

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:

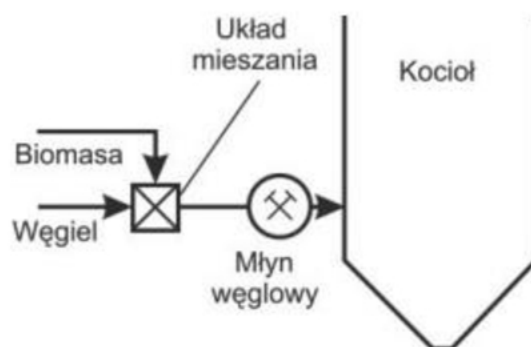
- określ rodzaj kotła i sposób współspalania biomasy z węglem kamiennym,
- określ zadania urządzeń pomocniczych kotła oraz elementów systemu pomiarów i sterowania kotłem,
- porównaj parametry węgla kamiennego i biomasy,
- oblicz sprawność kotła oraz parametry paleniska dla paliwa z 50 % udziałem biomasy,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

Sygnal 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:

Sygnal 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 spalane go 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]

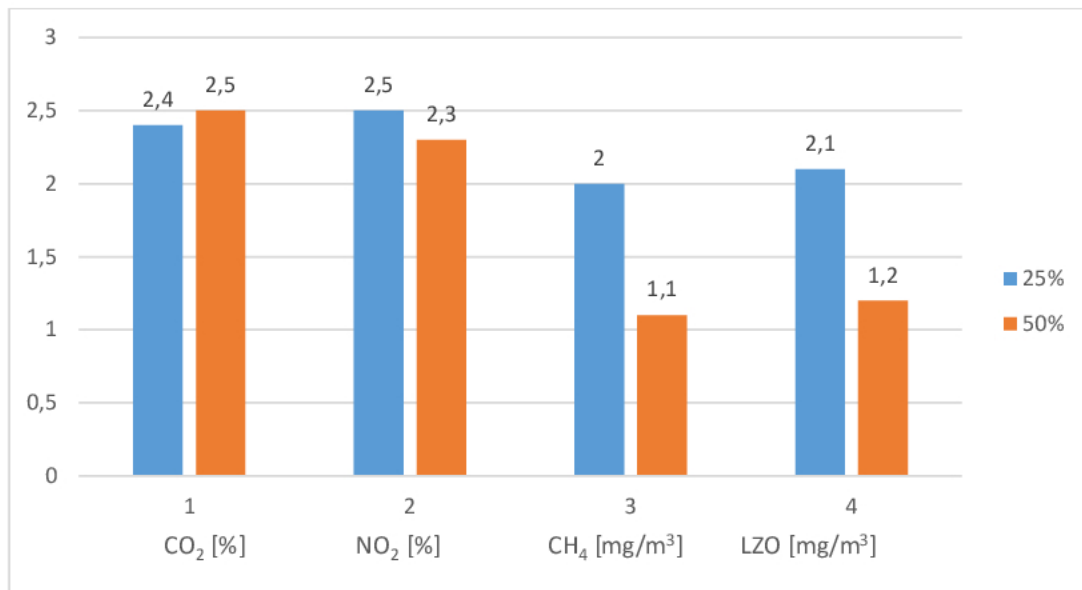
$$q_R = \frac{B \cdot W_d}{R}$$

Dopuszczalne obciążenie cieplne rusztu [kW/m²]

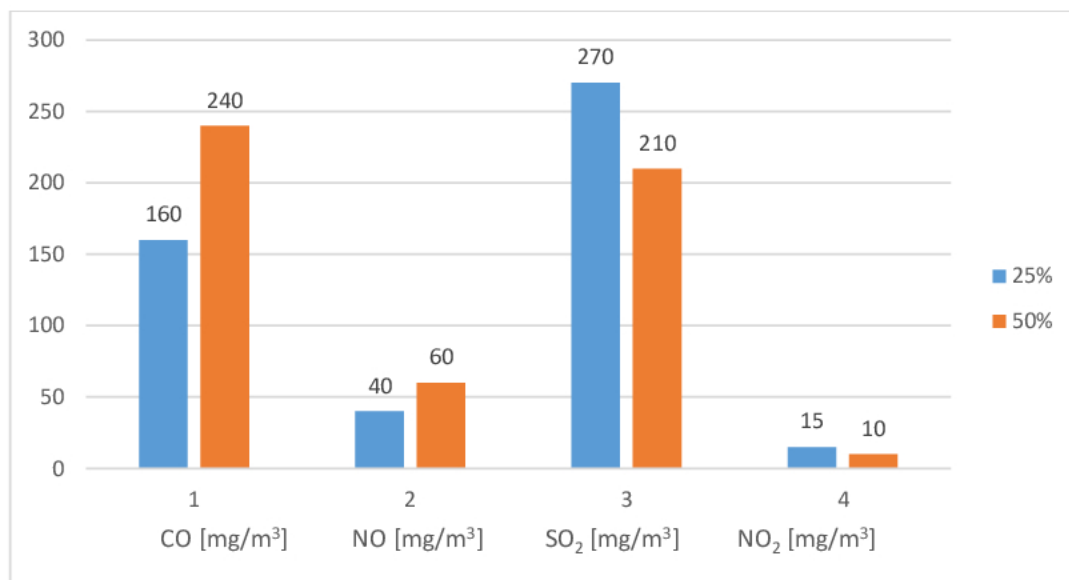
$$q_{Rd} = 700$$

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.

Ocenię 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*** | |
| <p>* Należy zapisać: <i>parowy lub wodny</i> ** Należy zapisać: <i>pyłowe lub rusztowe</i> *** Należy zapisać: <i>bezpośredni, pośredni, równoległy lub mieszany</i></p> | | |

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 <i>węgla kamiennego lub biomasy</i> | |

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 %

