vlhkosti. Oba způsoby se od sebe liší tím, že při umělém sušení lze parametry sušícího prostředí měnit a řezivo vysušit na téměř libovolnou konečnou vlhkost.

Přírozené sušení ovlivňují povětrnostní podmínky. V našich klimatických podmínkách lze přírozeně řezivo vysušit maximálně na 13–15% vlhkosti. Běžně se uvádí hodnoty okolo 20 %. Přesto se přírozeně suší ještě poměrně značné objemy řeziva. Přírozené sušení přináší úspory energie a může se uskutečňovat téměř kdekoliv bez nároků na energii (Dejmal 2009).

3.2.5.2 Umělé sušení

Umělé sušení dřeva je snižování vlhkosti dřeva za uměle vytvořených podmínek a průběžně řízených podmínek. Těmito podmínkami jsou především teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu. K nim mohou u některých druhů sušení přistupovat i další, např. tlak vzduchu nebo působení chemických látek, případně se dřevo může vysušet v jiném prostředí než ve vzduchu (Janák, Král 2003).

3.2.5.3 Konečná vlhkost dřeva po sušení

Vlhkost dřeva má velký význam při zpracování dřeva a používání výrobků ze dřeva. Tato vlhkost se označuje za technickou vlhkost. Technická vlhkost zahrnuje jak výrobní tak provozní vlhkost. Jako obecně správné se považuje pravidlo, že výrobní vlhkost se má rovnat provozní vlhkosti, resp. u některých druhů výrobků má být o 1 – 2% nižší. Tím se předejde nežádoucím deformacím v důsledku kolísání teploty a relativní vlhkosti prostředí.

Doporučené vlhkosti dřevěných výrobků: (Dejmal 2009)

- | | |
|--|-----|
| • součásti k elektrickým přístrojům | 5% |
| • hudební nástroje, hračky, tužky, obklady stěn, nábytek do místností s ÚT | 7% |
| • dřevo pro vnitřní stavebně-truhlářské výrobky | 8% |
| • běžný dřevěný nábytek a vybavení lodí | 8% |
| • židle, sportovní potřeby, vnitřní vybavení dopravních prostředků | 10% |
| • běžné dřevěné podlahy | 11% |
| • vnější okna a dveře | 13% |
| • čluny a nákladní železniční vagóny | 14% |
| • lepené nosníky, stavebně-truhlářské výrobky | 15% |
| • vnější dveře, zahradní nábytek, vnější obklady | 16% |
| • bedny, obaly, sudy, stavební dřevo | 18% |
| • dřevo do přírody | 19% |
| • exportní řezivo, obaly na ovoce | 20% |
| • dřevo na ohýbání a impregnaci | 25% |

3.3 Metody zjišťování vlhkosti dřeva

Na zjišťování vlhkosti dřeva se používá celá řada metod, které se dělí na přímé a nepřímé.

3.3.1 Přímé metody zjišťování vlhkosti dřeva

Spočívají v přímém zjištění skutečného množství vody ve dřevě vážením. Mezi nejznámější přímé metody patří gravimetrická (váhová) metoda, dále pak destilační metoda a metoda založená na jodometrické titraci (Požgaj et al. 1997).

3.3.1.1 Gravimetrická metoda

Principem metody je zjištění hmotnosti vlhkého vzorku dřeva a absolutně vysušeného vzorku dřeva vážením. Jedná se o nejpřesnější metodu určení vlhkosti a používá se při posuzování přesnosti ostatních metod. Nevýhodou je časová náročnost, pracnost a nemožnost kontinuálního měření vlhkosti (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009).

3.3.1.2 Chemické metody zjišťování vlhkosti dřeva

3.3.1.2.1 *Destilační metoda*

Jedná se o zjištění hmotnosti vody ve dřevě na základě jejího objemového množství. Používá se zejména pro stanovení vlhkosti impregnovaného dřeva olejovitými látkami, kde je problematické použít gravimetrickou metodu, případně další metody (Požgaj et al. 1997).

3.3.1.2.2 *Jodometrická titrace*

Tato metoda je vhodná pro stanovení malého množství vody v různých organických i anorganických sloučeninách (Požgaj et al. 1997).

3.3.2 Nepřímé metody zjišťování vlhkosti dřeva

Nepřímé metody určují obsah vody prostřednictvím měření jiné veličiny, jejíž hodnota závisí na obsahu vody ve dřevě (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009).

Z nepřímých metod je u dřeva nejčastěji využíváno měření elektrofyzikálních veličin, které vykazují určitou závislost na vlhkost dřeva. Vlhkost dřeva výrazně ovlivňuje všechny elektrofyzikální veličiny dřeva, proto se všechny z těchto vlastností mohou pro účely měření vlhkosti dřeva použít (Horáček 2008).

3.3.2.1 Měření vlhkosti dřeva elektrickými vlhkoměry

Pod elektrickým vlhkoměrem rozumíme takový přístroj, jehož činnost spočívá v měření některé elektrické veličiny, která je výrazně ovlivňována vlhkostí dřeva.

S ohledem na druh elektrického napětí můžeme vlhkoměry rozlišovat na odporové s jednosměrným napětím a dielektrické se střídavým napětím.

Konkrétní elektrická veličina, která slouží pro zjišťování vlhkosti je však ovlivňována i dalšími fyzikálními činiteli. Tyto můžeme rozdělit na:

- vnitřní, dané vlastnostmi materiálu (druh, hustota, anizotropie, teplota, vady dřeva)
- vnější, tvořící podmínky měření (frekvence a intenzita elektrického pole, relativní vlhkost vzduchu, chemická kontaminace dřeva). (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009)

3.3.2.1.1 *Odhad vlhkosti dřeva odporovými vlhkoměry*

V rozmezí vlhkosti od 0 % do BNV klesá elektrický odpor vůči předcházejícímu elektrickému proudu. V uvedeném rozpětí vlhkosti je tento pokles přibližně o 10^6 v porovnání s jeho hodnotou v absolutně suchém stavu. Známé zákonitosti mezi vlhkostí dřeva a elektrickým

odporem umožňují používání elektrických odporových vlhkoměrů na dřevo, které pracují s přesností na ± 1 % (Požgaj et al. 1997).

Kontakt se dřevem v elektrickém obvodu vlhkoměru umožňují měřící elektrody. Tyto jsou konstruované buď jako samostatné, spojené s přístrojem kabelem nebo jako fixované na měřícím přístroji.

Používá se několik typů měřících elektrod. Podle konstrukce je možné měřící elektrody rozdělit na:

- zarážecí (jehlové)
- upínací (svorkové)
- přítlačné (razítkové z vodivé gumy nebo kovové)
- hloubkové
- zvláštní (válcové, kombinované)

Pokud je vlhkost měřeného dřeva konstantní, rovnoměrně rozložená po průřezu materiálu, potom výsledek měření prakticky nezávisí na typu elektrod. V zásadě platí, že přítlačné elektrody jsou vhodné na měření vlhkosti dých nebo povrchových vrstev dřeva. Zarážecí elektrody a elektrody s izolovanou vodivou špičkou umožňují zjišťovat vlhkost i při jejím nerovnoměrném rozložení po průřezu materiálem. Upínací elektrody jsou vhodné pro různé tloušťky materiálu. Při měření je potřebné vždy zajistit spolehlivý kontakt mezi elektrodami a dřevem.

3.3.2.1.2 *Odhad vlhkosti dielektrickými vlhkoměry*

Dielektrické vlhkoměry můžeme rozdělit podle měřené elektrické veličiny na vlhkoměry kapacitní, absorpční včetně mikrovlnných a admitační. Toto dělení dielektrických vlhkoměrů však nevystihuje přesně princip činnosti jednotlivých typů, protože některé vlhkoměry měří elektrickou veličinu ovlivněnou různou mírou dalšími elektrofyzikálními charakteristikami. Např. mikrovlnné vlhkoměry měří útlum elektromagnetického vlnění, přičemž konstanta útlumu je závislá nejen na ztrátovém čísle, ale i na permitivitě.

Z hlediska použitých frekvencí je možné dielektrické vlhkoměry rozdělit na nízkofrekvenční (nf), vysokofrekvenční (vf) a mikrovlnné

(vzf). Přenosné dielektrické vlhkoměry jsou převážně vysokofrekvenční a mikrovlnné, pracující ve frekvencích v intervalu 1 – 10 MHz a 0,1 – 5 GHz. Mimo uvedené metody byly u vlhkoměrů použity i další, např. metoda impedančního děliče elektrického napětí a metoda dvou rezonančních obvodů (Gandelová, Horáček, Šlezingerová 2009).

Odhad vlhkosti dřeva kapacitními vlhkoměry

Měření kapacity a ztrátového činitele elektrického proudu umožňuje zjišťovat vlhkost dřeva v rozsahu hygroskopicity vázané vody. Základem pro měření je kalibrační křivka závislosti permitivity na vlhkosti (Požgaj et al. 1997).

Odhad vlhkosti pomocí absorpčních a mikrovlnných vlhkoměrů

Adsorpční vlhkoměry měří adsorbovanou energii, která je úměrná ztrátovému činiteli. Tyto vlhkoměry mají podobné vlastnosti jako vlhkoměry kapacitní. Vlhkoměry, které pracují s frekvencí v rozsahu 1 až 100 GHz, se nazývají mikrovlnné vlhkoměry. Mají tu výhodu, že pracují s frekvencí, při které se vyskytuje maximální absorpce elektrické energie molekulami vody. Tím je možné dosáhnout vysokou citlivost měřicího přístroje (Požgaj et al. 1997).

3.4 Jakost vysušeného řeziva

Chceme-li být konkurenceschopní v dřevařském průmyslu, musíme mít definované kvality svých produktů a procesů. Sušení dřeva je jedním z nejdůležitějších procesů v prvovýrobě.

Při sušení dřeva může dojít k různým chybám z důvodu nedodržení technologických podmínek a faktorů. Znamenají téměř vždy větší či menší snížení kvality dřeva. Zatímco při přirozeném sušení bývají chyby zpravidla způsobeny nesprávným ukládáním, nebo skladováním, při umělém sušení je potřeba je hledat ve špatné obsluze nebo chybném nastavení sušících zařízení (Trávník 2005).

3.4.1 Hodnocení jakosti vysušeného řeziva

Na vysušeném a ochlazeném řezivu se zjišťují v první řadě tyto znaky: (Dejmal 2009)

- Konečná vlhkost dřeva
- Odchylka průměrné konečné vlhkosti od požadované
- Kolísání konečné vlhkosti
- Vlhkostní spád
- Zkornatění

Konečná vlhkost

Zjištění konečné vlhkosti dřeva je jedním z nejdůležitějších faktorů hodnocení jakosti vysušeného řeziva, protože má zásadní vliv na jeho vlastnosti a jeho cenu a ovlivňuje další zpracování materiálu.

Odchylka průměrné konečné vlhkosti od požadované

Je důležitá pro jednotlivé výrobky ze dřeva. Výrobky vyžadující vysokou kvalitu vstupního materiálu jako jsou například hudební nástroje, sportovní náradí, pažby, dýmky, ale například i vysoce jakostní nábytek, předpokládají maximální odchylku vlhkosti zpravidla do $\pm 0,5$ %. Naopak obaly, palety, řezivo pro stavební účely dovolují odchylku v průměrné konečné vlhkosti vyšší.

Kolísání konečné vlhkosti

V náplni sušárny se určí z rozdílu nejvyšší a nejnižší zjištěné vlhkosti řeziva. U materiálu vysoké jakosti je to do 2,0 %, u materiálu nízké jakosti je povoleno kolísání konečné nad 5,1 %.

Vlhkostní spád

Zjišťuje se z rozdílu vlhkostí na průřezu materiálu, zpravidla z vlhkosti středových a povrchových vrstev desky. Při hodnocení se proto zohledňuje tloušťka řeziva. U vysoce jakostních sortimentů jsou doporučovány u tloušťky do 28 mm rozdíly ve vlhkosti maximálně 1 % (Dejmal 2009).

Zkornatění

Zkornatění je charakterizováno jako trvalá deformace dřeva, kdy je při sušení dřeva překročena hranice pružných deformací.

Projev zbytkových napětí se zkouší po sušení na zkušebních vzorcích buď vidličkovou zkouškou, nebo rozřezáním vzorku desky ve středu tloušťky. Podle velikosti a tvaru příčné deformace se stanoví stupeň zkornatění vysušeného materiálu (Požgaj et al. 1997).

Další jakostní znaky a změny, které lze na vysušeném řezivu sledovat jsou: (Trebula 1997)

- Trvalé deformace
- Trhliny
- Kolaps
- Barevné změny
- Plísně a houby
- Ronění pryskyřice
- Sesychání
- Napadení hmyzem
- Atmosférická koroze

Trvalé deformace

Při snižování vlhkosti vznikají zpravidla ve dřevě v důsledku nerovnoměrného sesychání jednotlivých vrstev vnitřní napětí, která se skládají ze dvou složek. Jedná se o napětí vlhkostní, vzniklá v důsledku rozdílné vlhkosti na průřezu materiálu (gradientu vlhkosti), která způsobují tzv. pružné deformace a jsou přechodná. A napětí zbytková, která vznikají v důsledku relativně rychlého sušení dřeva, která mají v podstatě trvalý charakter. Výsledkem působení napětí v průběhu sušení jsou deformace materiálu. U deskového řeziva se rozlišuje zborcení příčné a podélné. Příčné zborcení je důsledkem rozdílné velikosti tangenciálního a radiálního seschnutí dřeva. Zvětšuje se vzdáleností desky od středu kmene. Nejčastějším projevem příčného zborcení je žlábkovitý tvar desky. Podélné prohnutí sortimentu může být vyvoláno například rozdílným podélným seschnutím části jádrové a části bělové, přítomností reakčního dřeva (rozdílnou hustotou dřeva), točivým růstem, přítomností dřevě, soku a vad (Dejmal 2009).

Trhliny

Na začátku sušení klesá vlhkost pod mez hygroskopicity nejdříve v povrchových vrstvách, které se snaží seschnout. Proti této deformaci působí vnitřní vrstvy, které mají vyšší vlhkost (nad mezí hygroskopicity nemění své rozměry) a brání volnému sesychání povrchových vrstev. V povrchových vrstvách tak vzniká zbytkové napětí a ve vnitřní zóně napětí tlakové. Jestliže velikost tahového napětí překročí mez pevnosti v tahu napříč vláken, dojde k roztržení povrchových pletiv a vzniku povrchových trhlin. Při dalším vysychání se charakter mění. Vnitřní vrstvy se dostávají do tahového napětí a povrchové vrstvy do tlakového napětí. Vzniklé povrchové trhliny se uzavřou a ve vnitřních vrstvách mohou vznikat při velkém tahovém napětí vnitřní trhliny (Horáček 2008).

Kolaps

Kolaps dřeva je vada vzniklá při sušení dřeva, kdy dochází ke zřetelnému zhroucení buněčné struktury a stlačení buněčných stěn směrem do lumenu buňky. Makroskopicky se kolaps dřeva projevuje vlnitým povrchem vysušeného dřeva a trhlinami jiné povahy, než mají trhliny výsušné. Obvykle jsou ke kolapsu náchylná málo propustná dřeva v souvislosti s malými poměry vodivých cest a vzniklými vysokými hodnotami kapilárního tahu v lumelech plně zavodněných buněk. Následkem vysokého kapilárního tahu kapaliny v lumelu je odpovídající mechanické namáhání buněčných stěn v příčném směru a v okamžiku kolapsu překročení jejich meze pevnosti v tlaku napříč vláken (Horáček 2008).

Barevné změny

Ke změnám zbarvení dochází převážně u listnatých dřevin. Příčinou jsou většinou příliš vysoké teploty při sušení nebo příliš dlouhé zvlhčování (Trávník 2005).

Houby a plísň

Houby napadající dřevo mění strukturu a vlastnosti napadeného dřeva. Dřevokazné houby mohou způsobit významnou ztrátu hmoty a snížení pevnosti dřeva. Oproti tomu dřevozbarvující houby a plísň představují především estetický problém, který však může mít negativní ekonomické důsledky (Holan 2010).

Ronění pryskyřice

Vyskytuje se u dřevin s obsahem pryskyřice, jsou-li sušeny při teplotách 60°C a vyšších. Vytékání pryskyřice sice neznehodnocuje technické vlastnosti dřeva, ale vadí při obrábění, lepení a ošetření povrchu (Trávník 2005).

Napadení hmyzem

Hmyz je nejvýznamnější a nejčastěji se vyskytující škůdce, který napadá dřevo. Hmyz (především larvy) dřevo používají jako zdroj potravy, úkryt a k rozmnožování. Nejznámější dřevokazný hmyz patří do řádu Coleoptera (brouci) a Isoptera (termiti). Tyto řády jsou hlavními škůdci dřeva a jsou také popisováni jako dřevo-žravý (xylophagous) hmyz. Kromě dřevokazného hmyzu se vyskytují druhořadí škůdci, kteří se ve dřevě množí, nebo dřevo obývají. Hmyz lze rovněž rozdělit na škůdce suchého a vlhkého dřeva (Holan 2010).

Atmosférická koroze

Kromě samotných vad, které vznikají při umělém sušení, musíme brát v úvahu i atmosférickou korozi dřeva, která se vytváří při dlouhodobém přirozeném sušení anebo uskladnění vysušeného dřeva. I když si materiál ve vhodných expozičních podmínkách zachovává svůj původní vzhled, strukturu i vlastnosti, v atmosférických podmínkách podléhá trvalým, více méně významným degradačním procesům a stárne okamžitě po těžbě (Trávník 2005).

4. METODIKA

Tato práce je pojata kompilační formou. Po prostudování dostupných zdrojů, jsou použity příslušné technické i zrušené oborové normy, dále pak metodiky a odborné články. Kritériem pro výběr podkladů je zaměření se na vlhkost rostlého dřeva a jakost vysušeného řeziva.

Dle literárního přehledu jsou členěny výsledky, které popisují každou kapitolu na základě odpovídajících norem a metodik.

V diskusi jsou některé technické i oborové normy porovnány a popsán i jejich vývoj a změny v čase.

5. VÝSLEDKY

5.1 Normy týkající se vlhkosti dřeva

Byla zjištěna platná technická norma s označením ČSN EN 844-4, zabývající se termíny pro vlhkost, které se používají v dřevozpracujícím průmyslu. Jedná se o převzatou evropskou normu, ve které jsou tyto termíny definovány v českém, francouzském, anglickém a německém jazyce. Je to jedna ze série norem vysvětlující terminologii dřevařských výrobků a jejich vlastností.

5.1.1 Zjišťování nasáklivosti a navlhavosti

Platná norma ČSN 49 0104 popisuje metodu zjišťování nasáklivosti a navlhavosti rostlého dřeva na zkušebních vzorcích.

Při zkoušce nasáklivosti se zjišťuje největší množství vody, které je schopno zkušební těleso přijmout, při dlouhodobém uložení ve vodě o určité teplotě.

Při zkoušce navlhavosti se zjišťuje rovnovážná vlhkost dřeva zkušebního tělesa, při dlouhodobém uložení v prostředí o stanovené teplotě a relativní vlhkosti vzduchu. Výsledky obou metod se uvádí v procentech.

5.1.2 Rozměrové změny

Metoda zjišťování sesychání je popsána v platné technické normě ČSN 49 0128. Je zde uveden podrobný postup celé zkoušky, zahrnující přípravu zkušebních těles, měření rozměrů tělesa s vlhkostí nad mezí hygroskopicity, sušení na 0% vlhkosti, měření rozměrů absolutně suchého tělesa a vyhodnocení výsledků.

Přídavky na sesychání jsou uvedeny v českých technických normách ČSN 49 1109 a ČSN 49 1209. V obou případech se jedná o platné normy, kdy ČSN 49 1109 stanovuje přídavky na sesychání jehličnatých dřevin a ČSN 49 1209 stanovuje přídavky na sesychání listnatých dřevin. Tyto

přidávky jsou zde uvedeny v tabulkách, které jsou závislé na požadovaném jmenovitém rozměru a na vlhkosti vysušení řeziva.

Mezi neplatné technické normy týkající se rozměrových změn v závislosti na vlhkosti dřeva patří:

- ČSN 49 0105 pro lineární sesychání,
- ČSN 49 0107 pro objemové sesychání,
- ČSN 49 0106 pro lineární bobtnání,
- ČSN 49 0127 pro objemové bobtnání.

Obě normy pro sesychání byly nahrazeny výše uvedenými normami ČSN 49 1109 a ČSN 49 1209. Obě normy pro bobtnání byly nahrazeny normou ČSN EN 317, ta se ale zabývá pouze třískovými a vláknitými deskami.

5.2 Normy týkající se vlhkosti dřeva při průběhu sušení

Terminologie sušení dřeva, která se používá v dřevozpracujícím průmyslu, technických podkladech, odborné literatuře, příručkách, obchodním styku apod. je uvedena v současně platné technické normě ČSN 49 0007. Cílem normy je odstranit nejednotnost jednotlivých názvů a nahradit je ustálenou terminologií. V této normě nalezneme vesměs stejnou terminologii jako ve výše uvedené normě ČSN EN 844-4 zabývající se termíny vlhkosti, která je rozšířená o termíny sušení dřeva.

V minulosti byla používána dnes již neplatná technická norma ČSN 49 0001 popisující názvosloví ochrany a sušení dřeva.

5.2.1 Přirozené sušení

Současně platnou normu zabývající se problematikou přirozeného sušení pilařských výrobků najdeme pod označením ČSN 49 0650.

V normě jsou uvedeny technické požadavky na prostorovou úpravu skladu, na základy hrání řeziva, stavbu hrání řeziva, zastřešení hrání,

ochranu řeziva proti trhlinám a požadavky na dobu sušení, které jsou uvedeny v tabulkách. Norma nezapomíná také na podmínky udržování skladu z hlediska bezpečnostních předpisů.

Ke zrušeným normám patří technické normy ČSN 49 0641 o uskladnění jehličnatého řeziva pro přirozené sušení a ČSN 49 0642 o uskladnění tvrdého listnatého řeziva pro přirozené sušení. Byla také nalezena oborová norma ON 49 0650 popisující přirozené sušení jehličnatých i listnatých dřevin.

5.2.2 Umělé sušení

Proces umělého sušení je podrobně popsán v oborové normě ON 49 0651. Norma sleduje omezení znehodnocování řeziva vadami sušení, sjednocení zásad řízení sušícího procesu, zvýšení kvality práce obsluhy a zajištění jakostního sušení se sníženou energetickou a ekonomickou náročností. Tato norma je ale neplatná, protože všechny oborové normy byly zákonem zrušeny k 31. 12. 1993.

Byla také nalezená metodika PRL (Prince Risborough Laboratory) zabývající se procesem umělého sušení. Dřeviny jsou v této metodice rozděleny do 12 skupin a jsou zde uvedeny tabulky se sušícími režimy.

5.3 Normy týkající se metod zjišťování vlhkosti dřeva

5.3.1 Gravimetrická metoda

Určování vlhkosti gravimetrickou metodou se v současné době zabývají platné technické normy ČSN EN 13183-1 a ČSN 49 0103. V minulosti byla používána, dnes již neplatná norma ČSN 49 1016.

- ČSN EN 13183-1 platí pro určování vlhkosti vzorku řeziva a dřeva, které bude frézováno nebo jinak povrchově mechanicky opracováno.
- ČSN 490103 zjišťuje vlhkost při fyzikálních a mechanických zkouškách.
- ČSN 49 1016 platila pro určování vlhkosti kontrolní metodou, což byla metoda gravimetrická a současně určovala vlhkost metodou pracovní, což bylo zjišťování vlhkosti s pomocí elektrických vlhkoměrů.

Všechny tyto normy popisují vysoušení zkušební vzorku v sušárně při teplotě $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ za určitou dobu. Z hmotnosti vzorku před sušením a po vysušení se vypočítá relativní vlhkost dřeva dle vzorce uvedeného v kapitole 3.2.1.

Podle Požgaje (1997) může vysoušení zkušební vzorku probíhat i v prostředí s nulovou vlhkostí, příkladem je vysoušení chemickými látkami, např. kyselinou sírovou, chloridem vápenatým a dalšími látkami.

5.3.2 Chemické metody zjišťování vlhkosti dřeva

5.3.2.1 Destilační

Pro postup zjišťování vlhkosti dřeva destilační metodou nebyla zjištěna žádná technická ani oborová norma, byla ale nalezena metodika podle Požgaje (1997), která podrobně popisuje postup celé zkoušky.

5.3.2.2 Jodometrická

Norma pro zjišťování vlhkosti dřeva jodometrickou metodou nebyla zjištěna a není také divu. Nejedná se totiž o metodu běžně používanou. Nalezena byla pouze metodika podle Fischera.

5.3.3 Měření vlhkosti elektrickými vlhkoměry

5.3.3.1 Odhad vlhkosti dřeva odporovými vlhkoměry

Platná technická norma ČSN EN 13183-2 určuje nedestruktivní metodu pro odhad vlhkosti dřeva užitím elektrického odporového vlhkoměru. Je zde uvedeno, že tato metoda je vhodná pro vlhkost dřeva přibližně mezi 7% až 30%. Norma obsahuje přílohu zabývající se vlhkostí dávky řeziva a určuje počet měření v závislosti na počtu vzorků.

5.3.3.2 Odhad vlhkosti dřeva kapacitními vlhkoměry

V platné technické normě ČSN EN 13183-3, která se zabývá odhadem vlhkosti kapacitním měřícím systémem, jsou popsány podmínky, které musí být splněny, aby bylo možno odhadnout vlhkost jednotlivého kusu řeziva. Podle normy je tato metoda vhodná pro vlhkost dřeva v rozmezí 7% až 30%. Přístroje, na které se norma odkazuje, jsou ruční kapacitní vlhkoměry s rovnou povrchovou plochou kondenzátorových desek, povrchovými pružinovými elektrodami nebo speciálními měřícími doteky, které nevnikají do dřeva. Přístroje mají stupnici nejméně do vlhkosti 30% oddělenou nejvíce po 1%. Nejčastěji jsou vybaveny korekcí hustoty a funkcí nastavení tloušťky materiálu. Norma obsahuje přílohy A a B. Příloha A slouží ke stanovení přesnosti kapacitního vlhkoměru pro dřevo. Příloha B se zabývá vlhkostí dávky řeziva a určuje počet měření v závislosti na počtu vzorků.

5.4 Normy určující jakost vysušeného řeziva

Jakost sušení závisí na spoustě různých faktorů, které jsou spojeny s dřevním materiálem a sušárnou. Právě proto byla připravena evropská norma pro kvalitu sušení EN 14298. Českou verzí této normy je ČSN EN 14298, která byla převzata překladem a má status české technické normy. Požadavky na kvalitu sušení musí podle této normy obsahovat žádanou vlhkost, dovolený rozsah průměrné konečné vlhkosti vztažený na vlhkost žádanou, dovolené rozptýlení vlhkosti mezi jednotlivými kusy a smí zde být zahrnut dovolený stupeň zkornatění.

5.4.1 Zkornatění

Zkouška zkornatění pomocí vidličkové zkoušky je podrobně popsána v současně platné technické normě ČSN 49 0645. Tato norma dělí řezivo do tří jakostních tříd, podle velikosti zkornatění uvedené v tabulce. Vidličková zkouška nám udává velikost zkornatění v procentech.

Zkouškou zkornatění rozřezáním vzorku se zabývá předběžná platná česká technická norma ČSN P ENV 14464, ve které je problematika popsána v anglickém jazyce. Je zde uveden podrobný postup celé zkoušky, který zahrnuje přípravu zkušební vzorku, rozřezání vzorku, klimatizaci, měření a vyhodnocení.

Zkoušku zkornatění rozřezáním vzorku můžeme nalézt také v metodice EDG (European wood drying group). Tato metodika se částečně liší od technické normy ČSN P ENV 14464, hlavním rozdílem je zařazení řeziva do tří jakostních tříd podle míry zkornatění.

5.4.2 Další jakostní znaky uvedené v kapitole 3.4.1

Neplatná oborová norma ON 49 0651, která již byla uvedena v kapitole 5.2.2 týkající se procesu umělého sušení, popisuje také hodnocení jakosti vysušeného řeziva. Jsou zde uvedeny stejné jakostní znaky jako ve výše uvedené technické normě ČSN EN 14298, které navíc

obsahují metodu pro stanovení vlhkostního spádu. Vlhkostní spád je možné určit i podle metodiky EDG (European wood drying group).

V metodice EDG můžeme nalézt také metodu pro určení povrchových, vnitřních i čelních trhlin a metodu pro měření kolapsu.

Metodika dle Trebuly (1997) uvádí tři zkoušky pro hodnocení barevných změn. První zkouška popisuje změnu barvy při působení páry o teplotě do 100°C druhá zkouška popisuje změnu barvy při působení páry o teplotě nad 100°C a třetí zkouška popisuje změnu barvy bukového dřeva ohřevem ve vodě.

6. DISKUSE

V kapitole 3.1.4 bylo pojednáno o závaznosti technických norem a nebylo by na škodu zamyslet se nad tématem, zda je dobře, že české technické normy nejsou obecně závazné. V době, kdy byly technické normy plně závazné, bylo možné se odchýlit od popsání řešení na základě udělení výjimky a tím byla stanovena i míra odpovědnosti. Kdežto v současné době může každý sám svobodně rozhodnout o stupni respektování požadavků platných českých technických norem a tím i o své míře odpovědnosti, kterou bude muset unést v případě vzniku škodné události na základě zanedbání některého z požadavků platných českých technických norem. Dle mého názoru je tedy dobře, že české technické normy nejsou obecně závazné, protože tato situace dává větší volnost a možnost používání například i různých metodik. Tato volnost je však na úkor větší zodpovědnosti, než při řešení problematik dle platných technických norem.

Další záležitostí, která stojí za zmínku je, že v současné době neexistuje žádná platná česká technická norma pro umělé sušení dřeva. Dle mého názoru je důvodem velký vývoj v této oblasti, kdy je celý proces řízen automaticky a všechny potřebné údaje pro kvalitní sušení jsou již obsaženy v software řídicí jednotky a ostatní důležité údaje udává výrobce sušárny. Další možnou alternativou, je existence podnikových norem, ale ty se bohužel nepodařilo získat.

Tuto myšlenku bych doložil porovnáním dvou vydání oborové normy ON 49 0651 a to z let 1967 a 1988. Pokud se podíváme na tyto dvě vydání, zjistíme, že norma z roku 1988 obsahuje několik inovací. Jednou z nich je rozšíření normy o pokyny pro řízení sušícího procesu pomocí automatické regulace. Před více než 20 lety se tedy v normě objevila jakási první poloautomatizace a automatizace pro proces umělého sušení. Pokud vezmeme v potaz obrovský vývoj v oblasti elektrotechniky za posledních 20 let, je zřejmé, že většina systémů sušícího procesu je dnes řízena automaticky.

To ale ovšem neznamená, že norma pro umělé sušení není potřebná. Vrátime-li se k porovnání výše uvedených vydání oborové normy, zjistíme, že další důležitou inovací je zařazení vysušeného řeziva do jakostní třídy. I když v současnosti existuje platná technická norma ČSN EN 14298 pro stanovení kvality sušení, neobsahuje tuto důležitou část pro zařazení do jakostní třídy.

Co se týče jakosti, v kapitole 5.4.1 byly popsány normy pro stanovení zkornatění ČSN 49 0645 a ČSN P ENV 14464, tyto normy se liší jak v postupu zkoušky, tak ve vyhodnocení výsledků. V prvním případě se jedná o českou normu, která pomocí vidličkové zkoušky vyhodnocuje míru zkornatění v procentech a následně zařazuje řezivo do jakostní třídy. V druhém případě se jedná o normu evropskou, která určuje zkornatění pomocí metody rozřezání vzorků. Ta vyhodnotí míru zkornatění pouze kladným nebo záporným číslem. Nedává nám tedy procento zkornatění a co je horší, hlavně nemá zařazení do jakostní třídy. Toto by mohl být problém v dodavatelsko-odběratelském vztahu, kdy sice máme českou normu s metodou vidličkové zkoušky, ale bohužel se nejedná o normu evropskou a tudíž pokud chceme obchodovat i s jinými zeměmi v rámci evropské unie, měli bychom použít její příslušnou normu. Dle mého názoru je absence jakosti v normě ČSN P ENV 14464 velkým nedostatkem, který by se měl rozhodně doplnit. Vždyť i metodika dle EDG (European wood drying group) popisující podobný postup zkoušky, toto zařazení do jakostní třídy obsahuje.

Dále se zaměříme na normy popisující přirozené sušení. Jak již bylo popsáno v kapitole 5.2.1, kromě platných technických norem byly objeveny také normy zrušené. Vzhledem k tomu, že se všechny tyto normy zabývají stejnou problematikou, která je pro nás důležitá, rád bych zde popsal jejich vývoj. Nejstarší zjištěné normy pro přirozené sušení jsou ČSN 49 0641 a ČSN 49 0642. Obě tyto normy byly schváleny roku 1957 a jedná se o vůbec nejstarší nalezené normy této bakalářské práce. Obě jsou si velice podobné, popisují uskladnění a přirozené sušení řeziva, přičemž jedna se zabývá listnatými a druhá jehličnatými

dřevinami. Roku 1963 byly tyto normy nahrazeny československou technickou normou ČSN 49 6050, která již popisuje uskladnění a přirozené sušení zároveň pro listnaté i jehličnaté dřeviny. V této normě přibyly nové možnosti uspořádání skladu a to díky používání nových manipulačních zařízení. Objevily se zde poprvé tabulky obsahující doporučené časy pro přirozené sušení. V roce 1978 vznikla oborová norma ON 49 6050 obsahující taktéž tabulky s časy pro přirozené sušení, ale ty pracují s počáteční vlhkostí řeziva okolo 80 %, zatím co technická norma pracuje s počáteční vlhkostí 45 až 60 %. Tato oborová norma platila až do data 31. 12. 1993, kdy byly všechny oborové normy zákonem zrušeny. Technická norma byla roku 1994 nahrazena novým vydáním současně platné technické normy ČSN 49 0650, která již byla popsána v kapitole 5.2.1.

Pro přirozené sušení tedy máme na rozdíl od sušení umělého platnou technickou normu. Důvodem bude pravděpodobně to, že na přirozeném sušení není tolik faktorů, které jsme schopni ovlivnit, jako při sušení umělém. Tím pádem normy pro přirozené sušení neprodělají až tolik zásadních změn jako normy pro sušení umělé a není tedy až tak náročné tyto normy vytvořit.

7. ZÁVĚR

Jedním z hlavních důvodů vzniku této bakalářské práce bylo vytvořit ucelený přehled norem a metodik, který je možno použít v problematice týkající se vlhkosti rostlého dřeva a jakosti vysušeného řeziva. Využití tedy najde především v oboru sušárenství. Tento přehled nám říká, které normy jsou platné, které neplatné a také obsahuje některé nalezené metodiky. Všechny tyto uvedené dokumenty jsou zde stručně popsány.

Přínosem této práce by měl být i celkově jasnější pohled na normy a standardizaci. Jedná se sice o nezávaznou ale zároveň nepostradatelnou záležitost.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že ne všechny normy odpovídají správně dané problematice, příkladem je norma pro určování jakosti a nová evropská norma pro zkoušku zkornatění, kdy ani jedna neobsahuje zařazení řeziva do jakostních tříd. Dalším nedostatkem je například neexistence normy pro umělé sušení. Bylo by tedy vhodné tyto nedostatky doplnit.

8. SUMMARY

This work presents an overview of all Czech and Czechoslovak standards and methodologies that address issues of moisture solid wood and quality of dried lumber up to 31st December 2009. Therefore it can be used especially in fields of wood drying process. This overview shows which standards are valid, or invalid and it also contains some methodologies which were found. All documents mentioned are briefly described, some of them are compared and some contain information about the historical development up to the present. The work should contribute to clearer overall view of standards and standardization. The results clearly show that not all standards correspond with the issue properly and it would be advisable to supplement these deficiencies.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. DEJMAL, A.: *Sušení dřeva–učební texty*. 2009. 92 s.
2. DEJMAL, A.: *Základy hydrotermické úpravy a ochrany dřeva*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. 192 s. ISBN 80-7157-163-6.
3. GANDELOVÁ, L., ŠLEZINGEROVÁ, J., HORÁČEK, P.: *Nauka o dřevě*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2009. 176 s. ISBN 978-80-7375-312-2.
4. HORÁČEK, P.: *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva I*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 124 s. ISBN 978-80-7375-169-2.
5. HRÁZDIL, J.: *Technické normy*, [online] citováno 11.února 2010. Dostupné na WWW: <http://www.normy.biz/>
6. JANÁK, K., KRÁL, P.: *Technologie I : pro studijní obor Nábytkářství*. 1. vyd. Praha: Informatorium, 2003. 204 s. ISBN 80-7333-003-2.
7. MILITKÝ, J.: *Textilní zkušebnictví*. Technická univerzita v Liberci, 83 s. [online], citováno 3.března 2010. Dostupné na WWW: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/ZKT1dil.pdf>
8. POŽGAJ, A. et al.: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Příroda Bratislava, 1997. 488 s.
9. STANDARDS: *History of Standards* [online], citováno 15.února 2010. Dostupné na WWW: <http://www.standards.org.au/cat.asp?catid=3>
10. TRÁVNÍK, A.: *Technologické operace výroby nábytku*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005. 178 s. ISBN 978-80-7157-865-9.
11. TREBULA, P.: *Hydrotermická úprava a ochrana dreva: časť Hydrotermická úprava dreva*. 1. vyd. Zvolen: Vysoká škola lesnícka a drevárska, 1989. 301 s.
12. TREBULA, P., KLEMENT, I.: *Sušenie a hydrotermická úprava dreva: Návod na cvičenia*. 1.vyd. Zvolen: 1997. 205 s. ISBN 80-228-0727-3

13. UNMZ: *Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví*. [online], citováno 29. prosince 2009. Dostupné na WWW: <http://www.unmz.cz>

Právní předpisy:

- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky

Normy:

- ČSN 49 0001 – *Ochrana dřeva. Názvy a definície* (1993)
- ČSN 49 0007 – *Názvoslovie v drevozpracujúcom priemysle. Sušenie dreva* (1979)
- ČSN 49 0103 – *Drevo. Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach* (1979)
- ČSN 49 0104 – *Skúšky vlastností rasteného dreva. Metóda zisťovania nasiakavosti a navlhavosti* (1987)
- ČSN 49 0105 – *Lineárna zoschýnavosť* (1961)
- ČSN 49 0106 – *Lineárne napúčanie* (1961)
- ČSN 49 0107 – *Objemová zoschýnavosť* (1961)
- ČSN 49 0127 – *Metóda zisťovania objemového napučania* (1979)
- ČSN 49 0128 – *Skúšky vlastností rastlého dreva. Metóda zisťovania zosýchavosti* (1989)
- ČSN 49 0641 – *Uskladnění a přirozené vysoušení řeziva jehličnatých dřevin na skladech* (1957)
- ČSN 49 0642 – *Uskladnenie a prirodzené vysušenie reziva tvrdých listnatých drevín na skladoch* (1957)
- ČSN 49 0645 – *Zkoušení jakosti usušeného dřeva. Zkouška zkornatění dřeva* (1964)

- ČSN 49 0650 – *Uskladňování pilařských výrobků pro přirozené sušení* (1963)
- ČSN 49 0650 – *Uskladňování pilařských výrobků pro přirozené sušení* (1994)
- ČSN 49 1016 – *Řezivo. Způsoby stanovení vlhkosti* (1982)
- ČSN 49 1109 – *Řezivo. Přídatky na sesychání řeziva jehličnatých dřevin* (1993)
- ČSN 49 1209 – *Listnaté rezivo. Přídatky na zosychanie* (1982)
- ČSN EN 13183-1 – *Vlhkost vzorku řeziva. Část 1: Stanovení váhovou metodou* (2002)
- ČSN EN 13183-2 – *Vlhkost vzorku řeziva. Část 2: Odhad elektrickou odporovou metodou* (2002)
- ČSN EN 13183-3 – *Vlhkost vzorku řeziva. Část 3: Odhad kapacitní metodou* (2005)
- ČSN EN 14298 – *Řezivo. Stanovení kvality sušení* (2005)
- ČSN EN 317 – *Třískové a vláknité desky. Stanovení bobtnání po uložení ve vodě* (1996)
- ČSN EN 844-4 – *Kulatina a řezivo. Část 4: Termíny pro vlhkost* (1998)
- ČSN P ENV 14464 – *Řezivo. Metoda stanovení zkornatění* (2003)
- ON 49 0650 – *Uskladňování řeziva pro přirozené sušení* (1978)
- ON 49 0651 – *Umělé sušení řeziva* (1967)
- ON 49 0651 – *Umělé sušení řeziva* (1988)