

METODIKA SNÍMÁNÍ A MĚŘENÍ VZORKŮ VIDLIČKOVÉ ZKOUŠKY KVALITY DŘEVA

A. Dejmal

Došlo: 26. července 2004

Abstract

DEJMAL, A.: *Methodology of scanning and measuring the prong test samples*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2004, LII, No. 5, pp. 83-90

The proposal of scanning and digitizing of prong test samples used for casehardening of wood is provided. The measurement of magnitude and stress state of residual stresses is usually done by prong test samples. Recently the numerical approach of given problem is more and more applied. To verify the credibility of the model, the comparison with factual specimen is needed. Therefore, the optimal methodological approach and process of specimen digitizing is out of demand. There are two means how to scan the samples, (1) using the analogical camera or (2) scanner. Both means has been tested. The results of scanning actual prong test samples show that application of scanner gives us more satisfactory outputs.

wood, lumber, drying quality, drying stress, prong test

1 ÚVOD

K určení rozsahu a charakteru zkornatění vysušeného dřeva (obr. 1) se používají různé standardní metody. Jednou z nich je tzv. vidličková zkouška. Vzhledem k tomu, že hodnocení uvedené zkoušky je závislé na mnoha faktorech, vzniká potřeba jednoznačně definovat podmínky pro aplikaci této zkoušky (Wel-

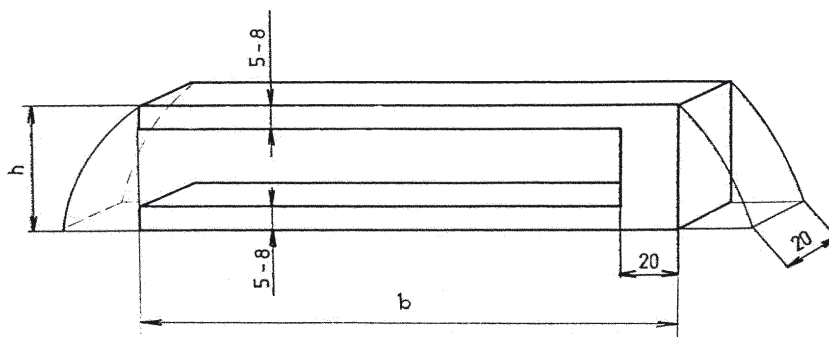
ling, 1994). Současné práce zabývající se vznikem mechanického napětí při sušení dřeva dospěly do stadia numerického modelování stavu vnitřního přetvoření materiálu (Fuller, 1995; Mårtensson a Swensson, 1999; Koňas, 2002). Trojrozměrný model definovaného materiálu je schopen zohlednit konvekční způsob sušení dřeva i příslušné podmínky sušení.



1: Zkornatění dřeva – ilustrační foto

V České republice se pro posouzení stavu zkornatění uměle vysušeného řeziva doposud používala tzv. vidličková zkouška podle ON 49 0651. Vzorky pro vidličkovou zkoušku se vyřezávají ve vzdálenosti minimálně 500 mm od čela desky. Tloušťka vzorku získaného dvěma rovnoběžnými příčnými řezy je 20 mm. Z tohoto polotovaru se u materiálu tloušťky do 50 mm vyřežou dalšími dvěma řezy rovnoběžnými s původní plochou desky ozuby, které se ukončí asi 20 mm od boku desky. Tloušťka ozubu je 5 až 8 mm (obr. 2). Vidličková zkouška se uskuteční za 24 hodin po vyvezení řeziva ze sušárny. Následně se zhotovené

vzorky uloží na dobu 24 hodin v místnosti s teplotou okolo 20 °C a relativní vlhkostí vzduchu 50 %. Po klimatizaci materiálu lze určit charakter a velikost tvarové změny v důsledku zkornatění vnitřní struktury dřeva. Velikost zkornatění se hodnotí na základě změny vzdálenosti vrcholů ozubu oproti původní tloušťce vysušené desky, přičemž se ve výpočtech dle ČSN 49 0645 zohledňuje i šířka desky. V tomto případě byla pro naše účely použita pouze ta část normy, která metodicky popisuje výrobu zkušební vidličky potřebné pro tvorbu snímku (obrazu) dané vidličky.



2: Vzorek pro hodnocení zkornatění dle ČSN 49 0651

Značnou část znehodnocení dřeva tvoří vady vzniklé v důsledku změn vlhkosti dřeva v průběhu sušení. Tyto vady mohou být příčinou mnoha technologických komplikací při zpracování vysušeného řeziva. Jde o vady viditelné a vady neviditelné. Viditelné vady jsou zborcení, trhliny, kolaps, změna barvy, vypadávání suků, ronění pryskyřice apod. Mezi vady neviditelné se řadí především zbytková napětí a nerovnoměrné rozložení vlhkosti dřeva (Siau, 1995; Trebula, 1996).

Sama identifikace a hodnocení neviditelných vad je problémem značně komplikovaným. Mění-li se vlhkost dřeva v rozsahu vody vázané, dochází vlivem hygroexpanze k rozměrovým změnám nativního materiálu. Při snižování vlhkosti vznikají ve dřevě při nerovnoměrném rozložení vlhkosti na průřezu určitá napětí (McMillen, 1958). Tato napětí se skládají ze dvou složek – z napětí vlhkového, které vzniká v důsledku gradientu vlhkosti a z napětí zbytkového. Vlhkovostní napětí mají dočasný charakter a defor-

mace s nimi související jsou považovány za vratné. Tato napětí zanikají po vyrovnání vlhkosti na průřezu materiálu. Zbytková napětí, vzniklá z důvodu nemožnosti materiálu přizpůsobit se bez strukturálních změn gradientu vlhkosti dřeva, jsou trvalá (McMillen a Wengert, 1978). Výsledkem působení tahových nebo tlakových napětí je zpravidla vznik zkornatění. Zkornatění je trvalá deformace dřeva způsobená překročením meze úměrnosti dřeva nevhodným sušením (Skaar, 1988; Keey, Langrish a Walker, 2000).

Tento v podstatě nevratný stav způsobuje značné problémy při některých technologických operacích spojených s dělením a obráběním dřeva. Zkornatělé dřevo reaguje při zpracování nežádoucími tvarovými změnami, což má za následek snížení celkového využití materiálu (Horáček, 1998).

Doposud se zjišťování stavu zkornatění vysušeného řeziva provádělo především pomocí vidličkové zkoušky. V průběhu let prošla tato zkouška u nás i v zahraničí mnoha úpravami. V posledním období

vzniklo několik nových odborných prací, které se problematikou hodnocení kvality vysušeného řeziva a významem vidličkové zkoušky zabývají (Welling, 1994; Fuller, 1995; Trebula a Klement, 1997; Koňas, 2003). Ukazuje se značná nejednoznačnost ve výkladu této zkušební metody. Cílem výzkumu, který byl na MZLU v Brně zahájen v roce 2002, je ověření numerického modelu vidličkové zkoušky zkornatění dřeva experimentem. V rámci tohoto šetření bylo potřeba vytvořit metodický postup snímání tvaru vzorků vidliček pro získání údajů nutných k porovnání řešení numerického modelu vidličkové zkoušky s experimentem. Metodika snímání tvaru zkušební vidličky k určení stupně zkornatění vysušeného dřeva je předmětem tohoto článku.

2 MATERIÁL A METODY

2.1 Snímání objektu kamerou s makroobjektivem

Pro snímání vidličky vysušeného borového řeziva tloušťky 48 mm vyrobené dle ON 49 0651 byla použita analogová kamera Hitachi HV-C20 s makroobjektivem, dostupná v biometrické laboratoři Lesnické a dřevařské fakulty (LDF) Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně (MZLU). Pro snadnější uložení vidliček pod objektivem kamery byl zhotoven speciální přípravek, skládající se z rovné podložky, milimetrové sítě na bílém podkladu a vymezovacího úhelníku. Do tohoto přípravku se vkládala zkušební tělíska pro zkoušku zkornatění a provádělo se snímání tvarů vidliček. Digitalizované snímky byly uloženy do paměti počítače. Problém nastal u snímání tělísek vyřezaných z desky širší více než 160 mm. Tato tělíska se nevešla do hledáčku objektivu kamery celá. Proto bylo nutno postupovat tak, že byl zhotoven snímek jedné části tělíska a po posunutí objektu byla sejmuta část druhá.

Takto získaná databáze snímků může být následně použita jako základní materiál pro zaměření souřadnic vybraných bodů na zkušebním vzorku. K zaměření souřadnic bodů určujících tvar vidličky se předpokládalo použití programu pro obrazovou analýzu LUCIA, který umožňuje měření bodů určených pomocí milimetrové sítě na snímku. Snímky měly být podrobeny řadě měření a získané údaje měly být použity při porovnání skutečného stavu zkornatění dřeva s numericky řešeným modelem.

Zvolený postup se ukázal jako relativně komplikovaný, proto byl hledán jiný, vhodnější způsob snímání vzorku vidličky, který by poskytl obdobný výstup a umožnil jednodušší přenos dat potřebných pro obrazovou analýzu.

2.2 Snímání objektu deskovým skenerem

Jako další možná alternativa snímání vidličky pro určení stavu zkornatění vysušeného dřeva bylo použití skeneru. Způsob snímání objektu pomocí deskové-

ho skeneru Epson Perfektion 1660 Photo je používán na Ústavu nauky o dřevě MZLU v Brně. Princip metody spočívá ve snímání plochy opracovaného vzorku dřeva deskovým skenerem a v uložení získaného digitálního snímku do paměti počítače. Na průsvitnou fólii s rastrem položenou na pracovní ploše skeneru je uloženo zkušební tělísko. Pomocí pohyblivé snímací hlavy skeneru je vytvořen elektronický obraz jakékoliv vidličky z připravených souborů. Získaný snímek je kompletně použitelný k zaměření souřadnic bodů určujících tvar vidličky v programu pro obrazovou analýzu LUCIA. Při uplatnění popsaného způsobu snímání zkušebních vzorků bylo možno měřit souřadnice jednotlivých bodů na vidličce a provádět grafickou transformaci koncových vrcholových bodů vidliček do původního rozměru. Pracnost a časová náročnost snímání při tomto způsobu byly významně nižší.

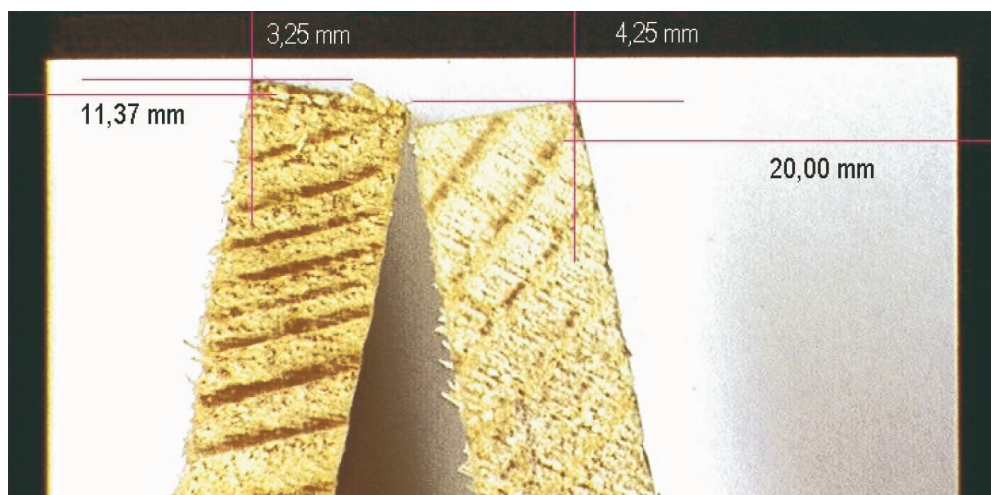
3 VÝSLEDKY A DISKUSE

3.1 Hodnocení způsobů snímání

V posledním období se o problému kvality sušení hovoří častěji, a to především v souvislosti s činností European Drying Group (EDG) (Welling, 1994 (I, II)). Na základě některých literárních pramenů z posledního desetiletí publikovaných v rámci European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST Action E15), ale i podle prací publikovaných ve Forest Product Laboratory (FPL) z USA (Fuller, 1995), lze i nadále předpokládat využití experimentální vidličkové zkoušky při stanovení zkornatění řeziva v průběhu sušení i pro stanovení konečné kvality vysušeného materiálu. V některých pracích (Welling, 1994; Fuller, 1995) je však význam vidličkové zkoušky návrhy variantních řešení částečně zpochybněn. V roce 2002 bylo Koňasem publikováno numerické řešení trojrozměrného modelu vidličkové zkoušky pomocí metody konečných prvků (MKP). V současnosti se na našem pracovišti ověřuje tento model experimentem. Součástí experimentu je proces snímání (digitalizace) vzorků vidliček pro účely měření pomocí software pro obrazovou analýzu. Byly ověřeny dva metodické postupy snímání vzorků. V prvním případě byla k pořízením snímků použita analogová kamera, ve druhém skener s bílým pozadím.

3.1.1 Snímání objektu kamerou s makroobjektivem

U snímání objektu pomocí kamery s makroobjektivem (Hitachi HV-C20) (obr. 3) nebylo možno sejmout na jeden snímek vzorek s rozměrem b větším než 160 mm. Proto bylo nutno pro vidličky větších rozměrů zhotovit snímky dva, což činnost značně komplikovalo. Nutnou podmínkou pro porovnání stavu zkornatění vysušeného dřeva před rozřezáním a po rozřezání je jednoduchá transformace koncových vrcholových bodů vidliček do původního rozměru. Rozdělení snímku by tuto transformaci ztěžovalo.



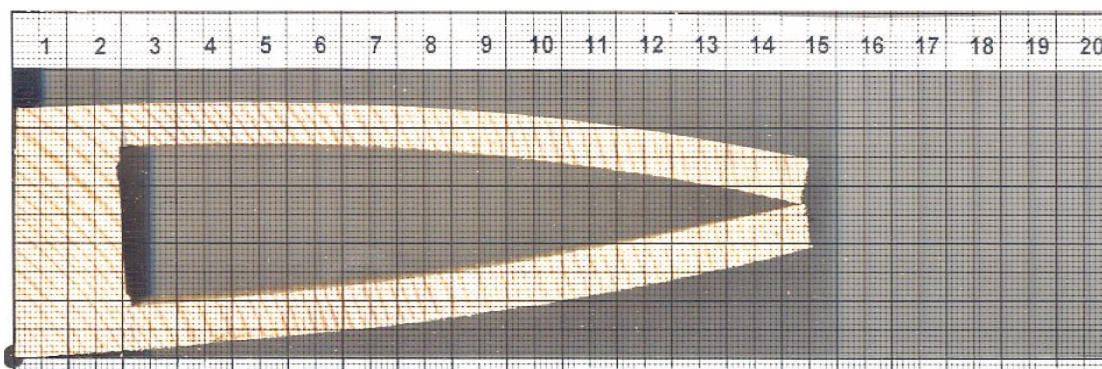
3: Vidlička snímáná pomocí kamery

3.1.2 Snímání objektu deskovým skenerem

Při snímání vidličky pomocí deskového skeneru (Epson Perfection 1600 Photo) se ukázala přednost způsobu snímání objektu pomocí pohyblivé snímací hlavy skeneru. V zařízení bylo možno snímat celé vidličky. Po pokusech se snímáním černobílých sním-

ků, jejichž snímání je časově méně náročné, bylo nakonec rozhodnuto o snímání v tzv. „plných barvách“ (32bitová barevná hloubka), které umožnilo snadnější a přesnější orientaci při měření vidliček v programu LUCIA (obr. 4).

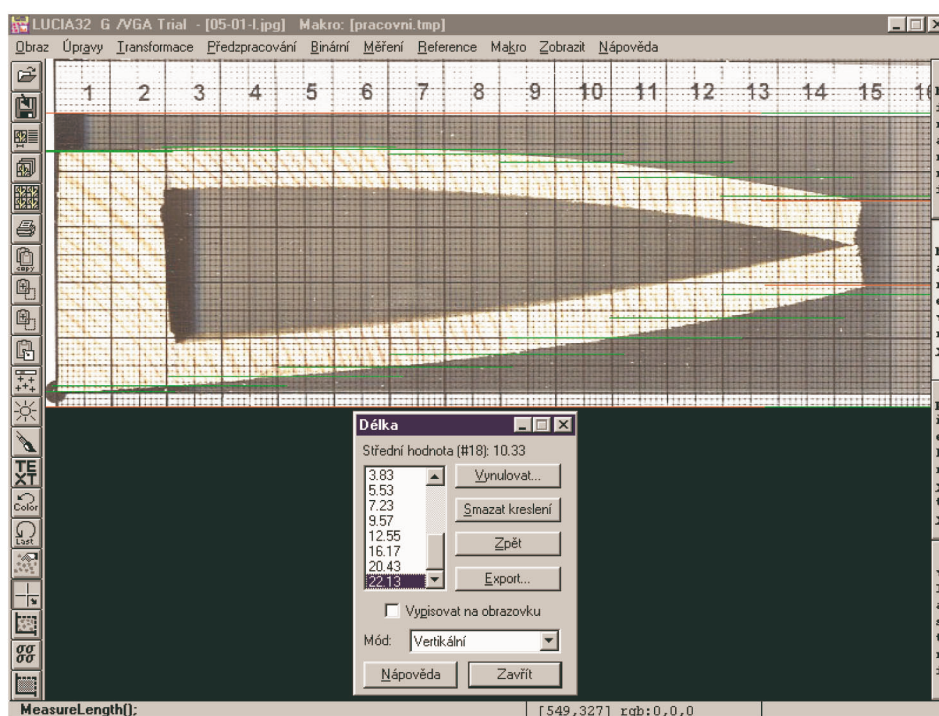
Snímek je pro měření dostatečně ostrý a zařízení



4: Snímek zkušební vidličky snímáné pomocí skeneru

snímá objekt před bílým pozadím. Speciální přípravek pro uložení tělíska byl nahrazen úhelníkem a milimetrovou sítí na průhledné fólii. Zvolené zařízení může pracovat s optickým rozlišením až 1200 dpi. Aplikace LUCIA umožňuje zobrazení snímku ve dvou možných režimech: (1) přizpůsobení velikosti snímku zobrazovacím možnostem aplikace nebo (2) zobrazení všech obrazových bodů snímku, jejichž počet nepřekročí maximální hodnotu 752 bodů.

První způsob zobrazení je nevyhovující z důvodu deformace poměru stran snímku. U druhého způsobu snímání je nutné volit takové rozlišení, aby počet sejmutých bodů nepřekročil uvedených 752 bodů, což je maximální počet bodů zobrazitelných použitou aplikací LUCIA ve směru osy x. Obraz sejmuté vidličky nebyl zkreslený (obr. 5). Opětovné zahájení přerušené práce nebylo časově náročné.



5: Měření snímku vidličky pomocí programu LUCIA

3.1.3 Navrhovaný metodický postup

Z porovnání finanční a časové náročnosti a použitelnosti snímků u obou navrhovaných postupů vyplynulo, že za současného stavu vybavení zdejších pracovišť snímací technikou je vhodnější postup druhý, tj. snímání skenerem. Tento způsob je finančně poměrně nenáročný, je relativně jednoduchý a rychlý.

3.1.3.1 Příprava pracovní plochy skeneru

Před položením průhledné fólie s milimetrovou sítí je vhodné očistit plochu skeneru běžně používaným způsobem. Průhlednou fólii s milimetrovou sítí je nutno neustále přetíráním flanelovým hadříkem udržovat v čistotě. Kovový úhelník a fólie musí být při zahájení práce uloženy vždy na stejném místě pracovní plochy skeneru.

3.1.3.2 Nastavení parametrů snímání

Přes softwarové rozhraní skeneru se nastaví rozlišení (120 dpi), barevná hloubka (32 bit), expozice (13), gama korekce (4,16) a rozměr snímání plochy (234 × 752 obrazových bodů). Tyto údaje je nutno v rámci jednoho experimentu zadávat vždy stejně. Je vhodné správné nastavení funkcí skeneru před zahájením snímání vždy překontrolovat.

3.1.3.3 Ukládání zkušebních vzorků do skeneru

Na podložní fólii se do úhelníku uloží označený vzorek. Vzhledem k tomu, že vzorek nelze na plo-

chu skeneru pevně fixovat, je vhodné, aby ukládání všech vzorků na pracovní plochu prováděla jedna osoba, která si osvojí potřebnou manuální zručnost a cit. Eliminují se tak možné chyby, způsobené nevhodným uložením vzorků na pracovní plochu skeneru (přetočení vzorku, výběr nevhodného vzorku atd.). Uzavírání skeneru je nutno provádět tak, aby nedošlo k posunutí snímaného objektu. Ani případné posunutí zkušebního tělíska však celkový výsledek operace neovlivní, protože při následné obrazové analýze je tato chyba eliminována.

3.1.3.4 Snímání zkušebních vzorků

Následuje zhotovení snímku a jeho uložení do paměti počítače pod příslušným znakem. Po otevření skeneru se celá operace opakuje na dalším zkušebním tělísku. Důležitá je i kontrola hotového snímku před obrazovou analýzou, zda není výsledný obraz úpravami a přenosem dat zdeformován.

3.1.3.5 Obrazová analýza zkušebních vzorků

Snímky se zpracovávají pomocí měřicího programu pro obrazovou analýzu LUCIA. Jednotlivé body na ose x ve vzdálenosti 20 mm na milimetrové síti určují místa na vnějších stranách vidličky, která se postupně označují kurzorem na obrazovce počítače. Tím vzniká numerický záznam souřadnic x a y výtvarnice dané vidličky. Vzhledem k tomu, že vidličky mohou mít různé délky a vrcholové body na koncích nekore-

spondují s pevně zvolenými body na milimetrové síti, je nutno ze snímku pomocí programu pro obrazovou analýzu odečíst hodnoty bodů na ose y a následně ma-

nuálně zapsat do tabulky souřadnice těchto bodů na ose x. Provede se přenos dat přes schránku operačního systému do tabulkového procesoru.

SOUHRN

Při přípravě metodiky pro snímkování zkušebních tělísek pro vidličkovou zkoušku byly vyzkoušeny dva způsoby snímání. Snímání pomocí kamery s makroobjektivem a snímání pomocí skeneru. Z jejich vzájemného porovnání z hlediska časové náročnosti a kvality snímku vyplynulo, že snímání zkušebních tělísek pomocí deskového skeneru s následným provedením obrazové analýzy je pro daný experiment vhodnější.

Obecný postup snímání a měření zkušebních tělísek:

- položení fólie a úhelníku na pracovní plochu skeneru,
- nastavení rozlišení skeneru,
- vkládání zkušebního vzorku,
- snímání zkušebního vzorku,
- obrazová analýza zkušebního vzorku.

Výsledkem výše uvedené metodiky je soubor digitalizovaných dat pro více než 4200 diskretních bodů umožňujících charakterizovat specifické tvary více než 300 zkušebních tělísek, získaných pro vidličkovou zkoušku. Data svým rozsahem a charakterem umožňují zahájení prací na další plánované etapě, kterou je porovnání těchto údajů s výstupy numerických modelů, včetně celkového statistického srovnání.

Pomocí digitalizace zkušebních tělísek byla získána kvalitní zásoba pracovního materiálu a zjednodušil se problém dlouhodobého skladování klasických zkušebních tělísek. Archivované snímky, doplněné charakteristikou zkušebního materiálu, mohou být v případě potřeby pomocí obrazové analýzy opětovně zkoumány.

Lze předpokládat uplatnění metodiky snímání vzorků pro zjištění stavu zkoratění dřeva při řešení aktuálního problému – optimalizaci procesu sušení dřeva a sledování výsledné kvality sušení.

dřevo, řezivo, kvalita sušení, napětí, vidličková zkouška

LITERATURA

- European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research (COST Action E15 Advances in drying of wood) <http://www.rrz.uni-hamburg.de/cost/e15/secure/welling@holz.uni-hamburg.de>
- FULLER, J.: Conditioning Stress. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, Madison, WI 1995.
- FULLER, J.: Modeling Prong Test. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, Madison 1995.
- HORÁČEK, P.: Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva. MZLU, Brno 1998.
- KEEY, R. B., LANGRISH, T. A. G., WALKER, J. C. F.: Kiln-Drying of Lumber. Springer-Verlag, Berlin 2000.
- KOŇAS, P.: Influence of sub-macroscopic structure of wood in lumber drying proces Mendelnet 125 - 130, MZLU, Brno 2002.
- KOŇAS, P.: Numerický model vidličkové zkoušky. Rukopis (nepublikováno) 2002.
- KOŇAS, P.: Effects of sub-macroscopic structure of wood in lumber drying process, Wood Research 48 (3), p.17-26, Bratislava 2003.
- MÄRTENSSON, A., SWENSSON, S.: Simulation of drying stresses in wood. Holz als Roh- und Werkstoff, 57:129136, 1999.
- MCMILLEN, J. M., WENGERT, E. M.: Drying eastern hardwood lumber. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, Madison 1978.
- MCMILLEN, J. M.: Stresses in wood during drying. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory, Madison 1958.
- SIAU, J. F.: Influence of moisture on physical

- properties. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia 1995.
- SKAAR, C.: Wood–Water Relations. Springer–Verlag, Berlin 1988.
- TREBULA, P.: Sušenie a hydrotermická úprava dreva. TU, Zvolen 1996.
- TREBULA, P., KLEMENT, I.: Sušenie a hydrotermická úprava dreva. TU, Zvolen 1997.
- WELLING, J.: EDG–Richtlinie „Trocknungsqualität“. Hamburg 1994.
- ČSN 49 0645: Zkoušení jakosti usušeného dřeva. ÚNM, Praha 1964.
- ON 49 0651: Umělé sušení řeziva. ÚNM, Praha 1989.

Adresa

Ing. Aleš Dejmal, Ústav nauky o dřevě, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: dejmal@mendelu.cz

