



Rok szkolny 2022/2023 - zawody III stopnia

15 kwietnia 2023 roku

Instrukcja dla uczestników zawodów

Zawody III stopienia polegają na rozwiązaniu czterech zadań otwartych. Każdy uczestnik otrzymuje zestaw zadań oraz kartki przeznaczone na rozwiązania zadań opieczetowane przez organizatora zawodów. Uczestnik zawodów na każdej kartce wpisuje swój KOD identyfikacyjny oraz numer rozwiązywanego zadania. Rozwiązanie każdego zadania należy zapisać na osobnej kartce. Podczas zawodów można korzystać z przyborów do pisania, prostych kalkulatorów oraz tablic matematycznych. **Zabronione jest korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych i innych podobnych urządzeń.** Za poprawne rozwiązanie każdego zadania przyznawanych jest maksymalnie 10 punktów. Czas trwania zawodów wynosi 180 minut. Uczniowie po zakończeniu pracy oddają komisji rozwiązania razem z brudnopisem. Treść zadań można zabrać dopiero po zakończeniu zawodów przez wszystkich uczestników. **Rozwiązania zadań należy zapisywać czytelnym pismem. Prace nieczytelne mogą być przyczyną dyskwalifikacji uczestnika przez Komitet Główny Olimpiady.**

Życzymy powodzenia. Komitet Główny Olimpiady **EDU-ELEKTRA**

Zadania dla grupy tematycznej: CHŁODNICTWO I KLIMATYZACJA

Zadanie 1

Na podstawie podanych informacji o urządzeniu chłodniczym oblicz jego realny wpływ na tworzenie efektu cieplarnianego.

Dane urządzenia:

- *czynnik chłodniczy R 410A* (GWP = 2088)
- *roczne starty czynnika chłodniczego* – 5%
- *czas eksploatacji urządzenia* – 10 lat
- *wielkość napełnienia instalacji czynnikiem chłodniczym* – 20 kg
- *stopień odzysku czynnika chłodniczego* – 90%
- *wskaźnik emisji CO₂ podczas produkcji energii* – 0,7 kg/kWh
- *moc elektryczna urządzenia* – 5 kW
- *czas pracy w ciągu doby* – 10 h

Do obliczeń należy wykorzystać poniższy wzór:

$$TEWI = (GWP \times L \times n) + (GWP \times m_c \times (1 - \alpha_{rec})) + (n \times E_{an} \times \beta) \text{ [kg CO}_{2e}\text{]}$$

gdzie:

GWP – potencjał globalnego ocieplenia gazu w urządzeniu, odniesiony do CO₂,

L – roczne straty czynnika przez nieszczelności, kg, %,

n – czas eksploatacji urządzenia, lata,

m_c – wielkość napełnienia czynnikiem, kg,

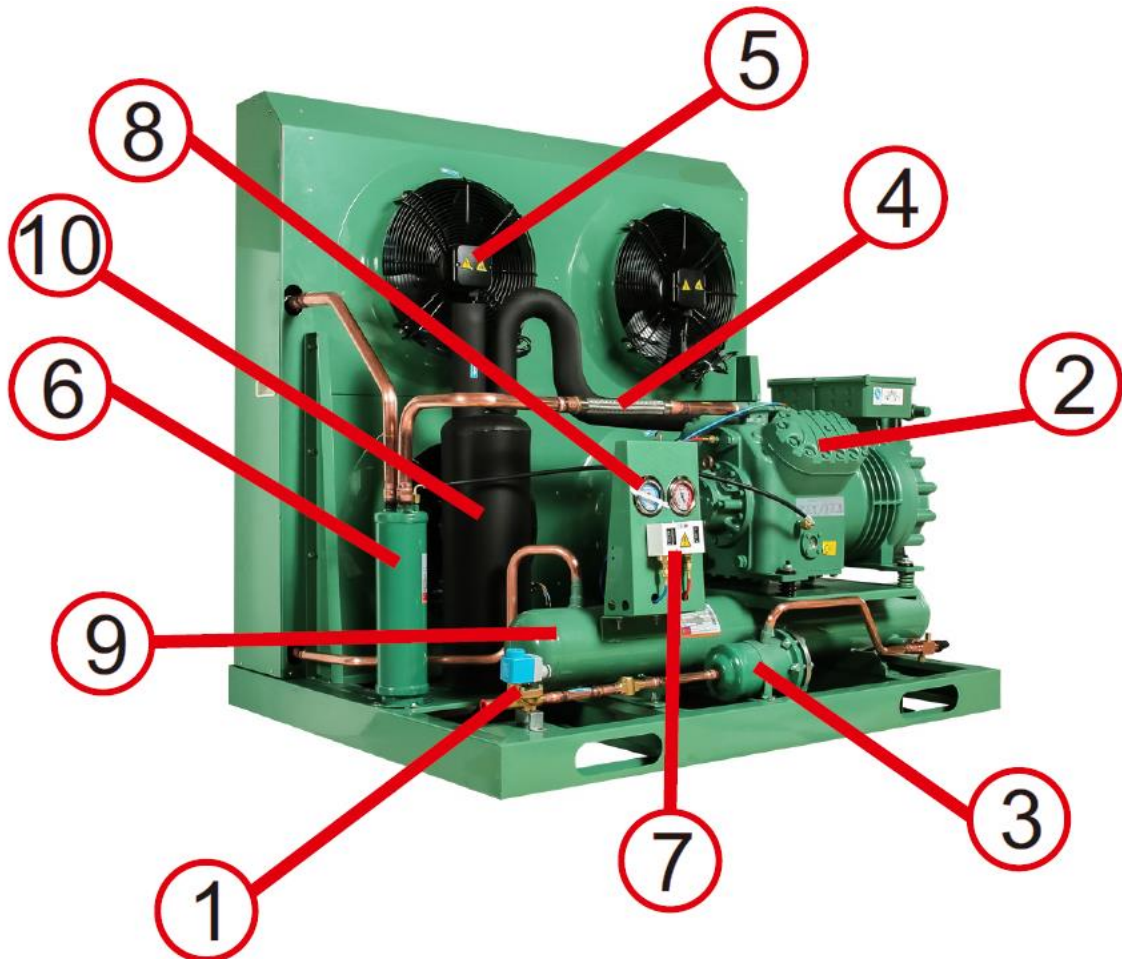
α_{rec} – stopień odzysku/uzdatniania (0÷1),

β – wskaźnik emisji CO₂ podczas produkcji energii, kg/kWh,

E_{an} – roczne zużycie energii, kWh.

Zadanie 2

Nazwij poszczególne elementy agregatu chłodniczego przedstawionego na rysunku 1. Uzupełnij tabelę 1. (zał.1).



Rys. 1. Budowa agregatu chłodniczego

Załącznik 1.

Tabela 1. Elementy budowy agregatu chłodniczego

Załącznik z uzupełnioną tabelą 1 dołączyć do rozwiązania zadania.

Zadanie 3

Na diagramie przedstawiającym właściwości fizyko-chemiczne czynnika chłodniczego R 32 (zał. 2, rys 2.) narysuj obieg pompy ciepła zgodny z następującymi danymi:

- Temperatura skraplania, $t_k = 50^\circ\text{C}$
- Temperatura parowania, $t_o = 0^\circ\text{C}$
- Dochłodzenie ciekłego czynnika, $\Delta t_d = 10\text{ K}$
- Przegrzania par czynnika na wyjściu z parownika, $\Delta T_{zr} = 5\text{ K}$
- Temperatura czynnika chłodniczego na ssaniu sprężarki, $t_{ss} = 20^\circ\text{C}$
- Sprawność izentropowa sprężarki chłodniczej, $\eta_{iz} = 100\%$

Załącznik 2.

Rys. 2. Charakterystyka p-h czynnika chłodniczego R 32

Załącznik z wrysowanym obiegiem pompy ciepła dołączyć do rozwiązania tego zadania.

Zadanie 4

Zgodnie z przemianami powietrza wilgotnego umieszczonymi na wykresie Moliera (rys. 3) oblicz moc nagrzewnicy powietrza, całkowitą ilość ciepła oddawaną w wymienniku rekuperacyjnym, oraz sprawność odzysku ciepła dla tego wymiennika. Określ i zapisz w tabeli 2 (zał. 3) temperaturę, gęstość, zawartość wilgoci powietrza na wejściu do nagrzewnicy powietrza oraz oblicz wydajność nawilżacza parowego. Obliczenia wykonać dla wydajności centrali klimatyzacyjnej: $\dot{m} = 3000 \text{ m}^3/\text{h}$.

W zadaniu należy wykorzystać poniższe wzory:

Podpowiedź: strumień objętościowy powietrza [m^3/h] podany w zadaniu należy przeliczyć na strumień masowy [kg/s]

- *wydajność nagrzewnicy powietrza:*

$$Q_g = \dot{m} \cdot (h_{p \text{ out}} - h_{p \text{ in}}) [\text{kW}]$$

gdzie:

$h_{p \text{ out}}$ – entalpia powietrza na wyjściu z nagrzewnicy powietrza wyrażona w kJ/kg

$h_{p \text{ in}}$ – entalpia powietrza na wejściu do nagrzewnicy powietrza wyrażona w kJ/kg

- *sprawność odzysku ciepła dla wymiennika rekuperacyjnego (krzyżowego):*

$$\eta_r = \frac{T_2 - T_1}{T_5 - T_1}$$

gdzie:

T – temperatura powietrza w charakterystycznych punktach wyrażona w K

- *wydajność nawilżacza parowego \dot{m}_o*

$$\dot{m}_o = \dot{m} \cdot (x_4 - x_3) \left[\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right]$$

gdzie:

x – zawartość wilgoci w powietrzu w punktach charakterystycznych

- *całkowita ilość ciepła oddawana w wymienniku rekuperacyjnym*

$$Q_{wr} = \dot{m} \cdot (h_5 - h_4) [\text{kW}]$$

gdzie:

h – entalpia powietrza w punktach charakterystycznych wyrażona w kJ/kg

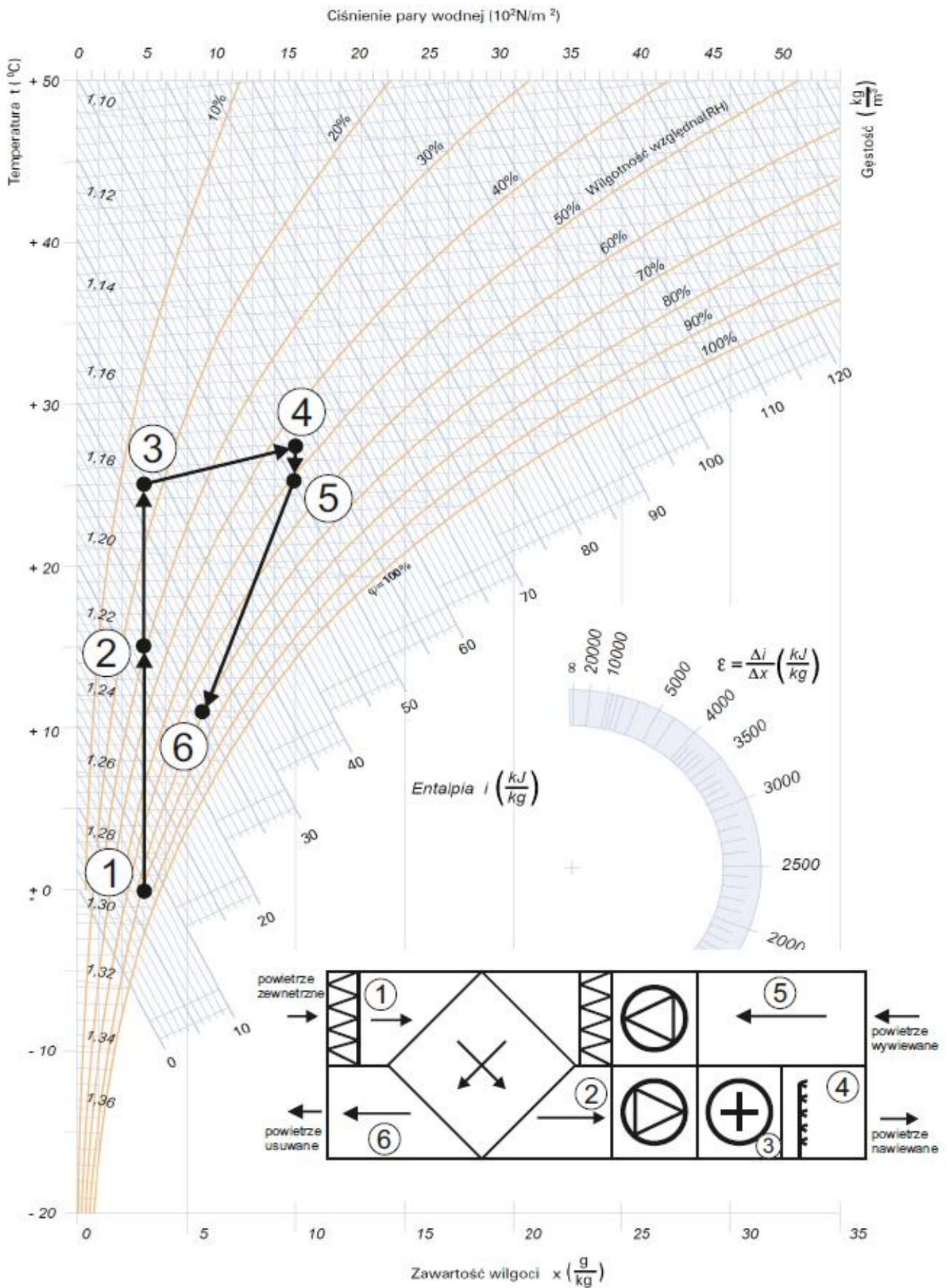
Tabela. 2. Parametry punktów zaznaczonych na wykresie Moliera

| Punkt | Entalpia kJ/kgK | Temperatura °C | Zawartość wilgoci g/kg | Gęstość kg/m ³ | Wilgotność względna % |
|-------|--------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1 | 7,5 | 0 | 3 | 1,29 | 85 |
| 2 | 22,5 | | | | |
| 3 | 32,5 | 25 | 3 | 1,18 | 16 |
| 4 | 52,5 | 27 | 10 | 1,17 | 45 |
| 5 | 50 | 25 | 10 | 1,18 | 50 |
| 6 | 25 | 11 | 6 | 1,24 | 70 |

Załącznik 3

Tabela 2. Parametry punktów zaznaczonych na wykresie Moliera

Załącznik z uzupełnioną tabelą 2 (parametry punktu 2) dołączyć do rozwiązania zadania.



Rys. 3. Wykres Moliera