

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2018/2019

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: Energ

Stopień studiów: I

Specjalności: Maszyny i urządzenia elektryczne

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |  |
|---|--|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Elektrownie i elektrociepłownie          |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Power and Combined-Heat-and-Power Plants |
| KOD PRZEDMIOTU                          | WIEiK ENERGET oIN PW39 18/19             |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty specjalnościowe               |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                                     |
| SEMESTRY                                | 7  |

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

| SEMESTR | WYKŁADY | ĆWICZENIA | LABORATORIA | LABORATORIA<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKTY |   |
|---------|---------|-----------|-------------|---------------------------------|----------|---|
| 7       | 20      | 10        | 0           | 0                               | 0        | 0 |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Wprowadzenie podstawowych pojęć umożliwiających opis elektrowni i elektrociepłowni. Zapoznanie studentów z podstawowymi układami elektrowni kondensacyjnych, obiegiem termodynamicznym realizowanym w niej oraz sprawnością teoretyczną obiegu i sposobami jej poprawy. Zapoznanie studentów z podstawowymi układami pracy elektrociepłowni. Sprawność elektrociepłowni, wskaźnik skojarzenia.

**Cel 2** Zapoznanie studentów z zagadnieniami energetyki jądrowej (reakcje rozpadu pierwiastków radioaktywnych i reakcje syntezy) pozwalające na zrozumienie procesów zachodzących w energetycznych reaktorach jądrowych. Przedstawienie konstrukcji i zasady działania reaktorów jądrowych typu BWR, PWR, GCR, HTGR, LMFBR i CANDU.

**Cel 3** Zapoznanie studentów ze sposobami wykorzystania energii wody do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych śródlądowych oraz elektrowniach wykorzystujących energię cieplną wód morskich i oceanicznych, energię fal morskich, pływów i prądów morskich.

**Cel 4** Zapoznanie studentów z układami gazowymi i gazowo-parowymi. Poprawa sprawności elektrowni z turbinami gazowymi. Obliczanie sprawności teoretycznej kombinowanych układów gazowo-parowych. Generacja rozproszona energii elektrycznej w elektrowniach z silnikami spalinowymi i układach z ogniwami paliwowymi.

## 4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczenie przedmiotu: Termodynamika przemian energetycznych i wymiany ciepła.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Umiejętności** Student objaśnia podstawowe układy elektrowni kondensacyjnych i przemiany w nich zachodzące. Student potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrowni, sprawności brutto i netto bloku energetycznego.

**EK2 Wiedza** Student objaśnia budowę elektrociepłowni z turbiną przeciwprężną i turbiną upustowo-kondensacyjną. Student potrafi omówić przemiany zachodzące w elektrociepłowni, obliczyć wskaźnik skojarzenia i sprawność teoretyczną elektrociepłowni.

**EK3 Wiedza** Student objaśnia budowę poszczególnych typów energetycznych reaktorów jądrowych, zna podstawowe parametry reaktorów.

**EK4 Wiedza** Student zna typy elektrowni wodnych śródlądowych i ich funkcje w systemie elektroenergetycznym. Student potrafi obliczyć sprawność elektrowni wodnej, w oparciu o znajomość wysokości spadku i strumienia objętości przepływającej wody dobiera odpowiedni typ turbiny. Student zna rodzaje energii wód morskich i oceanicznych i ich wykorzystanie.

**EK5 Wiedza** Student zna budowę i zasadę działania bloków z turbinami gazowymi i układów gazowo-parowych. Student potrafi opisać sposoby poprawy sprawności bloków z turbinami gazowymi, obliczyć ich sprawność teoretyczną oraz sprawność teoretyczną kombinowanych układów gazowo-parowych. Student zna układy rozproszonej generacji energii elektrycznej oraz rodzaje ogniw paliwowych.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| ĆWICZENIA |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| C1        | Obliczanie sprawności teoretycznej idealnego obiegu Rankina. Ocena wpływu parametrów początkowych i końcowych na sprawność teoretyczną idealnego obiegu Rankina. Przegrzew międzystopniowy pary i regeneracyjne podgrzewanie wody zasilającej kocioł. Sprawność cieplna rzeczywistego obiegu Rankina. | 2                |
| C2        | Obliczanie sprawności brutto i netto bloku energetycznego. Obliczanie wskaźników jednostkowego zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.   | 2                |

| ĆWICZENIA |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>C3</b> | Obliczanie zapotrzebowania wody do chłodzenia skraplaczy turbin parowych i krotności chłodzenia.                     | 1                |
| <b>C4</b> | Obliczanie sprawności układów kogeneracyjnych.   | 2                |
| <b>C5</b> | Obliczanie sprawności cieplnej układów gazowych i bloków gazowo-parowych.  | 2                |
| <b>C6</b> | Elektrownie wodne - obliczanie spadku dyspozycyjnego i strumienia wody dla elektrowni o zadanej mocy zainstalowanej. | 1                |

| WYKŁADY   |  |                  |
|-----------|--|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Charakterystyka stanu obecnego polskiej energetyki zawodowej i perspektywy jej dalszego rozwoju. Ukazanie zasobów paliwowych Polski na tle świata - rejonów występowania głównych paliw kopalnych (węgiel kamienny i brunatny, gazu ziemnego i ropy naftowej) i szacowany czas ich eksploatacji.   | 2                |
| <b>W2</b> | Definicja elektrowni i elektrociepłowni. Podział elektrowni i elektrociepłowni w zależności od: rodzaju silnika cieplnego, oddawanej energii, zużywanego paliwa i czasu pracy w systemie elektroenergetycznym. Podstawowe obiegi elektrowni kondensacyjnych (obieg paliwo-powietrze-spaliny, obieg cieplny, układy chłodzenia skraplaczy turbin parowych, układ wyprowadzenia mocy). | 2                |
| <b>W3</b> | Obliczanie sprawności cieplnej (teoretycznej i rzeczywistej) elektrowni i sposoby poprawy sprawności. Sprawność brutto i netto elektrowni. Wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej.  | 2                |
| <b>W4</b> | Układy chłodzenia elektrowni. Układ otwarty i zamknięty, chłodzenie bezpośrednie i pośrednie. Konstrukcje chłodni kominowych. Zapotrzebowanie wody do skraplania pary.   | 2                |
| <b>W5</b> | Definicja elektrociepłowni. Rodzaje elektrociepłowni. Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i cieplnej. Obliczanie sprawności teoretycznej elektrociepłowni. Wskaźnik skojarzenia, wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrociepłowni.   | 2                |
| <b>W6</b> | Elektrownie jądrowe. Podstawy fizyki jądrowej, rodzaje i charakterystyka paliwa nuklearnego i jego obieg. Typy energetycznych reaktorów jądrowych (konstrukcje, zasada działania i osiągnięte parametry). Bezpieczeństwo w elektrowniach jądrowych.  | 2                |
| <b>W7</b> | Elektrownie wodne - zasoby wodne Polski i świata. Podział, budowa elektrowni wodnych, zasady przetwarzania energii, oddziaływanie na środowisko. Energia wód morskich i oceanicznych: energia maretermiczna, pływów, prądów morskich i fal. Sposoby jej przetwarzania.   | 2                |

| WYKŁADY   |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W8</b> | Elektrownie z turbinami gazowymi: budowa, zasada działania, cykl przemian. Obliczanie sprawności cieplnej obiegu i sposoby jej poprawy. Kombinowane układy gazowo-parowe - charakterystyka, sprawność cieplna, istniejące na świecie rozwiązania i osiągnięte w nich parametry. | 3                |
| <b>W9</b> | Energia wód morskich i oceanicznych: energia maretermiczna, pływów, prądów morskich i fal. Sposoby jej przetwarzania. Rozproszona generacja energii elektrycznej - elektrownie z silnikami spalinowymi, ogniwa paliwowe.  | 3                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Wykłady

**N2** Zadania tablicowe

**N3** Prezentacje multimedialne

## 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  |
| Konsultacje przedmiotowe   | 5   |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 5   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 60  |
| Opracowanie wyników  | 0   |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>100</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

**OCENA FORMUJĄCA**

**F1** Zadanie tablicowe

**F2** Kolokwium

**OCENA PODSUMOWUJĄCA**
**P1** Egzamin pisemny

**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU**

**W1** Do egzaminu mogą przystąpić studenci, którzy zaliczyli wszystkie kolokwia.

**W2** Egzamin pisemny składa się z części teoretycznej i zadaniowej.

**W3** Ocena końcowa jest średnią ważoną z ocen  $0,3 \cdot F2 + 0,7 \cdot P1$

**KRYTERIA OCENY**

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi scharakteryzować stanu polskiej energetyki zawodowej. Nie zna podstawowych układów elektrowni i przemian energetycznych w nich zachodzących.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student przedstawia stan polskiej energetyki zawodowej oraz wymienia podstawowe układy elektrowni i przemiany energetyczny w nich zachodzące.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student przedstawia stan polskiej energetyki zawodowej oraz wymienia podstawowe układy elektrowni i przemiany energetyczny w nich zachodzące. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je. Charakteryzuje sprawność brutto i netto elektrowni (bloku) kondensacyjnej.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student definiuje sprawność teoretyczną i rzeczywistą elektrowni kondensacyjnej, zna różnice między nimi. Wymienia sposoby poprawy sprawności teoretycznej elektrowni kondensacyjnej i omawia je. Charakteryzuje sprawność brutto i netto elektrowni (bloku) kondensacyjnej. Umie wymienić i zapisać za pomocą wzorów wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrowni kondensacyjnej. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna definicji elektrociepłowni.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna definicje elektrociepłowni i potrafi wymienić typy elektrociepłowni.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić jak działają układy kogeneracyjne.   |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 4.5        | Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbina przeciwpiezna i upustowo-kondensacyjna.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Student podaje definicje elektrociepłowni oraz potrafi wymienić i scharakteryzować poszczególne typy elektrociepłowni. Umie przedstawić działanie układów kogeneracyjnych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną elektrociepłowni z turbina przeciwpiezna i upustowo-kondensacyjna. Omawia wskaźnik skojarzenia, wskaźniki jednostkowe zużycia pary, ciepła i paliwa w elektrociepłowni.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna budowy atomu i procesów zachodzących podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasy paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasy paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasy paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych i szczegółowo omawia budowę wraz z zasadą działania.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student zna budowę atomu i procesy zachodzące podczas rozszczepiania jądra atomu pierwiastka radioaktywnego. Charakteryzuje paliwo nuklearne, opisuje budowę kasy paliwowej i wymienia poszczególne etapy cyklu paliwowego w elektrowni jądrowej. Wymienia typy energetycznych reaktorów jądrowych i szczegółowo omawia budowę wraz z zasadą działania. Zna aspekty związane z zapewnieniem bezpieczeństwa w elektrowniach jądrowych i przeróbką zużytego paliwa nuklearnego. |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie potrafi scharakteryzować zasobów wodnych Polski i świata.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych.   |

|                     |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 4.0        | Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych. Opisuje budowę elektrowni wodnych zbiornikowych i przepływowych. Umie obliczyć sprawność elektrowni wodnej. Opisuje oddziaływanie elektrowni wodnych na środowisko.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Student potrafi scharakteryzować zasoby wodne Polski i świata. Zna zasady przetwarzania energii wód śródlądowych w elektrowniach wodnych. Wymienia typy elektrowni wodnych śródlądowych. Opisuje budowę elektrowni wodnych zbiornikowych, przepływowych i szczytowo-pompowych. Umie obliczyć sprawność elektrowni wodnej oraz dobrać typ turbiny na podstawie znajomości spadku dyspozycyjnego i strumienia objętości przepływającej wody. Opisuje oddziaływanie elektrowni wodnych na środowisko.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 5 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Student nie zna budowy elektrowni z turbiną gazową, realizowanego w niej cyklu termodynamicznego oraz podstawowych typów kombinowanych układów gazowo-parowych. Student nie zna definicji rozproszonych źródeł energii elektrycznej.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Student zna definicje rozproszonych źródeł energii elektrycznej.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Oblicza sprawność teoretyczną układów gazowo-parowych pracujących w układzie szeregowym i równoległym. Student zna definicję rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Wymienia podstawowe rodzaje ogniw paliwowych i zachodzące w nich przemiany umożliwiające wytworzenie energii elektrycznej. |

|              |  |
|--------------|--|
| NA OCENĘ 5.0 | Student zna budowę elektrowni z turbiną gazową, realizowany w niej cykl termodynamiczny oraz podstawowe typy kombinowanych układów gazowo-parowych. Potrafi obliczyć sprawność teoretyczną i rzeczywistą obiegu cieplnego tam realizowanego. Wymienia i opisuje sposoby poprawy sprawności obiegu Braytona. Oblicza sprawność teoretyczną układów gazowo-parowych pracujących w układzie szeregowym i równoległym. Wymienia kierunki rozwoju turbin gazowych, charakteryzuje spotykane na świecie rozwiązania bloków gazowo-parowych i osiągane w nich parametry. Student zna definicje rozproszonych źródeł energii elektrycznej. Wymienia układy stosowane w energetyce rozproszonej. Omawia obiegi termodynamiczne stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym i samoczynnym. Wymienia podstawowe rodzaje ogniw paliwowych i zachodzące w nich przemiany umożliwiające wytworzenie energii elektrycznej. Charakteryzuje parametry robocze poszczególnych typów ogniw paliwowych i podaje miejsca ich wykorzystania. |
|--------------|--|

## 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_W08 K_U01<br>K_U04 K_K01<br>K_K04  | Cel 1           | C1 C2 C3 W1<br>W2 W3 W4 | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK2               | K_W08 K_U01<br>K_U04 K_K01<br>K_K04  | Cel 2           | C1 C2 C3 C4 W5          | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK3               | K_W08 K_U01<br>K_U04 K_K01<br>K_K04  | Cel 2           | W6                      | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K_W08 K_U01<br>K_U04 K_K01<br>K_K04  | Cel 3           | C6 W7 W9                | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |
| EK5               | K_W08 K_U01<br>K_U04 K_K01<br>K_K04  | Cel 4           | C6 W8 W9                | N1 N2 N3              | F1 F2 P1      |



## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

[1 ] Pawlik M., Strzelczyk F. — *Elektronie*, Warszawa, 2009, WNT

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

[1 ] Marecki J. — *Podstawy przemian energetycznych*, Warszawa, 2007, WNT

[2 ] Cengel Y., Boles M.A. — *Thermodynamics: An Engineering Approach*, New York, 2011, McGraw-Hill

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tsobota@mech.pk.edu.pl](mailto:tsobota@mech.pk.edu.pl))

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Tomasz Sobota (kontakt: [tsobota@mech.pk.edu.pl](mailto:tsobota@mech.pk.edu.pl))

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....