Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki

Karta przedmiotu

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2019/2020

Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska — Profil: Ogólnoakademicki

Forma sudiów: stacjonarne — Kod kierunku: IŚ2

Stopień studiów: I

Specjalności: Ciepłownictwo, ogrzewnictwo, wentylacja i klimatyzacja

1 Informacje o przedmiocie

Nazwa przedmiotu	Węzły cieplne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	
Kod przedmiotu	WIŚIE IŚ2 oIS D41 19/20
Kategoria przedmiotu	Przedmioty specjalnościowe
Liczba punktów ECTS	2.00
Semestry	7

2 Rodzaj zajęć, liczba godzin w planie studiów

Semestr	Wykład	Cwiczenia	Laboratoria	Laboratoria komputerowe	Projekt	Seminarium
7	15	0	0	0	15	0

3 Cele przedmiotu

Cel 1 Celem przedmiotu jest zapoznanie się z systemami ciepłowniczymi i ich podstawowymi elementami jakimi są węzły i sieci cieplne.

Cel 2 Poznanie konstrukcji i metod obliczeń podstawowych elementów węzła cieplnego: wymienników ciepła, zasobników ciepła, naczyń wzbiorczych i pomp stabilizujących ciśnienie. Poznanie sposobów i środków do zrównoważenia hydraulicznego węzła cieplnego: reduktory ciśnienia, zawory równoważące i regulatory różnicy ciśnień.

Cel 3 Poznanie budowy i metod obliczeń sieci cieplnych i rurociągów: planowanie przebiegu sieci cieplnych, obliczenia hydrauliczne sieci cieplnych (metoda Hardy Crossa oraz metoda Newtona-Raphsona) i wykresy piezometryczne.

4 Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

1 Analiza matematyczna, termodynamika, wymiana ciepła, mechanika płynów, ogrzewnictwo.

5 Efekty kształcenia

EK1 Wiedza Student zna systemy ciepłownicze, węzły cieplne oraz podstawowe elementy węzła cieplnego.

EK2 Wiedza Student zna rodzaje sieci cieplnych, sposoby obliczeń hydraulicznych, cieplnych i wytrzymałościowych.

EK3 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić obliczenia węzła cieplnego, w tym wymiennika ciepła oraz potrafi dobrać podstawowe elementy węzła cieplnego.

EK4 Umiejętności Student potrafi przeprowadzić obliczenia hydrauliczne sieci cieplnej, obliczyć grubość izolacji i straty cieplne w rurociągach. Potrafi zaprojektować kompensatory wydłużeń cieplnych i przeprowadzić obliczenia wytrzymałościowe rurociągów.

EK5 Kompetencje społeczne Student współpracuje w zespole przy opracowywaniu projektu węzła cieplnego lub sieci cieplnej.

6 Treści programowe

Projekt		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
P1	Projekt węzła cieplnego służącego do pośredniego połączenia ogrzewania wodnego z wysokotemperaturową wodną siecią ciepłowniczą lub projekt płytowego wymiennika ciepła.	15

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W1	Rodzaje systemów ciepłowniczych. Zasobniki ciepła i pompy cyrkulacyjne. Obliczenia cieplno-przepływowe węzłów cieplnych. Obliczenia strat ciśnienia, pojemności zasobnika ciepła oraz równoważenie hydrauliczne węzła.	3
W2	Obliczenia cieplno-przepłwowe wymiennika ciepła, dobór zaworu bezpieczeństwa i naczynia wzbiorczego.	2
W3	Sposoby i środki do zrównoważenia hydraulicznego węzła cieplnego (wymienniki, zasobniki, zawory bezpieczeństwa, regulatory różnicy ciśnień).	2

Wykład		
Lp	Tematyka zajęć Opis szczegółowy bloków tematycznych	Liczba godzin
W4	Rodzaje sieci ciepłowniczych. Rodzaje sieci ciepłowniczych i rurociągów. Obliczanie strat ciśnienia i ciepła w rurociągach oraz obliczanie izolacji cieplnej.	2
W5	Obliczenia hydrauliczne sieci cieplnych. Obliczanie objętościowych strumieni czynnika w sieciach cieplnych. Szeregowe i równoległe połączenie rurociągów. Metoda Hardy-Crossa i metoda Newtona-Raphsona.	4
W6	Obliczenia wytrzymałościowe rurociągów. Kompensacja wydłużeń termicznych w sieciach rurociągów.	2

7 Narzędzia dydaktyczne

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

8 Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
Sumaryczna liczba godzin dla przedmiotu wynikająca z całego nakładu pracy studenta	**60**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2.00

9 Sposoby oceny

Ocena formująca

F1 Kolokwium

Ocena podsumowująca

P1 Projekt

Warunki zaliczenia przedmiotu

W1 Obecność na zajęciach

W2 Zaliczony projekt

W3 Zdane kolokwium

Ocena aktywności bez udziału nauczyciela

B1 Oddany projekt

Kryteria oceny

Efekt kształcenia 1	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi opisać systemów ciepłowniczych i węzłów cieplnych.
Na ocenę 3.0	Student potrafi wymienić rodzaje systemów ciepłowniczych.
Na ocenę 3.5	Student potrafi wymienić niektóre rodzaje systemów ciepłowniczych i węzłów cieplnych.
Na ocenę 4.0	Student potrafi opisać rodzaje systemów ciepłowniczych i węzłów cieplnych oraz wymienniki ciepła stosowane w węzłach cieplnych.
Na ocenę 4.5	Student potrafi opisać rodzaje systemów ciepłowniczych i węzłów cieplnych oraz niektóre elementy węzłów cieplnych.
Na ocenę 5.0	Student zna systemy ciepłownicze, węzły cieplne oraz elementy węzła cieplnego.
Efekt kształcenia 2	
Na ocenę 2.0	Student nie zna rodzajów sieci cieplnych.
Na ocenę 3.0	Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciem i oporami lokalnymi.
Na ocenę 3.5	Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciem i oporami lokalnymi oraz zna sposoby obliczania strat ciepła w sieciach cieplnych.
Na ocenę 4.0	Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciem i oporami lokalnymi. Potrafi opisać metody stosowane w obliczeniach hydraulicznych złożonych sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciepła w sieciach cieplnych.
Na ocenę 4.5	Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciem i oporami lokalnymi. Potrafi opisać metody stosowane w obliczeniach hydraulicznych złożonych sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciepła w sieciach cieplnych. Zna sposoby kompensacji wydłużeń cieplnych rurociągów.

Na ocenę 5.0	Student zna rodzaje sieci cieplnych, sposoby obliczeń hydraulicznych, cieplnych i wytrzymałościowych.
Efekt kształcenia 3	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi narysować schematu węzła cieplnego.
Na ocenę 3.0	Student potrafi narysować schemat węzła cieplnego z jego elementami podstawowymi.
Na ocenę 3.5	Student potrafi narysować schemat węzła cieplnego z jego elementami podstawowymi oraz przeprowadzić obliczenia cieplne wymiennika ciepła.
Na ocenę 4.0	Student potrafi narysować schemat węzła cieplnego z jego elementami podstawowymi oraz przeprowadzić obliczenia hydrauliczne i cieplne wymiennika ciepła.
Na ocenę 4.5	Student potrafi narysować schemat węzła cieplnego z jego elementami podstawowymi oraz przeprowadzić obliczenia hydrauliczne i cieplne wymiennika ciepła. Potrafi również dobrać reduktory ciśnienia, zasobnik ciepła, naczynie wzbiorcze i zawory bezpieczeństwa.
Na ocenę 5.0	Student potrafi przeprowadzić obliczenia węzła cieplnego, w tym wymiennika ciepła oraz potrafi dobrać podstawowe elementy węzła cieplnego.
Efekt kształcenia 4	
Na ocenę 2.0	Student nie potrafi narysować podstawowych rodzajów sieci cieplnych.
Na ocenę 3.0	Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci cieplnych i przeprowadzić klasyfikacje rurociągów.
Na ocenę 3.5	Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci cieplnych i przeprowadzić klasyfikacje rurociągów. Potrafi napisać wzory na straty ciśnienia i ciepła w rurociągach.
Na ocenę 4.0	Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci cieplnych i przeprowadzić klasyfikacje rurociągów. Potrafi napisać wzory na straty ciśnienia i ciepła w rurociągach. Potrafi obliczyć spadki ciśnienia i objętościowe strumienie czynnika w rurociągach połączonych szeregowo i równolegle.
Na ocenę 4.5	Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci cieplnych i przeprowadzić klasyfikacje rurociągów. Potrafi napisać wzory na straty ciśnienia i ciepła w rurociągach. Potrafi obliczyć spadki ciśnienia i objętościowe strumienie czynnika w rurociągach połączonych szeregowo i równolegle. Potrafi zastosować do obliczeń złożonych sieci cieplnych metodą Hardy-Crossa.
Na ocenę 5.0	Student potrafi przeprowadzić obliczenia hydrauliczne sieci cieplnej, obliczyć grubość izolacji i straty cieplne w rurociągach. Potrafi zaprojektować kompensatory wydłużeń cieplnych i przeprowadzić obliczenia wytrzymałościowe rurociągów.
Efekt kształcenia 5	
Na ocenę 2.0	Student nie współpracuje z grupa studencka.

Na ocenę 3.0	Student wymienia poglądy na temat koncepcji węzła cieplnego lub wymiennika ciepła.
Na ocenę 3.5	Student wymienia poglądy na temat koncepcji węzła cieplnego lub wymiennika ciepła. Student analizuje rozwiązania węzłów cieplnych stosowane przez miejskie przedsiębiorstwo energetyki cieplnej.
Na ocenę 4.0	Student wymienia poglądy na temat koncepcji węzła cieplnego lub wymiennika ciepła. Student analizuje rozwiązanie węzłów cieplnych stosowane przez miejskie przedsiębiorstwo energetyki cieplnej. Student wymienia poglądy dotyczące algorytmu obliczeniowego węzła cieplnego lub wymiennika cieplnego.
Na ocenę 4.5	Student wymienia poglądy na temat koncepcji węzła cieplnego lub wymiennika ciepła. Student analizuje rozwiązania węzłów cieplnych stosowane przez miejskie przedsiębiorstwo energetyki cieplnej. Student wymienia poglądy dotyczące algorytmu obliczeniowego węzła cieplnego lub wymiennika cieplnego. Student porównuje z innymi możliwe do zastosowania oferty węzłów cieplnych lub wymienników otrzymane od firm.
Na ocenę 5.0	Student współpracuje w zespole przy opracowywaniu projektu węzła cieplnego lub sieci cieplnej.

10 Macierz realizacji przedmiotu

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do szczegółowych efektów zdefiniowanych dla programu	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposoby oceny
EK1	K_W02	Cel 1	W1 W2	N1 N2	F1
EK2	K_K02	Cel 1	W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1	F1
EK3	K_U05	Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6	N1 N2	F1 P1
EK4	K_W02	Cel 1	W2 W3 W5 W6	N1 N2	F1 P1
EK5	K_U05	Cel 1	P1 W1 W2 W3 W4 W5 W6	N2	P1

11 Wykaz literatury

Literatura podstawowa

[1] Nantka M. B. — *Ogrzewnictwo i Ciepłownictwo*, Gliwice, 2010, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej

[2] Szarowski A., Łatowski L. — *Ciepłownictwo*, Warszawa, 2006, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne

Literatura uzupełniająca

[1] Hodge B. K. — *Analysis and Design of Energy Systems*, Upper Saddle River, 1999, Prentice Hall

[2] Swamme P. K., Sharma A. K., — *Design of Water Supply Pipe Networks*, Hoboken, 2008, John Wiley

12 Informacje o nauczycielach akademickich

Osoba odpowiedzialna za kartę

prof. dr hab. inż. Dawid Taler (kontakt: `dtaler@pk.edu.pl`)

Osoby prowadzące przedmiot

1 prof. dr hab. inż. Dawid Taler (kontakt: `dtaler@pk.edu.pl`)

2 dr inż. Jacek Sacharczuk (kontakt: `jsacharczuk@pk.edu.pl`)

13 Zatwierdzenie karty przedmiotu do realizacji

(miejscowość, data) (odpowiedzialny za przedmiot) (dziekan)

Przyjmuję do realizacji (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

. . . . . .

. . . . . .