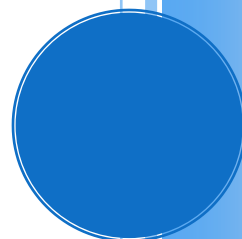


Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw

kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW



Opracowanie: **Zespół Zarządzania Krajową Bazą KOBiZE**

kontakt:

Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami

00-805 Warszawa, ul. Chmielna 132/134

tel.: +48 225696511

fax.: +48 225696500

W przypadku wątpliwości co do zawartości materiału wszelkie uwagi i pytania należy kierować na adres poczty elektronicznej ***pomoc.kb@kobize.pl***.



Działalność KOBiZE jest finansowana ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Niniejszy dokument może być wykorzystywany, kopiowany i rozpowszechniany - w całości lub w części – wyłącznie w celach niekomercyjnych i ze wskazaniem źródła pochodzenia.

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie -----	4
2. Sposób obliczania wielkości emisji -----	5
3. Wskaźniki emisji-----	6
4. Przykłady obliczeń wielkości emisji -----	8

1. WPROWADZENIE

Niniejszy materiał powstał w celu ułatwienia podmiotom korzystającym ze środowiska sprawozdania, w rocznym raporcie¹⁾ do Krajowej bazy²⁾, danych o wielkości emisji do powietrza z kotłów o nominalnej mocy cieplnej³⁾ do 5 MW.

Podmioty, które zarejestrowały się do Krajowej bazy i będą wprowadzać raport roczny, emisję z takich kotłów mogą określić zgodnie ze stosowanymi dotychczas wskaźnikami emisji (np. podanymi w materiale informacyjno-instruktażowym Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 1996 r.). Jeżeli dotychczas podmiot nie ustalał wielkości emisji poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń z kotłów o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW, a opłaty za gazy lub pyły wprowadzane do powietrza z takich źródeł ponosił w zależności od ilości zużytego paliwa (za pomocą ryczałtów), może wykorzystać niniejsze opracowanie do ustalenia rodzajów i ilości poszczególnych zanieczyszczeń na potrzeby raportu do Krajowej bazy.

W materiale określono sposób obliczania emisji oraz wskaźniki emisji dla wybranych substancji w zależności od rodzaju spalanego paliwa:

- 1) dla węgla kamiennego, koksu, lekkiego oleju opałowego i ciężkiego oleju opałowego – określono wskaźniki emisji wyrażone w gramach na megagram zużytego paliwa [**g/Mg**] dla:
 - tlenków siarki (SO_x/SO_2),
 - tlenków azotu (NO_x/NO_2),
 - tlenku węgla (CO),
 - dwutlenku węgla (CO_2),
 - pyłu zawieszonego całkowitego (TSP),
 - benzo(a)piranu;
- 2) dla drewna i oleju napędowego – określono wskaźniki emisji wyrażone w gramach na megagram zużytego drewna [**g/Mg**] dla:
 - tlenków siarki (SO_x/SO_2),
 - tlenków azotu (NO_x/NO_2),
 - tlenku węgla (CO),
 - dwutlenku węgla (CO_2),
 - pyłu zawieszonego całkowitego (TSP);
- 3) dla gazu ziemnego – określono wskaźniki emisji wyrażone w gramach na metr sześcienny zużytego gazu ziemnego [**g/m³**] dla:
 - tlenków siarki (SO_x/SO_2),
 - tlenków azotu (NO_x/NO_2),
 - tlenku węgla (CO),
 - dwutlenku węgla (CO_2),
 - pyłu zawieszonego całkowitego (TSP),

¹⁾ Raport, o którym mowa w art. 7 ust. 1 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz.U. z 2013 r., poz. 1107, z późn. zm.).

²⁾ Krajowa baza o emisjach o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji, o której mowa w art. 3 ust. 2 pkt 1 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji.

³⁾ Nominalna moc cieplna kotła jest to ilość energii wprowadzonej do kotła w paliwie w jednostce czasu przy jego nominalnym obciążeniu.

- 4) dla gazów płynnych propan i propan – butan (LPG) – określono wskaźniki w gramach na gigadżul zużytego paliwa [g/GJ] dla:
- tlenków siarki (SO_x/SO_2),
 - tlenków azotu (NO_x/NO_2),
 - tlenku węgla (CO),
 - dwutlenku węgla (CO_2),
 - pyłu zawieszonego całkowitego (TSP).

W przypadku, gdy w źródle spalanych jest kilka rodzajów paliw – emisja substancji jest sumą emisji powstających z poszczególnych paliw.

2. SPOSÓB OBLICZANIA WIELKOŚCI EMISJI

Wielkości emisji są uzależnione od rodzaju paliwa, wielkości zużycia paliwa, parametrów paliwa: wartości opałowej, zawartości popiołu, zawartości siarki oraz sprawności zastosowanego urządzenia redukcyjnego.

Ogólny wzór służący do obliczania wielkości emisji na podstawie wskaźnika emisji na jednostkę zużytego paliwa:

$$E = \frac{B \times W}{1000} \quad (1)$$

gdzie: E - emisja substancji, wyrażona w kilogramach [kg];

B - zużycie paliwa, w przypadku paliw stałych oraz ciekłych, wyrażone w megagramach [Mg], w przypadku paliw gazowych, wyrażone w tysiącach metrów sześciennych [tys. m³];

W - wskaźnik emisji wyrażony w gramach na jednostkę zużytego paliwa [g/Mg] albo [g/m³].

Ogólny wzór służący do obliczania wielkości emisji na podstawie wskaźnika emisji na energię chemiczną wprowadzoną w paliwie:

$$E = \frac{B \times W_o \times W}{1\,000\,000} \quad (2)$$

gdzie: E - emisja substancji, wyrażona w kilogramach [kg];

B - zużycie paliwa wyrażone w megagramach [Mg];

W_o - wartość opałowa wyrażona w kilodżulach na kilogram paliwa [kJ/kg];

W - wskaźnik emisji wyrażony w gramach na gigadżul energii chemicznej zawartej w paliwie [g/GJ].

W przypadku, gdy za źródłem spalania (kotłem) jest zainstalowane urządzenie redukcji emisji – jej wielkość określa się z zależności:

$$E' = E \times \frac{(100-\eta)}{100} \quad (3)$$

gdzie: E' - emisja substancji po korekcie ze względu na redukcję, wyrażona w kilogramach [kg];

E - emisja przed urządzeniem redukcyjnym, wyliczona z zależności (1) lub (2);

η - sprawność urządzenia redukcyjnego, wyrażona w procentach [%].

3. WSKAŹNIKI EMISJI

Tabela 3.1. Wskaźniki dla węgla kamiennego

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały				ruszt mechaniczny
		nominalna moc cieplna kotła [MW]				
		≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	> 0,5 ÷ ≤ 5
		ciąg naturalny		ciąg sztuczny		
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/Mg	16 000 × s				
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		2 200	1 000	2 000	3 000	3 200
tlenek węgla (CO)		45 000		70 000	20 000	10 000
dwutlenek węgla (CO ₂)		1 850 000	2 000 000	1 850 000	2 000 000	2 130 000
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 000 × A ^r	1 500 × A ^r			2 000 × A ^r
benzo(a)piren		14				3,2

gdzie: A^r - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

s - zawartość siarki całkowitej wyrażona w procentach [%]

dla kotłów z rusztem stałym wyposażonych w cyklony wskaźniki emisji benzo(a)pirenu należy pomnożyć przez współczynnik 0,4

Tabela 3.2. Wskaźniki dla koksu

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały			
		nominalna moc cieplna kotła [MW]			
		≤ 0,5		> 0,5 ÷ 5	
		ciąg naturalny	ciąg sztuczny	ciąg naturalny	ciąg sztuczny
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/Mg	16 000 × s			
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		500	1 000	500	1 000
tlenek węgla (CO)		25 000		20 000	
dwutlenek węgla (CO ₂)		2 360 000			
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 000 × A ^r	1 500 × A ^r	1 000 × A ^r	1 500 × A ^r
benzo(a)piren		0,1		0,027	

gdzie: A^r - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

s - zawartość siarki całkowitej wyrażona w procentach [%]

Tabela 3.3. Wskaźniki dla drewna

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	ruszt stały		ruszt mechaniczny
		nominalna moc cieplna kotła [MW]		
		≤ 1,0	> 1,0 ÷ ≤ 5	≤ 5
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/Mg	110	110	20
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		1 000	950	800
tlenek węgla (CO)		26 000	16 000	11 000
dwutlenek węgla (CO ₂)		1 200 000		1 330 000
pył zawieszony całkowity (TSP)		1 500 × A ^r		2 500 × A ^r

gdzie: A^r - zawartość popiołu wyrażona w procentach [%]

Tabela 3.4. Wskaźniki dla paliw płynnych

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	lekki olej opałowy		ciężki olej opałowy		olej napędowy
		nominalna moc cieplna kotła [MW]				
		≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5	≤ 5
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/Mg	20 359,2 × s		21 666,45 × s		22 822,82 × s
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		2 395,2		8 888,8		6 006
tlenek węgla (CO)		682,632	598,8	1 555,54		480,48
dwutlenek węgla (CO ₂)		3 233 520		3 333 300		1 981 981,982
pył zawieszony całkowity (TSP)		407,184		2 222,2		1 201,2
benzo(a)piren		0,311376	0,287424*	0,288886	0,266664*	-

* wartości poprawione we wrześniu 2020 roku, w związku z omyłkami pisarskimi

gdzie: s - zawartość siarki całkowitej wyrażona w procentach [%]

Wskaźniki emisji dla paliw płynnych zostały przedstawione w g/Mg uwzględniając gęstość oleju opałowego lekkiego na poziomie 0,835 g/cm³, gęstość oleju opałowego ciężkiego na poziomie 0,9 g/cm³ oraz gęstość oleju napędowego na poziomie 0,8325 g/cm³

Tabela 3.5. Wskaźniki dla gazu ziemnego

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	nominalna moc cieplna kotła [MW]	
		≤ 0,5	> 0,5 ÷ ≤ 5
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/m ³	0,002 × s	
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		1,52	1,75
tlenek węgla (CO)		0,30	0,24
dwutlenek węgla (CO ₂)		2 000	
pył zawieszony całkowity (TSP)		0,0005	

gdzie: s - zawartość siarki całkowitej wyrażona w miligramach na metr sześcienny [mg/m³]

Tabela 3.6. Wskaźniki dla gazu płynnego propan i gazu płynnego propan – butan (LPG)

zanieczyszczenie	jednostka wskaźnika	propan	propan – butan (LPG)
		nominalna moc cieplna kotła [MW]	
		≤ 5	
tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	g/GJ	1	0,29
tlenki azotu (NO _x /NO ₂)		60	39
tlenek węgla (CO)		40	16
dwutlenek węgla (CO ₂)		64 000	63 100
pył zawieszony całkowity (TSP)		0,5	3,1

4. PRZYKŁADY OBLICZEŃ WIELKOŚCI EMISJI

- 1) W kotle o ruszcie mechanicznym, o nominalnej mocy cieplnej w paliwie równej 4 MW spalany jest węgiel kamienny. Ile będzie wynosić emisja dwutlenku siarki (E) w przypadku, gdy w ciągu roku w kotle zostało spalane 147 Mg węgla kamiennego o zawartości siarki s=1,02 %?

Obliczenia:

B = 147 Mg – ilość zużytego w ciągu roku węgla kamiennego

s – 1,02 % - zawartość siarki w węglu kamiennym

$W = 16\,000 \cdot s = 16\,000 \cdot 1,02 = 16\,320 \text{ g/Mg}$ – odczytany z tabeli nr 3.1 wskaźnik emisji dla tlenków siarki (z *podstawioną do wzoru zawartością siarki w paliwie*)

$$E = \frac{B \cdot W}{1\,000} = \frac{147[\text{Mg}] \cdot 16\,320 \left[\frac{\text{g}}{\text{Mg}} \right]}{1\,000} = \frac{2\,399\,040[\text{g}]}{1\,000} = 2\,399,04[\text{kg}]$$

2) W kotle opalanym gazem płynnym propan – butan (LPG) spalono 24,73 Mg paliwa.
Wartość opałowa zużytego paliwa to 47 300 kJ/kg. Jaka będzie emisja tlenków azotu (E)?

Obliczenia:

$B = 24,73 \text{ Mg}$ – ilość zużytego w ciągu roku paliwa

$W_o = 47\,300 \text{ kJ/kg}$ – wartość opałowa;

$W = 39 \text{ g/GJ}$ – odczytany z tabeli nr 3.6 wskaźnik emisji dla tlenków azotu

$$E = \frac{B \cdot W_o \cdot W}{1\,000\,000} = \frac{24,73[\text{Mg}] \cdot 47\,300 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \cdot 39 \left[\frac{\text{g}}{\text{GJ}} \right]}{1\,000\,000} = 45,62[\text{kg}]$$