

METODICKÝ POKYN

**Ministerstva životního prostředí, odboru ochrany ovzduší,
ke způsobu stanovení specifických emisních limitů pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající
odpad společně s palivem jiné než spalovny odpadu a cementářské rotační pece**

**1. Komu je metodický pokyn určen**

Metodický pokyn je určen krajským úřadům, České inspekci životního prostředí a autorizovaným osobám a jako doporučení také provozovatelům stacionárních zdrojů.

2. Předmět a účel metodického pokynu

Předmětem tohoto metodického pokynu je aplikace ustanovení bodu 2.2. části I přílohy č. 4 vyhlášky č. 415/2012 Sb., o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší (dále jen vyhláška), která stanovuje specifické emisní limity pro stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad nebo paliva vyrobená z odpadu (odpovídající ČSN EN 15357 *Tuhá alternativní paliva*) společně s palivem jiné než spalovny odpadu a cementářské pece.

3. Zákonná ustanovení a vazba na předpisy EU

Způsob výpočtu emisních limitů vzorcem jakožto průměru mezi emisními limity stanovenými pro spalovny odpadu a hodnotami C_{proc} váženého podle objemu spalin vznikajících spalování odpadu a paliva je transpozicí části 4 přílohy VI směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (dále jen směrnice).

4. Způsob výpočtu emisních limitů

Hodnoty emisních limitů se vypočtou podle vzorce [1] níže uvedeným postupem a jsou uvedeny v povolení provozu podle § 11 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (dále jen zákon).

Emisní limity pro spalovací stacionární zdroje tepelně zpracovávající odpad jsou stanoveny jako denní průměry.

Postup výpočtem podle vzorce [1] se uplatní při stanovení emisního limitu na úrovni denního průměru pro tyto znečišťující látky: TZL, NO_x , SO_2 , CO, HCl, HF, TOC.

Dále se uplatní emisní limity minimálně na úrovni hodnot obsažených v bodě 1.2. části 1 přílohy č. 4 vyhlášky.

Základem výpočtu hodnot emisních limitů je vážený průměr:

$$C = \frac{(V_{\text{odpad}} \cdot C_{\text{odpad}}) + (V_{\text{proc}} \cdot C_{\text{proc}})}{V_{\text{odpad}} + V_{\text{proc}}} \quad (1)$$

Význam jednotlivých členů je popsán v části 2.2 přílohy č. 4 vyhlášky. Tam uvedený výklad členu V_{odpad} lze doplnit v tom smyslu, že příslušnými podmínkami stanovenými v této vyhlášce jsou myšleny: normální stavové podmínky, suchý plyn a referenční obsah kyslíku 6 % v případě spalování pevných paliv a 3 % v případě spalování kapalných paliv.

Jelikož hodnoty C_{proc} jsou stanoveny na úrovni denních emisních limitů, také hodnoty C_{odpad} jsou hodnotami emisních limitů na úrovni denních průměrů stanovenými v části 1.1 přílohy č. 4 vyhlášky.

Pro výpočet teoretického objemu suchých spalin vznikajících spalováním hmotnostní jednotky paliva a odpadu na základě jejich elementárního složení se použije vzorec:

$$V_d = V_m \left[\frac{(1 - w_o)}{w_o} \sum_{i=1}^x \frac{w_i}{n_i A_{ri}} + \sum_{i=1}^y \frac{w_i}{m_i A_{ri}} \right] \quad (2)$$

Vysvětlivky:

V_d – teoretický objem suchých spalin vztažený na jednotku hmotnosti paliva či odpadu ($\text{dm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$, resp. $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$)

V_m – molární objem ideálního plynu ($22,41 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$)

w_{O_2} – objemový zlomek kyslíku ve vzduchu (0,21) / lze adekvátně upravit v případě spalování v prostředí obohaceném kyslíkem/

w_i – hmotnostní zlomek i-tého prvku v palivu nebo odpadu

A_{ri} – relativní atomová hmotnost i-tého prvku

n_i – faktor vycházející ze stechiometrie spalovací rovnice, odpovídá počtu atomů i-tého prvku reagujících s molekulou kyslíku (pro konkrétní prvky nabývá hodnot $C = 1$, $H = 4$, $N = 2$, $S = 1$, $O = -2$)

m_i – faktor vycházející ze stechiometrie spalovací rovnice, odpovídá počtu atomů i-tého prvku v plynné molekule produktu spalování (pro konkrétní prvky nabývá hodnot: $C = 1$, $N = 1$, $S = 1$), pro suché spaliny tedy vždy nabývá hodnoty 1, vodík není uvažován.

První suma ve vzorci odpovídá teoretické spotřebě kyslíku při spalování uhlíku, vodíku, dusíku a síry, záporné znaménko u kyslíku vyjadřuje náhradu spotřeby vzdušného kyslíku. Druhá suma pak odpovídá objemu odpadních plynů vznikajících spalováním uhlíku, dusíku a síry.

Uvažuje se spalování dusíku na oxid dusnatý. Vznik případných dalších plynných produktů (např. HCl , HF , CO apod.) je zanedbán pro jejich malý význam. Zanedbán zůstává také nedopal spalitelných látek a spotřeba kyslíku pro spalování látek, ze kterých nevznikají plynné produkty. V případech, kdy je prokázáno, že vliv těchto faktorů je významný, je možné je do výpočtu zahrnout.

Po dosazení všech konstant můžeme vzorec následně zkrátit:

$$V_d = 8,89 w_C + 21,1 w_H + 4,61 w_N + 3,59 w_S - 2,63 w_O \quad (3)$$

Výsledkem je teoretický objem spalin vztažený na jednotku hmotnosti paliva, tedy v jednotkách $\text{dm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ nebo $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$.

Pokud je množství spalovaného odpadu stanoveno nikoli jako hmotnostní podíl, ale jako podíl tepelného příkonu, je nutné provést přepočty podle výhřevnosti odpadu a paliva. Jak je uvedeno ve vyhlášce, uvažují se vždy minimální hodnoty výhřevnosti daného odpadu a jím odpovídající prvkové složení.

Teoretický objem suchých spalin se před dosazením do vzorce (1) přepočte na referenční obsah kyslíku relevantní pro daný odpad či palivo (11 % pro tuhý odpad, 6 % pro pevná paliva vč. biomasy, pokud se využijí hodnoty C_{proc} uvedené v části 2.2 přílohy č. 4 vyhlášky, 3 % pro kapalná paliva a odpady) s použitím vzorce (4):

$$V_y = \frac{21 - x}{21 - y} \cdot V_x \quad (4)$$

ve kterém V_x a V_y jsou hodnoty objemu spalin při referenčním obsahu kyslíku x % a y % (v tomto případě je tedy x rovno 0 a za V_x se dosadí hodnota teoretického objemu spalin V_d vypočtená dříve).

Do vzorce [1] tedy vstupují hodnoty stanovené na základě rozdílných referenčních obsahů kyslíku a stejně tak výsledkem je hodnota C vztažená na referenční obsah kyslíku, který je průměrem těchto koncentrací váženým podle objemu odpadních plynů vzniklých ze spalování odpadu a paliva. Identicky se tedy vypočte referenční obsah kyslíku podle vzorce (1), kam se za C_{proc} a C_{odpad} dosadí příslušné referenční hodnoty obsahu kyslíku (v procentech) pro palivo a odpad. Následně je vhodné provést přepočty výsledné hodnoty C na referenční obsah kyslíku, který bude stanoven v povolení, a který doporučujeme stanovit shodně s referenčním obsahem kyslíku použitým při spalování paliva, a to s využitím vzorce:

$$c_y = \frac{21 - y}{21 - x} \cdot c_x \quad (5)$$

5. Závěrečné poznámky

Ze směrnice i z vyhlášky vyplývá, že by měla být uložena pouze jedna sada emisních limitů stanovených na základě vlastností odpadu s nejnižší výhřevností.

Pokud je při spalování paliva naměřená emisní koncentrace znečišťujících látek, u které není stanovena hodnota C_{proc} , po přepočtu na referenční obsah kyslíku 11 % nižší než hodnota emisního limitu stanoveného pro tuto znečišťující látku pro spalovny odpadu, stanoví se jako hodnota emisního limitu pro tepelné zpraco-





vání odpadu hodnota emisního limitu určená pro spalovny odpadu po přepočtu na příslušný referenční obsah kyslíku pro spalování paliva. Nepoužije se tedy výpočet, který by vedl k přísnějším emisním limitům než v případě spaloven odpadu.

*Ing. Jan Kužel, v. r.
ředitel odboru ochrany ovzduší*

Praktický příklad stanovení specifických emisních limitů pro tepelné zpracování odpadu ve spalovacím stacionárním zdroji

Ve spalovacím stacionárním zdroji o celkovém jmenovitém tepelném příkonu 150 MW spalujícím práškové hnědé uhlí bude spalována tuhá směs odpadů o minimální výhřevnosti $17,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$ a to v množství nahrazujícím 8 % tepelného příkonu spalovacího stacionárního zdroje.

Pro účely zjištění reprezentativního elementárního složení tohoto odpadu, byly z celkového počtu provedených analýz vybrány ty, které odpovídají nejnižší výhřevnosti například $17,5 - 18 \text{ MJ.kg}^{-1}$, ale tak, aby jejich počet zajišťoval reprezentativnost údajů. Z těchto vzorků byly stanoveny průměrné hodnoty prvkového složení směsi. Prvkové složení a výhřevnost uhlí odpovídá dlouhodobému průměru a jsou stanoveny v původním stavu.

Zjištěné elementární složení odpovídající výhřevnosti na spodní hranici:

	A _x	Jednotka	Odpad	Uhlí
C	12	% hm.	39,39	36,6
		hmotnostní zlomek w	0,3939	0,366
H	1	% hm.	5,55	3,23
		hmotnostní zlomek w	0,0555	0,0324
N	14	% hm.	1,47	0,57
		hmotnostní zlomek w	0,0147	0,0057
S	32,1	% hm.	0,06	1,17
		hmotnostní zlomek w	0,0006	0,017
O	16	% hm.	41,46	11,85
		hmotnostní zlomek w	0,4146	0,1185
Výhřevnost		MJ.kg ⁻¹	≥ 17,5	14,5

Následuje dosazení uvedených hmotnostních zlomků do vzorce (2) nebo (3).

Objem suchých spalín (bez přebytku vzduchu) na jednotku hmotnosti je

pro spalování odpadu $V_{\text{d-odpad}} = 3,65 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$

a pro spalování uhlí $V_{\text{d-proc}} = 3,69 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$.

Po přepočtu na referenční obsah kyslíku 6 % v případě spalování uhlí a 11 % pro spalování odpadu s využitím vzorce (4), kde $x = 0$ a A_x je hodnota V_d je

pro odpad $V_{\text{d-odpad-ref}} = 7,67 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$

pro uhlí $V_{\text{d-proc-ref}} = 5,17 \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$.

Pokud bude zadáno množství spalovaného paliva v hmotnostním poměru k uhlí, je možné tyto objemy násobit poměrem jednotlivých paliv (např. 0,9 a 0,1, pokud bude spalováno 90 % uhlí a 10 % paliva), jelikož v tomto případě je poměr spalovaného odpadu 8 % tepelného příkonu, je nutné provést další přepočet se zahrnutím výhřevnosti. Vzhledem k tomu, že je nutné vycházet z nejméně výhřevného odpadu, měla by být použita minimální hodnota výhřevnosti odpadu garantovaná jeho dodavatelem.

$$V_{\text{odpad}} = \frac{Q_{\text{proc}}}{Q_{\text{odpad}}} \cdot V_{\text{d-odpad-ref}} \cdot 0,08$$

$$V_{\text{proc}} = V_{\text{d-proc-ref}} \cdot 0,92$$

$$V_{\text{proc}} = 4,76 \text{ m}^3 \text{ a } V_{\text{odpad}} = 0,508 \text{ m}^3.$$

Takto získané hodnoty V_{proc} a V_{odpad} lze použít ve vzorci (1).

Pro uvažovaný spalovací stacionární zdroj se použijí hodnoty C_{proc} a C_{odpad} z přílohy č. 4 a 2 vyhlášky. Hodnoty pro C_{proc} pro TOC a HF vycházejí z měření prováděného při spalování uhlí, v tomto případě, kdy tyto zjištěné koncentrace leží po přepočtu na referenční obsah kyslíku 11 % pod hodnotou emisního limitu stanoveného pro spalovny odpadu, hodnota C se nevypočte, ale za emisní limit se zvolí hodnota emisního limitu stanoveného pro spalovny odpadu, která se však přepočte na referenční obsah kyslíku 6 %.

Současně se provede výpočet podle vzorce (1), do kterého místo C_{proc} a C_{odpad} vstupují referenční hodnoty koncentrace O_2 , výsledkem je referenční obsah kyslíku, který odpovídá vypočteným hodnotám C, které se s využitím vzorce (4) přepočtou na hodnoty C_{ref} a to 6 %.

Výsledky doporučujeme zaokrouhlit směrem nahoru na celé jednotky, v případě HF na desetiny. Uvedený





příklad z důvodu vysokého podílu kyslíku v odpadu a nízkého procentuálního zastoupení odpadu ve spalované směsi nevede k výrazné změně emisních limitů.

Hodnoty C_{proc} , C_{odpad} , hodnoty výsledných emisních limitů C při ref. obsahu O_2 6,48 %, hodnoty C po přepočtu na 6 % O_2 a hodnoty emisních limitů jsou uvedeny v tabulce:

	C_{proc}	C_{odpad}	C (ref. O_2 6,48%)	C (ref. O_2 6 %)	Emisní limit
TZL	30	10	28,07	29	29
NO_x	200	200	200	207	207
SO_2	200	50	185,5	192	192
TOC	4	10		15	15
CO	250	50	230,7	238	238
HCl	50	10	46,14	47,7	48
HF	0,4	1		1,5	1,5