

# Využití dřevních odpadů z pohledu emisí znečišťujících látek

## Wood waste utilisation from the point of view of contaminants emissions

Doc. Ing. Karel TRNOBRANSKÝ, CSc. Autor zpracoval článek se zřetelem na nařízení vlády č. 195/2001 Sb., podle kterého se hodnotí využitelnost obnovitelných zdrojů energie. Jde o potenciál dosažitelných úspor energie i o místní snižování environmetrické zátěže venkovního prostředí. Článek je orientován na posouzení emisí znečišťujících látek a energetických přínosů při spalování dřevní hmoty.

**Klíčová slova:** dřevní hmota, výhřevnost, emise škodlivin.

Recenzent  
Ing. Zdeněk Lerl

The author treated the article with regard to government order No. 195/2001 Coll. according to which the usability of renewable energy sources is evaluated. It concerns the potential of reachable energy savings and also the local decreasing of the environmental load of outside environment. The article is oriented to evaluation of contaminants emissions and energy contributions when burning wood mass.

**Key words:** wood mass, calorific value, emissions of harmful substances

V souvislosti s nařízením vlády č. 195/2001 Sb. ze dne 21. května 2001, kterým se stanoví podrobnosti obsahu územní energetické koncepce, se jedná v paragrafu 2, bod 3 o hodnocení využitelnosti obnovitelných zdrojů energie. Tento bod se týká jak potenciálu dosažitelných úspor energie tak místních cílů snížení ekologické zátěže.

V souvislosti s uvedeným nařízením vlády bychom rádi tímto článkem poskytli podklady a přispěli tak zpracovatelům územní energetické koncepce při jejich zpracování.

Postupně se zaměříme na řešení následující problematiky:

- základní tepelné technické parametry dřevní hmoty;
- vliv využití dřevních odpadů na snižování ekologické zátěže ovzduší.

### 1. ZÁKLADNÍ TEPelnÉ TECHNICKÉ PARAMETRY DŘEVNÍ HMOTY

Chemické složení hořlaviny různých druhů dřevní hmoty je uvedeno v tab. 1. Pro možnost porovnání je v této tabulce uvedeno i složení mosteckého tříděného hnědého uhlí ( $Q_n = 18 \text{ MJ/kg}$ ,  $W = 29 \%$ ) a obsah popelovin v sušině (bezvodém vzorku) paliva  $A_s$ . Jak je z této tabulky patrné, je prvkové složení různých druhů dřevin a kůry prakticky shodné. Vzhledem k tomu bude i jejich výhřevnost pro daný obsah vody v palivu  $W (\%)$  prakticky shodná. To znamená, že měkké i tvrdé dřevo má shodnou výhřevnost ale rozdíl je pouze v jejich hustotě  $r (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$ .

Z hodnot uvedených v tab. 1 je patrné, že dřevní hmota vykazuje oproti hnědému uhlí nulový obsah síry a nižší obsah dusíku a popelovin. Z tohoto důvodu dojde při zámeně paliv z hnědého uhlí na dřevní hmotu ke snížení emisí:

- tuhých látek
- $\text{SO}_2$
- $\text{NO}_x$ .

Tab. 1 Chemické složení hořlaviny dřevní hmoty

Složka	Dřevo [%]			Kůra [%]	Hnědé uhlí [%]
	jehličnaté	listnaté	smíšené		
C	51,0	50,00	50,5	51,4	74,0
H <sub>2</sub>	6,2	6,15	6,2	6,1	5,9
O <sub>2</sub>	42,2	43,25	42,7	42,2	19,1
S	0,0	0,0	0,0	0,0	1,58
N	0,6	0,6	0,6	0,3	1,0
A <sub>s</sub>	1,0	1,0	1,0	2,3	10,6

### a) Výhřevnost dřevní hmoty

Výhřevnost dřevních odpadů je závislá, jako u jiných paliv, na obsahu vody. V technologii zpracování dřevní hmoty je nutno upozornit na to, že v dřevozpracujícím průmyslu se používá rozdílné vyjadřování obsahu vody oproti běžné energetické praxi. Tato rozdílnost, pokud není hned v prvopočátku objasněna, může vést v praxi ke značným technickým nesrovnalostem.

V dřevozpracujícím průmyslu se obsah vody v dřevní hmotě vyjadřuje dle vztahu:

$$W_d = \frac{H_1 - H_2}{H_2} 100 = \frac{\Delta W}{H_2} 100 \quad [\%],$$

kde značí

$H_1$  hmotnost vzorku surové dřevní hmoty [kg],

$H_2$  hmotnost vzorku po vysušení [kg],

$\Delta W$  úbytek hmotnosti vzorku vlivem vysušení (obsah vody v původním vzorku v kg).

V energetické praxi se vyjadřuje obsah vody (při stejném použití symbolů) dle vztahu:

$$W = \frac{H_1 - H_2}{H_1} 100 = \frac{\Delta W}{H_1} 100 \quad [\%],$$

Z uvedených vztahů je patrná vzájemná souvislost vyjadřování obsahu vody dle tab. 2.

Tab. 2 Vzájemné porovnání energetického a dřevařského obsahu vody v dřevní hmotě

Energetický obsah vody $W$ [%]	Dřevařský obsah vody $W_d$ [%]
0,0	0,0
10	11,11
20	25,0
30	42,86
40	66,67
50	100,0
60	150,0

Pro vzájemný přepočítání z energetického obsahu vody na obsah vody dřevařský je možno použít přepočtový vztah:

$$W_d = \frac{100 \cdot W}{100 - W} \quad [\%],$$

kde  $W (\%)$  je energetický obsah vody.

V závislosti na obsahu vody v dřevní hmotě  $W [\%]$  se mění i její výhřevnost.

S rostoucím obsahem vody výhřevnost klesá jak ukazuje tab. 3.

Tab. 3 Výhřevnost dřevní hmoty  $Q_n$  (MJ/kg) v závislosti na obsahu vody  $W (\%)$

$W$ [%]	$Q_n$ [MJ/kg]
0	18,67
10	16,40
20	14,13
30	11,87
40	9,60
50	7,33

## b) Možnost náhrady ostatních druhů paliv dřevní hmotou a výše potenciálu dosažitelných úspor

Při záměně vybrané palivové základny u stávajících starších tepelných zdrojů (hnědé uhlí, černé uhlí, koks a LTO) budeme vycházet z následujících hodnot (dle tab. 4) při roční spotřebě tepla na výstupu z tepelného zdroje 500 GJ/r.

Tab. 4 Hodnoty pro stanovení potenciálu úspor energie při roční spotřebě tepla na výstupu ze zdroje 500 GJ/r

Druh paliva	Výhřevnost [J/kg]	Účinnost zdroje [%]	Energie na vstupu do zdroje [GJ/r]	Roční spotřeba paliva [t/r]
hnědé uhlí	16,7	62,0	806,45	48,29
černé uhlí	23,07	63,0	793,65	34,40
koks	27,02	64,0	781,25	28,91
LTO	41,7	80,0	625,00	14,99
dřevní hmota	13,0	85,0	588,23	45,25

Pro dřevní hmotu uvedenou v tabulce je uvažováno s jejím obsahem vody  $W = 25\%$ . Kotle na spalování dřevní hmoty vykazují velmi dobrou tepelnou účinnost (cca 85%), která je srovnatelná s kotli na plyn. Uvedená účinnost kotlů platí jak pro menší teplovodní kotle ústředního vytápění tak pro kotle vyšších výkonů.

Pro roční spotřebu tepla na výstupu z tepelného zdroje 500 GJ/r pak vychází potenciál úspory energie ve vstupním palivu (a úspora v % oproti výchozímu stavu) při náhradě uvedeného paliva dřevní hmotou dle tab. 5.

Tab. 5 Úspora tepla ve vstupním palivu při roční spotřebě tepla 500 GJ/r na výstupu z tepelného zdroje

Palivo	Úspora tepla na vstupu do zdroje [(GJ/r)]	Úspora [%]
hnědé uhlí	218,22	27,06
černé uhlí	205,42	25,88
koks	193,02	24,71
LTO	36,77	5,88

Z hodnot uvedených v tab. 4 a 5 vyplývá, že použití nového tepelného zdroje na dřevní hmotu přinese úsporu tepla ve vstupním palivu a současně dojde ke snížení ekologické zátěže.

## 2. EMISE ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK PŘI SPALOVÁNÍ DŘEVNÍ HMOTY

Pro praktické výpočty emisí je možno vycházet z průměrného složení hořlaviny dřevní hmoty dle tab. 6.

Pro výpočet emisí znečišťujících látek při spalování nekontaminované dřevní hmoty je možno použít:

- Emisní faktory dle vyhlášky MŽP č. 117/1997 Sb.
- Emisní faktory stanovené na základě měření emisí pro daný typ a konstrukci tepelného zdroje.

Tab. 6 Průměrné složení hořlaviny dřevní hmoty a obsah popelovin v sušině  $A_s$

Složka	Obsah [%]
C	50,747
H <sub>2</sub>	6,147
O <sub>2</sub>	42,580
S	0,00
N	0,526
$A_s$	1,32

### a) Výpočet emisí při spalování dřevní hmoty dle emisních faktorů uvedených ve vyhlášce MŽP 117/1997 Sb.

Dle uvedené vyhlášky platí pro výpočet emisí při spalování dřevní hmoty (pro všechny druhy ohnišť) hodnoty uvedené v tab. 7.

Tab. 7 Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem v kg/t spáleného paliva.

Emise	Zdroj do 3 MW	Zdroj nad 3 MW
TL	12,5	15,0
SO <sub>2</sub>	1,0	1,5
NO <sub>x</sub>	3,0	3,0
CO	1,0	1,0
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	1,0	1,0

Vzhledem k tomu, že se obsah vody ve spalované dřevní hmotě pohybuje v širokém rozmezí a to:

- od  $W = 10\%$  uměle vysušené dřevo v sušárně,
- do  $W = 50\%$  čerstvé dřevo a kůra,

bude se i celkový obsah popelovin v dřevní hmotě měnit v závislosti na obsahu vody.

Pro názornost uvedeme příklad v tab. 8.

Tab. 8 Obsah vody v dřevní hmotě 20 a 50 %

Parametr	Alternativa A	Alternativa B
Obsah vody [%]	20	50
Obsah popelovin [%]	1,056	0,66
výhřevnost [MJ/kg]	14,13	7,33
Celková hmotnost popelovin $M_{popelovin}$ [kg/t paliva]	10,56	6,60
a přepočten v [kg/ GJ]	0,747	0,90

Porovnáme-li tyto hodnoty s hodnotou emisních faktorů pro tuhé látky dle vyhlášky č. 117 (viz tab. 6) dojdeme k závěru, že hodnoty uvedené v tabulce jsou vyšší než celková hmotnost popelovin obsažených v palivu kg/t.

Z uvedeného úvahy vyplývá, že v tepelném zdroji, který spaluje dřevní hmotu nezůstávají na roštu žádné pevné zbytky popelovin ze spalovaného paliva a emise tuhých látek do ovzduší představuje 100 % popelovin a ještě k tomu část spalovaného paliva.

Běžně se při stanovení emise tuhých látek do ovzduší vychází z popelové bilance, která uvažuje s tím, že 70 % popelovin zůstává na roštu a 30 % popelovin odchází do ovzduší jako emise tuhých látek.

Při vykazování produkce emisí před realizací a po realizaci úsporných opatření pak dochází ke zhoršení hodnoty o snižování emisí. Tento nedostatek se pak projevuje ještě jednou a to při výpočtu poměru vynaložených investičních prostředků na snížení jednotkové emise.

Většina tepelných zdrojů na využití dřevní hmoty je běžně od výkonu 100 kW vybavena multicyklovým odlučovačem tuhých částic, což podstatně sníží jejich emise do ovzduší.

Z uvedených důvodů je objektivnější použít pro výpočet emisí hodnoty emisních faktorů, které byly stanoveny na základě měření pro daný konkrétní typ tepelného zdroje.

### b) Emisní faktory stanovené na základě výsledků měření emisí

Uváděné výsledky emisních faktorů byly stanoveny na základě měření dvou teplovodních kotlů o jmenovitém jednotkovém tepelném výkonu 600 kW při spalování dřevní hmoty o výhřevnosti 8,2 MJ/kg. Uvedený kotel má vodou chlazený rošt, což zabraňuje spékání popelovin při spalování paliva s nízkým obsahem vody a dále pak dochází ke snižování emise NO<sub>x</sub>. Za kotlem je instalován multicyklový odlučovač popílku. Emisní faktory, které byly stanoveny na základě výsledků měření jsou uvedeny v tab. 9.

Tab. 9 Emisní faktory (kg/t paliva) pro kotel K 1 a K 2

Látka	Emisní faktor [kg/ t paliva]	
	kotel K 1	kotel K 2
TL	0,320	0,593
SO <sub>2</sub>	0,146	0,129
NO <sub>x</sub>	0,503	0,552
CO	0,232	0,966
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,002	0,003

Délka měření na každém zdroji byla 6 hodin a zjištěná střední tepelná účinnost zdrojů 86,7%. Z výsledků měření jednoznačně vyplývá, že měřením zjištěné emisní faktory jsou podstatně nižší než emisní faktory uváděné ve vyhlášce MŽP 117/ 1997 Sb.

### c) Emise CO<sub>2</sub> při spalování dřevní hmoty

Energetické využití dřevní hmoty představuje obnovitelný zdroj a dále pak palivo, které je bilančně neutrální s ohledem na emise CO<sub>2</sub>. Tato vyrovnaná bilance je způsobena tím, že při spalování 1 tuny dřevní hmoty vzniká 1,6 tuny emise CO<sub>2</sub>. Pro nárůst 1 tuny dřevní hmoty v kolooběhu přírody se rovněž spotřebuje cca 1,6 tuny CO<sub>2</sub>.

Uvedená skutečnost, že při spalování dřevní hmoty je bilance CO<sub>2</sub> neutrální má pozitivní vliv na snižování skleníkového efektu naší planety. Z tohoto pohledu se jedná

o další ekologický přínos při energetickém využití dřevní hmoty i když snižování emise CO<sub>2</sub> není zahrnováno při výpočtu nákladů na snižování jednotkové emise.

Tab. 10 Emise CO<sub>2</sub> pro různý obsah vody v dřevní hmotě vychází ze stechiometrických výpočtů produkce

Obsah vody W [%]	Emise CO <sub>2</sub> [kg/t paliva]
10	654
15	1562
30	1286

Závěrem je možno konstatovat, že nezpracovatelná dřevní hmota je palivem, které příznivě snižuje ekologickou záťaž ovzduší a současně snižuje provozní náklady na palivo. Při výstavbě tepelných zdrojů na toto palivo je však nutno provést bilanci roční spotřeby paliva a hlavně posoudit jeho dostupnost v dané oblasti. Při výpočtech snižování emisí, záměnou stávajících paliv za dřevní odpad, vycházet z dostupných výsledků měření, které Vám může poskytnout dodavatel zařízení. Tento výpočet emisí dle emisních faktorů ze skutečných měření udává objektivnější hodnoty než je tomu dle emisních faktorů uvedených ve vyhlášce 117/1997 Sb.

Poznámka recenzenta:

*Autor článku použil pro porovnání energetické výhodnosti jednotlivých druhů paliv nesrovnatelnou kvalitu spalovacích zařízení.*

*Pro dřevní hmotu použil hodnoty platné pro moderní spalovací zařízení, kdežto pro ostatní paliva použil údaje platné pro zastaralé typy tepelných zdrojů. Z tohoto důvodu lze vyvozené závěry považovat za zkrácené.*

Ing. Zdeněk Lerl

### \* Vyšly nové zákony

V březnu t.r. bylo parlamentem ČR schváleno znění dvou zákonů, které se dotýkají kvality ovzduší. Protože se jedná o zákony zásadního významu, krátce se o nich zmiňujeme. Jsou v plném znění uvedeny na internetové adrese Ministerstva životního prostředí ČR ([www.env.cz](http://www.env.cz)).

1. 3. 2002 byl vydán **Zákon č. 76 o integrované prevenci a o omezení znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)**. Tento zákon nabývá účinnosti od 1. 1. 2003.

Účelem zákona je, v souladu s právem Evropských společenství, dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku, zabezpečit integrovaný výkon veřejné správy při povolování provozu zařízení a zřídit a provozovat integrovaný registr znečišťování životního prostředí. Tento zákon stanoví povinnosti provozovatelů zařízení, upravuje postup při vydávání integrovaného povolení, zřizuje integrovaný registr znečišťování životního prostředí, stanoví způsob shromažďování údajů o emisích a přenosech látek evidovaných v tomto registru a poskytování údajů z něho, upravuje podmínky pro propojení dosavadních informačních systémů v oblasti ochrany životního prostředí s integrovaným registrem znečišťování životního prostředí, stanoví působnosti orgánů veřejné správy, upravuje systém výměny informací o nejlepších dostupných technikách a stanoví sankce za porušení povinností stanovených tímto zákonem. Zákon má ochránit životní prostředí komplexně proti vniknutí látek, vibrací, hluku, tepla nebo jiných forem neionizujícího záření do ovzduší, vody nebo půdy, které může být škodlivé pro zdraví člověka nebo zvířat nebo může nepříznivě ovlivnit kvalitu životního prostředí nebo může vést ke škodám na hmotném majetku nebo může omezit či zabránit využívání hodnot životního prostředí. Podle tohoto zákona zřizuje a spravuje MŽP ČR integrovaný registr znečišťování jako veřejně přístupný informační systém veřejné správy. Obsahuje databázi údajů o vybraných látkách, jejich přenosech a emisích.

Zákon se dotýká činnosti ministerstva životního prostředí, ministerstva průmyslu a obchodu, ministerstva zemědělství, ministerstva zdravotnictví, a státní správy na úrovni krajů (inspekce, krajský hygienik). Tímto zákonem je dotčena celá řada jiných platných zákonů.

Do budoucna bude každý zřizovatel jakéhokoliv provozu, který je zdrojem chemických, fyzikálních či biologických škodlivin (ale i např. každé kotelně) žádat předepsaným způsobem o integrované povolení své činnosti.

Druhým legislativním dokumentem zásadní důležitosti je **Zákon č. 86 o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší)**. Byl vydán 12. 3. 2002 s účinností od 1. 6. 2002.

Tento zákon stanoví práva a povinnosti osob a působnost správních úřadů při ochraně vnějšího ovzduší před vnášením znečišťujících látek lidskou činností a při zacházení s regulovanými látkami, které poškozují ozónovou vrstvu Země, a s výrobky, které takové látky obsahují. Stanoví podmínky pro další snižování množství vypouštěných znečišťujících látek působících nepříznivým účinkem na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí a na hmotný majetek.

Z díkce zákona vyplývá, že každý je povinen omezovat a předcházet znečišťování ovzduší.

Je proto zakázáno spalování látek, které nejsou palivy. Jako palivo nelze použít odpad. Z praktického hlediska je zajímavé, že orgány obce mohou stanovit podmínky pro spalování rostlinných materiálů, nebo jejich spalování zakázat, pokud zajistí jiný způsob pro jejich odstranění. V otevřených ohništích, zahradních krbech apod. lze spalovat jen dřevo, dřevěné uhlí, suché rostlinné materiály a plynná paliva určená výrobem.

Zvláštní podmínky jsou stanoveny pro velké zdroje znečišťování, ať už jsou mobilní nebo stacionární. Zvláštním předpisem (vyhláškou) stanoví MŽP emisní limity a další podmínky provozování zdrojů, které spalují odpad.

Je stanovena přípustná úroveň znečišťování ovzduší, kterou určují obecné a specifické emisní limity. Přípustnou úroveň znečištěného ovzduší určují hodnoty imisních limitů, meze tolerance a četnost překročení pro jednotlivé znečišťující látky. Imisní limity stanoví prováděcí právní předpis (vyhláška).

Zákon dále stanoví, kdy jakým způsobem a jak se vyhlásí smogové situace a co je v té chvíli povinností orgánů ochrany ovzduší. Dále jsou stanoveny poplatky za znečišťování ovzduší.

V rámci ochrany ozónové vrstvy Země se zakazuje nebo omezuje výroba, dodávání na trh a používání některých chemických látek, které jsou zařazeny do seznamu látek regulovaných. Patří k nim chlorfluoruhlodivky, jiné zcela halogenované chlorfluoruhlodivky, halony, tetrachlormetan, 1,1,1-trichlorethan, hydrobromfluoruhlodivky, bromchlormetan a výrobky, které tyto látky obsahují. Zakazuje se výroba methylobromidu a hydrochlorfluoruhlodivků. Zakazuje se používání hydrochlorfluoruhlodivků v aerosolech, jako rozpouštědla a jako chladiva. Regulované látky, pokud jsou obsaženy v chladicích nebo klimatizačních zařízeních a v zařízeních s tepelnými čerpadly, příp. v chladnicích a mraznicích pro domácnost mohou být za určitých podmínek znovuzískávány, regenerovány a recyklovány. Tyto podmínky jsou zákonem stanoveny, stejně jako označování obalů, evidence, vykazování a registr regulovaných látek. Ten povede a bude spravovat MŽP ČR.

Zákon dále stanoví povinnosti při ochraně klimatického systému Země, zpřístupňování informací veřejnosti a mezinárodním organizacím, opatření k nápravě a sankce. Tímto zákonem je dotčena činnost ministerstva životního prostředí, ministerstva zdravotnictví, České obchodní inspekce, celních úřadů, krajů, okresů a obcí. Zákon o ochraně ovzduší mění dílčím způsobem několik platných zákonů.

K výkonu tohoto zákona bude vydáno několik prováděcích předpisů (vyhlášek). Budeme o nich včas informovat.

(Laj)

### \* Mraky v galerii

V dubnu 2002 v rámci mezinárodního veletrhu pro klimatizaci a vдуchotechniku Aircontec ve Frankfurtu byla pod titulem „konstrukce atmosféry“ předvedena ukázka výroby umělého klimatu. V hale výstavní galerie byla vytvořena pod jejím skleněným stropem, tj. ve vnitřním prostoru, poletující směs vodních kapiček, částic ledu, nebo obou – umělý mrak. Nejednalo se zde o mlhu ze suchého ledu nebo kapaného CO<sub>2</sub>, ale o skutečný mrak, sestávající z více vrstev různé vlhkosti a teploty. Jak tento mrak, který se nad hlavami diváků pohyboval, vzniká a jak funguje po stránce dynamické a klimatotechnické je střezem tajemstvím.

CCI 3/2002

(Ku)