

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania i przesyłania energii cieplnej**

Oznaczenie kwalifikacji: **E.22**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego\*

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

**E.22-01-19.06**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE  
Rok 2019  
CZEŚĆ PRAKTYCZNA**

**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 WRXX do współspalania biomasy w zakładzie przemysłowym SAWA.

W tym celu:

- określ rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym,
- wpisz nazwę urządzenia pomocniczego kotła lub nazwę elementu systemu pomiarów i sterowania kotłem realizującego wyszczególnione w tabeli 2,
- porównaj parametry węgla i biomasy,
- oblicz sprawność kotła oraz parametry paleniska dla paliwa z 25% udziałem biomasy,
- porównaj wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania paliwa z 25% i 50% udziałem biomasy.

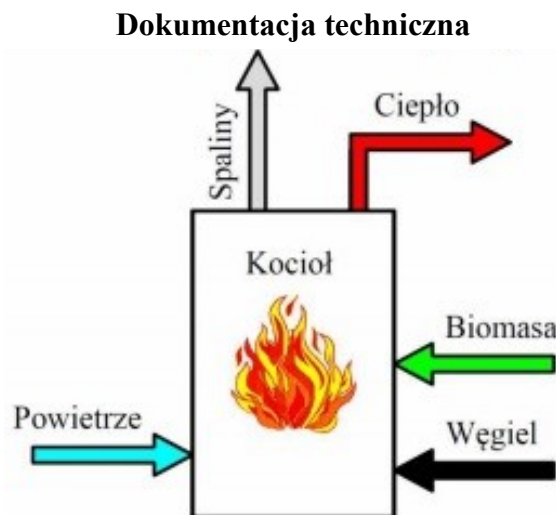
Do wykonania zadania wykorzystaj informacje zawarte w dokumentacji technicznej.

*Uwaga:*

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

*Wyniki wszystkich obliczeń należy zaokrąglić do dwóch miejsc po przecinku.*

*W tabelach uzupełnić białe pola.*



**Rys. 1. Schemat współspalania węgla z biomasą projektowany do realizacji w zakładzie przemysłowym SAWA**

### 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 Pt100
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	Udział biomasy
		25%
Strumień wody przepływającej przez kocioł [kg/s]	m	21,70
Średnie ciepło właściwe wody [kJ/kg·K]	$c_w$	4,19
Temperatura wody za kotłem [K]	$T_z$	364,15
Temperatura wody zasilającej [K]	$T_p$	340,15
Wartość opałowa mieszanki biomasy i węgla [kJ/kg]	$W_d$	19 300
Strumień spalanej paliwa [kg/s]	B	0,16
Powierzchnia rusztu [m <sup>2</sup> ]	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

$$B' = B \cdot 3600 \text{ [kg/h]}$$

- masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu

$$b_R = \frac{B'}{R} \cdot \text{[kg/(m}^2 \cdot \text{h)]}$$

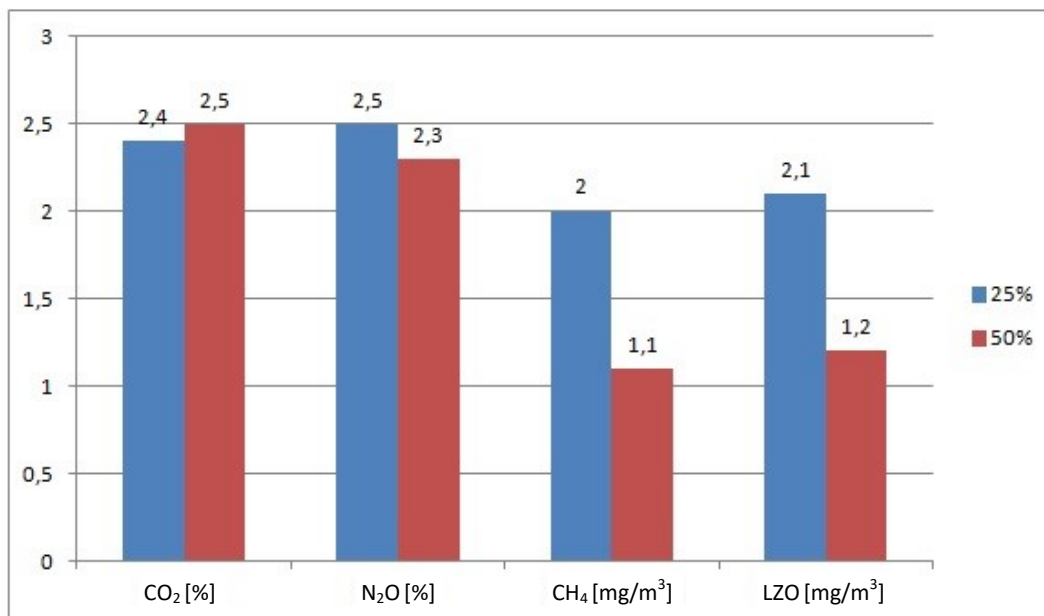
Dopuszczalne masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu  $b_{Rd} = 200 \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{h)]}$

- obciążenie cieplne powierzchni rusztu

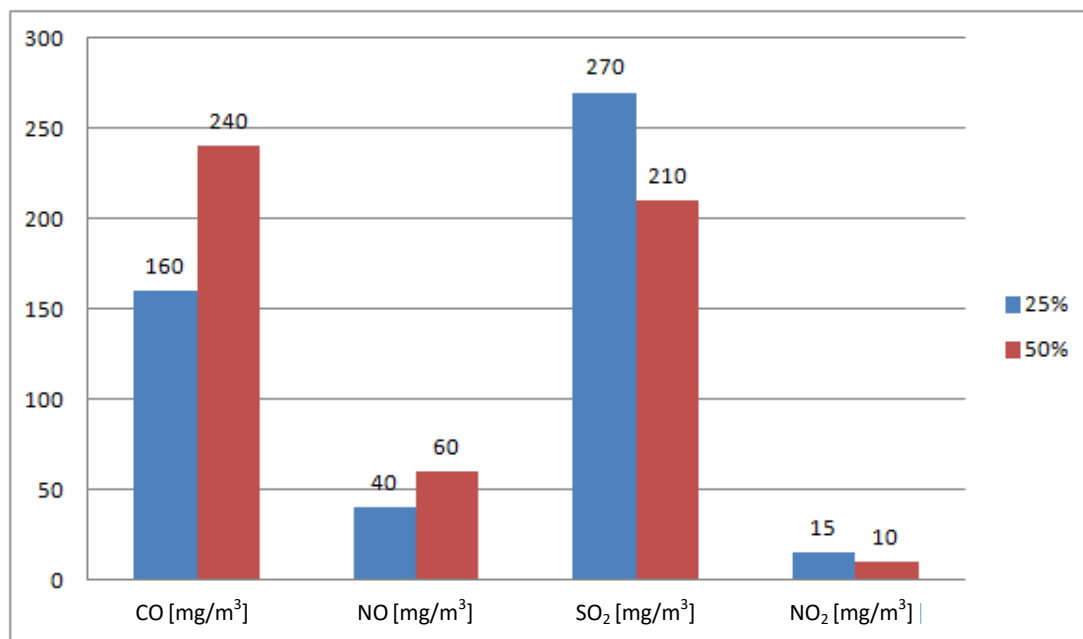
$$q_R = \frac{B \cdot W_d}{R} \cdot \text{[kW/m}^2\text{]}$$

Dopuszczalne obciążenie cieplne rusztu  $q_{Rd} = 700 \text{ [kW/m}^2\text{]}$

## Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania



Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania 25%, 50% mieszanki biomasy i węgla kamiennego



### Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania 25%, 50% mieszanki biomasy i węgla kamiennego

CO<sub>2</sub> – dwutlenek węgla  
 N<sub>2</sub>O – podtlenek azotu  
 CH<sub>4</sub> – metan  
 LZO – lotne związki organiczne  
 CO – tlenek węgla  
 NO – tlenek węgla  
 SO<sub>2</sub> – dwutlenek siarki  
 NO<sub>2</sub> – dwutlenek azotu

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

**Ocenię podlegać będzie 5 rezultatów:**

- rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym – tabela 1,
- nazwa urządzenia pomocniczego kotła lub nazwa elementu 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 wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania – tabela 4.

**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 SAWA***	
<p>*Należy wpisać <i>parowy lub wodny</i>  **Należy wpisać <i>pyłowe lub rusztowe</i>  ***Należy wpisać: <i>bezpośredni, pośredni, równoległy lub mieszany</i></p>		

**Tabela 2. Nazwa urządzenia pomocniczego kotła lub nazwa elementu systemu pomiarów i sterowania kotłem**

Realizowane zadanie	Nazwa urządzenia pomocniczego kotła/elementu systemu pomiarów i sterowania kotłem
Utrzymywanie podciśnienia w kotle	
Dostarczenie powietrza do spalania	
Dostarczenie dodatkowej ilości powietrza do spalania przy wyższych mocach kotła	
Odprowadzenie żużla z paleniska	
Doprowadzenie paliwa do spalania	
Regulacja ilości powietrza podmuchowego	
Regulacja mocy kotła	
Regulacja podciśnienia w komorze paleniskowej	
Pomiar temperatury	
Pomiar zawartości tlenu w spalinach	
Pomiar ciśnień	

**Tabela 3. Porównanie parametrów węgla kamiennego i biomasy**

Parametr	Rodzaj paliwa*
Wartość opałowa – wartość większa dla	
Zawartość wilgoci – wartość większa dla	
Zawartość części lotnych – wartość większa dla	
Zawartość popiołu – wartość większa dla	
* należy wpisać <i>węgla kamiennego lub biomasy</i>	

## Obliczenia sprawności kotła i parametrów paleniska

Paliwo: 75% węgla i 25% biomasy

– sprawność kotła:

– godzinowe zużycie paliwa:

– masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu:

– obciążenie cieplne powierzchni rusztu:

### Zestawienie wyników obliczeń

Sprawność kotła [%]			
Masowe obciążenie powierzchni czynnej rusztu [kg/(m <sup>2</sup> · h)]	b <sub>Rd</sub>	b <sub>R</sub>	<i>b<sub>R</sub> &lt; b<sub>Rd</sub>*</i>
Obciążenie cieplne powierzchni rusztu [kW/m <sup>2</sup> ]	q <sub>Rd</sub>	q <sub>R</sub>	<i>q<sub>R</sub> &lt; q<sub>Rd</sub>*</i>
* należy zapisać <b>tak lub nie</b>			

**Tabela 4. Porównanie wielkości stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania**

Wielkość stężeń zanieczyszczeń z procesów spalania			
Udział biomasy w paliwie	25%	50%	Wzrost/spadek*
CO <sub>2</sub> [%]			
N <sub>2</sub> O [%]			
CH <sub>4</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]			
LZO [mg/m <sup>3</sup> ]			
CO [mg/m <sup>3</sup> ]			
NO [mg/m <sup>3</sup> ]			
SO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]			
NO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]			
<p>* Należy wpisać:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>wzrost</b>, w przypadku większej wartości przy spalaniu paliwa z 50% udziałem biomasy niż z udziałem 25%</li> <li>– <b>spadek</b>, w przypadku mniejszej wartości przy spalaniu paliwa z 50% udziałem biomasy niż z udziałem 25%</li> </ul>			



