

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2016/2017

Wydział Inżynierii Środowiska

Kierunek studiów: Inżynieria Środowiska

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: 2

Stopień studiów: I

Specjalności: Instalacje i urządzenia ciepłne i zdrowotne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                         |                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Węzły i sieci ciepłne         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Heat networks and substations |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIŚ IŚ oIS C32 16/17          |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe         |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 2.00                          |
| SEMESTRY                                | 7                             |

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | 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 ciepłne.

**Cel 2** Poznanie konstrukcji i metod obliczeń podstawowych elementów węzła ciepłnego: wymienników ciepła, zasobników ciepła, naczyń wzbiorniczych i pomp stabilizujących ciśnienie. Poznanie sposobów i środków do zrównoważenia hydraulicznego węzła ciepłnego: 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<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                  | LICZBA<br>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<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                                 | LICZBA<br>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-przepływowe wymiennika ciepła, dobór zaworu bezpieczeństwa i naczynia wzbiórczego.                                                                                                                  | 2                |
| W3     | Sposoby i środki do zrównoważenia hydraulicznego węzła cieplnego (wymenniki, zasobniki, zawory bezpieczeństwa, regulatory różnicy ciśnień).                                                                            | 2                |

| WYKŁAD    |                                                                                                                                                                                                        |                  |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH                                                                                                                                                 | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W4</b> | Rodzaje sieci ciepłowniczych. Rodzaje sieci ciepłowniczych i rurociągów. Obliczanie strat ciśnienia i ciepła w rurociągach oraz obliczanie izolacji cieplnej.                                          | 2                |
| <b>W5</b> | Obliczenia hydrauliczne sieci ciepłych. Obliczanie objętościowych strumieni czynnika w sieciach ciepłych. Szeregowe i równoległe połączenie rurociągów. Metoda Hardy-Crossa i metoda Newtona-Raphsona. | 4                |
| <b>W6</b> | 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<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                              |                                                         |
| Godziny wynikające z planu studiów                                                        | 30                                                      |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji                                                             | 0                                                       |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta</b>  | 30                                                      |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b> | <b>60</b>                                               |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU                                             | 2                                                       |

## 9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Projekt

**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1 Projekt indywidualny****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 zna rodzaje sieci cieplnych.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciami i oporami lokalnymi.                                                                                                                                                                                                           |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna rodzaje sieci cieplnych. Zna sposoby obliczania strat ciśnienia spowodowanych tarciami 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 tarciami 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 tarciami 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 wzbiornicze 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 ciepłych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci ciepłych i przeprowadzić klasyfikację rurociągów.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci ciepłych i przeprowadzić klasyfikację rurociągów. Potrafi napisać wzory na straty ciśnienia i ciepła w rurociągach.                                                                                                                                                                                                     |
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi narysować podstawowe rodzaje sieci ciepłych i przeprowadzić klasyfikację 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 ciepłych i przeprowadzić klasyfikację 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 ciepłych metodę 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 grupą studencką.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 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 rozwiązanie węzłów ciepłych 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 ciepłej. Student wymienia poglądy dotyczące algorytmu obliczeniowego węzła cieplnego lub wymiennika ciepłego.                                                                                                               |
| NA OCENĘ 4.5 | Student wymienia poglądy na temat koncepcji węzła cieplnego lub wymiennika ciepła. Student analizuje rozwiązanie węzłów cieplnych stosowane przez miejskie przedsiębiorstwo energetyki ciepłej. Student wymienia poglądy dotyczące algorytmu obliczeniowego węzła cieplnego lub wymiennika ciepłego. 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 ciepłej.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

| EFEKT KSZTAŁCENIA | ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU | CELE PRZEDMIOTU | TREŚCI PROGRAMOWE       | NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE | SPOSOBY OCENY |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| EK1               | UC_W02<br>UC_U05<br>K_K02                                                      | Cel 1           | W1 W4                   | N1                    | F1            |
| EK2               | UC_W02<br>UC_U05<br>K_K02                                                      | Cel 1           | W1 W2 W3 W4<br>W5 W6    | N1                    | F1            |
| EK3               | UC_W02<br>UC_U05<br>K_K02                                                      | Cel 1           | P1 W1 W2 W3<br>W4 W5 W6 | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK4               | UC_W02<br>UC_U05<br>K_K02                                                      | Cel 1           | W2 W3 W5 W6             | N1 N2                 | F1 P1         |
| EK5               | UC_W02<br>UC_U05<br>K_K02                                                      | Cel 1           | P1 W1 W2 W3<br>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, Wydawnictwa 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 & Sons

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

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

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. prof. PK Dawid Taler (kontakt: dtaler@pk.edu.pl)  
2 dr inż. Bogusław Maludziński (kontakt: maludzinski@wis.pk.edu.pl)  
3 dr inż. Jacek Sacharczuk (kontakt: sacharczuk@wp.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....