

MĚŘENÍ VLHKOSTI VZORKŮ DŘEVA A DAMP OF WOOD SAMPLES MEASUREMENT

Gunnar KÜNZEL, Miloslav LINDA, Lukáš JAVŮREK

Katedra elektrotechniky a automatizace, Technická fakulta, Česká zemědělská univerzita
v Praze, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbát, e-mail: kunzel@tf.czu.cz

Abstrakt

Dřevo se pro své mechanicko-fyzikální vlastnosti (vhodná pevnost, pružnost, plastičnost, houževnatost s konkrétní objemovou hmotností, ohybatelnost, tepelně izolační vlastnosti) využívá především jako stavební a konstrukční materiál, v chemickém a celulózo-papírenském průmyslu. Vyrábí se z něj např. sportovní potřeby, hudební nástroje, hračky apod.

Tento hygroskopický materiál je schopen přijímat nebo odevzdávat vodu, proto je jednou z jeho nejdůležitějších vlastností vlhkost, definovaná absolutně nebo relativně v procentech. Se změnami vlhkosti ve dřevě dochází k objemovým změnám, tedy k bobtnání a sesychání a též k ekonomickým ztrátám ve výrobě. Proto se měření vlhkosti musí při analytické kontrole surovin věnovat značná pozornost.

Referát se zabývá měřením vlhkosti materiálů na bázi dřeva při jejich vysychání a jejich vyhodnocení. V experimentální části jsou pro měření na vybraných vzorcích dřeva použity přístroje MMW530, GMI115, tester WHT 860 a kapacitní metoda s vyhodnocením pomocí METEX a digitálního LCR měřiče. Zjištěné hodnoty jsou porovnány s váhovou (gravimetrickou) metodou provedenou v chemické laboratoři.

Úvod

Vlhkostí dřeva rozumíme obsah vody, který se ve dřevě nachází.

Absolutní vlhkost dřeva se vyjadřuje podílem hmotnosti vody k hmotnosti dřeva v absolutně suchém stavu – vlhkost absolutní w_{abs} , Absolutní a relativní vlhkost se nejčastěji vyjadřuje v % a vypočítá se podle následujících vztahů:

$$w_{abs} = \frac{m_w - m_o}{m_o} \cdot 100 = \frac{m_v}{m_o} \cdot 100 \quad (1)$$

kde:

m_w [kg] hmotnost vlhkého dřeva;

m_o [kg] hmotnost absolutně suchého dřeva;

m_v [kg] hmotnost vody.

Absolutní vlhkost dřeva se používá pro charakteristiku fyzikálních a mechanických vlastností dřeva.

Relativní vlhkost dřeva se vyjadřuje podílem hmotnosti vody ke hmotnosti mokrého dřeva.

$$w_{rel} = \frac{m_w - m_o}{m_w} \cdot 100 = \frac{m_v}{m_w} \cdot 100 \quad (2)$$

Relativní vlhkost se využívá tam, kde je nezbytné znát procentní zastoupení vody v celkové hmotnosti mokrého dřeva, například při prodeji nebo nákupu dřeva podle jeho hmotnosti.

Relativní a absolutní vlhkosti se mohou navzájem přepočítat podle následujících rovnic:

$$w_{rel} = \frac{(100 \cdot w_{abs})}{(100 + w_{abs})} \quad w_{abs} = \frac{(100 \cdot w_{rel})}{(100 - w_{rel})} \quad (3)$$

Nomogram pro vzájemný převod absolutní a relativní vlhkosti dřeva je veden v [3]

Materiál a metody

Existuje-li ve dřevě nerovnoměrně rozložená vlhkost, je vyvolán pohyb vody - difúze, který vede k vyrovnání těchto rozdílů. Difúzí je označen molekulární tok způsobený nenulovým gradientem koncentrace, při kterém se látka snaží najít rovnovážnou koncentraci. Pod gradientem koncentrace si můžeme představit nerovnoměrně rozloženou vlhkost ve dřevě, ale i nerovnoměrně rozložené teplotní pole či chemický potenciál vody. Z pohledu vody ve dřevě je nezbytné vlhké dřevo považovat za kontinuum prostředí se spojitě se měnícími vlastnostmi. Všechny parametry takového prostředí jsou potom spojitými funkcemi prostorových souřadnic a času. Difúzi podle své povahy dělíme na difúzi izotermickou a neizotermickou, stacionární a nestacionární. Teoreticky se difuze ve dřevě za předpokladu jeho homogenity popisuje pomocí Fickových zákonů [1,3]

Vzorky dřeva. Pro měření byly vybrány dřeviny, které jsou nejčastěji používané v běžné truhlářské praxi a byly k dispozici ve skladu truhlářské dílny při ČZU v Praze a také čerstvě nařezané smrkové a dubové dřevo. Tvar a velikost zkušebních desek na bázi dřeva je závislý na účelu stanovení vlhkosti. Naše zkušební tělesa byla vyhotovena v rozměrech 100 x 100 x 20 mm. (délka x šířka x výška) od každé dřeviny v 10-ti kusech. Vzorky byly nařezány tangenciálně (řez veden rovnoběžně s osou kmene). Dubové vzorky z pily mají rozměry 100 x 100 x 40 mm a 100 x 100 x 55 mm. Smrkové dřevo z pily bylo vyhotoveno ve 4 kusech o rozměrech 100 x 50 x 40 (2 kusy schnoucí při 20°C a 2 kusy schnoucí venku). Měření bylo prováděno zároveň na dvou místech a to v týdenních a v denních intervalech ve školní laboratoři.

Při **týdenních měřeních** byly použity tyto dřeviny: topol, modřín, javor, borovice, buk a smrk a vzorky z dřevařské pily (týden po řezbě). Od každé dřeviny bylo měření prováděno vždy na deseti vzorcích pro dosažení vyšší přesnosti výsledků a pro snazší statistické zpracování. Vzorky byly uloženy při teplotě 20 °C mimo 2 vzorků smrku z pily, které byly uloženy ve venkovním prostředí pro porovnání 2 dalších uložených při pokojové teplotě. Měření bylo prováděno s Testerem WHT 860, pracujícím na bázi měření elektrického odporu, dále pomocí přístroje MMW 530 pracujícího na principu měření dielektrických vlastností testovaného dřeva. Pro porovnání byl ještě použit Indikátor vlhkosti dřeva a budov GMI 15. Zároveň s měřením vlhkosti byla měřena kapacita a to pomocí multimetru Metex, propojeného s hliníkovými deskami umělého kondenzátoru.

Denní měření bylo provedeno na vzorcích borovice, modřínu, topolu, buku, olše a dubu. Měření probíhalo při venkovním uložení dřeva a každodenním měření (mimo olše a dubu, které byly uloženy od začátku vysychání při pokojové teplotě 20 °C). Poté všechny dřeviny vysychaly při 20°C a to při každodenním měření, dále měřeno obden a každé 4 dny. Na začátku experimentu byla zkušební tělesa (vyjma dvou dubů z lesa) ponořena 24 hodin v nádobě s vodou. Poté byla vyjmuta a po 24 hodinách se začalo s vlastním měřením. Měření bylo provedeno opět pomocí vlhkoměrů WHT 860 a MMW 530 a zároveň pomocí multimetru Metex, sloužícího k určení kapacity. Současně bylo u vzorků borovice, buku a dubu provedeno přesné měření kapacity pomocí digitálního LCR měřiče. Naměřená kapacita byla porovnána s hodnotami naměřenými pomocí přístroje Metex.

Váhová metoda. Měření byla provedena na Fakultě agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, v laboratoři Katedry chemie. Tato metoda se používá jako standardní metoda ke kalibraci vlhkoměrů, v našem případě pro porovnání vlhkoměrů MMW 530 a WHT 860. Nejprve byla zkušební tělesa smrku, borovice, břízy, dubu, olše, javoru a buku zvážena pomocí laboratorní váhy LB 1050/1 (přesnost vah je až 0,0001 g). V našem případě jsme vážili s přesností na 0,001 g. Poté byla vložena do sušárny a při konstantní teplotě 103 °C vysušována až do absolutně suchého stavu. První vážení bylo provedeno po 20–ti hodinách a další měření byla prováděna vždy po 2 hodinách do doby, než po dvou následujících váženích nebyl větší rozdíl v hmotnosti vzorku více než 0,01 g. To nastalo zhruba po 50-ti hodinách vysoušení. Nejkratší dobu pro vyschnutí do absolutně suchého stavu potřeboval smrk, nejdéle to naopak trvalo dubu.

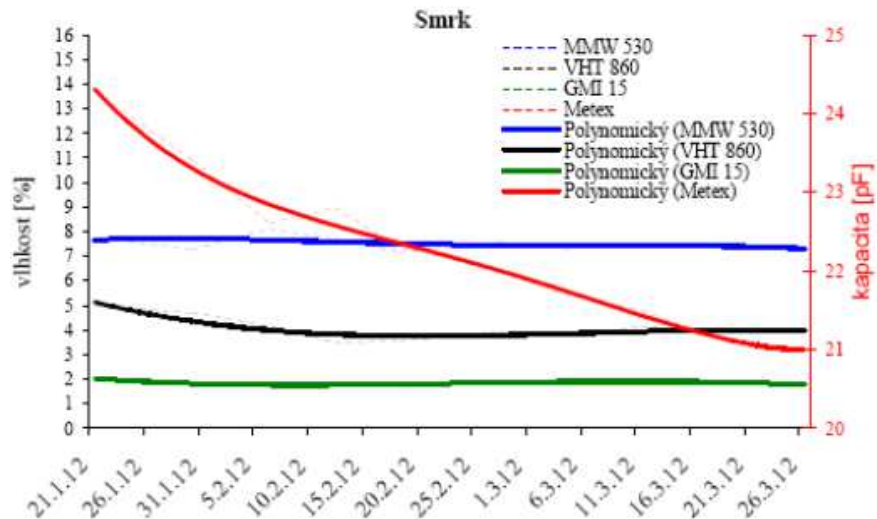


Obr. 1: Použité měřicí přístroje

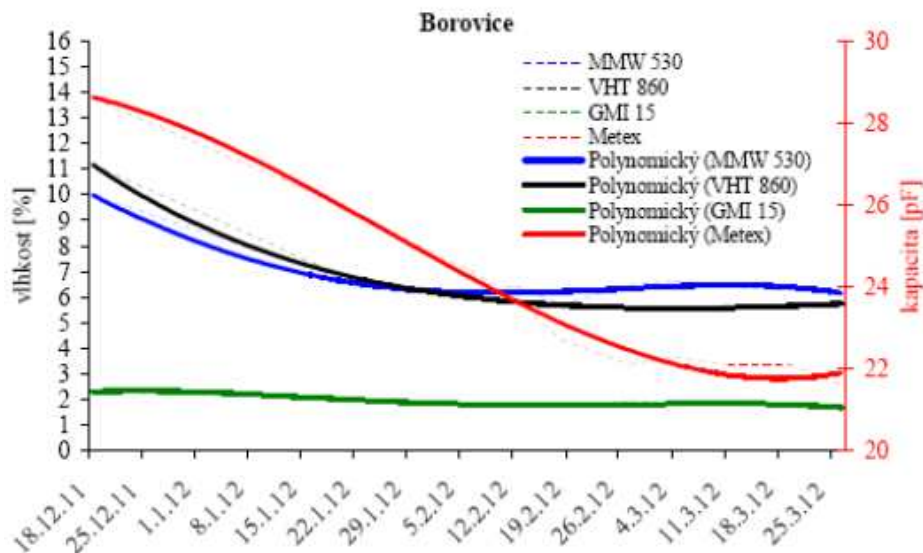
Výsledky a diskuse

V experimentální části byla prokázána závislost změny (snižování) kapacity v závislosti na změnách vlhkosti. U každé dřeviny se dané závislosti mírně odlišovaly, ale je jasné, že při podrobnějším a rozsáhlejší měření by bylo možné ze

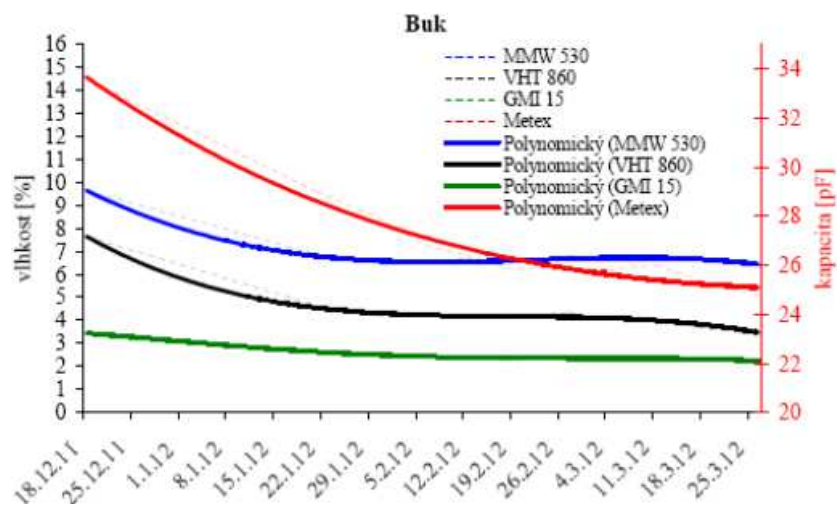
získaných grafů a tabulek určovat hodnotu vlhkosti dané dřeviny dle hodnoty její kapacity naměřené pomocí měřicího zařízení k tomu určeného. Při určování vlhkosti dřevin například v truhlářské praxi by nemělo být problémem si připravit vzorky o daných rozměrech (v našem případě 100 x 100 x 20 mm) a s použitím univerzálního měřicího přístroje (měřiče kapacity) včetně elektrod určit jejich vlhkost, dle přiložených tabulek či grafů s dříve zjištěnými hodnotami kapacit odpovídajících daným vlhkostem. Měřením pomocí této metody nemůžeme dosáhnout přesnosti jako při použití univerzálních vlhkoměrů, ale na druhou stranu se jedná o velice jednoduchý a ne příliš složitý způsob určování daných vlhkostí.



Obr. 2: Měření vlhkosti smrkového dřeva, porovnání různých metod



Obr. 3: Měření vlhkosti borového dřeva, porovnání různých metod



Obr. 4: měření vlhkosti bukového dřeva, porovnání různých metod

Závěr

Z porovnání měřicích přístrojů typů MMW 530 a VHT 860 nelze učinit jednoznačný závěr, který přístroj je přesnější či lepší. Každý má své výhody a zápory. Jelikož je ale u vlhkoměru MMW 530 psáno, že není vhodný pro použití na surové či čerstvě vysušené řezivo, tudíž pro naše experimentální měření nejsou výsledky získané pomocí tohoto přístroje vypovídající a jako vhodnější se jeví použití odporového vlhkoměru VHT 860.

Ani gravimetrická metoda, provedená v laboratorním prostředí, nám neprokázala jednoznačnou přesnost nějakého použitého vlhkoměru. Bohužel u této metody z nedostatku času nemohlo být provedeno více měření, která by lépe analyzovala rozsahy chyb porovnávaných vlhkoměrů. V práci [4] bylo prokázáno, že vliv vlhkosti na vlastnosti je u jednotlivých dřevin značný. Rozdíly jsou způsobeny především jejich anatomickou strukturou. Snahou bylo omezit ostatní vlivy na minimum. Délka pokusu činila 63 dní denního měření a 11 týdnů při týdenním měření vlhkosti včetně kapacit jednotlivých vzorků. Bylo naměřeno kolem 4 tisíc hodnot, které bylo nutno především u týdenních měření statisticky zpracovat a vyhodnotit.

Poděkování

Poznatky prezentované v tomto článku byly získány při řešení grantu CIGA ČZU v Praze č. 20123002; 31200/1313/3130 „Parametrické hodnocení vlhkostních vlastností materiálů“.

LITERATURA

- [1] HORÁČEK, Petr. *Fyzikální a mechanické vlastnosti dřeva 1*, Brno 1998, vydala Mendlova zemědělská univerzita v Brně, 128 stran, 297 výtisků, ISBN 80-7157-347-7,
- [2] HUSÁK, Miroslav. *Senzorové systémy*, vydavatelství ČVUT, Praha, 2004
- [3] POŽGAJ, Alexander. a spol., *Štruktúra a vlastnosti dřeva*, Bratislava 1993, nakladatelství Příroda a.s., 486 stran, ISBN 80-07-00600-1,
- [4] JAVŮREK, L., *Měření vlhkosti vzorků dřeva*, DP TF ČZU, Praha, 2008
- [5] SOLNÍČKA, Miroslav. *Ověření bobtnání a navlhavosti dřeva v čase*, diplomová práce, Fakulta lesnická a environmentální ČZU, Praha 2006