

Jak si doma stanovit vlhkost a výhřevnost dřeva?

19.11.2012 | Ing. Jiří Horák, Ph.D., Ing. Kamil Krpec, Ph.D., Ing. Lubomír Martiník, Ing. Lenka Michnová, Ing. František Hopan, Ph.D., Ing. Petr Kubesa, VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum | RECENZOVANÝ

Úvod

V České republice se spalování biomasy, především dřeva, těší stále větší popularitě. Jedná se o palivo, které se řadí mezi obnovitelné zdroje energie. Je to surovina běžně dostupná, kterou lidé energeticky využívají na topení, ale také na ohřev teplé vody a na vaření. Se začátkem topné sezóny se výrazně zvyšuje poptávka po tomto zdroji energie, ale nutno dodat, že koupit suché dřevo za rozumnou cenu je velmi složité. Většinou je dostupné pouze dřevo mokré – surové.

Obecně se doporučuje, že dřevo určené pro kvalitní spalování by nemělo mít více než 20 % vlhkosti (pokud je v textu uvedena jako jednotka %, jedná se o procenta hmotnostní). Čím menší je podíl vody ve dřevě, tím větší množství energie se při spalování uvolní do vytápěného prostoru, popř. topného systému. Pokud je čerstvě pokácené dřevo (vlhkost cca 40–50 %) uloženo pod venkovním přístřeškem přibližně 2 roky, dojde k jeho vysušení na vlhkost cca pod 20 %. Ale poznáme, jak vlhké dřevo doma máme? Jsme si schopni sami stanovit obsah vody v palivovém dříví a zjistit hodnotu jeho výhřevnosti? Cílem tohoto článku je, abychom se to naučili a vystačili si s běžným vybavením domácnosti.

1. Složení dřeva

Pokud se díváme na dřevo jako na palivo, můžeme říci, že se skládá z hořlaviny (h) a balastu. Hořlavina (uhlík a vodík) je ta část, kterou v palivu chceme, protože je nositelem energie. Balastem nazýváme tu část paliva, která je v palivu obsažena, ale nepřináší žádný energetický zisk, hovoříme o vodě (W) a popelovině (A). Se snižujícím se obsahem vody a popeloviny se zvyšuje kvalita paliva, snáze a účinněji se spaluje a obsahuje více energie. Se snižujícím se obsahem popeloviny se zmenšují emise tuhých znečišťujících látek (prachu) a zmenšuje se náročnost údržby spalovacího zařízení (odpopelnění – tuhý zbytek po spálení nazýváme popelem). Velkou výhodou dřeva je, že má obsah popeloviny menší než 1 %.

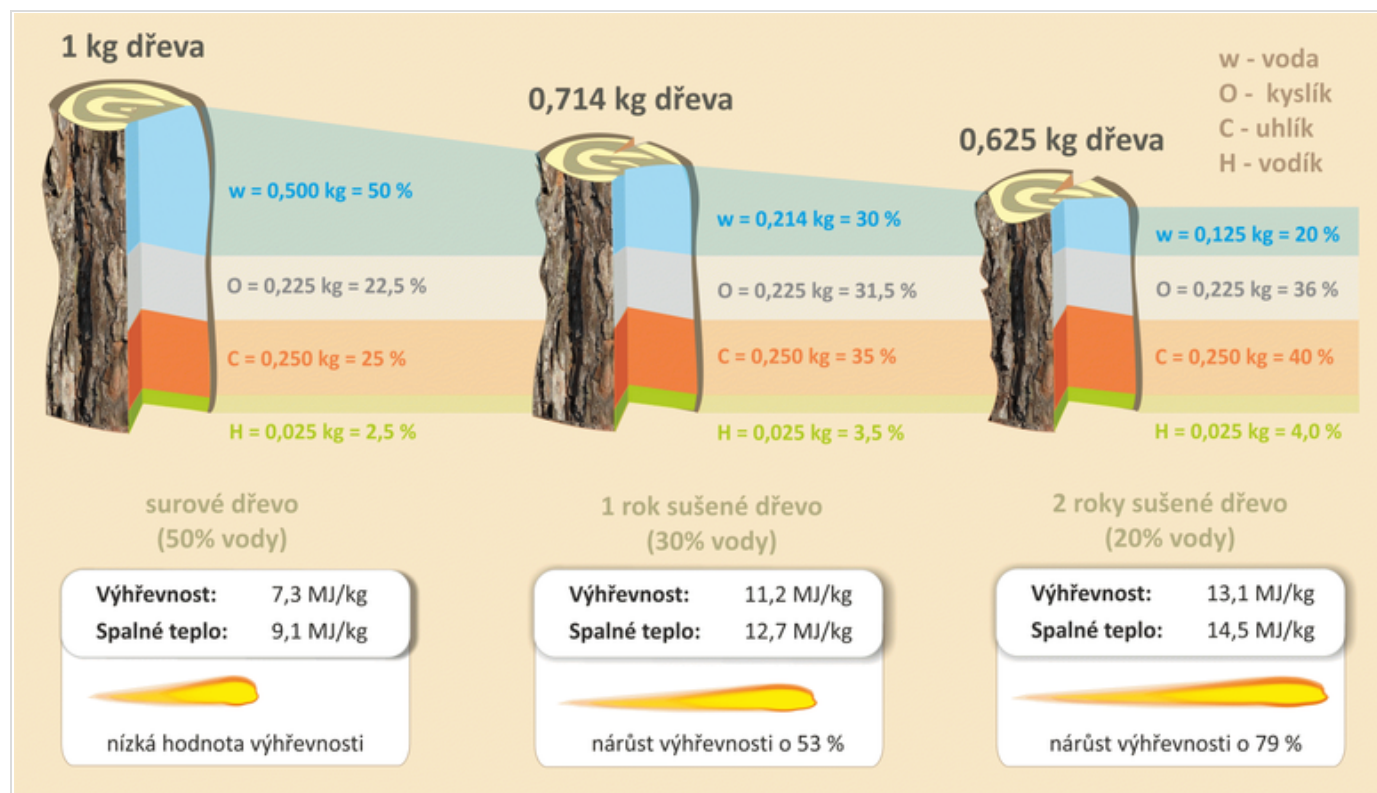
V praxi jsou používány dvě různá vyjádření vlhkosti dřeva: tzv. vlhkost dřevařská a energetická. Jaký je mezi nimi rozdíl? Vlhkost dřevařská se stanovuje jako poměr množství vody ve vzorku k hmotnosti suchého vzorku dřeva.

$$w_{\text{dřevařská}} = \frac{\text{hmotnost vlhkého vzorku} - \text{hmotnost suchého vzorku}}{\text{hmotnost suchého vzorku}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Vlhkost energetická se stanoví jako poměr množství vody ve vzorku k hmotnosti vlhkého vzorku.

$$w_{\text{energetická}} = \frac{\text{hmotnost vlhkého vzorku} - \text{hmotnost suchého vzorku}}{\text{hmotnost vlhkého vzorku}} \cdot 100 \quad [\%]$$

Čerstvě pokácený strom může být z poloviny tvořen vodou (záleží na druhu dřeva a období pokácení). V tomto případě tedy jeden kilogram surového dřeva obsahuje cca půl kilogramu vody. Dle výše uvedené definice je jeho dřevařská vlhkost rovna 100 % a energetická je 50 %. Pro energetické využití (spalování) budeme dále hovořit o energetické vlhkosti. Kdyby dřevo bylo naprosto suché, tak by jeho výhřevnost byla cca 17 MJ/kg. Výhřevnost je přímo úměrně závislá na obsahu vody ve dřevě. Co se děje s kusem dřeva během přirozeného sušení je názorně zobrazeno na obr. č. 1.



Obr. 1 Vysušování dřeva a průběh snižování vlhkosti [1]

Moudrý člověk spaluje dřevo o vlhkosti menší než 20 %, protože suché dřevo lépe hoří, více se ohřeje a vyprodukuje méně znečišťujících látek. Ale jak můžeme doma poznat, kolik vlhkosti naše dřevo obsahuje? Pro přesné určení vlhkosti je potřeba speciálních přístrojů, ale snahou autorů tohoto článku je nabídnout jiné řešení, nabídnout jednoduchý a přehledný návod k tomu, jak si vlhkost dřeva s použitím běžného vybavení změřit doma. Postačí k tomu pouze mikrovlnná trouba a digitální kuchyňská váha s přesností na 1 gram. Lze také použít váhu analogovou, na níž je třeba od váženého vzorku s talířem ručně odečíst váhu talíře.

2. Domácí postup stanovení vlhkosti dřeva

2.1. Příprava

Kusové dřevo nasekáme na třísky přibližně ve tvaru hranolu o tloušťce cca 1 cm tak, aby byly kratší než průměr otočného talíře mikrovlnné trouby a mohly se při sušení v troubě volně otáčet. Pokud budou jednotlivé třísky

podobné velikosti, bude naše měření přesnější (jednotlivé třísky se budou sušit stejně rychle). Z jednoho kusu dřeva (špalku) připravíme min. dvě hromádky třísek (vzorky) o hmotnosti přibližně 100 g. Větší počet vzorků nám poskytne přesnější výsledek (průměr). Pro stanovení vlhkosti dřeva použijeme standardní nezabudovanou mikrovlnnou troubu. Během sušení dřeva budeme muset sledovat odcházející výpary, takže je nutné zpřístupnit její větrací otvor (přesuneme ji na stůl nebo kuchyňskou pracovní desku).

2.2. Vážení a vložení třísek do mikrovlnné trouby

Na kuchyňskou váhu dáme prázdný otočný talíř z mikrovlnné trouby a „vynulujeme“ ji. Postupně začneme dávat třísky na váhu tak, aby jejich celková hmotnost byla přibližně 100 g. Pro zajištění ideálního vysušení skládáme třísky do tzv. „hranice“. Čím menší plochou se jednotlivé třísky dotýkají, tím později se začne odpařovat prchavá hořlavina (objeví se štiplavý zápach)

a tím lépe stanovíme vlhkost dřeva. Poté, co naskládáme třísky na talíř, si zapíšeme hmotnost třísek před sušením = hmotnost vlhkého vzorku (při našem pokusu vzorek č. 4 vážil 100,5 g). Nyní otočný talíř vložíme do mikrovlnné trouby, viz obr. 2.

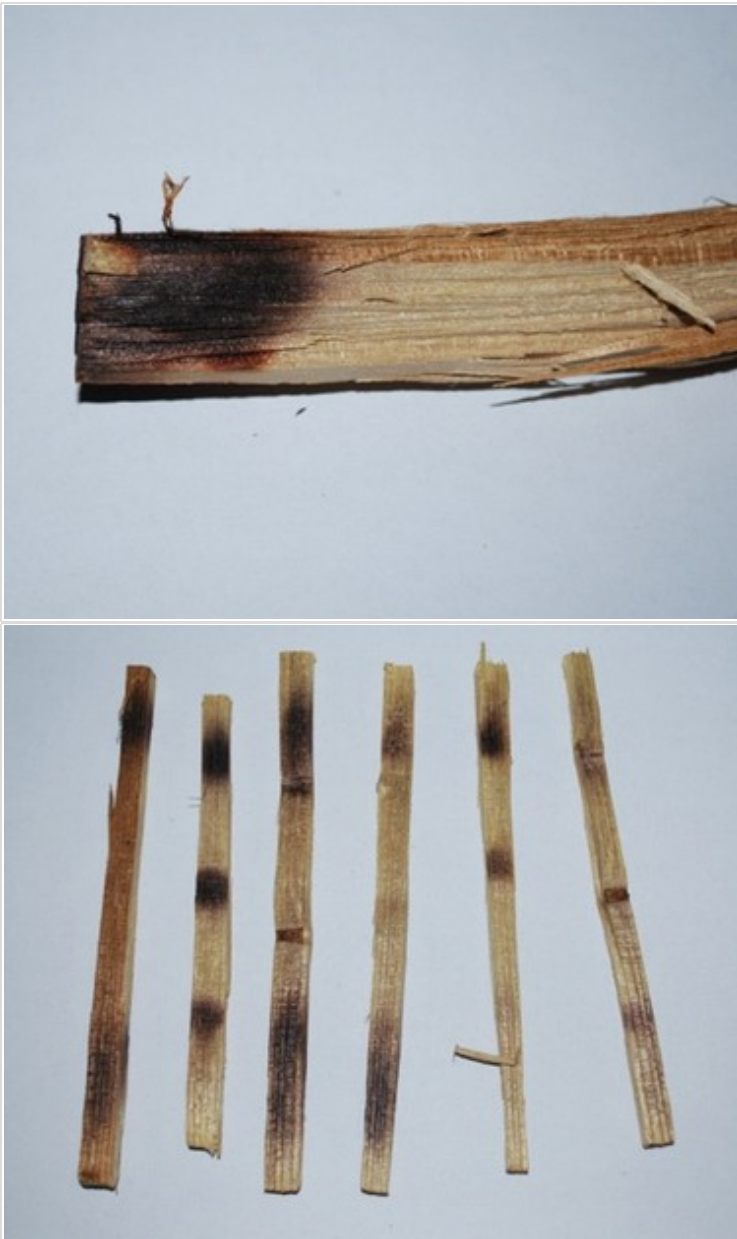


Obr. 2 Vzorek třísek před sušením v mikrovlnné troubě

2.3. Sušení vlhkého vzorku dřeva

Zapneme mikrovlnnou troubu, kterou nastavíme na maximální výkon a čas cca 10 minut. Třísky se začnou otáčet, zahřívát a sušit. Doba potřebná pro vysušení vzorku dřeva je rozdílná, protože závisí na jeho vlhkosti, množství a velikosti třísek. Nyní pozorně sledujeme „zápach“, který vychází z větracího otvoru trouby. V první fázi sušení cítíme příjemnou vůni dřeva, která se cca po 2 až 4 minutách změní na „štiplavý“ zápach (začne se uvolňovat prchavá hořlavina). Změna vůně indikuje ukončení sušení vzorku dřeva, takže ihned vypněte mikrovlnnou troubu.

Pokud bychom vzorek dřeva nechali v mikrovlnné troubě déle než je třeba, bude uvolňování prchavé hořlaviny pokračovat a dřevo začne kouřit a „pálit se“ (viz obr. 3). Při pokračování chodu mikrovlnné trouby by mohlo dojít až ke vzplanutí třísek, a proto je nutné mít experiment po celou dobu pod kontrolou a nikam neodcházet.



Obr. 3 Vzorky třísek, které byly „sušeny“ zbytečně dlouho

– vzorek dřeva sušte tak, abyste tohoto vzhledu nikdy nedosáhli

2.4. Stanovení energetické vlhkosti dřeva

Mikrovlnou troubu otevřeme a za pomoci rukavice (talíř a třísky jsou horké) přeneseme talíř se vzorkem vysušeného dřeva na váhu a zapíšeme si hmotnost suchého vzorku. Při našem pokusu jsme u různě vlhkých vzorků naměřili různou hodnotu. Např. vzorek 4 měl hmotnost 89,3 g.

Nyní známe hmotnost vlhkého a suchého vzorku dřeva a to je vše, co potřebujeme pro výpočet vlhkosti paliva, který provedeme dle následujícího vzorce:

$$w_{\text{energetická}} = \frac{\text{hmotnost vlhkého vzorku}[\text{g}] - \text{hmotnost suchého vzorku}[\text{g}]}{\text{hmotnost vlhkého vzorku}[\text{g}]} \cdot 100 \quad [\%]$$

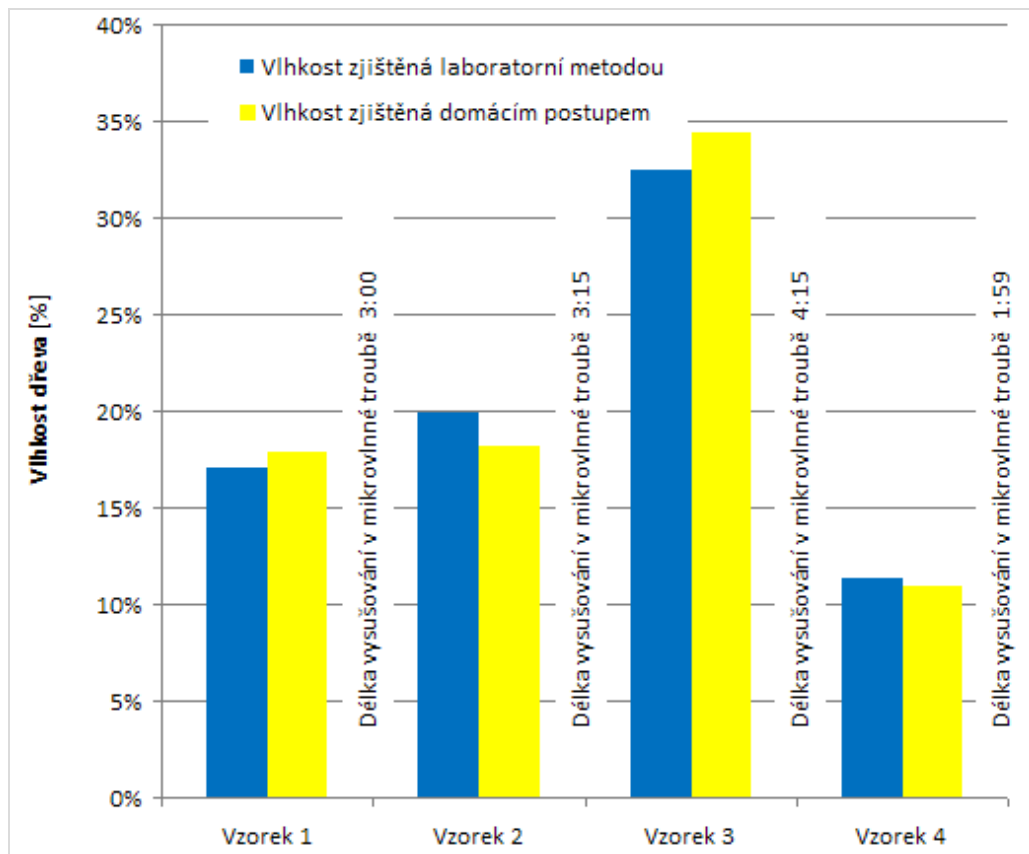
Pro názornost je zde uveden příklad výpočtu vlhkosti pro vzorek č. 4:

$$w_{\text{energetická}} = \frac{100,5[\text{g}] - 89,3[\text{g}]}{100,5[\text{g}]} \cdot 100 = 11,1 \%$$

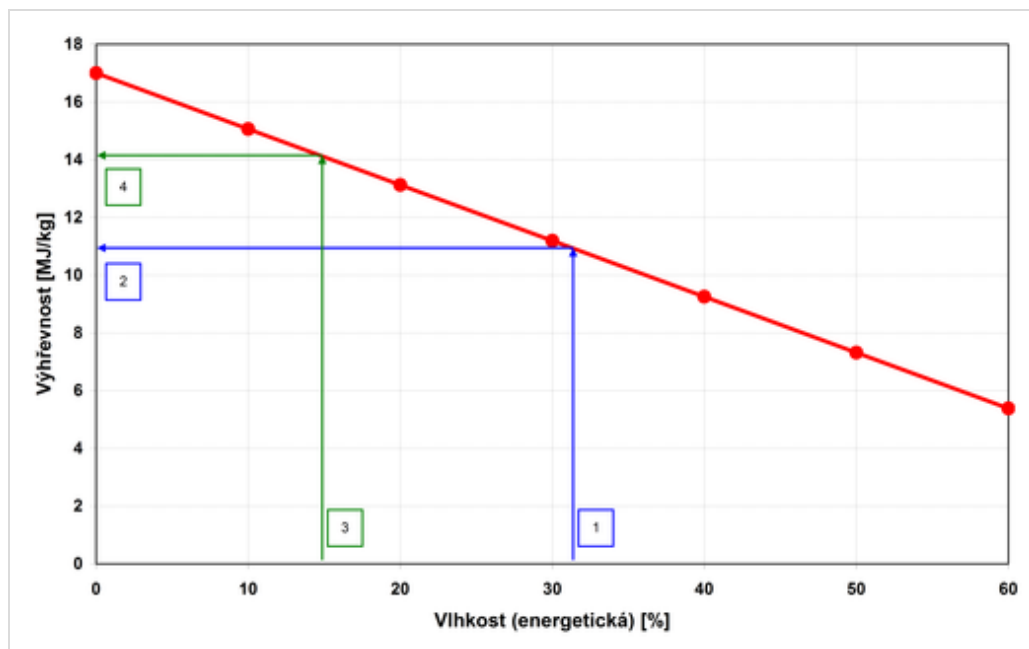
Na zkušebně Výzkumného energetického centra jsme vlhkost dřeva zjišťovali opakovaně pro různé druhy paliv za použití „domácího postupu“ (mikrovlnná trouba) a přesnější laboratorní metody (kvalitnější váhy, jiná navážka, sušení při 105 °C do konstantní hmotnosti). Srovnání výsledků čtyř různých vzorků dřeva (viz obr. 4) ukazuje na velmi dobrou shodu výsledků obou metod (max. odchylka byla 1,9%). Výsledky ukazují, že přestože metoda stanovení vlhkosti dřeva pomocí „domácího postupu“ (mikrovlnná trouba) je orientační, pro naše použití poskytuje dostatečně důvěryhodné výsledky.

3. Stanovení výhřevnosti dřeva

Výhřevnost čisté hořlaviny je cca 17 MJ/kg. Zjednodušeně



Obr. 4 Výsledky stanovení vlhkosti dřeva pomocí domácího postupu a laboratorní metodou



Obr. 5 Závislost výhřevnosti na vlhkosti dřeva

můžeme říci, že se snižujícím se obsahem vody v palivovém dříví se jeho výhřevnost zvyšuje, viz obr. 5. Pokud známe vlhkost dřeva, můžeme si jednoduše z tohoto obrázku stanovit hodnotu jeho výhřevnosti. Např. u vzorku č. 3 dosáhla vlhkost hodnoty 32,5 % (bod 1), což dle obrázku odpovídá výhřevnosti (bod 2) 10,7 MJ/kg. Přibližně za dva roky sušení pod přístřeškem by mohl tento vzorek mít obsah vody cca 15 % (bod 3), což dle obrázku (bod 4) odpovídá výhřevnosti 14,1 MJ/kg. Sušením jsme tedy dosáhli navýšení výhřevnosti o 3,4 MJ/kg (cca o 30 %). Není to tak, že by došlo k navýšení množství energie, ale suché dřevo je lehčí, takže množství energie na kilogram dřeva je větší a sušší dřevo se dá kvalitněji spálit.

4. Závěr

Na základě výše zmíněného postupu si lze v domácích podmínkách snadno a rychle ověřit úroveň vlhkosti dřeva a hodnotu jeho výhřevnosti. Jde o metodu relativně přesnou a vhodnou pro domácí použití. Je pouze třeba pamatovat na dodržování bezpečnostních pokynů a principů zdravého rozumu. Dřevo pro kvalitní spalování by mělo mít obsah vody menší než 20 %, v ideálním případě menší než 15 %. Sušší dřevo lze spálit kvalitněji a tedy účinněji, takže dojde ke snížení jeho spotřeby.

Tento článek vznikl za podpory MPO v rámci řešení projektu FR-T11/178 Krbová kamna se sníženou produkcí prachu, TAČR v rámci řešení projektu Centra kompetence TE01020036 a Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost spolufinancovaného Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky v rámci řešení projektu Příležitost pro mladé výzkumníky, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0016.

Datum: 19.11.2012

Autor: Ing. Jiří Horák, Ph.D., VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum [všechny články autora](#)

Ing. Kamil Krpec, Ph.D., VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum [všechny články autora](#)

Ing. Lubomír Martiník [všechny články autora](#)

Ing. Lenka Michnová

Ing. František Hopan, Ph.D., VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum [všechny články autora](#)

Ing. Petr Kubesa, VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum [všechny články autora](#)

Recenzent: Prof. Ing. Pavel Noskievič, CSc.