

## Przykłady wydruków z modułu „Spalanie” do pakietu „Operat FB” dla Windows

Maksymalną ilość zużywanego paliwa obliczono ze wzoru:

$$B_{\max} = \frac{Q}{W_d \cdot \eta} \quad [\text{kg/h}]$$

gdzie: Q- wydajność cieplna kotła [ kJ/h ]  
 W<sub>d</sub>- wartość opałowa paliwa [ kJ/kg ]  
 η- sprawność cieplna kotła

W przypadku kotła KW-1 wydajność cieplna = 29000 kW \* 3600 = 104400000 kJ/h, maksymalna ilość zużywanego paliwa =

$$B_{\max} = 104400000 / (23000 * 0,77) = 5895 \text{ kg/h}$$

Wzory do obliczenia emisji:

### Emisja z kotła KW-1

#### Emisja pyłu:

$$E_p = B_{\max} * E'_p * A_r * (100 - \eta_{\text{odpyl}}) / (100 - K)$$

gdzie:

B<sub>max</sub> - maksymalne zużycie paliwa, Mg/h

E'<sub>p</sub> - wskaźnik unosu pyłu, kg/Mg/%

A<sub>r</sub> - zawartość popiołu w paliwie, %

η<sub>odpyl.</sub> - sprawność odpylania, %

K - zawartość części palnych w pyle, %

$$E_p = 5,895 * 3 * 13 * (100 - 82) / (100 - 15) = 48,69 \text{ kg/h}$$

Zawartość pyłu do 10 μm w emitowanym pyle = 97 %

$$\text{Emisja pyłu do } 10 \mu\text{m} = 48,69 * 97 / 100 = 47,22 \text{ kg/h}$$

#### Emisja dwutlenku siarki:

$$E_{SO_2} = B_{\max} * E' * S$$

gdzie :

B<sub>max</sub> - maksymalne zużycie paliwa, Mg/h

E' - wskaźnik dla dwutlenku siarki, kg/Mg/%

S - zawartość siarki całkowitej w paliwie, %

$$E_{SO_2} = 5,895 * 17 * 0,8 = 80,17 \text{ kg/h}$$

**Emisja węgla elementarnego (sadzy):**

$$EC = B_{max} * Ar * E'$$

gdzie :

B<sub>max</sub> - maksymalne zużycie paliwa, Mg/h

Ar - zawartość popiołu w paliwie, %

E' - wskaźnik emisji węgla elementarnego, kg/Mg/%

$$EC = 5,895 * 13 * 0,002 = 0,15327 \text{ kg/h}$$

**Emisja benzo/a/pirenu:**

$$EB(a)P = B_{max} * E'$$

gdzie :

B<sub>max</sub> - maksymalne zużycie paliwa Mg/h

E' - wskaźnik emisji benzo/a/pirenu, kg/Mg

$$EB(a)P = 5,895 * 0,0004 = 0,002358 \text{ kg/h}$$

**Emisja obliczona ze stężeń w spalinach:**Natężenie przepływu spalin w warunkach normalnych = 61671 m<sup>3</sup>/h, umownych = 54270 m<sup>3</sup>/h (9206 m<sup>3</sup>/Mg)

Rzeczywista zawartość tlenu w spalinach 8,27 %.

Natężenie przepływu spalin w warunkach umownych w przeliczeniu na 8,271 % O<sub>2</sub> = 54270 m<sup>3</sup>/h

Zanieczyszczenie	Stężenie w spalinach mg/m <sup>3</sup>	Emisja kg/h
Tlenki azotu jako NO <sub>2</sub>	328	17,80066
Tlenek węgla (CO)	175	9,49730

**Zestawienie wielkości emisji**Kocioł KW-1    B<sub>max</sub> = 5,895 Mg/h    Brok = 23909,8 Mg/rok

Nazwa zanieczyszczenia	Wskaźnik emisji kg/Mg	Emisja maksymalna kg/h	Emisja roczna Mg/rok
Pył	8,259	48,68556	197
w tym pył do 2,5 μm	2,8080	16,55309	67
w tym pył do 10 μm	8,011	47,22499	192
Dwutlenek siarki (SO <sub>2</sub> )	13,6	80,17166	325
Tlenki azotu jako NO <sub>2</sub>	3,0196	17,80066	72
Tlenek węgla (CO)	1,6111	9,49730	39
Węgiel elementarny (sadza)	0,026	0,15327	0,62
Benzo/a/piren	0,0004	0,00236	0,0096

Czas emisji = 4440 godzin

Teoretyczną ilość spalin ze spalania węgla obliczono wg. wzoru:

$$V_z = 0,212 \cdot W_d + 1,65 + (\lambda - 1) \cdot (0,241 \cdot W_d + 0,5) + \lambda \cdot (0,241 \cdot W_d + 0,5) \cdot 1,602 \cdot y_w$$

gdzie:

$V_z$  - ilość spalin w warunkach normalnych,  $m^3/kg$  paliwa

$W_d$  - wartość opałowa paliwa, MJ/kg

$\lambda$  - współczynnik nadmiaru powietrza

$y_w$  - zawartość wilgoci w powietrzu, kg/kg powietrza suchego

Ilość spalin w warunkach normalnych z kotła KW-1 jest równa:

$$V_z = 0,212 \cdot 23 + 1,65 + (1,6 - 1) \cdot (0,241 \cdot 23 + 0,5) + 1,6 \cdot (0,241 \cdot 23 + 0,5) \cdot 1,602 \cdot 0,02$$

$$V_z = 10,462 \text{ m}^3/kg$$

$$V_n = 10,462 \cdot 5894,975 = 61671 \text{ m}^3/h$$

$$T_k = 385,2 - 0 \cdot 80 = 385,2 \text{ K}$$

Ilość gorących gazów uchodzących z emitora :

$$V_g = V_n \cdot T_k / 273,15 = 61670,8 \cdot 385,2 / 273,15 = 86958 \text{ m}^3/h$$

Powierzchnia przekroju emitora:

$$F = \pi \cdot d^2 / 4 = 3,1416 \cdot 2,9^2 / 4 = 6,605 \text{ m}^2$$

Prędkość gazów u wylotu z emitora:

$$w = \frac{V_g}{F \cdot 3600} = \frac{86958}{6,605 \cdot 3600} = 3,66 \text{ m/s}$$

## Porównanie stężeń w spalinach ze standardami emisyjnymi

### Emitor: Kotły opalane węglem

Kocioł: KW-1, moc cieplna brutto 37,662 MW. Paliwo: węgiel kamienny

Grupa źródeł emisji: Zał. nr 2. Średnie źródła istniejące, dla których pierwsze pozwolenie na budowę wydano przed dniem 1 lipca 1987 r. Podgrupa: oddane do użytkowania przed 29 marca 1990 r.

Okres obowiązywania: do 31 grudnia 2024 r.

Zawartość tlenu w spalinach: 8,271%, normatywna ilość tlenu: 6 %

Natężenie przepływu spalin: wilgotnych 61670,8; suchych 54270,3; przeliczonych na 6 % O<sub>2</sub> 46053,8 m<sup>3</sup>/h.

Nazwa substancji	Emisja kg/h	Stężenie w war.umown. w gazie suchym mg/m <sup>3</sup>	Stęż. przelicz. na norm. ilość tlenu mg/m <sup>3</sup>	Stężenie dopuszczalne mg/m <sup>3</sup> (standard emisyjny)	Ocena
Pył	48,68556	897,1	<b>1057,1</b>	100	przekroczenie
SO <sub>2</sub>	80,17166	1477,3	<b>1740,8</b>	1500	przekroczenie
NO <sub>x</sub>	17,80066	328,0	386,5	400	nie przekracza