



Elektrownie i elektrociepłownie Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Mechanika i Budowa Maszyn	Cykl dydaktyczny 2022/2023	
Specjalność Inżynieria zrównoważonych systemów energetycznych	Kod przedmiotu RMBMSMS.IIi2S.89efc50d920189cdbcccb3fa028998d.2	
Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki	Języki wykładowe polski	
Poziom kształcenia Studia magisterskie inżynierskie II stopnia	Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów Stacjonarne	Blok zajęciowy Przedmioty specjalnościowe	
Profil studiów Ogólnoakademicki	Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak	
Koordynator przedmiotu	Paweł Madejski	
Prowadzący zajęcia	Paweł Madejski	
Okres Semestr 2	Forma zaliczenia Egzamin	Liczba punktów ECTS 3
	Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 26 Ćwiczenia audytoryjne: 13 Ćwiczenia projektowe: 13	

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Przekazanie wiedzy z zakresu technologii wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach oraz elektrociepłowniach zawodowych
C2	Zapoznanie studentów z procesami technologicznymi, maszynami i urządzeniami w elektrowniach i elektrociepłowniach
C3	Zapoznanie studentów z metodami i technikami obliczeniowymi dla oceny efektywności pracy elektrowni i elektrociepłowni
C4	Zapoznanie studentów z metodami poprawy sprawności wytwarzania oraz metodami redukcji emisji zanieczyszczeń
C5	Uświadomienie słuchaczom wpływu procesów wytwarzania energii w elektrowniach i elektrociepłowniach na człowieka i środowisko

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Posiada specjalistyczną wiedzę dotyczącą zagadnień projektowania i eksploatacji elektrowni i elektrociepłowni	MBM2A_W04, MBM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Kolokwium, Projekt, Egzamin
W2	Zna problemy współczesnych elektrowni i elektrociepłowni, posiada wiedzę o przemianach zachodzących w procesie technologicznym	MBM2A_W04, MBM2A_W05, MBM2A_W06, MBM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Projekt, Egzamin
W3	Zna narzędzia związane z bilansowaniem i określaniem efektywności funkcjonowania elektrowni i elektrociepłowni	MBM2A_W03, MBM2A_W05, MBM2A_W06, MBM2A_W14, MBM2A_W17	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Egzamin
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	student potrafi konstruować oraz interpretować schemat technologiczny i obieg bloku elektrowni	MBM2A_U01, MBM2A_U02, MBM2A_U08, MBM2A_U11, MBM2A_U12, MBM2A_U19	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Egzamin, Zaangażowanie w pracę zespołu
U2	Umie przeprowadzić bilans energetyczny i materiałowy bloku elektrowni i elektrociepłowni	MBM2A_U01, MBM2A_U11, MBM2A_U15, MBM2A_U16, MBM2A_U17, MBM2A_U19, MBM2A_U20, MBM2A_U21, MBM2A_U25	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Kolokwium, Projekt, Egzamin
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			

K1	Student potrafi pracować w zespole	MBM2A_K01, MBM2A_K02, MBM2A_K05, MBM2A_K06	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Zaangażowanie w pracę zespołu
K2	jest przygotowany do działalności twórczej w różnych działach elektrowni i elektrociepłowni	MBM2A_K01, MBM2A_K03, MBM2A_K05, MBM2A_K06	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Projekt, Egzamin, Zaangażowanie w pracę zespołu

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Student zna proces przetwarzania energii w elektrowni i elektrociepłowni. Potrafi wykonać bilans energetyczny bloku elektrowni kondensacyjnej. Rozumie wpływ parametrów pracy bloku elektrowni parowej na jej efektywność. Zna metody poprawy sprawności bloku elektrowni i elektrociepłowni. Rozumie cele skojarzonego wytwarzania energii. Potrafi ocenić efekty ekonomiczne i termodynamiczne pracy bloków ciepłowniczych. Zna bloki gazowe i gazowo - parowe.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	26
Ćwiczenia audytoryjne	13
Ćwiczenia projektowe	13
Przygotowanie do zajęć	10
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	10
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2
Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	15
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 89
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 52

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
-----	-------------------	-----------------------------------	-------------------------

1.	<p>1. Analiza obiegów elektrowni parowych, wyznaczenie wpływu parametrów pary na sprawność obiegu elektrowni. Bilans energetyczny bloku elektrowni kondensacyjnej - 4h</p> <p>2. Analiza obiegów elektrociepłowni parowych. Bilans energetyczny bloku elektrociepłowni - 3h</p> <p>3. Analiza pracy bloku elektrowni ciepłej na nadkrytyczne parametry pary, wyznaczane sprawności oraz podstawowych wskaźników - 3h</p> <p>4. Analiza pracy układu gazowo - parowego, dobór kotła odzyskowego dla bloku elektrociepłowni gazowo - parowej - 3h</p>	W3, U1, U2, K1, K2	Ćwiczenia projektowe
2.	<p>1. Czynniki termodynamiczne w elektrowniach, parametry pary wodnej, parametry gazów, podstawowe przemiany, wykresy T - s, i - s - 1 h</p> <p>2. Analiza i obliczenia parametrów pracy elektrowni parowych. Wpływ parametrów na sprawność obiegu elektrowni kondensacyjnej - 2h</p> <p>3. Analiza i obliczenia parametrów pracy obiegów elektrociepłowni. Wyznaczenie podstawowych wskaźników energetycznych charakteryzujących pracę elektrociepłowni - 2 h</p> <p>4. Bilans energetyczny bloku elektrowni kondensacyjnej/elektrociepłowni - 2 h</p> <p>5. Obliczenia parametrów pracy sieci ciepłowniczej/obliczanie strat ciepła w sieci - 2h</p> <p>6. Analiza pracy nowoczesnych bloków na parametry nadkrytyczne - 2h</p> <p>7. Analiza termodynamiczna i określanie mocy cieplnej bloku gazowo - parowego - 2h</p>	W1, W2, W3, U1, U2, K2	Ćwiczenia audytoryjne

3.	<p>1. System energetyczny, Krajowy System Elektroenergetyczny, przesył i rozdział energii elektrycznej, moc, bilans mocy, produkcja, zużycie - 3h</p> <p>2. Elektrownie ciepłe, obiegi ciepłe współczesnych parowych bloków kondensacyjnych, bilans energetyczny bloku elektrowni kondensacyjnej, sprawność i podwyższanie sprawności elektrowni, proces wtórnego przegrzewania pary w elektrowniach parowych, dobór ciśnienia międzystopniowego przegrzewu pary, proces regeneracyjnego podgrzewania wody zasilającej - 4h</p> <p>3. Budowa parowych elektrowni ciepłych, blok energetyczny i urządzenia pomocnicze, kotły, turbiny, generatory, układy ciepłe, wymienniki, chłodnie i układy chłodzenia, pompy, wentylatory, kanały spalin i urządzenia ochrony środowiska, analiza pracy skraplacza i układu jego chłodzenia, redukcja emisji zanieczyszczeń w elektrowniach i elektrociepłowniach - 4h</p> <p>4. Kogeneracyjne wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła, wysokosprawna kogeneracja - 2h</p> <p>5. Elektrociepłownie, obiegi ciepłe elektrociepłowni, bloki ciepłownicze, analiza efektów ekonomicznych i efektów termodynamicznych pracy bloków upustowo-kondensacyjnych i upustowo - przeciwpężnych - 2h</p> <p>6. Sieci ciepłownicze, rodzaje i przykłady sieci, współpraca źródła ciepła z siecią ciepłowniczą, zasilanie sieci ciepłowniczej, węzły ciepłe, zapotrzebowanie na ciepło, parametry sieci ciepłowniczej, prognozowanie zapotrzebowania na ciepło - 4h</p> <p>7. Elektrownie i bloki na parametry nadkrytyczne, kotły i turbiny do bloków na parametry nadkrytyczne, obiegi ciepłe nowoczesnych elektrowni parowych na parametry nadkrytyczne - 3h</p> <p>8. Elektrownie gazowe i gazowo-parowe, obiegi ciepłe w elektrowniach gazowych, sprawność elektrowni gazowej, analiza termodynamiczna i efektywność pracy elektrowni gazowo - parowych z kotłem odzyskowym i dopalaniem, zasady doboru kotła odzyskowego do elektrociepłowni gazowo-parowej, ekonomiczna efektywność konwersji węglowych elektrociepłowni do układów gazowo - parowych - 4h</p>	W1, W2, W3, U1, U2	Wykład
----	---	--------------------	--------

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia:

Dyskusja, Mini wykład

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia a przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Kolokwium, Projekt, Egzamin	
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Kolokwium, Egzamin, Zaangażowanie w pracę zespołu	
Ćwiczenia projektowe	Aktywność na zajęciach, Udział w dyskusji, Wykonanie projektu, Kolokwium, Projekt, Egzamin, Zaangażowanie w pracę zespołu	

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Ćwiczenia audytoryjne zaliczone na podstawie kolokwium, minimum jedno kolokwium. Wysokość zaliczenia jest średnią z ocen z kolokwium i może uwzględniać oceny za aktywność na zajęciach. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia. Dopuszczalne są dwie nieobecności na zajęciach. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0).

Ćwiczenia projektowe zaliczane na podstawie zaliczeń z poszczególnych zadań projektowych; wysokość zaliczenia jest średnią z ocen z poszczególnych projektów. Oddanie projektu po terminie powoduje obniżenie oceny. Terminem podstawowym uzyskania zaliczenia jest koniec zajęć w semestrze. Student ma prawo do jednego terminu poprawkowego, w zasadniczej części sesji, w celu uzyskania zaliczenia. Przy braku zaliczenia w terminie podstawowym, przy obliczaniu wysokości zaliczenia w terminach poprawkowych uwzględniane są oceny niedostateczne (2,0).

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie (pozytywna ocena) z ćwiczeń audytoryjnych i projektowych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa = 0,6 oceny z egzaminu + 0,2 oceny z ćwiczeń projektowych + 0,2 ocena z ćwiczeń audytoryjnych
 Przy wyznaczaniu oceny końcowej brane są pod uwagę oceny niedostateczne (2,0) z wszystkich, niezdaných terminów egzaminów.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Dopuszczalne są dwie nieobecności na zajęciach. Nieobecność na kolokwium powinna być usprawiedliwiona na pierwszych zajęciach po kolokwium.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Ukończony kurs termodynamiki, mechaniki płynów. Znajomość podstaw teorii maszyn i urządzeń energetycznych oraz podstawowych technologii energetycznych

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia audytoryjne: Studenci przystępując do ćwiczeń są przygotowani w zakresie przekazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

Ćwiczenia projektowe: Studenci wykonują prace praktyczne mające na celu uzyskanie kompetencji zakładanych przez sylabus. Ocenie podlega sposób wykonania projektu oraz efekt końcowy.

Literatura

Obowiązkowa

1. Pawlik M., Strzelczyk F.: Elektrownie. WNT, Warszawa 2017
2. Chmielniak T., Technologie energetyczne. WNT, Warszawa 2008
3. Miller A., Lewandowski J., Układy gazowo-parowe. WNT, Warszawa 1998
4. Rusin A.: Awaryjność, niezawodność i ryzyko techniczne w energetyce cieplnej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
5. Stańda J., Górecki J., Andruszkiewicz A.: Badanie maszyn i urządzeń energetycznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004.
6. Śliwicki E. (redakcja): Nowoczesne technologie energetyczne. Wydawnictwo IMP PAN, Gdańsk 2004.
7. Trela M. (redakcja): Ciepło skojarzone. Komfort zimą i latem – trójgeneracja. Wydawnictwo IMP PAN, Gdańsk 2005.
8. Rayaprolu K.: Boilers for Power and Process. CRC Press Taylor & Francis Group, New York 2009.
9. Chmielniak T., Trela M. (redakcja): Diagnostics of New – Generation Thermal Power Plants. Wydawnictwo IMP PAN, Gdańsk 2008.
10. Wykres i-s dla pary wodnej
11. Badyda K., Miller A., Energetyczne turbiny gazowe oraz układy z ich wykorzystaniem. Wydawnictwo Kaprint, Lublin 2011
12. Madejski P., Żymełka P., Wprowadzenie do obliczeń komputerowych i symulacji pracy systemów energetycznych w programie Steag Epsilon®Professional. Wydawnictwa AGH, Kraków 2020
13. Chmielniak T., Ziębik A. (red.), Obiegi cieplne nadkrytycznych bloków węglowych: praca zbiorowa pod red. T. Chmielniaka, A. Ziębika. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2010
14. Chmielniak T., Rusin A., : praca zbiorowa pod Maszyny i urządzenia energetyczne węglowych bloków na wysokie parametry paryredakcją T. Chmielniaka, A. Rusina, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015
15. Tomczek J., Gradoń B., Rozpondek M., Redukcja emisji zanieczyszczeń z procesów konwersji paliw i odpadów. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2009

Dodatkowa

1. Kehlhofer R., Hannemann F., Stirnimann F., Rukes B.: Combined-Cycle Gas and Steam Turbine Power Plants. PennWell, Tulsa 2009
2. Tokarz T., Kontrola Procesów Ciepłych w Siłowniach Parowych, Część I. Podstawy analizy procesów konwersji energii, Kraków, 2015
3. Tokarz T., Kontrola Procesów Ciepłych w Siłowniach Parowych, Część II. Bilansowanie Bloków Energetycznych, Kraków, 2015
4. Portacha J., Układy cieplne elektrowni i elektrociepłowni konwencjonalnych jądrowych i odnawialnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016
5. Kubowski J., Elektrownie Jądrowe. Wydawnictwo WNT, Warszawa 2017
6. Chich Wu, Thermodynamics and Heat Powered Cycles, A Cognitive Engineering Approach, Nova Science Publisher, New York, USA, 2007

Badania i publikacje

Publikacje

1. Madejski P. (Ed.), Thermal power plants: new trends and recent developments. IntechOpen, 2018. — 160, ISBN: 978-1-78923-078-9
2. Madejski P., Żymełka P., Wprowadzenie do komputerowych obliczeń i symulacji pracy systemów energetycznych w programie Steag Epsilon®Professional. Wydawnictwo AGH, Kraków 2020
3. Szewczyk W., Wojciechowski J., Wykłady z Termodynamiki z przykładami zadań. Część I - procesy termodynamiczne. Skrypt AGH, Kraków 2007
4. Wojciechowski J., Turbiny gazowe . Rozdział w Instalacje i sieci gazowe dla praktyków, praca pod redakcją M. Łaciaka, Wydawnictwo VERLAG DASHOFER Warszawa 2009/2010
5. Madejski P., Żymełka P., Calculation methods of steam boiler operation factors under varying operating conditions with the use of computational thermodynamic modeling, Energy, 2020 vol. 197, 117221
6. Żymełka P., Szega M., Madejski P., Techno-economic optimization of electricity and heat production in a gas-fired combined heat and power plant with a heat accumulator. Journal of Energy Resources Technology, 2020 vol. 142 iss. s. 022101-1-022101-15
7. Bujalski M., Madejski P., Forecasting of Heat Production in Combined Heat and Power Plants Using Generalized Additive Models, Energies, 2021 vol. 14 iss. 8 art. no. 2331

8. Madejski P., Numerical study of a large-scale pulverized coal-fired boiler operation using CFD modeling based on the probability density function method. *Applied Thermal Engineering*, 2018 vol. 145, s. 352-363
9. Bujalski M., Madejski P., Fuzowski K., Nabagło D., Prognozowanie zapotrzebowania na ciepło w systemie ciepłowniczym z zastosowaniem zaawansowanych algorytmów analizy danych, *Energetyka Ciepła i Zawodowa, Branżowy Magazyn Przemysłowy*. 2021 nr 1, s. 59-64
10. Madejski P., Chłosta K., Zastosowanie modelowania komputerowego CFD do analizy przepływowej kolektora spalin. *Zagadnienia budowy i eksploatacji wentylatorów*, 2018, s. 117-122
11. Madejski P., Janda T., Taler J., Nabagło D., Węzik R., Mazur M., Analysis of fouling degree of individual heating surfaces in a pulverized coal fired boiler. *Journal of Energy Resources Technology*, 2018 vol. 140 iss. 3, s. 032003-1-032003-8
12. Madejski P., Żymełka P., Węzik R., Kubiczek H., Gas fired plant modeling for monitoring and optimization of electricity and heat production. *Journal of Power Technologies*, 2017 vol. 97 iss. 5, s. 455-462
13. Madejski P., Janda T., Modliński N., Nabagło D., A combustion process optimization and numerical analysis for the low emission operation of pulverized coal-fired boiler. *Development in combustion technology*, 2016. ISBN: 978-953-51-2668-3 s. 33-75

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
MBM2A_K01	jest przygotowany do twórczej działalności w zakresie projektowania wytwarzania i eksploatacji maszyn i systemów wytwórczych oraz kierowania, rozwijania produkcji i zarządzania w jednostkach projektowo-konstrukcyjnych i technologicznych, przedsiębiorstwach przemysłu maszynowego i przemysłach pokrewnych, instytutach naukowo-badawczych oraz ośrodkach badawczo-rozwojowych
MBM2A_K02	ma potrzebę ciągłego doksztalcania się oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych
MBM2A_K03	potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania, prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu
MBM2A_K05	podejmuje starania, aby przekazywać informacje o roli techniki i zagrożeniach z niej wynikających i opinie w sposób zrozumiały, korzystając ze środków masowego przekazu
MBM2A_K06	ma opanowane umiejętności współpracy z ludźmi, kierowania zespołami oraz zarządzania jednostkami przemysłowymi i naukowo-badawczymi.
MBM2A_U01	posiada umiejętności posługiwania się zaawansowaną wiedzą z zakresu nauk podstawowych przydatną do projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn i systemów wytwórczych
MBM2A_U02	posiada umiejętności posługiwania się zaawansowaną wiedzą z zakresu mechaniki, projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn i systemów wytwórczych
MBM2A_U08	umie prezentować własne idee używając nowoczesnych technik multimedialnych
MBM2A_U11	potrafi analizować, interpretować, przetwarzać i dokumentować różnorodne dane, w tym zna elementarne zasady analizy sygnałów
MBM2A_U12	potrafi formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi
MBM2A_U15	ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz zna zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą
MBM2A_U16	potrafi dokonać krytycznej analizy funkcjonowania i ocenić urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi itp.
MBM2A_U17	potrafi dokonywać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich charakterystycznych dla studiowanej dyscypliny inżynierskiej w tym zadań nietypowych, uwzględniając ich aspekty pozatechniczne
MBM2A_U19	potrafi zaprojektować oraz zrealizować proste urządzenie, obiekt, system lub proces, typowe dla studiowanej dyscypliny inżynierskiej, używając właściwych metod, technik i narzędzi
MBM2A_U20	potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązywania zadania inżynierskiego charakterystycznego dla studiowanej dyscypliny inżynierskiej
MBM2A_U21	potrafi rozwiązywać złożone zadania inżynierskie charakterystyczne dla studiowanej dyscypliny inżynierskiej, w tym zadania nietypowe
MBM2A_U25	jest przygotowany do twórczej działalności w zakresie projektowania wytwarzania i eksploatacji maszyn i systemów wytwórczych; kierowania i rozwijania produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz zarządzania procesami technologicznymi
MBM2A_W03	ma wiedzę z zakresu metod optymalizacji
MBM2A_W04	posiada wiedzę na temat modelowania wspomagającego projektowanie maszyn, tworzenia modelu wielomasowego układu mechanicznego, formułowania i rozwiązywania zadań dynamiki
MBM2A_W05	posiada wiedzę z zakresu formułowanie równań modelowych i zna metody ich rozwiązywania, identyfikacji i weryfikacji parametrów układu
MBM2A_W06	ma wiedzę na temat analizy danych pomiarowych i przetwarzania sygnałów
MBM2A_W14	ma wiedzę z zakresu technologii proekologicznych i systemów zintegrowanego zarządzania środowiskiem

Kod	Treść
MBM2A_W17	posiada specjalistyczną wiedzę dotyczącą zagadnień projektowania, wytwarzania i eksploatacji wybranych maszyn, urządzeń mechanicznych, procesów technologicznych i systemów wytwórczych