

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania i przesyłania energii cieplnej**
Oznaczenie kwalifikacji: **EE.24**
Numer zadania: **01**
Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut.

EE.24-01-21.06-SG

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2021

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2017**

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 8 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Opracuj dokumentację, związaną z modernizacją kotła typu WR XX do współspalania biomasy w zakładzie przemysłowym RAWA i uzupełnij KARTĘ ODPOWIEDZI.

W tym celu:

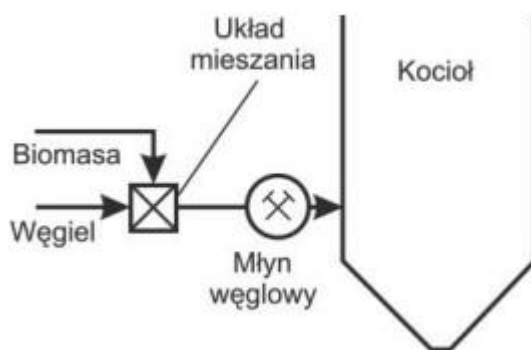
- określ rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym,
- określ zadania urządzeń pomocniczych kotła oraz elementów systemu pomiarów i sterowania kotłem,
- porównaj parametry węgla kamiennego i biomasy,
- oblicz sprawność kotła oraz parametry paleniska dla paliwa z 50 % udziałem biomasy,
- porównaj wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania paliwa z 25 % i 50 % udziałem biomasy.

Do wykonania zadania wykorzystaj informacje zawarte w *Dokumentacji technicznej* zamieszczonej w arkuszu egzaminacyjnym.

Uwaga: Obliczenia powinny zawierać wzór, podstawienie wielkości, wynik oraz jednostkę miary.

Wyniki obliczeń należy zaokrąglić do jednego miejsca po przecinku.

Dokumentacja techniczna



Rysunek 1. Schemat współspalania węgla z biomasą projektowany do realizacji w zakładzie przemysłowym RAWA

Wykaz urządzeń pomocniczych kotła (wyciąg)

1. wentylator wyciągowy
2. wentylator podmuchu (pierwotny)
3. wentylator podmuchu (wtórny)
4. ruszt
5. odżuźlacz

Elementy systemu pomiarów i automatycznego sterowania kotłem (wyciąg):

1. Regulator R1:

Sygnał z przetwornika różnicy ciśnień porównywany jest z wartością zadaną.

Powstający sygnał regulacyjny, w wyniku porównania sygnału z przetwornika i wartości zadanej, oddziałuje na przetwornicę częstotliwości zasilającą wentylator wyciągowy.

2. Regulator R2:

Sygnał z przetwornika temperatury porównywany jest z wartością zadaną.

Powstający sygnał regulacyjny, w wyniku porównania sygnału z przetwornika i wartości zadanej, oddziałuje na przetwornicę częstotliwości zasilającą napęd rusztu.

3. Regulator R3:

Sygnał z analizatora tlenu porównywany jest z wartością zadaną ilości tlenu w spalinach.

Powstający sygnał regulacyjny, w wyniku porównania sygnału z przetwornika i wartości zadanej, oddziałuje na przetwornicę częstotliwości zasilającą napęd wentylatora podmuchu.

4. Czujniki rezystancyjne Pt 100

5. Przetworniki ciśnień

6. Cyrkonowy analizator tlenu

Parametry węgla kamiennego i biomasy

Parametry	Węgiel kamienny	Biomasa
Wartość opałowa [kJ/kg]	21 000	14 200
Zawartość wilgoci [%]	9,00	18,00
Zawartość części lotnych [%]	27,00	73,00
Zawartość popiołu [%]	11,00	3,50

Dane do obliczeń

Dane wejściowe	Symbol	Wartość dla mieszanki 50 [%]
Strumień wody przepływającej przez kocioł [kg/s]	m	20,50
Średnie ciepło właściwe wody [kJ/kg·K]	c_w	4,19
Temperatura wody za kotłem [K]	T_z	366,65
Temperatura wody zasilającej [K]	T_p	341,62
Wartość opałowa mieszanki biomasy i węgla [kJ/kg]	W_d	20 100
Strumień spalanego paliwa [kg/s]	B	0,17
Powierzchnia rusztu [m ²]	R	5,00

Wzory do obliczeń

- sprawność kotła [%]

$$\eta = \frac{m \cdot c_w \cdot (T_Z - T_P)}{B \cdot W_d} \cdot 100\%$$

- godzinowe zużycie paliwa [kg/h]

$$B' = B \cdot 3600$$

- masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu [kg/(m² · h)]

$$b_R = \frac{B'}{R}$$

- dopuszczalne masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu [kg/(m² · h)]

$$b_{Rd} = 200$$

- obciążenie cieplne powierzchni rusztu [kW/m²]

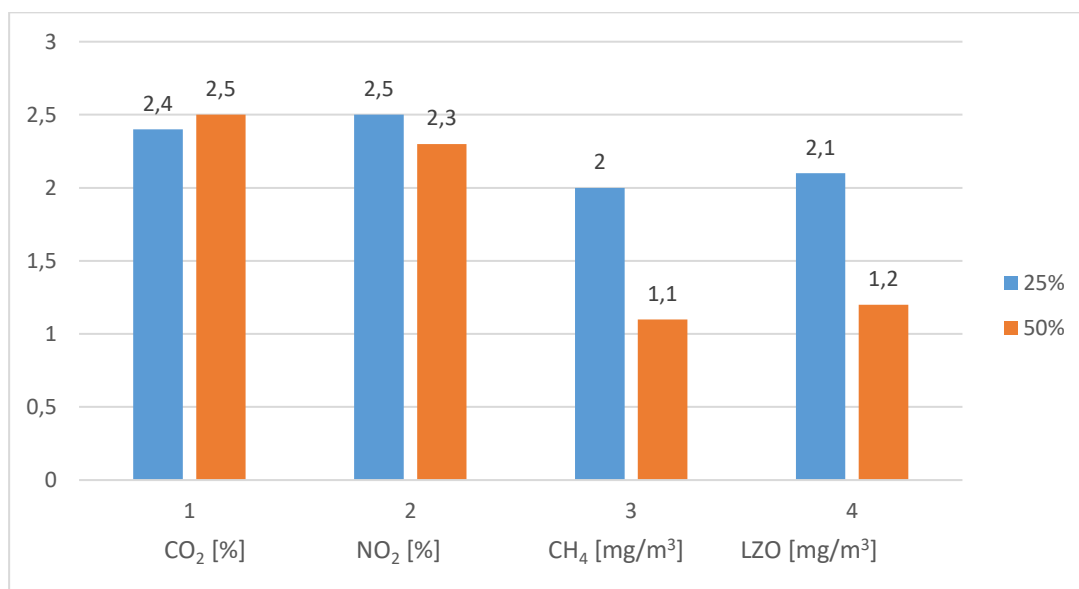
$$q_R = \frac{B \cdot W_d}{R}$$

Dopuszczalne obciążenie cieplne rusztu [kW/m²]

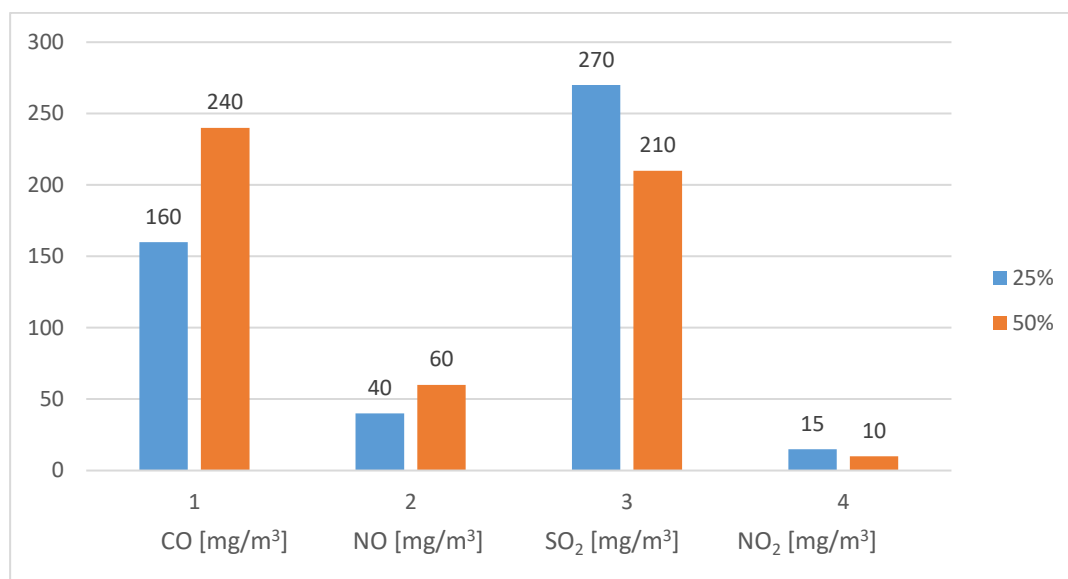
$$q_{Rd} = 700$$

Uwaga: Oznaczenia parametrów w tabeli.

Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania



Rysunek 2. Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania 25 % i 50 % mieszanki biomasy i węgla kamiennego



Rysunek 3. Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania 25 % i 50 % mieszanki biomasy i węgla kamiennego

CO₂ – dwutlenek węgla

N₂O – podtlenek azotu

CH₄ – metan

LZO – lotne związki organiczne

CO – tlenek węgla

NO – tlenek azotu

SO₂ – dwutlenek siarki

NO₂ – dwutlenek azotu

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym – tabela 1,
- zadania urządzeń pomocniczych kotła oraz elementów systemu pomiarów i sterowania kotłem – tabela 2,
- porównanie parametrów węgla kamiennego i biomasy – tabela 3,
- obliczenia sprawności kotła i parametrów paleniska oraz zestawienie wyników obliczeń,
- porównanie wielkości stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania – tabela 4.

KARTA ODPOWIEDZI

Tabela 1. Rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym

WR XX	Rodzaj nośnika ciepła*	
	Rodzaj paleniska**	
	Sposób współspalania węgla z biomasą projektowany do realizacji w zakładzie przemysłowym RAWA***	
* Należy zapisać: parowy lub wodny ** Należy zapisać: pyłowe lub rusztowe *** Należy zapisać: bezpośredni , pośredni , równoległy lub mieszany		

Tabela 2. Zadania urządzeń pomocniczych kotła oraz elementów systemu pomiarów i sterowania kotłem

Lp.	Realizowane zadanie	Nazwa urządzenia pomocniczego kotła / elementu systemu pomiarów i sterowania kotłem
1.	Utrzymywanie podciśnienia w kotle	
2.	Dostarczenie powietrza do spalania	
3.	Dostarczenie dodatkowej ilości powietrza do spalania przy wyższych mocach kotła	
4.	Odprowadzenie żużla z paleniska	
5.	Doprowadzenie paliwa do spalania	
6.	Regulacja ilości powietrza podmuchowego	
7.	Regulacja mocy kotła	
8.	Regulacja podciśnienia w komorze paleniskowej	
9.	Pomiar temperatury	
10.	Pomiar zawartości tlenu w spalinach	
11.	Pomiar ciśnień	

Tabela 3. Porównanie parametrów węgla kamiennego i biomasy

Parametry	Rodzaj paliwa*
Wartość opałowa - wartość większa dla	
Zawartość wilgoci - wartość większa dla	
Zawartość części lotnych - wartość większa dla	
Zawartość popiołu - wartość większa dla	
* należy zapisać węgla kamiennego lub biomasy	

Obliczenia sprawności kotła i parametrów paleniska

Paliwo: 50% węgla i 50% biomasy

- sprawność kotła [%]

$$\eta = \frac{m \cdot c_w \cdot (T_z - T_p)}{B \cdot W_d} \cdot 100\%$$

- godzinowe zużycie paliwa [kg/h]

$$B' = B \cdot 3600$$

- masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu [kg/(m² · h)]

$$b_R = \frac{B'}{R}$$

Dopuszczalne masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu $b_{Rd} = 200$ [kg/(m² · h)]

- obciążenie cieplne powierzchni rusztu [kW/m²]

$$q_R = \frac{B \cdot W_d}{R}$$

Dopuszczalne obciążenie cieplne rusztu $q_{Rd} = 700$ [kW/m²]

Zestawienie wyników obliczeń

Sprawność kotła [%]			
Masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu [kg/(m ² · h)]	b _{Rd}	b _R	b _R < b _{Rd} *
Obciążenie cieplne powierzchni rusztu [kW/m ²]	q _{Rd}	q _R	q _R < q _{Rd} *
* należy zapisać tak lub nie			

Tabela 4. Porównanie wielkości stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania

Lp.	Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania				
	Udział biomasy w paliwie	Jednostka miary	25 %	50 %	Wzrost/spadek*
1.	CO ₂	[%]			
2.	N ₂ O	[%]			
3.	CH ₄	[mg/m ³]			
4.	LZO	[mg/m ³]			
5.	CO	[mg/m ³]			
6.	NO	[mg/m ³]			
7.	SO ₂	[mg/m ³]			
8.	NO ₂	[mg/m ³]			
* Należy wpisać: „ wzrost ” w przypadku większej wartości przy spalaniu paliwa z 50 % udziałem biomasy niż z udziałem 25 % „ spadek ” w przypadku mniejszej wartości przy spalaniu paliwa z 50 % udziałem biomasy niż z udziałem 25 %					

