

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KIERUNEK STUDIÓW: ENERGETYKA

Przyporządkowany do dyscypliny: D1: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:

polski – specjalności: *Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja; Nowoczesne technologie energetyczne*

angielski – specjalności: *Computer aided mechanical and power engineering; Renewable sources of energy, Refrigeration and cryogenics*

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

Zawartość:

1. Zakładane efekty uczenia się – zał. nr 1 do programu studiów
2. Opis programu studiów – zał. nr 2 do programu studiów
3. Plan studiów – zał. nr 3 do programu studiów

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: MECHANICZNO-ENERGETYCZNY
Kierunek studiów: ENERGETYKA
Poziom studiów: studia drugiego stopnia
Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: Dziedzina nauk inżyneryjno-technicznych
Dyscyplina: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

Objaśnienie oznaczeń:

P7U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia - 7 poziom PRK

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia studiów - 7 poziom PRK

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K2ENG_W - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K2ENG_U - efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K2ENG_K - efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <i>Energetyka</i> Po ukończeniu kierunku studiów absolwent:	Odniesienie do charakterystyk PRK		
		Uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia (U)	Charakterystyki drugiego stopnia typowe dla kwalifikacji uzyskiwanych w ramach szkolnictwa wyższego (S)	
			Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomie 7 PRK, umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2ENG_W01	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu matematyki przydatną do formułowania i rozwiązywania problemów energetyki	P7U_W	P7S_WG	
K2ENG_W02	ma uporządkowaną wiedzę z fizyki niezbędną do zrozumienia procesów wykorzystywanych w energetyce	P7U_W	P7S_WG	
K2ENG_W03	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu metod numerycznych, programowania oraz modelowania matematycznego przydatną do rozwiązywania prostych problemów naukowych i inżynierskich	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W04	ma pogłębioną wiedzę z zakresu termodynamiki, wymiany ciepła oraz mechaniki płynów fundamentalnych dla technologii stosowanych w energetyce	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W05	ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach związanych z najnowszymi technologiami oraz systemami stosowanymi w energetyce, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W06	ma wiedzę z zakresu pomiarów podstawowych parametrów procesowych w energetyce oraz sterowania tymi procesami	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W07	ma ugruntowaną wiedzę dotyczącą paliw, czynników i płynów stosowanych w energetyce oraz bezpieczeństwa ich stosowania	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W08	ma uporządkowaną wiedzę na temat stosowanych materiałów oraz metod projektowania i wytwarzania maszyn, urządzeń i systemów energetycznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż.
K2ENG_W09	ma wiedzę niezbędną do zrozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej, w tym zarządzania i	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inż.

	prowadzenia działalności gospodarczej, także w obszarze indywidualnej przedsiębiorczości			
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K2ENG_U01	potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie	P7U_U	P7S_UW P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U02	posiada umiejętność samokształcenia się, potrafi pracować indywidualnie i w zespole; umie oszacować czas potrzebny na realizację zleconego zadania; potrafi opracować i zrealizować harmonogram prac zapewniający dotrzymanie terminów	P7U_U	P7S_UW P7S_UU P7S_UO	P7S_UW_inż
K2ENG_U03	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania	P7U_U	P7S_UW P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U04	potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację poświęconą wynikom realizacji zadania inżynierskiego	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	P7S_UW_inż
K2ENG_U05	ma umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych, właściwych dla kierunku <i>Energetyka</i> , zgodnie z wymaganiami określonymi co najmniej dla poziomu B2+ oraz co najmniej dla poziomu A1 (drugi język obcy) Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego	P7U_U	P7S_UK	
K2ENG_U06	potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań naukowych i inżynierskich integrować wiedzę z zakresu energetyki i matematyki	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U07	potrafi – przy pomocy narzędzi komputerowych – rozwiązywać złożone, zaawansowane zagadnienia wymiany ciepła i mechaniki płynów, programować oraz modelować matematycznie oraz przeprowadzać symulacje procesów i systemów energetycznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U08	potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne, w tym pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski odnośnie pracy systemów energetycznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2ENG_U09	potrafi opracować koncepcyjny projekt technologiczny, przeprowadzić analizę energetyczną i techniczno-ekonomiczną	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż

	oraz sporządzić specyfikację projektową elementów maszyny, urządzenia lub systemu energetycznego			
K2ENG_U10	Potrafi wykorzystać wiedzę teoretyczną do wykonywania obliczeń termodynamicznych złożonych systemów konwersji energii, przeprowadzać analizy i dokonywać oceny efektywności procesów, instalacji i systemów energetycznych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2ENG_K01	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się (III stopnia, studia podyplomowe, kursy) - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	P7U_K	P7S_KK	
K2ENG_K02	ma świadomość ważności i zrozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera-energetyka, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje	P7U_K	P7S_KK P7S_KO P7S_KR	
K2ENG_K03	ma świadomość niezbędności aktywności indywidualnej i zespołowej wykraczającej poza działalność inżynierską	P7U_K	P7S_KO	
K2ENG_K04	ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	
K2ENG_K05	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KO	
K2ENG_K06	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu – m.in. poprzez środki masowego przekazu – informacji i opinii dotyczących działalności energetycznej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób rzetelny i powszechnie zrozumiały	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

Kierunek studiów: ENERGETYKA	Profil: ogólnoakademicki
Poziom studiów: studia drugiego stopnia	Forma studiów: stacjonarna

1. Opis ogólny

<i>1.1 Liczba semestrów:</i> 3	<i>1.2 Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:</i> 90
<i>1.3 Łączna liczba godzin zajęć:</i> 1005	<i>1.4 Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów drugiego stopnia):</i> <i>Dyplom ukończenia studiów inżynierskich z tytułem zawodowym inż. lub mgr inż.</i>
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i> <i>magister inżynier</i>	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</i> <i>Specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja:</i> Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie zaawansowanych technologii i metod badania procesów oraz eksploatacji maszyn i urządzeń dla ciepłownictwa, chłodnictwa, klimatyzacji oraz dziedzinach pokrewnych. Jest przygotowany do projektowania, optymalizacji i wdrażania nowych technologii energetycznych, w szczególności w zakresie zapewnienia komfortu termicznego w pomieszczeniach oraz do pracy w organach samorządu terytorialnego i samodzielnego prowadzenia działalności

gospodarczej w warunkach funkcjonowania rynku energii i realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

Specjalność Nowoczesne technologie energetyczne:

Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie zaawansowanych technologii i metod badania procesów oraz eksploatacji maszyn i urządzeń w energetyce zawodowej i przemysłach pokrewnych. Jest przygotowany do projektowania, optymalizacji i wdrażania nowych technologii energetycznych, w szczególności w zakresie energetyki jądrowej, węglowej i gazowej oraz technologii minimalizacji ich oddziaływania na środowisko naturalne. Jest również przygotowany do pracy w organach samorządu terytorialnego i samodzielnego prowadzenia działalności gospodarczej w warunkach funkcjonowania rynku energii i realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

Specjalność Computer aided mechanical and power engineering:

Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie zaawansowanych technologii i metod badania procesów oraz eksploatacji maszyn i urządzeń w energetyce i przemysłach pokrewnych. Jest przygotowany do modelowania, symulacji, optymalizacji i wdrażania nowych technologii energetycznych oraz do pracy w organach samorządu terytorialnego i samodzielnego prowadzenia działalności gospodarczej. Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie wykorzystania zaawansowanych narzędzi komputerowych do wspomagania pracy w przemyśle energetycznym i mechanicznym. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

Specjalność Renewable sources of energy:

Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie zaawansowanych technologii i metod badania procesów oraz eksploatacji maszyn i urządzeń w energetyce i przemysłach pokrewnych. Jest przygotowany do projektowania, optymalizacji i wdrażania nowych technologii energetycznych, w szczególności w zakresie odnawialnych źródeł energii oraz do pracy w organach samorządu terytorialnego i samodzielnego prowadzenia działalności gospodarczej w warunkach funkcjonowania rynku energii i realizacji zasady zrównoważonego rozwoju. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+. oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

Specjalność Refrigeration and cryogenics:

Posiada wiedzę i umiejętności w zakresie: projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn i systemów wytwórczych oraz technologii proekologicznych i bezpieczeństwa technicznego. Jest przygotowany do: twórczego wykorzystania metod i technologii informatycznych wspomagających projektowanie, wytwarzanie i eksploatację maszyn i urządzeń energetycznych; kierowania i rozwijania produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz zarządzania procesami technologicznymi; prowadzenia badań w instytutach naukowo-badawczych; zarządzania pracownikami projektowymi z zakresu konstrukcji urządzeń energetycznych i procesów technologicznych; prowadzenia działalności gospodarczej. Posiada niezbędną wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania, badania i eksploatacji maszyn i urządzeń generujących niskie temperatury, odpowiednio do $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ w chłodnictwie oraz w zakresie od 120 K ($-153\text{ }^{\circ}\text{C}$) do ułamków Kelwina w kriogenice, m.in. dla potrzeb techniki, nauki i medycyny. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2

1.7 Możliwość kontynuacji studiów

Możliwość ubiegania się o przyjęcie do szkoły doktorskiej, studia podyplomowe

Eligibility to apply for admission to a doctoral school, non-degree postgraduate programmes

1.8 Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:

Program studiów zgodny jest z misją uczelni w zakresie przekazywania wiedzy i umiejętności z zachowaniem wysokiej jakości kształcenia oraz kształtowanie twórczych, krytycznych i tolerancyjnych osobowości studentów, poprzez rozwijanie i pielęgnowanie silnego poczucia wspólnoty akademickiej opartej na łączności intelektualnej i społecznej studentów i pracowników.

2. Opis szczegółowy

2.1 Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:

W (wiedza) = 9, U (umiejętności) = 10, K (kompetencje) = 6,

W + U + K = 25

2.2 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:

D1: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka - 25

2.3 Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:

D1: 100 % punktów ECTS

2.4a. Dla kierunku studiów o profilu ogólnoakademickim – liczba punktów ECTS przypisana zajęciom związanym z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów: 76 ECTS

2.5 Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy

Zakładane efekty uczenia się zapewniają przyrost kompetencji inżynierskich uzyskanych na I stopniu kształcenia, głównie w zakresie wiedzy i umiejętności, ze szczególnym uwzględnieniem kreatywności w rozwiązywaniu określonych problemów technicznych. Program studiów wyposaża więc absolwenta w atrybuty umożliwiające mu dostosowanie się do dynamicznie zmieniających się wymagań rynku pracy.

2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów:

47,75 ECTS – Chłódnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja

47,5 ECTS – Nowoczesne technologie energetyczne

48,25 ECTS – Computer aided mechanical and power engineering

47,5 ECTS – Renewable sources of energy

47,75 ECTS – Refrigeration and cryogenic

2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	6
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	0
Łączna liczba punktów ECTS	6

2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych

Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych	11
Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych	41 – Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja 40 – Nowoczesne technologie energetyczne 43 – Computer aided mechanical and power engineering 40 – Renewable sources of energy 42- Refrigeration and cryogenic
Łączna liczba punktów ECTS	52 – Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja 51 – Nowoczesne technologie energetyczne 54 – Computer aided mechanical and power engineering 51 – Renewable sources of energy 53 - Refrigeration and cryogenic

2.9. Minimalna liczba punktów ECTS , którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczelnianych lub na innym kierunku studiów:

8 ECTS

2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne:

65 ECTS (72,2%)

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

Student przystępujący do kursu posiada niezbędną wiedzę i umiejętności, które są wymaganiami wstępnymi dla danego kursu/przedmiotu. Student uczestniczy w zajęciach zorganizowanych w Uczelni, korzysta z konsultacji oraz wykonuje prace w domu w celu zdobycia niezbędnej wiedzy i wykształcenia umiejętności. Na wykładach przekazywana jest wiedza niezbędna absolwentowi, a w trakcie zajęć studenci motywowani są do dyskusji oraz pracy własnej poza zajęciami. Przedmioty o charakterze praktycznym pozwalają na zdobycie umiejętności i kompetencji. Zajęcia realizowane są w małych zespołach i prowadzone są tak by umożliwiać dyskusję, prezentację wyników pracy własnej oraz naukę rozwiązywania problemów, w tym natury badawczej. Student poddaje się okresowo weryfikacji własnej wiedzy i umiejętności podczas egzaminów, kolokwίων zaliczeniowych, prac okresowych, kartkówek itp. Student ma możliwość i jest zachęcany do korzystania z innych form doskonalenia wiedzy i umiejętności, a niebędących elementem programu studiów takich jak: praca w organizacjach studenckich, kołach naukowych, grupach sportowych i związanych z kulturą. Student zachęcany jest również do skorzystania z międzynarodowej wymiany studenckiej w celu kształcenia kompetencji językowych oraz społecznych. Student uczestniczy w wizytach studyjnych oraz spotkaniach z przedsiębiorcami reprezentującymi branżę związaną z kierunkiem studiów.

Obsada zajęć dydaktycznych wynika z akademickiej tradycji powierzania zajęć dydaktycznych w oparciu o dorobek naukowy i doświadczenie zawodowe kadry dydaktycznej. Podczas planowania obsady zajęć dydaktycznych uwzględnia się: kompetencje i predyspozycje nauczycieli akademickich do prowadzenia danego przedmiotu, wyniki ankietyzacji a w szczególności opinie studentów wyrażane w ankietach i podczas narad posesyjnych, wyniki hospitacji oraz możliwie równomierne obciążenie pracowników obowiązkami dydaktycznymi.

4. Lista bloków zajęć:

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych:

4.1.2 Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1 Blok *Matematyka – specjalności polskojęzyczne*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09W09-SM0001W	Matematyka stosowana	2					K2ENG W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09ENG-SM0001C	Matematyka stosowana		1				K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09ENG-SM0001L	Matematyka stosowana			1			K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
Razem			2	1	1				60	120	4		2,5						

4.1.2.1 Blok *Matematyka – specjalności anglojęzyczne*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0034W	Applied mathematics	2					K2ENG W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09ENG-SM0034C	Applied mathematics		1				K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09ENG-SM0034L	Applied mathematics			1			K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
Razem			2	1	1				60	120	4		2,5						

¹BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁶KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

⁷W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

4.1.2.2 Blok *Fizyka – specjalności polskojęzyczne*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09W09-SM0002W	Fizyka – zagadnienia wybrane	2					K2ENG W02	30	60	2		1	T/Z	Z				PD
		Razem	2						30	60	2		1						

4.1.2.2 Blok *Fizyka – specjalności anglojęzyczne*

Lp.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczel-niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0035W	Physics – selected issues	2					K2ENG W02	30	60	2		1	T/Z	Z				PD
		Razem	2						30	60	2		1						

Razem dla bloków z zakresu nauk podstawowych:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
4	1	1			90	180	6		3,5

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.1.3 Lista bloków kierunkowych

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe – specjalności polskojęzyczne*

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0003W	Metody numeryczne	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z				K
2	W09ENG-SM0003L	Metody numeryczne			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z			P	K
3	W09ENG-SM0004W	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM0004L	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
5	W09ENG-SM0005W	Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych	2					K2ENG_W05	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
6	W09ENG-SM0005L	Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych			4			K2ENG_U09	60	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	K
7	W09ENG-SM0006W	Technologie energetyczne nowej generacji	2					K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
8	W09ENG-SM0006S	Technologie energetyczne nowej generacji					1	K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM0007W	Systemy energetyczne	1					K2ENG_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
10	W09ENG-SM0007L	Systemy energetyczne			2			K2ENG_U11	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
Razem			9		9		1		285	570	19	19	11,75						

4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe – specjalności anglojęzyczne*

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0036W	Numerical methods	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z				K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

2	W09ENG-SM0036L	Numerical methods			2				K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z			P	K
3	W09ENG-SM0037W	Selected problems of thermal-flow processes	2						K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM0037L	Selected problems of thermal-flow processes			1				K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
5	W09ENG-SM0038W	Mathematical modeling of energy generation installation	2						K2ENG_W05	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
6	W09ENG-SM0038L	Mathematical modeling of energy generation installation			4				K2ENG_U09	60	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	K
7	W09ENG-SM0039W	New generation energy technologies	2						K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
8	W09ENG-SM0039W	New generation energy technologies					1		K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
9	W09ENG-SM0040W	Energy systems	1						K2ENG_W07	15	60	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
10	W09ENG-SM0040L	Energy systems			2				K2ENG_U11	30	30	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
Razem			9		9		1			285	570	19	19	11,75						

Razem (dla bloków kierunkowych):

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
9		9		1	285	570	19	19	11,75

4.2 Lista bloków wybieralnych

4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (specjalności polskojęzyczne)* (min. 5 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1	W09-SM-W08H03	Przedmiot humanistyczny	1					K2ENG_W09 K2ENG_K01	15	50	2		1	T/Z	Z	O				KO

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związanych/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2ENG_K02 K2ENG_K03										
	W08W09-SM1621W	Etyka w biznesie																
	W08W09-SM1321W	Socjologia organizacji i przywództwa																
	W08W09-SM0113W	Psychologia komunikacji																
2	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu	2					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K05	30	75	3		1,5	T/Z	Z	O		KO
	W08W09-SM0111W	Zarządzanie projektami w energetyce																
	W08W09-SM0141W	Przedsiębiorczość strategiczna																
	W08W09-SM0138W	Nowoczesne tendencje zarządzania																
		Razem	3						45	125	5		2,5					

4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie (specjalności anglojęzyczne) (min. 5 pkt ECTS):*

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09-SM-W08HA3	Humanities course	1					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K02 K2ENG_K03	15	50	2		1	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM1721W	Ethics in business																	
	W08W09-SM1221W	Sociology of organization and leadership																	
	W08W09-SM0114W	Psychology of communication																	
2	W09-SM-W08ZA2	Management course	2					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K05	30	75	3		1,5	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM0135W	Marketing and																	

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		management															
	W08W09-SM0182W	Business modeling															
	W08W09-SM0112W	Project management at energy sector															
		Razem	3					45	125	5		2,5					

4.2.1.2 Blok Języki obce (specjalności polskojęzyczne) (min. 3 pkt ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zaję- ć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Język obcy I		1				K2ENG U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
2		Język obcy II		3				K2ENG U05	45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem		4					60	90	3		2						

4.2.1.2 Blok Języki obce (specjalności anglojęzyczne) (min. 3 pkt ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1		Foreign language I		1				K2ENG U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
2		Foreign language II		3				K2ENG U05	45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem		4					60	90	3		2						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Razem dla bloków kształcenia ogólnego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
3	4				105	215	8		4,5

4.2.4 Lista bloków specjalnościowych

4.2.4.1 Blok *Przedmioty specjalnościowe (Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja)* (min. 57 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Spo- sób ³ zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0008W	Termodynamiczne podstawy inżynierii cieplnej	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0009W	Systemy chłodnicze	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
3	W09ENG-SM0009C	Systemy chłodnicze		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0009L	Systemy chłodnicze			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0010W	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM0010L	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0010S	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja					1	K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0011W	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0011C	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM0011L	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM0012W	Czynniki chłodnicze	1					K2ENG_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM0013W	Pasywne systemy przekazywania energii	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
13	W09ENG-SM0013L	Pasywne systemy			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		przekazywania energii																	
14	W09ENG-SM0014W	Sorpcyjne systemy energetyczne	2					K2ENG_W08	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
15	W09ENG-SM0014C	Sorpcyjne systemy energetyczne		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
16	W09ENG-SM0014P	Sorpcyjne systemy energetyczne				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
17	W09ENG-SM0015W	Instalacje ciepne i klimatyzacyjne	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
18	W09ENG-SM0015P	Instalacje ciepne i klimatyzacyjne				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
19	W09ENG-SM0016W	Pompy ciepła	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
20	W09ENG-SM0016P	Pompy ciepła				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
21	W09ENG-SM0017W	Systemy akumulacji ciepła	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
22	W09ENG-SM0017L	Systemy akumulacji ciepła			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
23	W09ENG-SM0018W	Obiekty chłodnicze	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
24	W09ENG-SM0019W	Układy termoelektryczne	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
25	W09ENG-SM0020S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2ENG_U01 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
26	W09ENG-SM0021D	Praca dyplomowa						K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			19	3	7	3	3		525	1710	57	57	28						

4.2.4.2 Blok Przedmioty specjalnościowe (Nowoczesne technologie energetyczne) (min. 57 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0022W	Technologie spalania węgla	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0022C	Technologie spalania węgla		2				K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0023W	Niskoemisyjne systemy spalania	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM0023L	Niskoemisyjne systemy spalania			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0023P	Niskoemisyjne systemy				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		spalania																	
6	W09ENG-SM0024W	Techniki ograniczania emisji	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
7	W09ENG-SM0024C	Techniki ograniczania emisji		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0024P	Techniki ograniczania emisji				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0025W	Współczesne reaktory jądrowe	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM0025L	Współczesne reaktory jądrowe			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM0065W	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM0027W	Pomiary zanieczyszczeń pyłowych i gazowych	1					K2ENG_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
13	W09ENG-SM0027L	Pomiary zanieczyszczeń pyłowych i gazowych			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
14	W09ENG-SM0028W	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych	2					K2ENG_W07	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
15	W09ENG-SM0028C	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
16	W09ENG-SM0028L	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
17	W09ENG-SM0029W	Biopaliwa i paliwa alternatywne	2					K2ENG_W05 K2ENG_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
18	W09ENG-SM0029C	Biopaliwa i paliwa alternatywne		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
19	W09ENG-SM0030W	Wysokosprawne układy kogeneracyjne	2					K2ENG_W05	30	90	3	3	1,5	T/Z	Z		DN		S
20	W09ENG-SM0030C	Wysokosprawne układy kogeneracyjne		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
21	W09ENG-SM0032W	Energetyka termojądrowa	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
22	W09ENG-SM0033S	Bezpieczeństwo w energetyce jądrowej					1	K2ENG_W07 K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
23	W09ENG-SM0031S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
24	W09ENG-SM0021D	Praca dyplomowa						K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			18	6	6	2	3		525	1710	57	57	27,75						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.2.4.4 Blok *Przedmioty specjalnościowe (Computer aided mechanical and power engineering)* (min. 57 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0053W	Fundamentals of programming	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0053L	Fundamentals of programming			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0054W	Modeling of HVAC systems	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
4	W09ENG-SM0054L	Modeling of HVAC systems			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0055W	Modeling of combustion processes	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM0055L	Modeling of combustion processes			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0056W	Mechatronics and control systems	2					K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM0056L	Mechatronics and control systems			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0057W	Thermoeconomic analysis of energy processes	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM0057L	Thermoeconomic analysis of energy processes			2			K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM0058W	Advanced numerical modeling using OpenFOAM	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
12	W09ENG-SM0058L	Advanced numerical modeling using OpenFOAM			2			K2ENG_U07	30	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	S
13	W09ENG-SM0059W	Finite element analysis	2					K2ENG_W08	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
14	W09ENG-SM0059L	Finite element analysis			2			K2ENG_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
15	W09ENG-SM0060W	Artificial intelligence	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
16	W09ENG-SM0060L	Artificial intelligence			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
17	W09ENG-SM0062W	Integrated production systems	1					K2ENG_W08	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
18	W09ENG-SM0062L	Integrated production systems			2			K2ENG_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
19	W09ENG-SM0061S	Master seminar					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
20	W09ENG-SM0052D	Master thesis						K2ENG_U01 K2ENG_U02		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

							K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06													
		Razem	16		17		2		525	1710	57	57	28,5							

4.2.4.5 Blok Przedmioty specjalnościowe (Renewable sources of energy) (min. 57 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0041W	Physics of renewable energy	2					K2ENG_W02	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0041P	Physics of renewable energy				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0041S	Physics of renewable energy					1	K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0042W	Fuel cells and hydrogen production	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
5	W09ENG-SM0042L	Fuel cells and hydrogen production			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0043W	Geothermal power engineering	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0043C	Geothermal power engineering		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0044W	Biomass in energy production	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0044P	Biomass in energy production				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM0045W	Wind power plants	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
11	W09ENG-SM0045P	Wind power plants				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
12	W09ENG-SM0046W	Heat pumps	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
13	W09ENG-SM0046P	Heat pumps				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
14	W09ENG-SM0047W	Solar energy conversion system	2					K2ENG_W05 K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
15	W09ENG-SM0047L	Solar energy conversion system			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
16	W09ENG-SM0047P	Solar energy conversion system				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
17	W09ENG-SM0048W	Water power engineering	2					K2ENG_W05 K2ENG_W08	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
18	W09ENG-SM0048C	Water power engineering		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
19	W09ENG-SM0048P	Water power engineering				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
20	W09ENG-SM0049W	Biofuels and alternative fuels	2					K2ENG_W05 K2ENG_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
21	W09ENG-SM0049C	Biofuels and alternative fuels		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
22	W09ENG-SM0051W	Thermonuclear power generation	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
23	W09ENG-SM0051S	Thermonuclear power generation				1		K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
24	W09ENG-SM0050S	Master seminar					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

25	W09ENG-SM0052D	Master thesis						K2ENG_K04 K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06	600	20	20	5	T	Z			DN	P	S
Razem			20	3	2	6	4		525	1710	57	57	27,75						

4.2.4.6 Blok Przedmioty specjalnościowe (Refrigeration and cryogenic) (min. 57 pkt ECTS):

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin			Liczba pkt. ECTS		Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0075W	Vapor-compression refrigeration systems	2					K2ENG_W05 K2ENG_W08	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0075L	Vapor-compression refrigeration systems			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0075P	Vapor-compression refrigeration systems				2		K2ENG_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0074W	Thermodynamic fundamentals of refrigeration, cryogenics and low temperature physics	1					K2ENG_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
5	W09ENG-SM0074S	Thermodynamic fundamentals of refrigeration, cryogenics and low temperature physics					1	K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0073W	Refrigerants, coolants and cold chain	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0072W	Cryogenics	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
8	W09ENG-SM0072C	Cryogenics		2				K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0072L	Cryogenics			2			K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM0079W	Gas and cryogenic technologies	1					K2ENG_W05	15	30	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
11	W09ENG-SM0079P	Gas and cryogenic technologies				2		K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
12	W09ENG-SM0078W	Cryogenic systems and applied superconductivity	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
13	W09ENG-SM0080L	Numerical techniques related to heat transfer			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P	S
14	W09ENG-SM0077W	Cooling Systems	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
15	W09ENG-SM0077P	Cooling Systems				1		K2ENG_U09	15	60	1	1	1,5	T	Z		DN	P	S
16	W09ENG-SM0081W	Sorption refrigeration	2					K2ENG_W08	30	60	3	3	1	T/Z	E		DN		S
17	W09ENG-SM0081C	Sorption refrigeration		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
18	W09ENG-SM0081P	Sorption refrigeration				1		K2ENG_U09	15	60	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
19	W09ENG-SM0076W	Air conditioning systems	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

20	W09ENG-SM0076L	Air conditioning systems				1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75		Z		DN	P	S
21	W09ENG-SM0082S	Master seminar						2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
22	W09ENG-SM0052D	Master thesis							K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			20	3	2	6	4			525	1710	57	57	28						

Razem dla bloków specjalnościowych:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	c	l	p	s					
Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja	19	3	7	3	3	525	1710	57	57	28
Nowoczesne technologie energetyczne	18	6	6	2	3	525	1710	57	57	27,75
Computer aided mechanical and power engineering	16		17		2	525	1710	57	57	28,5
Renewable sources of energy	20	3	2	6	4	525	1710	57	57	27,75
Refrigeration and cryogenic	16	3	7	6	3	525	1710	57	57	28

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4.3 Blok praktyk (opinia rady konsultacyjnej wydziału nt. zasad zaliczania praktyki – zał. nr ...) - Nie obowiązuje

4.4 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej	inżynierska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	20	W09ENG-SM0021D – specjalności polskojęzyczne W09ENG-SM0052D – specjalności anglojęzyczne
Charakter pracy dyplomowej		
Eksperymentalna/projektowa/studialno-analityczna		
Liczba punktów ECTS BU ¹	5	
Liczba punktów ECTS DN ⁵	20	

5. Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów uczenia się
wykład	egzamin, kolokwium
ćwiczenia	test, kolokwium, ocena poszczególnych zadań
laboratorium	wejściówka, sprawozdanie z laboratorium
projekt	obrona projektu
seminarium	udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa

¹BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów Praktyczny – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁶KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

⁷W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

6. Zakres egzaminu dyplomowego

Egzamin dyplomowy składa się z prezentacji pracy dyplomowej i egzaminu dyplomowego, w ramach którego student odpowiada na pytania z obszarów odpowiadających kierunkowi i specjalności studiów. Szczegółowa lista zagadnień egzaminu dyplomowego w danym roku akademickim, po zatwierdzeniu przez Komisję Programową kierunku studiów jest publikowana jest na stronie Wydziału.

7. Wymagania dotyczące terminu zaliczenia określonych kursów/grup kursów lub wszystkich kursów w poszczególnych blokach

8. Plan studiów (załącznik nr 3)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....
Data

.....
Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....
Data

.....
Podpis Dziekana

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym

⁷ KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KIERUNEK STUDIÓW: ENERGETYKA

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚCI: CHŁODNICTWO, CIEPŁOWNICTWO I KLIMATYZACJA (CCK)
NOWOCZESNE TECHNOLOGIE ENERGETYCZNE (NTE)
COMPUTER AIDED MECHANICAL AND POWER ENGINEERING (CAE)
RENEWABLE SOURCES OF ENERGY (RSE)
REFRIGERATION AND CRYOGENICS (RAC)

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: polski (specjalności CCK, NTE); angielski (specjalności CAE, RSE, RAC)

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

1. Zestaw kursów / grup kursów obowiązkowych i wybieralnych w układzie semestralnym

Semestr 1

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności polskojęzyczne)

liczba punktów ECTS - 13

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09W09-SM0001W	Matematyka stosowana	2					K2ENG W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09ENG-SM0001C	Matematyka stosowana		1				K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09ENG-SM0001L	Matematyka stosowana			1			K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
4	W09W09-SM0002W	Fizyka – zagadnienia wybrane	2					K2ENG W02	30	60	2		1	T/Z	Z				PD
5	W09ENG-SM0003W	Metody numeryczne	2					K2ENG W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z				K
6	W09ENG-SM0003L	Metody numeryczne			2			K2ENG U07	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z			P	K
7	W09ENG-SM0004W	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
8	W09ENG-SM0004L	Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
Razem			8	1	4				195	390	13	7	7,75						

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności anglojęzyczne)

liczba punktów ECTS - 13

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniani ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0034W	Applied mathematics	2					K2ENG W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09ENG-SM0034C	Applied mathematics		1				K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09ENG-SM0034L	Applied mathematics			1			K2ENG U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
4	W09ENG-SM0035W	Physics – selected issues	2					K2ENG W02	30	60	2		1	T/Z	Z				PD
5	W09ENG-SM0036W	Numerical methods	2					K2ENG W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z				K
6	W09ENG-SM0036L	Numerical methods			2			K2ENG U07	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z			P	K
7	W09ENG-SM0037W	Selected problems of thermal-flow processes	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
8	W09ENG-SM0037L	Selected problems of thermal-flow processes			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
Razem			8	1	4				195	390	13	7	7,75						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności polskojęzyczne (minimum 15 godzin w semestrze, 1 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL100709BK	Język obcy B2+/C1+		1				K2ENG U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem		1					15	30	1		0,5						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności anglojęzyczne (minimum 15 godzin w semestrze, 1 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL100710BK	Foreign language B2+/C1+		1				K2ENG U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem		1					15	30	1		0,5						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja (minimum 240 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0008W	Termodynamiczne podstawy inżynierii cieplnej	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0009W	Systemy chłodnicze	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
3	W09ENG-SM0009C	Systemy chłodnicze		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0009L	Systemy chłodnicze			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0010W	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja	2					K2ENG_W05 K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM0010L	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0010S	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja					1	K2ENG_W04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0011W	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0011C	Ciepłownictwo i		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		ogrzewnictwo																	
10	W09ENG-SM0011L	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM0012W	Czynniki chłodnicze	1					K2ENG_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
		Razem	9	2	4		1		240	480	16	16	9,75						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Nowoczesne technologie energetyczne (minimum 240 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0022W	Technologie spalania węgla	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0022C	Technologie spalania węgla		2				K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0023W	Niskoemisyjne systemy spalania	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM0023L	Niskoemisyjne systemy spalania			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0023P	Niskoemisyjne systemy spalania				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0024W	Techniki ograniczania emisji	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
7	W09ENG-SM0024C	Techniki ograniczania emisji		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0024P	Techniki ograniczania emisji				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0025W	Współczesne reaktory jądrowe	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM0025L	Współczesne reaktory jądrowe			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
11	W09ENG-SM0065W	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
		Razem	9	3	2	2			240	480	16	16	9,75						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Computer aided mechanical and power engineering (minimum 240 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0053W	Fundamentals of programming	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0053L	Fundamentals of programming			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3	W09ENG-SM0054W	Modeling of HVAC systems	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/z	E		DN		S
4	W09ENG-SM0054L	Modeling of HVAC systems			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0055W	Modeling of combustion processes	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM0055L	Modeling of combustion processes			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0056W	Mechatronics and control systems	2					K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM0056L	Mechatronics and control systems			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
Razem			8		8				240	480	16	16	10						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Renewable sources of energy (minimum 240 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k ursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno -uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0041W	Physics of renewable energy	2					K2ENG_W02	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0041P	Physics of renewable energy				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0041S	Physics of renewable energy					1	K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0042W	Fuel cells and hydrogen production	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
5	W09ENG-SM0042L	Fuel cells and hydrogen production			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0043W	Geothermal power engineering	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0043C	Geothermal power engineering		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0044W	Biomass in energy production	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0044P	Biomass in energy production				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM0045W	Wind power plants	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
11	W09ENG-SM0045P	Wind power plants				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			10	1	1	3	1		240	480	16	16	9,5						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Refrigeration and cryogenic (minimum 240 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² k ursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączn a	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno -uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0075W	Vapor-compression refrigeration systems	2					K2ENG_W05 K2ENG_W08	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09ENG-SM0075L	Vapor-compression			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		refrigeration systems																		
3	W09ENG-SM0075P	Vapor-compression refrigeration systems				2			K2ENG_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0074W	Thermodynamic fundamentals of refrigeration, cryogenics and low temperature physics	1						K2ENG_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
5	W09ENG-SM0074S	Thermodynamic fundamentals of refrigeration, cryogenics and low temperature physics					1		K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0073W	Refrigerants, coolants and cold chain	2						K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0072W	Cryogenics	2						K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
8	W09ENG-SM0072C	Cryogenics		2					K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0072L	Cryogenics			2				K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
		Razem	7	2	4	2	1			240	480	16	16	10,25						

Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	ć	l	p	s					
Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja	17	4	8		1	450	900	30	23	18
Nowoczesne technologie energetyczne	17	5	6	2		450	900	30	23	18
Computer aided mechanical and power engineering	16	2	12			450	900	30	23	18,25
Renewable sources of energy	18	3	5	3	1	450	900	30	23	17,75
Refrigeration and cryogenics	15	4	8	2	1	450	900	30	23	18,5

Semestr 2

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności polskojęzyczne) liczba punktów ECTS - 9

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0005W	Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych	2					K2ENG_W03	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
2	W09ENG-SM0005L	Modelowanie matematyczne			4			K2ENG_U07	60	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	K

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		instalacji energetycznych																		
3	W09ENG-SM0006W	Technologie energetyczne nowej generacji	2						K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM0006S	Technologie energetyczne nowej generacji					1		K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
		Razem	4		4		1			135	270	9	9	5,5						

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności anglojęzyczne)

liczba punktów ECTS - 9

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1	W09ENG-SM0038W	Mathematical modeling of energy generation installation	2						K2ENG_W03	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
2	W09ENG-SM0038L	Mathematical modeling of energy generation installation			4				K2ENG_U07	60	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	K
3	W09ENG-SM0039W	New generation energy technologies	2						K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4	W09ENG-SM0039W	New generation energy technologies					1		K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
		Razem	4		4		1			135	270	9	9	5,5						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności polskojęzyczne (minimum 75 godzin w semestrze, 5 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1	JZL100710BK	Język obcy A1		3					K2ENG_U05	45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
2	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu	2						K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K05	30	75	3		1,5	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM0111W	Zarządzanie projektami w energetyce																		
	W08W09-SM0141W	Przedsiębiorczość strategiczna																		
	W08W09-SM0138W	Nowoczesne tendencje zarządzania																		
		Razem	2	3						75	135	5		3						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności anglojęzyczne (minimum 75 godzin w semestrze, 5 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	JZL100710BK	Foreign language A1		3					45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
2	W09-SM-W08ZA2	Management course	2						30	75	3		1,5	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM0135W	Marketing and management																	
	W08W09-SM0182W	Business modeling																	
	W08W09-SM0112W	Project management at energy sector																	
Razem			2	3					75	135	5		3						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0013W	Pasywne systemy przekazywania energii	1						15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0013L	Pasywne systemy przekazywania energii			1				15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0014W	Sorpcyjne systemy energetyczne	2						30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
4	W09ENG-SM0014C	Sorpcyjne systemy energetyczne		1					15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0014P	Sorpcyjne systemy energetyczne				1			15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0015W	Instalacje ciepłone i klimatyzacyjne	1						15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0015P	Instalacje ciepłone i klimatyzacyjne				1			15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0016W	Pompy ciepła	2						30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0016P	Pompy ciepła				1			15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09ENG-SM0017W	Systemy akumulacji ciepła	1						15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
11	W09ENG-SM0017L	Systemy akumulacji ciepła			2				30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
Razem			7	1	3	3			210	480	16	16	10,25						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Nowoczesne technologie energetyczne (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0027W	Pomiary zanieczyszczeń pyłowych i gazowych	1					K2ENG_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0027L	Pomiary zanieczyszczeń pyłowych i gazowych			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0028W	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych	2					K2ENG_W07	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
4	W09ENG-SM0028C	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0028L	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych			2			K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0029W	Biopaliwa i paliwa alternatywne	2					K2ENG_W05 K2ENG_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09ENG-SM0029C	Biopaliwa i paliwa alternatywne		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0030W	Wysokosprawne układy kogeneracyjne	2					K2ENG_W05	30	90	3	3	1,5	T/Z	Z		DN		S
9	W09ENG-SM0030C	Wysokosprawne układy kogeneracyjne		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			7	3	4				210	480	16	16	9,75						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Computer aided mechanical and power engineering (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o- uczel- niany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0057W	Thermoeconomic analysis of energy processes	2					K2ENG_W04	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0057L	Thermoeconomic analysis of energy processes			2			K2ENG_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0058W	Advanced numerical modeling using OpenFOAM	2					K2ENG_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4	W09ENG-SM0058L	Advanced numerical modeling using OpenFOAM			2			K2ENG_U07	30	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0059W	Finite element analysis	2					K2ENG_W08	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
6	W09ENG-SM0059L	Finite element analysis			2			K2ENG_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0060W	Artificial intelligence	1					K2ENG_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09ENG-SM0060L	Artificial intelligence			1			K2ENG_U07	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			7		7				210	480	16	16	10						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Renewable sources of energy (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0046W	Heat pumps	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0046P	Heat pumps				1		K2ENG_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0047W	Solar energy conversion system	2					K2ENG_W05 K2ENG_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
4	W09ENG-SM0047L	Solar energy conversion system			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0047P	Solar energy conversion system				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
6	W09ENG-SM0048W	Water power engineering	2					K2ENG_W05 K2ENG_W08	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
7	W09ENG-SM0048C	Water power engineering		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
8	W09ENG-SM0048P	Water power engineering				1		K2ENG_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0049W	Biofuels and alternative fuels	2					K2ENG_W05 K2ENG_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09ENG-SM0049C	Biofuels and alternative fuels		1				K2ENG_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			8	2	1	3			210	480	16	16	10						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Refrigeration and cryogenic (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0079W	Gas and cryogenic technologies	1					K2ENG_W05	15	30	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0079P	Gas and cryogenic technologies				2		K2ENG_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0078W	Cryogenic systems and applied	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		superconductivity																	
4	W09ENG-SM0080L	Numerical techniques related to heat transfer			2			K2ENG_U07	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P	S
5	W09ENG-SM0077W	Cooling Systems	2					K2ENG W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
6	W09ENG-SM0077P	Cooling Systems			1			K2ENG U09	15	60	1	1	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09ENG-SM0081W	Sorption refrigeration	2					K2ENG W08	30	60	3	3	1	T/Z	E		DN		S
8	W09ENG-SM0081C	Sorption refrigeration		1				K2ENG U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09ENG-SM0081P	Sorption refrigeration				1		K2ENG U09	15	60	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
		Razem	7	1	2	4			210	480	16	16	9,5						

Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	ć	l	p	s					
Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja	13	4	7	3	1	420	885	30	25	18,75
Nowoczesne technologie energetyczne	13	6	8		1	420	885	30	25	18,25
Computer aided mechanical and power engineering	13	3	11		1	420	885	30	25	18,5
Renewable sources of energy	14	5	5	3	1	420	885	30	25	18,5
Refrigeration and cryogenics	13	4	6	4	1	420	885	30	25	18

Semestr 3

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności polskojęzyczne)

liczba punktów ECTS - 3

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0007W	Systemy energetyczne	1					K2ENG W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM0007L	Systemy energetyczne			2			K2ENG U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
		Razem	1		2				45	90	3	3	2						

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Kursy/grupy kursów obowiązkowe (specjalności anglojęzyczne)
liczba punktów ECTS - 3

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0040W	Energy systems	1					K2ENG_W05	15	60	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2	W09ENG-SM0040L	Energy systems			2			K2ENG_U07	30	30	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
Razem			1		2				45	90	3	3	2						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności polskojęzyczne (minimum 15 godzin w semestrze, 2 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09-SM-W08H03	Przedmiot humanistyczny	1					K2ENG_W09 K2ENG_K01 K2ENG_K02 K2ENG_K03	15	50	2		1	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM1621W	Etyka w biznesie																	
	W08W09-SM1321W	Socjologia organizacji i przywództwa																	
	W08W09-SM0113W	Psychologia komunikacji																	
Razem			1						15	50	2		1						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalności anglojęzyczne (minimum 15 godzin w semestrze, 2 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupe kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09-SM-W08HA3	Humanities course	1					K2ENG_W09 K2ENG_K02	15	50	2		1	T/Z	Z	O			KO

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2ENG K03										
	W08W09-SM1721W	Ethics in business																
	W08W09-SM1221W	Sociology of organization and leadership																
	W08W09-SM0114W	Psychology of communication																
	Razem		1						15	50	2		1					

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja (minimum 75 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0018W	Obiekty chłodnicze	2					K2ENG W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0019W	Układy termoelektryczne	1					K2ENG W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
3	W09ENG-SM0020S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0021D	Praca dyplomowa						K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
	Razem		3				2		75	750	25	25	8						

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Nowoczesne technologie energetyczne (minimum 75 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0032W	Energetyka termojądrowa	2					K2ENG W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z				S
2	W09ENG-SM0033S	Bezpieczeństwo w energetyce jądrowej					1	K2ENG_W07 K2ENG_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z			P	S
3	W09ENG-SM0031S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4	W09ENG-SM0021D	Praca dyplomowa							K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06	600	20	20	5	T	Z			DN	P	S
Razem			2				3		75	750	25	25	8,25							

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Computer aided mechanical and power engineering (minimum 75 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1	W09ENG-SM0062W	Integrated production systems	1					K2ENG W08	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z			DN		S
2	W09ENG-SM0062L	Integrated production systems			2			K2ENG U09	30	60	2	2	1,5	T	Z			DN	P	S
3	W09ENG-SM0061S	Master seminar					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z			DN	P	S
4	W09ENG-SM0052D	Master thesis						K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z			DN	P	S
Razem			1		2		2		75	750	25	25	8,5							

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Renewable sources of energy (minimum 75 godzin w semestrze, 25 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnouczelniany ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷	
1	W09ENG-SM0051W	Thermonuclear power generation	2					K2ENG W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z					S
2	W09ENG-SM0051S	Thermonuclear power generation					1	K2ENG U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z				P	S
3	W09ENG-SM0050S	Master seminar					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z			DN	P	S
4	W09ENG-SM0052D	Master thesis						K2ENG U01		600	20	20	5	T	Z			DN	P	S

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

								K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06																
									Razem	2				3		75	750	25	25	8,25				

Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Refrigeration and cryogenic (minimum 210 godzin w semestrze, 16 punktów ECTS)

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma ² kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogóln o-uczelniane ⁴	zw. z dział. nauk ⁵	o char. prakt. ⁶	rodzaj ⁷
1	W09ENG-SM0076W	Air conditioning systems	2					K2ENG_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09ENG-SM0076L	Air conditioning systems			1			K2ENG_U08	15	30	1	1	0,75		Z		DN	P	S
3	W09ENG-SM0082S	Master seminar					2	K2ENG_U01 K2ENG_U04 K2ENG_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
4	W09ENG-SM0052D	Master thesis						K2ENG_U01 K2ENG_U02 K2ENG_U03 K2ENG_K01 K2ENG_K04 K2ENG_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
		Razem	2		1		2		75	750	25	25	8,25						

Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
	w	ć	l	p	s					
Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja	5		2		2	135	890	30	28	11
Nowoczesne technologie energetyczne	4		2		3	135	890	30	28	11,25
Computer aided mechanical and power engineering	3		4		2	135	890	30	28	11,5
Renewable sources of energy	4		2		3	135	890	30	28	11,25
Refrigeration and cryogenics	4		3		2	135	890	30	28	11,25

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
Specjalność: Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja		
W09W09-SM0001W W09ENG-SM0009W W09ENG-SM0010W	Matematyka stosowana (specjalności polskojęzyczne) Systemy chłodnicze (specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja) Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja (specjalność Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja)	1
W09ENG-SM0005W W09ENG-SM0014W	Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych Sorpcyjne systemy energetyczne	2
Specjalność: Nowoczesne technologie energetyczne		
W09W09-SM0001W W09ENG-SM0022W W09ENG-SM0024W	Matematyka stosowana Technologie spalania węgla (specjalność Nowoczesne technologie energetyczne) Techniki ograniczania emisji (specjalność Nowoczesne technologie energetyczne)	1
W09ENG-SM0005W W09ENG-SM0028W	Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych	2
Specjalność: Computer aided mechanical and power engineering		
W09ENG-SM0034W W09ENG-SM0054W W09ENG-SM0055W	Applied mathematics Modeling of HVAC systems (specjalność Computer aided mechanical and power engineering) Modeling of combustion processes (specjalność Computer aided mechanical and power engineering)	1
W09ENG-SM0038W W09ENG-SM0059W	Mathematical modeling of energy generation installations Finite element analysis	2
Specjalność: Renewable sources of energy		
W09ENG-SM0034W W09ENG-SM0041W W09ENG-SM0042W	Applied mathematics Physics of renewable energy (specjalność Renewable sources of energy) Fuel cells and hydrogen production (specjalność Renewable sources of energy)	1
W09ENG-SM0038W W09ENG-SM0048W	Mathematical modeling of energy generation installations Water power engineering	2
Specjalność: Refrigeration and cryogenic		
W09ENG-SM0034W W09ENG-SM0075W W09ENG-SM0072W	Applied mathematics Vapor-compression refrigeration systems Cryogenics	1
W09ENG-SM0038W W09ENG-SM0081W	Mathematical modeling of energy generation installations Sorption refrigeration	2

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	7
2	7

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....

Data

.....

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

Data

.....

Podpis Dziekana

¹BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

³Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, p, s)

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

⁵Kurs/ grupa kursów związany/-na z prowadzoną działalnością naukową – DN

⁶ Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów o charakterze praktycznym

⁷ KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING	
SUBJECT CARD	
Name in Polish	Zaawansowane modelowanie numeryczne w środowisku OpenFOAM
Name in English	ADVANCED NUMERICAL MODELLING USING OPENFOAM
Main field of study	
Specialization	CAE
Level and form of studies	2nd level, full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM0058
Group of courses	No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in university (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		3		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		2		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Preliminary knowledge related to numerical modelling including basic discretization schemes.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Introduction to the OpenFoam numerical toolbox and OpenFoam programming.
- C2 Introduction to basic and advanced numerical models implemented in OpenFoam.
- C3 Developing abilities to define new numerical models and their implementation in OpenFoam.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – knows and understands basics of finite volume discretization and its specifics in the Computational Fluid Dynamics

PEK_W02 – knows and understands the structure of OpenFoam numerical toolbox and basics of OpenFoam programming.

PEK_W03 – knows and understands advanced numerical models including: conjugate heat transfer, flow with mixing and reactions

PEK_W04 – knows and understands dynamics mesh concepts including Arbitrary Mesh Interface

PEK_W05 – knows and understands basic and more complex boundary conditions

relating to skills:

PEK_U01 – is able to: use the basic and advanced numerical models offered by the OpenFOAM

PEK_U02 – is able to: use the basic and advanced preprocessing and postprocessing utilities offered by the OpenFOAM

PEK_U03 – is able to: use the ParaView software to visualise the numerical data

PEK_U04 – is able to: implement new equations and to develop the exiting OpenFoam solvers

PEK_U05 – is able to: implement new numerical models in the OpenFoam

PEK_U06 – is able to: define numerical models with dynamic mesh

PEK_U07 – is able to: define numerical multiphase numerical models

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Summary of conservation equations and their representation by partial differential equations. Introduction to OpenFoam software.	2
Lec2	Introduction to OpenFoam software including: the OpenFoam structure, available numerical models and basic pre- and post-processing utilities.	2
Lec3	Thermodynamic and transport models available in OpenFoam. Introduction to conjugate heat transfer modelling and detailed presentation of a corresponding flow example.	2
Lec4	Introduction to modelling of flow with multiple species and flow with chemical reactions. Detailed presentation of a corresponding numerical example based on lecturer own research.	2
Lec5	Introduction to Finite Volume Method and basic methods of discretization used in CFD.	2
Lec6	Introduction to OpenFoam programming #1: implementation of Burgers equation. Discussion of consequences of non-linear nature of the Burgers equation.	2
Lec7	OpenFoam programming #2: adding a new PDE equation to an existing solver, compilation and usage.	2
Lec8	OpenFoam programming #3: implementation of variable viscosity in an existing model, explanation of definition of new numerical model with the implemented viscosity model. Discussion of influence of the new model on the flow.	2
Lec9	Introduction to complex boundary condition.	2
Lec10	OpenFoam programming #4: creation of a new numerical library by definition and implementation of Casson viscosity model. Presentation of its usage and consequences in the flow.	2
Lec11	Introduction to turbulence and turbulence modelling: RANS equations, Eddy viscosity.	2
Lec12	Introduction to the concept of wall functions and basics of their implementation.	2
Lec13	Modelling of wind power plant: linear and angular momentum theory.	2

	Introduction to usage of additional source terms in modelling.	
Lec14	Introduction to Blade Element Method and its implementation and usage in OpenFoam	2
Lec15	Final test of the lecture	2
	Total hours	30
Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction to the OpenFoam, discussion of its structure and installation. First Example: Lid-driven cavity flow and flow in a channel.	2
Lab2	Usage of complex boundary conditions (derived from basic Bcs) based on T-junction example.	2
Lab3	Usage and definition of conjugate heat transfer model. Running calculation in parallel mode.	2
Lab4	OpenFoam programming #1: adding a new PDE equation to existing solver, compilation and usage.	2
Lab5	OpenFoam programming #2: step-by-step implementation of a variable viscosity in an existing solver. Exercise: modelling of a flow of two miscible fluids with different viscosities.	2
Lab6	Definition of a numerical model with dynamic mesh based on a sloshing tank example and a rigid body motion.	2
Lab7	Dynamic mesh motion using Arbitrary Mesh Interface	2
Lab 8	OpenFoam programming #3: step-by-step implementation of a new viscosity model (Casson model).	2
Lab 9	Usage of the new viscosity model implemented during Lab 8 in a flow in channel and comparison of the results with different viscosity models.	2
Lab 10	Definition and running of numerical model of a flow of reacting mixture including: combustion, reactions and mixing.	2
Lab 11	Adapting the reactingFoam for a passive gases mixing.	2
Lab 12	Definition of a numerical model of helium discharge and its propagation in a tunnel.	2
Lab 13	Adding new physical models as source terms (using fvOptions). Modelling of wind turbine as Actuation Disc Source.	2
Lab 14	Adding new physical models as source terms (using fvOptions). Modelling of porosity.	2
Lab 15	Presentation of individual student's projects.	
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

<p>N1. Traditional lecture with a use of slides</p> <p>N2. Laboratories – computational exercises</p> <p>N3. Laboratories - individual problem solving using OpenFoam</p> <p>N4. Consultation</p> <p>N5. Self-reliant work – individual studies and preparation of home works and final project.</p>
--

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- lecture

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEK_W01 ÷ PEK_W05; PEK_U01 ÷ PEK_U07	Final test.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- laboratory

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
--	---------------------------	--

F1	PEK U01 ÷ PEK U02;	Report
F2	PEK U03 ÷ PEK U04;	Report
F3	PEK U05 ÷ PEK U07;	Report
P=(F1+F2+F3)/3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE :

- [1] F Moukalled, L Mangani, M Darwish, The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM® .
- [2] User Guide, Tutorial Guide, Programmers Guide, <https://www.openfoam.com/documentation/>
- [3] OpenFOAM wiki: http://openfoamwiki.net/index.php/Main_Page

SECONDARY LITERATURE:

- [1] JH Ferziger, M Perić, RL Street, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Ziemowit Malecha, prof. PWr, ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish	Systemy klimatyzacyjne				
Name of subject in English	Air conditioning systems				
Main field of study (if applicable):	Power engineering				
Specialization (if applicable):	Refrigeration and Cryogenics				
Profile: academic					
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	optional				
Subject code	W09ENG-SM0076				
Group of courses	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	Crediting with grade*		Crediting with grade*		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		0,75		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Technical Thermodynamics
2. Fluid Mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Acquisition of practical knowledge, regarding air-condition systems, their design and application.
 C2. Development of skills how to design and analyze air-conditioning systems

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – has knowledge of rules and standards for design and operation of air-condition systems

PEU_W02 - have knowledge of the design of air-conditioning installations

relating to skills:

PEU_U01 - can determine the basic parameters of the air-conditioning system and indicate characteristic points of refrigeration cycle.

PEU_U02 - can conclude from the measurements of air-conditioning system operating parameters

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Overview of the lecture. Introduction. Air-conditioning processes. Air flow and thermal comfort.	2
Lec 2	Air-conditioning processes thermodynamic basics. Humid air properties.	2
Lec 3	Psychrometric diagram. Heating, cooling and dehumidifying. Air mixing.	2
Lec 4	Indoor air quality. Leakage paths. Heating and cooling load calculations.	2
Lec 5	Heating and humidifying systems. Influence of air relative humidity level on energy demand of heating systems.	2
Lec 6	Refrigeration cycle for air-conditioning. Required temperature levels.	2
Lec 7	Ventilation systems. Air distribution. Evaporative cooler.	2
Lec 8	Air duct design. Heat exchange with surroundings. Convective and radiant heat loads.	2
Lec 9	Piping connection methods in air-conditioning systems.	2
Lec 10	Heat recovery. Heat exchangers for air-conditioning.	2
Lec 11	Thermal storage systems (cold water, ice slurry, ice harvesting, PCM). Centrifugal chillers and capacity control.	2
Lec 12	Resorption systems. Individual air-conditioning systems.	2
Lec 13	Individual air-conditioning systems. Requirements, safety control.	2
Lec 14	Ecological issues of HVAC systems.	2
Lec 15	Colloquium	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Thermodynamic changes of moist air inside the air washer; adiabatic cooling.	2
Lab 2	Dehumidification of moist air	2
Lab 3	Measurements of working parameters of the split air conditioner	2
Lab 4	Testing the ducted system air conditioning at varying load	2
Lab 5	Measurements of working parameters of the countercurrent flow recuperative heat exchanger	2
Lab 6	Measurements of working parameters of the spiral countercurrent flow recuperative heat exchanger	2
Lab 7	Testing the portable air conditioner	2
Lab 8	Corrective and supplementary classes	1
	Total hours	15
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture with presentation		
N2. Laboratory – discussion of problems		
N3. Self-study – study and preparation for the final exam.		
N4. Office hours.		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1	PEU_W01 – PEU_W02	Mark of the colloquium
P2	PEU_U01 – PEU_U02	Reports from laboratory classes

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] 2009 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI Edition), © 2009 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [2] 2011 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2011 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [3] ASHRAE GreenGuide - The Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings (3rd Edition), © 2010 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [4] Vedavarz A., Kumar S., Hussain M.I., HVAC - The Handbook of Heating, Ventilation and Air Conditioning for Design and Implementation., © 2007 Industrial Press

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Farida M.M., Khudhaira A.M., Razackb S.A.K., Al-Hallajb S., A review on phase change energy storage: materials and applications., Energy Conversion and Management, Volume 45, Issues 9–10, June 2004, Pages 1597–1615
- [2] Sharmaa A., Tyagib V.V., Chena C.R., Buddhig D., Review on thermal energy storage with phase change materials and applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 13, Issue 2, February 2009, Pages 318–345
- [3] U.S. Department of Energy, Air Distribution System Design: Good Duct Design Increases Efficiency

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Bogusław Białko, bogusław.bialko@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish:	Matematyka stosowana				
Name of subject in English:	Applied Mathematics				
Main field of study (if applicable):	Power Engineering				
Specialization (if applicable):					
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	obligatory				
Subject code:	W09ENG-SM0034				
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30	30		
Form of crediting	Examination	Crediting with grade	Crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2	1	1		
including number of ECTS points for practical (P) classes		1	1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1	0.75	0.75		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of calculus, linear algebra and information technology as taught at the first level of studies

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Presenting the mathematical tools necessary for an engineer to understand the mathematical description of physical phenomena occurring in devices and technical processes related to broadly understood power engineering, including linear and non-linear algebraic equations as well as ordinary and partial differential equations.

C2 Presentation of practical methods for solving the above equations, using both accurate and approximate methods, including a wide range of available software.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 understands how the physical aspect of processes occurring in technology is described mathematically in the form of algebraic and differential equations

PEU_W02 in relation to a mathematical problem (e.g. an algebraic or differential equation), distinguishes between its exact and approximate solution and understands the relationship between them; knows methods suitable for determining accurate or approximate solutions, using direct calculations or appropriate software

relating to skills:

PEU_U01 knows how to indicate equations (algebraic or differential) describing physical phenomena in the studied technical processes

PEU_U02 for an identified mathematical problem, knows how to choose proper tools leading to its solution

PEU_U03 knows how to perform calculations using a suitable calculation tool, assess its accuracy and interpret the physical and technical significance of the results obtained

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	Symbolic and numerical calculations. Examples of ordinary differential equations (ODE).	2
Lec 2	Methods for solving first and second order equations (ODE).	2
Lec 3	Physical motivation for ODE equations.	2
Lec 4	Existence and uniqueness of solutions. Initial and boundary conditions.	2
Lec 5	Discretization of a differential equation. Algebraic equations.	2
Lec 6	Programming in C ++ and Pascal: code examples.	2
Lec 7	Accurate and approximate methods for solving systems of linear equations.	2
Lec 8	Methods for solving systems of nonlinear equations.	2
Lec 9	Examples of partial differential equations (PDEs). Types of equations. Initial conditions and boundary conditions.	2
Lec 10	Vector analysis. Stokes integral theorem.	2
Lec 11	Selected equations of mathematical physics (Fourier, Navier-Stokes and others).	2
Lec 12	Laplace and Poisson equation.	2
Lec 13	Fourier series and their application to differential equations.	2
Lec 14	Discretization of partial equations. Finite difference method. CFD.	2
Lec 15	Ansys, Comsol, OpenFoam: examples of applications.	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
Cl 1	Solving first and second order scalar equations (ODE).	4
Cl 2	Calculation of Laplace transforms and applications to ODE.	2
Cl 3	Finding Fourier series and applications to the Fourier equation.	2
Cl 4	Application of the series method to flow in a pipe.	2
Cl 5	Examples of first and second order PDEs	2
Cl 6	Discretization of the Navier-Stokes equation for a two-dimensional cavity.	1
Cl 7	Written test	2
	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Symbolic and numerical calculations (Matlab, Sage, Mathematica).	1

Lab 2	Numerical calculations in C ++ or Pascal.	1
Lab 3	Large systems of linear equations.	2
Lab 4	Scalar nonlinear equations.	1
Lab 5	Systems of nonlinear equations.	1
Lab 6	First order initial problems (ODE).	2
Lab 7	Second order initial problems and boundary problems (ODE).	1
Lab 8	Partial initial-boundary problems (PDE).	1
Lab 9	Unsteady one-dimensional heat flow.	2
Lab 10	Selected 2D laminar fluid flows.	3
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using multimedia (presentation - slides)
N2. Computational exercises on the blackboard, supported by software.
N3. Computer laboratory using symbolic and numerical calculations software and a programmer's environment for creating numerical programs.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01-PEU_W02	written exam
P	PEU_U01-PEU_U03	test at the end of the classes
P	PEU_U01-PEU_U03	laboratory reports

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. Mathews, K. Fink: Numerical Methods Using MATLAB, Pearson Education 2004.
- [2] W. Cheney, D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing, Thomson Brooks 2008.
- [3] M. Abell, J. Braselton: Differential Equations with Mathematica, Elsevier 2004.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] G. Dahlquist, A. Bjorck: Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM 2007.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. Pawel Regucki, pawel.regucki@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Sztuczna inteligencja
Name of subject in English: **Artificial intelligence**
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable): Computer aided mechanical and power engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: Optional/specialization
Subject code: W09ENG-SM0060
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)					
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	0,5		0,75		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. differential equation course
2. computer programming course
3. control systems course

SUBJECT OBJECTIVES

C1 mastering the methods of artificial intelligence with applications to energy and control systems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 - knowledge relating to artificial neural networks

PEU_W02 - knowledge relating to fuzzy logic

PEU_W03 - knowledge relating to genetic algorithms

relating to skills:

PEU_U01 - Skills in using artificial neural networks

PEU_U02 - Skills in using fuzzy logic

PEU_U03 - Skills in using genetic algorithms

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	How our brain works 1.1 Few surprises about brain 1.2 Scanning the brain 1.3 A journey through the brain 1.4 Brain functions 1.5 Brain cells 1.6 Nerve impulses 1.7 Brain mapping and simulation 1.8 What is consciousness?	2
Lec 2	History and present day of artificial intelligence 2.1 Brief history of intelligent systems 2.2 Biological and cognitive paradigms 2.3 Essential characteristics of intelligence 2.4 Philosophical questions about artificial intelligence 2.5 Acquiring knowledge, ageing behaviour and regulation 2.6 Biological control paradigms	1
Lec 3	Turing machines and formal logic 3.1 Intelligent systems 3.2 The cognitive paradigm 3.3 Essential characteristics of intelligence 3.4 Hierarchy of algorithmic and reflective activities 3.5 Autonomous system model 3.6 Formal logic of the autonomous system 3.7 Sentence calculus 3.7.1 Diadic operations 3.7.2 Unary operations 3.7.3 Truth table 3.7.4 Subsequent concepts in logic 3.8 Algorithms 3.9 Numerical systems 3.10 Turing machine 3.10.1 Logic processing 3.10.2 Machine components 3.10.3 Operation of the machine 3.10.4 Further evolution of the Turing machine 3.10.5 Examples Production of proteins in a cell Polymerase and ribosomes	1
Lec 4	Set calculus 4.1 Predicate calculus 4.2 1st order logic 4.3 Sharp and fuzzy sets 4.4 Set theory	1
Lec 5	Artificial neural networks 5.1 Natural and artificial neurons	2

	<ul style="list-style-type: none"> 5.1.1 Biological inspiration 5.1.2 Mathematical description 5.1.3 Linear network 5.1.4 Neural activation functions 5.2 Neural networks <ul style="list-style-type: none"> 5.2.1 linear 5.2.2 perceptron 5.2.3 Sigmoid 5.2.4 Network with threshold yes/no 5.2.5 Selecting the activation function 5.3 Learning neural networks <ul style="list-style-type: none"> 5.3.1 Supervised and unsupervised learning 5.3.2 The Hebb Rule 5.3.3 Adaline network 5.3.4 Linear network - teaching a single neuron 5.3.5 Perceptron network - teaching a single neuron 5.3.6 Sigmoid network - learning a single neuron 5.3.7 Sigmoid network - learning neural layers 5.3.8 Delta rule 5.3.9 Method for identifying any object (linear or non-linear) by means of an artificial neural network 5.3.10 Neural reverse model of an object (process) 5.3.11 Neural controller 5.3.12 Widrow-Hoff Rule 5.3.13 Correlation rule 5.4 Self-organising maps of Kohonen 5.5 Recurrent networks: Hopfield and Grossberg 5.6 Neural network applications <ul style="list-style-type: none"> 5.6.1 Example. Test signals for the identification of NO₂ emissions from the OP-650 boiler 	
Lec 6	<p>Fuzzy logic</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1 History 6.2 Formalities <ul style="list-style-type: none"> 6.2.1 Set theory 6.2.2 Set operations 6.2.3 Fuzzy sets 6.2.4 Membership functions 6.2.5 Fuzzy operations 6.2.6 Fuzzy sets of Mamdani and Takagi-Sugeno 6.2.7 Fuzzyfing of inputs, rules base and output sharpening (defuzzifing) 6.2.8 Fuzzy controller 6.3 Applications <ul style="list-style-type: none"> 6.3.1 Ventilation control 6.3.2 Fuzzy control and state controller 6.3.3 The movement of robots 6.3.4 Recognition of feelings 6.3.5 Steam turbine control 6.3.6 From the diary of the cement mill operator... 6.3.7 Train control in Japan 	2

	6.3.8 Fuzzy investing in the stock market 6.3.9 Diagnosis of emphysema of the lungs 6.3.10 Prevention of aviation accidents	
Lec 7	Genetic algorithms and optimisation methods 7.1 Local and global search 7.2 Numerical optimisation 7.2.1 Newton's method 7.2.2 Gradient method 7.2.3 Gradientless method - based on a network of points in the field of - random search - simplex method (Nelder-Mead) 7.3 Monte Carlo methods 7.4 Simulated annealing 7.5 Genetic algorithms 7.5.1 Characteristics 7.5.2 Evolution 7.5.3 Reproduction 7.5.4 Gene exchange 7.5.5 Mutation 7.5.6 A new generation 7.6 Implementation of a genetic algorithm 7.6.1 Population development process 7.6.2 Creating a new population 7.6.3 Changes in population 7.6.4 Crossing 7.6.5 Mutation 7.6.6 Environmental assessment 7.6.7 Ending evolution 7.6.8 Selection of a new population 7.7 Examples 7.7.1 Control signal 7.7.2 Minimum cost function 7.7.3 Circle and cross 7.7.4 Mouse is looking for cheese 7.7.5 Salesman problem 7.7.6 Minimum of complex function 7.7.7 Minimum of two-dimensional function 7.7.8 Stocks exchange	2

Lec 8	Algorithmic methods 8.1 Introduction 8.2 Artificial life : Boids (birds), Vants (ants), L-systems (plants), Life game 8.3 Machine learning 8.3.1 Feedback and adaptation 8.3.2 Object identification 8.3.3 Selected methods - Unit step, - Dirac's impulse, - Fourier's transformer, - Kuepfmueller, Rotach, Strejc, ARX models 8.3.4 Search - Graphs - Bellman's dynamic programming 8.3.5 Entropy of signal 8.3.6 Supervised classification 8.4 Optimisation in control systems 8.4.1 Necessary and sufficient conditions for a minimum in static optimization 8.4.2 Equality constraints 8.4.3 Lagrange multipliers 8.4.4 Dynamic optimization	3
Lec 8	Test	1
	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Use of artificial neural networks in control	2
Lab 2	Fuzzy Logic	2
Lab 3	Fuzzy Logic. Continued.	2
Lab 4	Genetic algoritms	2
Lab 5	Algorithmic methods	2
Lab 6	Bird algoritms	2
Lab 7	Dynamic programming	2
Lab 8	Summary of course	1
	Total hours	15
TEACHING TOOLS USED		
N1. Presentations N2. Computer programming of examples N3.		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
--	--------------------------	---

semester), P – concluding (at semester end)		
C (lecture)	PEU_W01- PEU_W03	test
C (laboratory)	PEU_U01-PEU_U03	Grades for completed exercises
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] Rita Carter, The human brain, Weidenfeld / Nicholson 1998, [2] Kevin M. Passino, Fuzzy Control [3] Jan Jantzen, Tutorial On Fuzzy Logic/Design Of Fuzzy Controllers /Tuning Of Fuzzy PID Controllers [4] Fuzzy Logic Toolbox/Matlab [5] Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej. Część I., Wydanie czwarte, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, 1971 [6] Michalewicz Z., Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne, WNT, Warszawa, 1996 [7] Michalewicz, Zbigniew, Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. [8] Zbigniew Czech, Analiza algorytmów, Instytut Informatyki Politechnika Śląska, Materiały dydaktyczne, Gliwice, wrzesień 2004 [9] Jakubczyk, Rozdział 4. Algorytmy grafowe [10] Żurada, Barski, Jędruch, Sztuczne sieci neuronowe, PWN, 1996 [11] Googfellow, Bengio, Courville, Deep Learning, PWN, 2018 [12] Cichosz, Systemy uczące się, WNT 2000, 2007</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Janusz Lichota, Janusz.Lichota@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Bezpieczeństwo w energetyce jądrowej
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Nuclear safety and security
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie w energetyce
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0033S
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					30
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)					0,75

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu energetyki jądrowej, reaktorów jądrowych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.
- C2 – Wyrobienie umiejętności opracowywania i przedstawiania prezentacji dotyczących wybranych zagadnień z zakresu bezpieczeństwa jądrowego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi przedstawić, w prezentacji własnej, wybrany aspekt bezpieczeństwa w energetyce jądrowej.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Sprawy organizacyjne. Wybór tematów prezentacji.	2
Se2-8	Prezentacje studentów dotyczące wybranych aspektów bezpieczeństwa w energetyce jądrowej. Dyskusja problemowa.	13
Suma godzin		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Seminarium z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych oraz dyskusja problemowa. N2. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK U01	Prezentacja własna.
F2	PEK U01	Dyskusja problemowa.
$P=0,8 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Kubowski J., Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT 2010 [2] Praca zbiorowa, Wszystko o energetyce jądrowej, AREVA, 2008 [3] Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN 1991 [4] Jezierski G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Kierunki rozwoju elektrowni jądrowych, WPWr 1997 [2] Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT 2005 [3] Biuletyn informacyjny, Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna, PAA</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Wojciech Zacharczuk, wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish:	Biopaliwa i paliwa alternatywne				
Name of subject in English:	Biofuels and alternative fuels				
Main field of study (if applicable):	Power Engineering				
Specialization (if applicable):	Renewable Sources of Energy				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	optional-specialization				
Subject code:	W09ENG-SM0049				
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1	0,75			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Competence in the field of thermodynamics, combustion and fuels confirmed positive assessments of the 1st degree courses of study.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – familiarize students with problems related to the use of biomass energy and alternative fuels.

C2 – systematization of knowledge in the use of biomass and alternative fuels

C3- familiarize students to the calculations of combustion equipment and biomass and alternative fuels gasification.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 has a systematic knowledge of the use of biomass and alternative fuels energy

relating to skills:

PEU_U01 can perform calculations for combustion and gasification of biomass and alternative fuels devices

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Polish energy policy for the use of biofuels and alternative fuels;	2
Lec 2	Properties, types of classification and production of biofuels and alternative fuels;	2
Lec 3	Solid biofuels as an energy source;	2

Lec 4	Wood, agricultural waste, energy crops, second generation biomass;	2
Lec 5	Alternative fuels as an energy source	2
Lec 6	Municipal waste, sewage sludge, industrial waste and other waste;	2
Lec 7	Combustion of biofuels and alternative fuels and assessment of their quality;	2
Lec 8	Conversion processes - chemical and biochemical conversion; thermochemical (gasification, pyrolysis);	2
Lec 9	Electricity generation and cogeneration - low power systems using biofuels and alternative fuels;	2
Lec 10	Low power heating systems using biofuels and alternative fuels;	2
Lec 11	Heating and industrial boilers for solid biofuels and alternative fuels;	2
Lec 12	Electricity generation and cogeneration - high power systems using biofuels and alternative fuels;	2
Lec 13	Co-combustion of coal with biofuels and alternative fuels;	2
Lec 14	Environmental aspects related to the use of biofuels and alternative fuels;	2
Lec 15	Crediting with grade;	2
	Total hours	30
Classes		Number of hours
C1–C7	The calculation of biofuel and alternative fuels combustion and thermal calculations and carrying devices to combustion and gasification of biomass alternative fuels	13
Cl 8	Crediting with grade	2
	Total hours	15
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture: multimedia presentation combined with a form of traditional		
N2. classes: oral answer		
N3. consultations		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01	Control work
P	PEU_U01	Control work

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

[1] Rybak W. Spalanie i współspalanie biopaliw stałych, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, 2006

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Wiesław Rybak, wieslaw.rybak@pwr.wroc.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING					
SUBJECT CARD					
Name of subject in Polish:	Produkcja energii z biomasy				
Name of subject in English:	Biomass in energy production				
Main field of study (if applicable):	Power Engineering				
Specialization (if applicable):	Renewable Sources of Energy				
Profile:	academic				
Level and form of studies:	2nd level, full-time				
Kind of subject:	optional/specialization				
Subject code:	W09ENG-SM0044				
Group of courses:	NO				
	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	crediting with grade			crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes	0			1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1			0.75	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge, skills and other competences from the scope of thermodynamics, fuel characterization and combustion, chemistry and boilers.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Familiarize students with the classification and characteristics of biomass as a fuel, processes of biomass preparation and biomass processing, energy use technologies.

C2 Creating a student application skills based on the theoretical knowledge for the design a biomass utilisation processes, especially as a biomass solid fuel.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 - Describe the general classification of biomass and characterization of their properties and analytical methods for their determination.

PEU_W02 - Characterize the thermal and mechanical pretreatment of biomass, determine main problems occurs in the process of combustion and co-firing in power boilers.

PEU_W03 - Present and characterize the various technologies and devices which use the biomass for energy production.

relating to skills:

PEU_U01 - Perform basic calculations of the composition of combustion gases from biomass, calorific value depending on the composition of the biomass or blends.

PEU_U02 - Selection of coefficients necessary to perform calculations of biomass combustion boiler and design a conceptual project for biomass combustion.
 PEU_U03 - Perform design calculations for the biomass thermal valorisation process.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	State of the art of energy production from biomass fuel. The potential, types, basic definition and physicochemical properties of biomass.	2
Lec 2	Analytical methods of biomass characterization as a fuel.	2
Lec 3	Fuel production from biomass formed by the mechanical pretreatment.	2
Lec 4	Fuel production from biomass formed by the thermal pretreatment.	2
Lec 5-6	Combustion of biomass and high rank fuel production from biomass by thermo-chemical processing (biogas, syngas).	4
Lec 7	Small, medium and large capacity boilers, types of furnaces using biomass.	2
Lec 8	Direct co-firing technique. Advantages and disadvantages of biomass combustion in power PC and CFB boilers.	2
Lec 9	Operating problems, emission monitoring, risk of corrosion and deposits formation during biomass combustion.	2
Lec 10	Indirect co-firing technique for biomass power production.	2
Lec 11	Technologies using waste incineration for energy production.	2
Lec 12	Integrated advanced systems of power production from biomass (gasification of biomass, gas purification system, CO ₂ capture)	2
Lec 13	Transport system of biomass and its storage.	2
Lec 14	Example of biomass power plant – case study.	2
Lec 15	Final test.	2
	Total hours	30

Project		Number of hours
Proj 1	Use the equations of biomass composition and LHV for different biomass and its blend.	2
Proj 2	Balance calculation of biomass combustion in selected condition.	2
Proj 3	A comparative analysis of the slagging index for biomass and its blend.	2
Proj 4	Design calculations of biomass boiler and the conceptual design of the biomass furnace, calculation of combustion temperature and efficiency.	4
Proj 5	Design calculation of thermal biomass valorisation process for selected technology.	4
Proj 6	Evaluation of the project	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture with the use of multimedia presentation. Student self-study – preparation for the final test. Discussion.
 N2. Design exercises with the use of equations and additional materials (books, catalogues, charts, etc.) performed by the students in small group or individually during classes (varied). Student self-study – project tasks calculation and design. Presentation of the final project.
 N3. Office hours.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEU_W01- PEU_W03	Final tests
P (project)	PEU_U01- PEU_U03	Project evaluation
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] The Handbook of Biomass Combustion and Co-firing, Koppejan Jaap, Sjaak van Loo, Routledge, 2012.</p> <p>[2] Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining, Holm-Nielsen, Jens Bo; Ehimen, Ehiازه Augustine, Elsevier, 2016.</p> <p>[3] Biomass Combustion Science, Technology and Engineering, Lasse Rosendahl , Woodhead , 2013.</p> <p>[4] Technologies for converting biomass to useful energy : combustion, gasification, pyrolysis, torrefaction and fermentation, Erik Dahlquist, Sustainable Energy Developments 2164-0645 vol. 4, Boca Raton etc. : CRC Press/Taylor & Francis Group, 2013.</p> <p>[5] Boilers and Burners, Basu, Springer New York, 2000.</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] Biomass Conversion Processes for Energy and Fuels, Samir S. Zaborsky, Oskar R. Sofer, Springer US, 1981</p> <p>[2] Biomass Combustion, Dictionary of Energy, Elsevier Science & Technology, 2014.</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Michał Ostrycharczyk, michal.ostrycharczyk@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Biopaliwa i paliwa alternatywne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Biofuels and alternative fuels
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarny
Rodzaj przedmiotu:	specjalistyczny/wybieralny
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0029
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1	0,75			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje w zakresie termodynamiki, procesu spalania i paliw potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów I stopnia studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 - zapoznanie studentów zagadnieniami związanymi z energetycznym użytkowaniem biomasy i paliw alternatywnych
- C2 – uporządkowanie wiedzy w zakresie użytkowania biomasy i paliw alternatywnych
- C3 – zapoznanie studentów z obliczeniami urządzeń od spalania i zgazowania biomasy i paliw alternatywnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – ma uporządkowaną wiedzę w zakresie użytkowania energetycznego biomasy i paliw alternatywnych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi wykonać obliczenia urządzeń do spalania i zgazowania biomasy i paliw alternatywnych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Polska polityka energetycznego wykorzystania biopaliw i paliw alternatywnych;	2
Wy2	Właściwości, rodzaje klasyfikacji i produkcja biopaliw i paliw alternatywnych;	2
Wy3	Biopaliwa stałe jako źródło energii;	2
Wy4	Drewno, odpady rolnicze, uprawy energetyczne, biomasy drugiej generacji;	2
Wy5	Paliwa alternatywne jako źródło energii	2
Wy6	Odpady komunalne, osady ściekowe, odpady przemysłowe i inne odpady;	2
Wy7	Spalanie biopaliw i paliw alternatywnych oraz ocena ich jakości;	2
Wy8	Procesy konwersji - konwersja chemiczna i biochemiczna; termochemiczna (zgazowanie, piroliza);	2
Wy9	Wytwarzanie energii elektrycznej i gospodarka skojarzona – systemy małej mocy wykorzystujące biopaliwa i paliwa alternatywne;	2
Wy10	Urządzenia grzewcze małej mocy wykorzystujące biopaliwa i paliwa alternatywne;	2
Wy11	Kotły ciepłownicze i przemysłowe na biopaliwa stałe i paliwa alternatywne;	2
Wy12	Wytwarzanie energii elektrycznej i gospodarka skojarzona – systemy dużej mocy wykorzystujące biopaliwa i paliwa alternatywne;	2
Wy13	Współspalanie węgla z biopaliwami i paliwami alternatywnymi;	2
Wy14	Środowiskowe aspekty związane z użytkowaniem biopaliw i paliw alternatywnych;	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1- Ćw7	Obliczenia procesów spalania biopaliw oraz obliczenia cieplne i bilansowe urządzeń do spalania i zgazowania biomasy	13
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład: wykład informacyjno-problemowy, prezentacja multimedialna połączona z formą tradycyjną,
 N2. Ćwiczenia: odpowiedzi ustne,
 N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEU W01	Kolokwium zaliczenie na ocenę
P	PEU U01	Kolokwium zaliczenie na ocenę

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Rybak W. Spalanie i współspalanie biopaliw stałych, Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej, 2006

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Wiesław Rybak, wieslaw.rybak@pwr.wroc.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Modelowanie biznesowe
Name of subject in English: Business Modeling
Main field of study (if applicable):
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: university-wide
Subject code: W08W09-SM0182W
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	75				
Form of crediting	Crediting with grade				
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.5				

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of management concepts.
2. Basic knowledge of business, enterprise, and process structures.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The main objective of the course is to familiarize the students with the basic terms and concepts of business modelling, experimenting on models, making analysis by models, and implementation of business models in power engineering practice.
- C2. The course introduces also students with the concepts, architectures, methods, techniques, and tools for modelling and implementation of models in organisations.
- C3. The students are expected to develop skills on simple business models' design.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEU_W01 - Student knows aims, notations, methods and tools for structuring, modelling and analysis of business systems and business processes. Student knows basic approaches for structure and object-oriented modelling in order to analyse organisations and information systems.
- PEU_W02 - Student knows fundamentals of management problems identification and analysis with business information systems and also is able to formulate requirements for such systems. Additionally student develops basic knowledge for systems' implementation projects, especially in BPM area.

relating to skills:

PEU_U01 - Student is able to use structure and object-oriented methods and techniques for identification and analysis of business problems in order to specify and design structure and information systems for process-oriented management.

relating to social competences:

PEU_K01 - Student is prepared to initiate changes in organisations and to participate in planning and implementation, particularly as regard process management approaches. Student is able to predict multi-aspect effects of changes being introduced in organisations and is able to think and act in an entrepreneur way.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Course requirements overview. Definition of business, business management, business process management (BPM), business modelling and business process modelling. Origins and evolution of the business modelling approaches. Aims and functions of business models.	2
Lec 2	Business model dimensions. Business model classifications. Business model vs. business strategy. Types, methods and tools of business modelling. Structure, object, function, role, behaviour, goal, communication, and process orientations in modelling.	2
Lec 3	The architectures, frameworks, reference models and standards in organisation modelling. Application of modelling in business, economics and management.	2
Lec 4	Models in business process management (BPM) and business process reengineering (BPR). Case studies. Examples of business modelling in power engineering sector.	2
Lec 5	Idea of process orientation in management. Reasons and aims of process management implementation on organizations. Introduction to BPM modelling. Review of BPM modelling methods, tools and trademarks.	2
Lec 6	The concept of ARIS approach (ARIS House, ARIS HOBE). The 5-element architecture, process life-cycle. ARIS Product family.	2
Lec 7	Structured approach to enterprise business process modelling and analysis. BPM modelling methods and notations and (UML, EPC, BPMN, IDEF). Software examples (ARIS Express, Edraw Max, iGrafx).	2
Lec 8	BPM models' quality assessment. BPM modelling recommendations, guidelines and best practices.	2
Lec 9	Fundamentals of quantitative modelling in business and management. Review of quantitative business modelling approaches. Simulation modelling and Operations Research (OR) methodology in business management. New concepts and approaches in business quantitative modelling.	2
Lec 10	Continuous simulation modelling approaches in business. Computer continuous simulation methods, languages and systems for business modelling. Examples of software and modelling projects (Vensim PLE).	2
Lec 11	Discrete simulation modelling in business. Computer discrete and hybrid simulation methods, languages and systems for business modelling. Examples of software and modelling projects (ARENA).	2

Lec 12	Simulation gaming in business. Computer management games for business education and research. Review of business management games.	2
Lec 13	Operations Research (OR) methodology applied to business decision making optimisation. Selected OR methods and algorithms (forecasting, linear programming, network modelling, inventory control).	2
Lec 14	Design, development and implementation of business models in practice. Implementation models. Business modelling project management.	2
Lec 15	Course summary - practical conclusions. Test.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecturing with multimedia - computer presentation.
N2. Case studies.
N3. Discussions and comparative study.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01, PEU_W02, PEU_U01	Final test

C

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Pietroń, R., *Business modelling*, e-material for ME students, PWr., Wrocław 2019.
[2] Pietroń, R., *Process management*, Wrocław Univ. of Technology, PRINTPAP Łódź 2011.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Aquilar-Saven R.S.: Business process modelling: Review and framework, *Int. J. of Prod. Econ.*, 90/2004, p. 129-149.
[2] Bitkowska A., *Zarządzanie procesami biznesowymi w przedsiębiorstwie*, VIZJA PRESS & IT, Warszawa.2009 (in Polish).
[3] Gołębiowski T., Dudzik T.M., Lewandowska M., Witek-Hajduk M., *Modele biznesu polskich przedsiębiorstw*, Wyd. SGH, Warszawa 2008 (in Polish).
[4] Grajewski P., *Organizacja procesowa*, PWE, Warszawa 2007 (in Polish).
[5] Kasprzak T., (red.), *Modele referencyjne w zarządzaniu procesami biznesu*, Wyd. Difin, Warszawa 2005 (in Polish).
[6] Ko R.K.L., Lee S.S.G., Lee E.W.: Business process management (BPM) standards: a survey, *Business Process Management J.*, vol. 15, no. 5, 2009, pp. 744-791.
[7] Pacholski L., Cempel W., Pawlewski P., *Reengineering. Reformowanie procesów biznesowych i produkcyjnych w przedsiębiorstwie*, Wyd. Polit. Poznań 2009 (in Polish).
[8] Scheer A.-W., *ARIS - business process modeling*, Springer-Verlag, Berlin, 2000.
[9] Scheer A.-W., et al. (eds):, *Business process excellence: ARIS in practice*, Springer-Verlag, 2002.
[10] Van der Aalst W., et al. (eds), *Business process management: models, techniques, ...*, Springer, Berlin, 2002.
[11] Weske, M., *Business process management concepts, languages, architectures*. Springer, Berlin 2007.
[12] Selected papers from: professional journals: *Business Process Management Journal, Journal of Operations and Production Management*”, *Journal of Quality and Reliability Management*”, *The TQM Magazine, Quality Progress. Business Process Management Journal, International Journal of Production Economics, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, International Journal of Information Systems, Simulation; Software tutorials: ARIS Express, iGrafx, Vensim PLE, Arena.*

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Roman Pietroń, roman.pietron@pwr.wroc.pl

*delete if not necessary

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Ciepłownictwo i ogrzewnictwo
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	District and Home Heating Systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	Stacjonarne II stopnia
Rodzaj przedmiotu:	Specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0011
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30	30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	0,75	0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, przekazywania ciepła, spalania paliw, kotłów i turbin energetycznych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Nabycie umiejętności związanych z budową i zasadami prawidłowej eksploatacji instalacji i systemów ciepłowniczych i klimatyzacyjnych.
- C2 – Nabycie umiejętności związanych z obliczaniem zapotrzebowania na ciepło i chłód budynku oraz doбором podstawowych elementów instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.
- C3 – Nabycie umiejętności analizy pracy scentralizowanych źródeł ciepła, rozdziału obciążeń oraz obliczania wielkości techniczno-ekonomicznych związanych z pracą jednostek wytwórczych ciepłowni i elektrociepłowni.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Potrafi scharakteryzować instalacje i systemy ciepłownicze konwencjonalne oraz hybrydowe.

PEK_W02 – Potrafi opracować założenia techniczno-ekonomiczne dla instalacji ciepłowniczej.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – Wykonuje obliczenia zapotrzebowania na moc ciepłą i chłodniczą pomieszczeń oraz budynku.

PEK_U02 – Potrafi wykorzystać wyniki obliczeń do doboru podstawowych elementów instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej.

PEK_U03 – Wykonuje oraz analizuje wykresy zapotrzebowania na moc ciepłą oraz dokonuje rozdziału obciążeń jednostek wytwórczych źródeł scentralizowanych.

PEK_U04 – Oblicza wielkości techniczno-ekonomiczne związane z pracą jednostek wytwórczych ciepłowni i elektrociepłowni.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie i omówienie zakresu wykładu. Charakterystyka systemu ciepłowniczego w Polsce.	2
Wy2	Bilans zapotrzebowania na ciepło, uporządkowany wykres obciążeń cieplnych, dobór jednostek kotłowych.	2
Wy3	Kotły ciepłownicze (wodne) – rodzaje, konstrukcja, paleniska i palniki.	2
Wy4	Ciepłownie i elektrociepłownie konwencjonalne. Uciepłnione elektrownie jądrowe.	2
Wy5	Ciepłownie i elektrociepłownie geotermalne i słoneczne.	2
Wy6	Sieci ciepłownicze. Rodzaje. Technologie i techniki układania. Ogólna charakterystyka węzłów cieplnych.	2
Wy7	Kolokwium cząstkowe	2
Wy8,9	Projektowanie instalacji c.o., c.w.u. i cyrkulacji.	4*
Wy10,11	Zagadnienia ekonomiczne w ciepłownictwie, ogrzewnictwie, klimatyzacji i wentylacji.	4*
Wy12	Hybrydowe instalacje grzewcze. Instalacje OZE w ogrzewnictwie.	2*
Wy13	Paliwa alternatywne w ciepłownictwie. Zakłady termicznego przekształcania odpadów.	2*
Wy14	Nowe trendy w ciepłownictwie i ogrzewnictwie – wybrane zagadnienia.	2*
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2*
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wprowadzenie, omówienie zakresu ćwiczeń i zasad ich realizacji.	1
Ćw1/2	Fizyka przegród budowlanych, współczynnik przenikania ciepła. Określanie liczby stopniodni ogrzewania.	3
Ćw3/4	Straty i zyski ciepła budynku. Bilans cieplny. Obliczenia zapotrzebowania energii pierwotnej, użytkowej i końcowej budynku.	3
Ćw4/5	Dobór mocy źródła ciepła i chłodu. Określanie nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych instalacji CO, CWU i klimatyzacji.	3
Ćw6	Ciepło sieciowe – budowa tabeli regulacyjnej wody sieciowej. Tworzenie	2

	wykresów zapotrzebowania na ciepło i moc cieplną.	
Ćw7	Obliczenia efektywności jednostek kogeneracyjnych. Efektywność wytwarzania chłodu z ciepła sieciowego.	2
Ćw8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do obliczeń programami komputerowymi Audytor OZC i Audytor SET. Przydział danych do obliczeń.	1
La1/2	Obliczenia projektowego obciążenia cieplnego w pomieszczeniach projektowanego budynku. Konsultacje i kontrola postępów pracy	3
La3	Dobór elementów grzewczych w pomieszczeniach projektowanego budynku. Konsultacje i kontrola postępów pracy.	2
La4	Wielowariantowy dobór źródła ciepła w projektowanym budynku. Konsultacje i kontrola postępów pracy.	2
La5	Obliczenia hydrauliczne. Dobór pompy obiegowej. Konsultacje i kontrola postępów pracy.	2
La6	Określenie zużycia energii pierwotnej, użytkowej i końcowej. Konsultacje i kontrola postępów pracy	2
La7	Oszacowanie nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacyjnych analizowanych wariantów. Optymalizacja i wybór wariantu optymalnego. Konsultacje i kontrola postępów pracy	2
La8	Sprawdzenie i ocena.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	
N3	Obliczenie rachunkowe.
N4	Praca z programem komputerowym oraz ze źródłami informacji.
N5	Prezentacja wyników obliczeń.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1		
P1	PEK_U01-PEK_U04	Zaliczenie na koniec semestru
P2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Szkarowski A., *Ciepłownictwo*, WNT 2019
- [2] Mizielińska K., Olszak J., *Parowe źródła ciepła*, WNT 2019
- [3] Krygier K., *Sieci ciepłownicze*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2006.
- [4] Broszkiewicz S., Dobrzyński M., Gasz K., *Systemy centralnego ogrzewania i wentylacji. Poradnik dla projektantów i instalatorów*, WNT 2007
- [5] Recknagel H., Sprenger E., Schramek E.R., *Kompendium wiedzy. Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo*, Omni Scala 2008
- [6] Koczyk H., *Ogrzewnictwo praktyczne. Projektowanie. Montaż. Eksploatacja, Systherm Serwis* 2005
- [7] Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U. 2019 poz. 1065

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Instrukcja użytkownika programów Audytor OZC 7.0 i Audytor SET 7.1

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Andrzej Tatarek, andrzej.tatarek@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING	
SUBJECT CARD	
Name in Polish	Systemy kriogeniczne i nadprzewodnictwo stosowane
Name in English	Cryogenic Systems and Applied Superconductivity
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Refrigeration and Cryogenics
Profile	Academic
Level and form of studies	2nd level, full-time
Kind of subject	Optional specialization
Subject code	W09ENG-SM0078W
Group of courses	No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in university (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes	0				
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of issues concerning thermodynamics basis of cryogenics and low temperature physics,
2. Knowledge of thermodynamics, fluid mechanics and cryogenics of basics,
3. Knowledge of cryogenic materials and fluids,
4. Knowledge of electricity and magnetism basis.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 – Make students acquainted with components, design and analysis of the cryogenic systems
- C2 – Providing information about superconductivity phenomenon and its application in industry, energetics, medicine and science.
- C3 – To familiarize students with chosen superconducting materials and with their physical properties.
- C4 – Providing information about superconductors manufacture methods.
- C5 – Providing information about methods of cryo-stabilization of low- and high-temperature superconducting composites.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 - possesses a knowledge in superconductivity and its application in industry, energetics, medicine and science.

PEU_W02 - names and characterizes some chosen low- and high-temperature superconductors.

PEU_W03 - has knowledge on the superconductors production technologies.

PEU_W04 - has knowledge on the cryostabilization of high-and low-temperature superconductors.

PEU_W05 – knowledge the cryogenic systems definition and classification

PEU_W06 – knowledge of cryogenic system components, understanding of the particular component role in the system, knowledge of the components sizing procedure as well as selection of the component type

PEU_W07 – knowledge of types of instrumentation for measurement and control of process variables in the cryogenic systems

PEU_W08 – knowledge and understanding of design rules of basic and complex cryogenic systems with liquid, superfluid and supercritical helium

relating to social competences:

PEU_K01 is able to active listening

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Definition and classification of cryogenic systems and system components	2
Lec2 Lec3	Cryogenic system components	4
Lec4	Instrumentation for measurement and control of process variables in the cryogenic systems	2
Lec5	Introduction to superconductivity	2
Lec6	Basic properties and classification of superconductors	2
Lec7	Production technologies of superconductors	2
Lec8	Cryo-stabilization of low-temperature and high-temperature superconductors	2
Lec9	Applications of low-temperature and high-temperature superconductors	2
Lec10	Liquid helium production and cryogenic systems	2
Lec11	FAIR facility cryogenic system analysis	2
Lec12	Superfluid helium systems	2
Lec13	LHC and XFEL accelerators cryogenic system analysis	2
Lec14	Supercritical helium systems. ITER reactor cryogenic system analysis	2
Lec15	Test	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Information lecture
- N2. Multimedia presentation
- N3. Self-work, self-studies and preparation for the final test
- N4. Consultations with teacher

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- lecture

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEU_W01 -PEU_W08 PEU_K01	Final test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE :

- [1] A.M. Arkharov, I.V. Marfenina, Ye.I. Mikulin, *Cryogenic systems*, Bauman Moscow State University Press, Moscow, 2000
- [2] Thomas M. Flynn, *Cryogenic Engineering*, Marcel Dekker, USA, 2005
- [3] Chorowski M., *Kriogenika, podstawy i zastosowania*, IPPU MASTA, Gdańsk 2007
- [4] J.G. Weisend II, *Handbook of Cryogenic Engineering*, Taylor&Francis, USA, 1998
- [5] A.R. Jha, *Cryogenic Technology and Applications*, Elsevier, USA, 2008
- [6] W. Buckel, R. Kleiner, *Superconductivity: Fundamentals and Applications*, Wiley-VCH, 2004
- [7] P. J. Lee, *Engineering Superconductivity*, Wiley-IEEE Press; 1 edition, 2001

SECONDARY LITERATURE:

- [1] R.C. Scurlock, *Low-Loss Storage and Handling of Cryogenic Liquids: The Application of Cryogenic Fluid Dynamics*, Kryos Publications, United Kingdom, 2006
- [2] G. Ventura, L. Risegari, *The Art of Cryogenics*, Elsevier, USA, 2008
- [3] Advances in Cryogenic Engineering, Transactions of the Cryogenic Engineering Conferences
- [4] C.P. Poole., H.A. Farach, R.J. Creswick, R. Prozorov, *Superconductivity*, Academic Press, 2007
- [5] V.L. Ginzburg, E.A. Andryushin, *Superconductivity*, World Scientific Publishing Company, 2004

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Jarosław Poliński, jaroslaw.polinski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Cykl paliwowy w energetyce jądrowej
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Nuclear fuel cycle
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie w energetyce
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0026W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu chemii, fizyki, energetyki jądrowej, reaktorów jądrowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu jądrowego cyklu paliwowego.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Potrafi scharakteryzować i omówić główne etapy jądrowego cyklu paliwowego.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zagadnienia jądrowego cyklu paliwowego.	2
Wy2,3	Wydobycie, przerób i konwersja rudy uranowej.	4
Wy4,5	Wzbogacanie izotopowe uranu.	4
Wy6	Produkcja paliwa reaktorowego.	2
Wy7,8	Kampania paliwowa reaktora jądrowego.	4
Wy9,10	Wymiana, przechowywanie i transport wypalonego paliwa.	4
Wy11	Przerób wypalonego paliwa jądrowego (reprocessing).	2
Wy12,13	Klasyfikacja i składowanie odpadów promieniotwórczych.	4
Wy14	Paliwa dla reaktorów IV generacji.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin.	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, N2. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p>LITERATURA PODSTAWOWA:</p> <p>[1] Kubowski J., Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT 2010 [2] Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN 1991 [3] Barre B. (pod red.), Wszystko o energetyce jądrowej, AREVA 2011</p> <p>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</p> <p>[1] Jeziński G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005 [2] Reński A., Elektrownie jądrowe, WPGd 1991 [3] Paska J., Elektrownie jądrowe, WPWar 1990 [4] Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT 2009</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Andrzej Tatarek, andrzej.tatarek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Czynniki chłodnicze
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Refrigerants
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, Ciepłownictwo i Klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0012
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczyciela (BU)	0,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje z zakresu termodynamiki i termodynamicznych podstaw inżynierii cieplnej.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z aktami prawnymi dotyczącymi stosowania czynników chłodniczych
- C2 – Zapoznanie studentów z ekologicznymi aspektami stosowania czynników chłodniczych
- C3 – Zapoznanie studentów z klasyfikacją oraz własnościami fizycznymi, chemicznymi i termodynamicznymi syntetycznych i naturalnych czynników chłodniczych
- C4 – Zaznajomienie studentów z zasadami bezpiecznej obsługi ziębników w obiegach chłodniczych oraz oceny poprawności doboru czynników roboczych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – ma uporządkowaną wiedzę z zakresu czynników chłodniczych i nośników ciepła.

PEK_W02 – posiada wiedzę na temat własności termodynamicznych, fizycznych i chemicznych czynników chłodniczych i nośników ciepła, zasad ich bezpiecznego użytkowania oraz aspektów ekologicznych stosowania.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia literatura. Podstawowe definicje i klasyfikacja czynników chłodniczych.	2
Wy2	Aspekty ekologiczne stosowania czynników chłodniczych.	2
Wy3	Aspekty prawne dotyczące stosowania czynników chłodniczych.	2
Wy4	Syntetyczne czynniki chłodnicze.	2
Wy5	Naturalne czynniki chłodnicze.	2
Wy6	Bezpieczeństwo użytkowania. Odzysk, recykling, regeneracja i utylizacja czynników chłodniczych	2
Wy7	Dobór czynników chłodniczych do różnych zastosowań.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Praca własna studentów – przygotowanie do zaliczenia
N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01–PEK_W02	Kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Nowe czynniki chłodnicze i nośniki ciepła, własności cieplne, chemiczne i użytkowe. Zenon Bonca, Dariusz Butrymowicz, Tomasz Hajduk, Waldemar Targański, Wydawnictwo MASTA 2004.
- [2] Norma PN-EN 378
- [3] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Bitzer Refrigerant Report 20, 2018.
- [2] NRI Refrigerant Reference Guide, 6th Edition, 2016.
- [3] Danfoss, Refrigerant options now and in the future, 2018.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Bartosz Gil, bartosz.gil@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Energetyka termojądrowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Thermonuclear power generation
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0032W
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności z podstaw termodynamiki

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć wiedzę z podstaw fizyki jądrowej oraz fuzji jądrowej.
- C2. Zapoznanie się z fuzją opartą na uwięzieniu plazmy w polu magnetycznym oraz wybranymi eksperymentami.
- C3. Zapoznanie się z fuzją bezwładnościową (inertial confinement fusion) oraz związanymi z nią wybranymi eksperymentami.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Student zna terminologię oraz podstawy fizyki jądrowej w odniesieniu do fuzji jądrowej.

PEK_W02 Student rozumie i zna reakcje termojądrowe.

PEK_W03 Student rozumie i zna technologię opartą na pułapce magnetycznej.

PEK_W04 Student rozumie i zna podstawy związane z fuzją bezwładnościową.

PEK_W05 Student jest zaznajomiony z głównymi laboratoriami i eksperymentami związanymi z fuzją jądrową

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do fizyki jądrowej: energia wiązania, podstawowe reakcje fuzyjne.	2
Wy2	Fuzja na Słońcu oraz większych gwiazdach, powstawanie pierwiastków.	2
Wy3	Wprowadzenie do fizyki plazmy oraz energetyki termojądrowej.	2
Wy4	Podstawy fuzji jądrowej z uwzględnieniem efektów kwantowych.	2
Wy5	Reakcje fuzji jądrowej, kryterium Lawsona.	2
Wy6	Sposoby utrzymania plazmy.	2
Wy7	Technologie oparte na pułapce magnetycznej: Tokamak.	2
Wy8	Omówienie eksperymentów i wybranych wyników tokamaków ASDEX oraz JET.	2
Wy9	Technologie oparte na pułapce magnetycznej: Stellerator.	2
Wy10	Omówienie eksperymentów i wybranych wyników stelleratora Wendelstein 7-X.	2
Wy11	Fuzja bezwładnościowa laserowa na podstawie National Ignition Facility	2
Wy12	Wprowadzenie i omówienie eksperymentu ITER	2
Wy13	Technologie podgrzewania plazmy; Magnesy nadprzewodzące; Chłodzenie kriogeniczne.	2
Wy14	Perspektywy budowy elektrowni opartych na reaktorach termonuklearnych oraz związanych z tym konsekwencji.	2
Wy15	Zaliczenie	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem środków do prezentacji multimedialnych

N2. Konsultacje

N3. Dyskusja wybranych zagadnień

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca	Numer efektu uczenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
----------------------	----------------------	---

(w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	się	
P	PEK_W01PEK_W05	Kolokwium zaliczające wykład

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Kenro Miyamoto, Fundamentals of Plasma Physics and Controlled Fusion, NIFS-PROC-48 by National Institute of Fusion Science (NIFS) in Tokio.
- [2] B.K.Hodge, Alternative Energy Systems and Applications, John Wiley and Sons, 2009
- [3] G. Neilson, Magnetic Fusion Energy: From Experiments to Power Plants, Woodhead Publishing.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Steven Van Sciver, Helium Cryogenics, Springer
- [2] R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „ The Feynmann Lecture of Fphysics”

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. inż. Ziemowit Malecha, prof. Uczelni; ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Energooszczędna wentylacja i klimatyzacja
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Energy-efficient ventilation and air-conditioning
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, Ciepłownictwo i Klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0010
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		30
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1		0,75		0,75

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość podstaw mechaniki płynów, wymiany ciepła

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z danymi klimatycznymi, promieniowaniem słonecznym i ochroną przed jego nadmiarem w budownictwie energooszczędnym i pasywnym
- C2 – Zapoznanie studentów ze współczesnymi technologiami budowlanymi pod kątem ich wpływu na relacje energetyczne budynku
- C3 – Zapoznanie studentów z pasywnymi i aktywnymi metodami utrzymania komfortu cieplnego w budynkach
- C4 – Zapoznanie studentów z technologiami wykorzystania roślin dla potrzeb ochrony cieplnej budynków
- C5 – Wytworzenie u studentów umiejętności planowania i przeprowadzania badań eksperymentalnych w zakresie urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych
- C6 – Wytworzenie u studentów umiejętności pozyskania i przedstawiania w zwarty sposób opracowań oraz informacji na temat energooszczędnych systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – ma szczegółową wiedzę związaną z zagadnieniami techniki klimatyzacyjnej,

PEK_W02 – ma szczegółową wiedzę związaną z budową systemów wentylacyjnych, klimatyzacyjnych,

PEK_W03 – ma szczegółową wiedzę związaną z także posiada wiedzę niezbędną do zrozumienia pozatechnicznych uwarunkowań działalności dotyczącej komfortu cieplnego

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 –potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne, w tym pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski odnośnie pracy systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

PEK_U02 –potrafi pozyskać i przedstawić w zwarty sposób opracowanie oraz informacje na temat systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, przedstawić prezentację ustną dotyczącą szczegółowych zagadnień wentylacyjnych i klimatyzacyjnych; potrafi dokonać oceny i formułować wnioski do przedstawianych opinii odnośnie konstrukcji i eksploatacji urządzeń wentylacyjnych i klimatyzacyjnych; potrafi formułować wnioski wynikające z przeprowadzonych symulacji pracy systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, opis wymogów kursu	2
Wy2	Pomiary i wykorzystanie danych klimatycznych	2
Wy3	Budownictwo energooszczędne	2
Wy4	Osłony przeciwsłoneczne budynków	2
Wy5	Współczesne technologie budowlane cz. 1	2
Wy6	Współczesne technologie budowlane cz. 2	2
Wy7	Współczesne technologie budowlane cz. 3	2
Wy8	Pasywne metody utrzymania komfortu cieplnego w budynkach	2
Wy9	Gruntowe wymienniki ciepła	2
Wy10	Odzysk ciepła wentylacji cz.1	2
Wy11	Odzysk ciepła wentylacji cz.2	2
Wy12	Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 1	2
Wy13	Klimatyzacje z napędem solarnym cz. 2	2
Wy14	Szczelność pneumatyczna budynków	2
Wy15	Zielone dachy i elewacje	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie, zasady BHP	1
La2	Oziebianie izentalpowe	2
La3	Osuszanie powietrza	2
La4	Montaż i obróbka instalacji	2
La5	Klimatyzator typu split	2
La6	Klimatyzator typu multi-split	2

La7	Rekuperator ciepła wentylacji	2
La8	Regeneracja ciepła wentylacji	2
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie, zasady poprawnej prezentacji, rozdanie tematów	1
Se2	<ul style="list-style-type: none"> • Stacje pomiarów meteorologicznych, wyposażenie pomiarowe, rodzaje, dostępność danych • Osłony przeciwsłoneczne typu szkło pochłaniające promieniowanie podczerwone, przegląd dostępnych technologii, • Osłony przeciwsłoneczne typu szkło z powłokami odbijającymi, przegląd dostępnych technologii, • Osłony przeciwsłoneczne typu szkło z powłokami półprzepuszczalnymi naklejanymi lub tkaninowymi, przegląd dostępnych technologii, • Osłony przeciwsłoneczne typu rolety aluminiowe, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny • Osłony przeciwsłoneczne typu fasadowe typu żaluzje stałe, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny • Osłony przeciwsłoneczne typu fasadowe typu żaluzje opuszczane, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny • Osłony przeciwsłoneczne typu markizy, przegląd dostępnych technologii, montaż, ceny 	2
Se3	<ul style="list-style-type: none"> • Materiały izolacji cieplnych – styropian, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii montażu, ceny • Materiały izolacji cieplnych – wełna mineralna, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii, ceny • Materiały izolacji cieplnych – poliuretan natryskowy, rodzaje, gęstości, przegląd dostępnych technologii, ceny • Materiały izolacji cieplnych do montażu poniżej poziomu gruntu, rodzaje, technologie, ceny • Materiały izolacji cieplnych do wdmuchiwania w puste przestrzenie, rodzaje, technologie, ceny • Materiały izolacji cieplnych o pochodzeniu naturalnym: wełna drzewna, wełna, korek i inne, rodzaje, technologie, ceny • Materiały izolacji cieplnych typu spiekanego i lekkiego: keramzyt, perlit, szkło piankowe, aerożele, rodzaje, technologie, ceny • Materiały izolacji cieplnych: panele próżniowe VIP, rodzaje, technologie, ceny • Membrany paroprzepuszczalne i folie paroizolacyjne w technologiach dachów skośnych, materiały, technologie, ceny • Technologie okien zespolonych, rodzaje, materiały, wypełnienia, przegląd dostępnych technologii, ceny 	2
Se4	<ul style="list-style-type: none"> • Rekuperatory ciepła wentylacji typu płytowo-krzyżowego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny • Rekuperatory ciepła wentylacji typu płytowo-przeciwprądowego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny • Rekuperatory ciepła wentylacji typu zwijanego, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny • Rekuperatory ciepła wentylacji z obiegiem chłodniczym, przegląd dostępnych technologii, urządzeń wydajności, ceny • Rekuperatory wentylacji, stosowane zabezpieczenia przeciwko zamarzaniu wymienników: by-pass, nagrzewnice elektryczne, 	2

	wyłączanie wentylatorów, inne	
Se5	<ul style="list-style-type: none"> • Stacjonarne regeneratory ciepła wentylacji, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny • Obrotowe regeneratory ciepła wentylacji, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny • Oziębiacze izentalpowe powietrza, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny • Osuszacze powietrza, przegląd dostępnych technologii, urządzeń, wydajności, ceny 	2
Se6	<ul style="list-style-type: none"> • Gruntowe wymienniki ciepła typu rurowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny • Gruntowe wymienniki ciepła typu płytowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny • Gruntowe wymienniki ciepła typu żwirowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny • Gruntowe wymienniki ciepła typu glikolowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, ceny 	2
Se7	<ul style="list-style-type: none"> • Klimatyzacje z napędem solarnym typu absorpcyjnego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, • Klimatyzacje z napędem solarnym typu adsorpcyjnego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, • Klimatyzacje z napędem solarnym typu strumieniowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, • Klimatyzacje z napędem solarnym typu nawilżeniowo-odwilżeniowego, przegląd dostępnych technologii, wydajności, • Klimatyzacje z napędem solarnym typ fotowoltaicznego, przegląd dostępnych technologii, wydajności 	2
Se8	<ul style="list-style-type: none"> • Zielone dachy, przegląd technologii dla dachów płaskich, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin • Zielone dachy, przegląd technologii dla dachów nachylonych, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin • Zielone elewacje, przegląd technologii, rozwiązania techniczne, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin • Zielone dachy typu ekstensywnego, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin • Zielone osłony z wykorzystaniem roślin pnących, przykłady krajowe i zagraniczne, rodzaje roślin 	2
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny
N2. Seminarium
N3. Laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P (Wykład)	PEK W01-PEK W03,	Egzamin pisemny

Laboratorium P=średnia z F1, F2, ... F7	PEK_U01	Zaliczenie siedmiu zajęć laboratoryjnych z ocenami formującymi F1, F2, ... F7
Seminarium P=średnia z F1, F2	PEK_U02	Prowadzenie dwóch prezentacji seminaryjnych z ocenami formującymi F1, F2

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Słyś D., Kordana S., Odzysk ciepła odpadowego w instalacjach i systemach kanalizacyjnych, KaBe, 2013
- [2] Pawiłoć i inni, Odzysk ciepła w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, Masta, 1999
- [3] Staniszewski D., Targański W., Odzysk ciepła w instalacjach chłodniczych i klimatyzacyjnych, Masta 2007
- [4] Sowiński M., Wołoszyn E., Meteorologia i klimatologia w zarysie, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej 2013
- [5] Ślusarek J., Rozwiązania strukturalno-materiałowe balkonów, tarasów i dachów zielonych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2010
- [6] Feist W. i inni., Podstawy budownictwa pasywnego, Nowator 2012
- [7] Szajda-Birnfeld E., Zielone dachy, zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych, Wrocławski Uniwersytet Przyrodniczy, 2012
- [8] miesięcznik „Wentylacja i Klimatyzacja”
- [9] miesięcznik „Ciepłownictwo Ogrzewnictwo Wentylacja”

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [10] Jones P., Klimatyzacja. Arkady 2001
- [11] Ullrich H.J., Technika klimatyzacyjna, Masta 2001
- [12] Muneer, T., Solar Radiation & Daylight Models, Archicetural Press, 1997,
- [13] Vignola F. et al., Solar and Infrared Radiation Measurements, CRC Press, 2012
- [14] Zhang L-Z., Total Heat Recovery, Nova 2009
- [15] Stein B., Reynolds J.S., Mechanical and Electrical Equipment for Buildings, Wiley, 2000
- [16] Lechner N., Heating Cooling Lighting, Wiley, 2009
- [17] Kohlenbach P., Jacob U., Solar cooling, Earthscan, 2010
- [18] Karellas S., et al., Solar Cooling Technologies, CRC Press 2016
- [19] Henning H.M. et al., Solar Cooling Handbook, SHC 2012
- [20] Weiss W. Solar Heating Systems for Houses, IEA 2003
- [21] Eicker U., Solar Technologies for Buildings, Wiley 2001
- [22] Kreider J.F. Heating and Cooling of Buildings, McGrawHill 2002

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr hab. inż. Jacek Kasperski, jacek.kasperski@pwr.edu.pl

**FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING
SUBJECT CARD**

Name in Polish	Systemy energetyczne
Name in English	ENERGY SYSTEMS
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Computer aided mechanical and power engineering
Level and form of studies	2nd level, full-time
Kind of subject	obligatory
Subject code	W09ENG-SM0040
Group of courses	No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in university (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30			
Form of crediting	crediting with grade	crediting with grade			
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	0.75			

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of thermodynamics, heat transfer, machine design and energy generation in power plant and CHP.
2. Skills of solving simple problems in a chosen worksheet (eg. Excel, Mathcad)

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 – Demonstrate an understanding of the fundamentals and laws governing energy conversion.
 C2 – Discuss issues related to the performance of conventional power-generation plants.
 C3 - Present trends toward renewable sources of electricity.
 C4 - A study of steam generation and utility plants, including cogeneration, gas turbine, and combined cycles.
 C5 – Demonstrate features of advanced power plants.
 C6 – Perform engineering calculations.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 - Demonstrate a comprehensive understanding of the fundamentals and laws governing conversion of energy.

PEK_W02 - Perform the analysis of cogeneration, combined and integrated cycles for conventional and advanced technologies.

PEK_W03 - Understand the operation and major components of electricity generating and CHP plants.

PEK_W04 - Select the type of plant appropriate for a given application.

PEK_W05 - Perform basic analyses associated with each subsystem and component of the plant.

PEK_W06 - Overall picture of the applied fields for cogeneration systems.

PEK_W07 - Define mathematical model to assess particular energy system.

relating to skills:

PEK_U01 - Perform engineering calculations encountered in practice.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec 1	Introductory lecture. Energy and electricity fundamentals. Terminology. Numerical Steam Tables.	2
Lec 2	Steam power plants. Thermodynamic principles. Fuels. Steam power generation cycles.	2
Lec 3	Steam power plants. Performance improvement. Mathematical modeling.	2
Lec 4	Gas turbine and combined-cycle power plants: Gas turbine engines and performance. Gas turbine cycles. Combined-cycle power plants.	2
Lec 5	Gas turbine and combined-cycle power plants: Gas turbine engines and performance. Gas turbine cycles. Combined-cycle power plants.	2
Lec 6	CHP systems: CHP schemes (micro-scale CHP systems, small scale CHP systems, large scale CHP systems including district heating schemes).	2
Lec 7	CHP systems: CHP schemes (micro-scale CHP systems, small scale CHP systems, large scale CHP systems including district heating schemes).	2
Lec 8	Diesel- and gas-engine power plants: Diesel engines. Fuels. Emission control. Heat recovery systems	2
Lec 9	Description and evaluation of Organic Rankine Cycle.	2
Lec 10	Organic Rankine Cycle. Numerical Tables of different working fluids. Mathematical modelling.	2
Lec 11	Solar energy principles.	2
Lec 12	Solar photovoltaics and thermal energy.	2
Lec 13	Pinch Technology Analysis.	2
Lec 14	Fuel cells: Definition and principles of operation. Losses and efficiency. Possible fuels. Fuel-cell technologies and applications (alkaline fuel cells, molten carbonate fuel cells, phosphoric acid fuel cells, solid oxide fuel cells, and regenerative fuel cells).	
Lec 15	Course summary. Final test.	2
Total hours		30
Form of classes - tutorial		Number of hours
Cl 1	Numerical Steam Tables – simple examples.	2
Cl 2	Analysis of simple and complex energy systems – using CYCLE TEMPO tool.	2
Cl 3	Analysis of simple and complex energy systems – using CYCLE TEMPO tool.	2
Cl 4	Analysis of simple and complex energy systems – defining algorithm in a chosen worksheet.	2
Cl 5	Design of energy system utilizing renewable source of energy and waste heat.	2
Cl 6	Design of Heat Recovery Steam Generator.	2

CI 7	Pinch Point Analysis case study.	2
CI 8	Final test.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecturing with multimedia - computer presentation
 N2. Calculation worksheets MathCad, Excel and engineering tool CYCLE-TEMPO
 N3. Case studies.
 N4. Discussion and consultancy.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- lecture

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEK_W01÷PEK_W07	Final test

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- class

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01	Discussion
C	PEK_U01	Final Test

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE :

- [1] M. M. El-Wakil, Powerplant Technology, McGraw-Hill, 1984 or 2002.
- [2] Culp, Principles of Energy Conversion, 2nd Edition, 1991.
- [3] Weisman & Eckart, Modern Power Plant Engineering, 1985
- [4] Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Kehlhofer, R..ISBN 0-88173-076-9

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Cycle - Tempo, Reference Guide, TUDelft
- [2] Nye, David E. Consuming Power: A Social History of American Energies. The MIT Press: Cambridge, MA, 1999

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Norbert Modliński, norbert.modlinski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	Etyka w biznesie
Nazwa w języku angielskim	Ethics in Business
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Energetyka, Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)
Poziom i forma studiów:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	W08W09-SM1721W
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Basic knowledge in humanities.
Podstawowa wiedza z zakresu nauk humanistycznych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Students acquire basic knowledge of business ethics.
Student ma podstawową wiedzę z zakresu etyki biznesu.
C2 Students are capable of identifying and solving ethical dilemmas related to business and entrepreneurship.

Student potrafi identyfikować i rozwiązywać dylematy etyczne związane z biznesem i prowadzeniem działalności biznesowej.
 C3 Students are aware of the importance of non-technical aspects of engineering and of the social role of an university graduate.
 Student ma świadomość ważności pozatechnicznych aspektów działalności inżynierskiej oraz roli społecznej absolwenta uczelni.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 The student has knowledge of theoretical and practical ethics.

Student ma wiedzę na temat etyki teoretycznej i praktycznej.

PEU_W02 The student understand the goals, importance and primary concepts of business ethics.

Student rozumie cele, istotę i podstawowe koncepcje etyki biznesu.

...

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01

PEU_U02

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 The student is able to identify and analytically solve an ethical dilemma related to business ethics.

Student potrafi zidentyfikować i rozwiązać dylemat etyczny wynikający z prowadzenia działalności biznesowej.

PEU_K02 The student is aware of the importance of non-technical aspects of engineering and of the social role of an university graduate.

Student jest świadomy ważności pozatechnicznych aspektów działalności inżynierskiej oraz roli społecznej absolwenta uczelni.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Introduction: morality, ethics, law. General and applied ethics. Methods and concepts. Wprowadzenie: moralność, etyka, prawo. Etyka ogólna i stosowana. Pojęcia i metody.	1
Wy2	Business ethics: its nature and goals. The social role of business ethics. Etyka biznesu: istota i cele. Społeczna rola etyki biznesu.	2
Wy3	Ethical theories. The structure of a moral dilemma. Teorie etyczne. Struktura moralnego dylematu.	2
Wy4	Business ethics in concepts and cases (analiza przypadków), part 1 Etyka biznesu , cz.1	2
Wy5	Business ethics in concepts and cases, part 2	2

	Etyka biznesu na przykładach (analiza przypadków), cz.2	
Wy6	Ethical business: selected examples analysis. Etyczny biznes: analiza wybranych przykładów.	2
Wy7	Local versus global: a diverging or converging perspective? Lokalny-globalny: perspektywa zbieżna czy rozbieżna?	2
Wy8	The social responsibility of business and entrepreneurship. Społeczna odpowiedzialność biznesu i przedsiębiorców.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. Informative lecture. Wykład informacyjny. N2. Interactive lecture. Wykład interaktywny. N3. Discussion. Dyskusja. N4. Group work. Praca w grupach.	

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_K02	Praca pisemna na podstawie wykładu i zalecanej literatury lub kolokwium pisemne – 70%
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01 PEU_K02	Aktywność na zajęciach, udział w zadaniach grupowych – 30%
F3		
P=F1+F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] *European Business Ethics Casebook*, (eds.) Wim Dubbink, Luc Van Liedekerke, Henk Van Luijk, Springer, Dordrecht 2011.
- [2] *The Routledge Companion to Business Ethics*, (eds.) Eugene Heath, Byron Kaldis, Alexei Marcoux, Routledge, London-New York 2018.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] *A Companion to Ethics*, (ed.) Peter Singer, Wiley Blackwell, Oxford-New York 1993.
- [2] Meyer-Galow Erhard, *Business Ethics 3.0. The New Integral Ethics from the Perspective of a CEO*, De Gruyter Oldenbourg, Berlin-Boston 2018.
- [3] *The Routledge Companion to Ethics*, (ed.) John Skorupski, Routledge, London-New York 2010.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr Monika Malek-Orłowska, monika.malek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim Etyka w biznesie
 Nazwa w języku angielskim Ethics in business
 Kierunek studiów (jeśli dotyczy) Energetyka oraz Mechanika i budowa maszyn energetycznych

Specjalność (jeśli dotyczy)

Poziom i forma studiów: **II stopień, stacjonarna**
 Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**
 Kod przedmiotu **W08W09-SM1621W**
 Grupa kursów **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	2				
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- Umiejętności interpretacji tekstu
- Podstawowe zdolności w dokonywaniu analizy i syntezy

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Analiza znaczenia i roli etyki we współczesnym biznesie
 C2 Rozstrzygnięcie problemów związanych ze społeczną odpowiedzialnością wobec otoczenia
 C3 Ukazanie i analiza sytuacji, w których mogą zaistnieć problemy etyczne
 C4 Uwrażliwienie studentów na problemy etyczne

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

K1MBM_18 ma podstawową wiedzę, niezbędną do zrozumienia społecznych, filozoficznych, ekonomicznych i prawnych uwarunkowań działalności inżynierskiej

...

Z zakresu kompetencji społecznych:

K1MBM_K01 rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się

K1MBM_K02 ma świadomość ważności i zrozumienia pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera-energetyka, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do etyki biznesu	2
Wy2	Etyka w działalności gospodarczej	1
Wy3	Ochrona własności intelektualnej a etyka	1
Wy4	Kryzysy gospodarcze jako źródło zmian w wartościach moralnych	2
Wy5	Etyczny handel	1
Wy6	Społeczna odpowiedzialność biznesu	2
Wy7	Ekoetyka	2
Wy8	Etyka w marketingu	2
Wy9	Obszary współczesnej etyki finansów	1
Wy10	Manipulacja, korupcja, kłamstwa i nadużycia w biznesie	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład informacyjny
N2. Wykład interaktywny
N3. Prezentacja multimedialna
N4. Dyskusja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

F1	K1MBM_18 K1MBM_K01 K1MBM_K02	Praca pisemna przygotowana na podstawie wykładów i zalecanej literatury lub kolokwium, aktywność na zajęciach
F2		
F3		
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] B. Klimczak, Etyka gospodarcza, Wrocław 1996.
- [2] P. M. Minus, Etyka w biznesie, Warszawa 1995.
- [3] E. Sternberg, Czysty biznes. Etyka biznesu w działaniu, Warszawa 1998.
- [4] Etyka u schyłku drugiego tysiąclecia, pod. red. J. Ziobrowski, Warszawa 2013.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] G. D. Chrissides, J. H. Kaler, Wprowadzenie do etyki biznesu, Warszawa 1999.
- [2] A. Chaufen, Kradzież a rozwój gospodarczy, Warszawa 2006.
- [3] C. Porębski, Czy etyka się opłaca, Kraków 1997.
- [4] Podstawy marketingu, pod red. J. Altkorna, Kraków 2004.
- [5] M. Bąk, P. Kulawczuk, A. Szcześniak, Strategia polskiego biznesu wobec korupcji, Warszawa 2001.
- [6] R. Morawski, Etyczne aspekty działalności badawczej w naukach empirycznych, Warszawa 2011.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. Adriana Merta-Staszczak, prof. uczelni, adriana.merta-staszczak@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: **Metoda elementów skończonych**
Name of subject in English: **Finite element analysis**
Main field of study (if applicable): **Power Engineering**
Specialization (if applicable): **Computer Aided Mechanical and Power Engineering**
Profile: **academic**
Level and form of studies: **2nd level, full-time studies**
Kind of subject: **optional/specialization**
Subject code: **W09ENG-SM0059**
Group of courses: **NO**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	0		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1,5		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge and skills in the field of: mechanics, thermodynamics, basics of machine construction, strength of materials, basics of materials science
2. Solid models preparation in any CAD-software

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 To acquaint students with the knowledge of the theory of the finite element method.
 C2 To develop students skills to build an appropriate model for FEA simulations with one-, two- and three-dimensional models.
 C3 To develop students skills for numerical modeling of real objects and phenomena.
 C4 The acquisition of skills by students to critically analyze the results of the FEA.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEU_W01 Has knowledge of the theory of the finite element method
 PEU_W02 Has knowledge of the preparation and formulation of numerical models for FEA calculations
 PEU_W03 Has knowledge about the limitations and possibilities of using FEM analysis for numerical verification of the operating conditions of individual elements and structural systems

relating to skills:

PEU_U01 The acquisition of skills by students to use the FEM-based algorithm software to perform numerical calculations

PEU_U02 Can define and apply the appropriate type of numerical model in based on FEM and depending on the problem being solved

PEU_U03 Can perform a critical analysis of the obtained results from FEA calculations

relating to social competences:

PEU_K01 Acquires the ability to take responsibility for the own work

PEU_K02 To develop of thinking and acting creatively

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction to mathematical modeling and numerical engineering analysis. Examples of FEA.	2
Lec 2	Fundamentals of the finite element method.	2
Lec 3	Methodology of FEM model formulation.	2
Lec 4	Types and characteristics of finite elements.	2
Lec 5	Shape function in the description of the finite element structure.	2
Lec 6	FEM model assumptions - presentation of basic relationships for one-dimensional (1D) models.	2
Lec 7	Examples of the application of the FEM algorithm in numerical strength of materials calculations.	2
Lec 8	FEA strength of materials calculations for one-dimensional (1D), two-dimensional (2D) and three-dimensional (3D) model - comparative analysis.	2
Lec 9	Nonlinearity in FEM calculations. Isotropic and anisotropic properties of materials and their influence on the construction of a discrete model.	2
Lec 10	Dynamic analysis using the FEM algorithm. Modal analysis.	2
Lec 11	FEM analysis of steady state heat flow processes.	2
Lec 12	The influence of changes of boundary conditions on the obtained solutions of selected engineering problems.	2
Lec 13	FEM analysis of structural elements under complex load state.	2
Lec 14	Analysis of factors and evaluation of their influence on the accuracy of FEA simulation and obtained results.	2
Lec 15	Implementation of the FEA algorithm in computer softwares for solving engineering problems.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Presentation of the program of laboratory. Methodology of preparation and perform of numerical analysis.	2
Lab 2	Introduction to the FEA simulation software. Principles of geometrical models preparation.	2
Lab 3	Principles of numerical models preparation - discretization and boundary conditions.	2

Lab 4	Definition and implementation of material properties. Analysis of selected factors in FEA-algorithm and evaluation of their influence on the accuracy of calculations.	2
Lab 5	Definition and range of applicability of solid models. Solid models of isotropic materials - strength of materials analysis of machine elements in steady state conditions.	2
Lab 6	Definition and range of applicability of beam model. The use of beam models in the analysis of frame structures.	2
Lab 7	Definition and range of applicability of shell model. The use of shell models in the analysis of the operating conditions of frame structures.	2
Lab 8	2D models in strength of materials numerical analysis. Plane stress, plane strain and axisymmetric models.	2
Lab 9	Shell models of pressure apparatus equipment and elements.	2
Lab 10	Isotropic and anisotropic properties of materials and their influence on results of numerical strength of materials analysis.	2
Lab 11	Modal analysis – vibration characteristics (natural frequencies and mode shapes).	2
Lab 12	FEM analysis of steady state heat flow processes.	2
Lab 13	Strength of materials analysis in complex mechanical structures using contact dependencies.	2
Lab 14	Feasibility and optimization analysis of solutions within the given criteria.	2
Lab 15	Report of FEA numerical simulations - Results analysis.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with the use of multimedia presentation, blackboard and chalk. Discussion of the problem.
- N2. Preparation and presentation of the project and discussion of the obtained solutions and results.
- N3. Individual work - models preparation for numerical simulations.
- N4. Individual consultations.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - LECTURE

Evaluation (F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
C	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Final exam

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - LABORATORY

Evaluation (F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
C	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Work evaluation during the laboratory Preparation of reports based on the conducted numerical analysis
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] Zienkiewicz O. C., Taylor R. L., Zhu J.Z., The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, 7th ed., McGraw-Hill / Butterworth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2013</p> <p>[2] Reddy J. N., An introduction to the Finite Element Method, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 2006</p> <p>[3] Bathe K. J., Finite Element Procedures, 2nd ed., K. J. Bathe, Watertown, MA, 2014</p> <p>[4] Thompson M. K., Thompson J. M., Ansys Mechanical APDL for Finite Element Analysis, Butterworth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2017</p> <p>[5] Alawadhi E. M., Finite element simulations using ANSYS, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2019</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] Larson M. G., Bengzon F., The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer Heidelberg, 2010</p> <p>[2] Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, Springer New York, Second Edition, 2015</p> <p>[3] Chen X., Liu Y., Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2018</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Konrad Babul (konrad.babul@pwr.edu.pl)		

*delete if not necessary

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Fizyka – zagadnienia wybrane
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Physics – selected issues
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W09W09-SM0002W
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów fizyki i matematyki na I stopniu studiów

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Zapoznanie studentów z podstawowymi zjawiskami kwantowymi i narzędziami fizyki kwantowej oraz przygotowanie do profesjonalnego wykorzystywania zjawisk kwantowych w energetyce i kriogenice

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę o podstawowych zjawiskach kwantowych, o narzędziach stosowanych w fizyce kwantowej, o powiązaniach fizyki kwantowej z energetyką i kriogeniką

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie	2
Wy2	Filozofia fizyki współczesnej	2
Wy3	Znaczenie i zastosowanie funkcji falowej	2
Wy4	Znaczenie i zastosowanie operatorów wielkości fizycznych	2
Wy5	Energia – operator Hamiltona	2
Wy6	Pęd i moment pędu w ujęciu operatorowym	2
Wy7	Zagadnienia pomiaru – zasada nieoznaczoności Heisenberga	2
Wy8	Dualizm falowo-korpuskularny – wykorzystanie w nauce i technice	2
Wy9	Zagadnienia cieplne – ciało doskonale czarne – koncepcja fotonu	2
Wy10	Atom wodoropodobny – przykład wykorzystania koncepcji funkcji falowej	2
Wy11	Zjawiska magnetyczne – efekt Zeemana i Sterna-Gerlacha	2
Wy12	Nadprzewodnictwo	2
Wy13	Nadciekłość	2
Wy14	Diagnostyka kwantowa	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład: wykład informacyjno-problemowy, prezentacja multimedialna połączona z formą tradycyjną,

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01	Kolokwium pisemno-ustne
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Wichman E.H., „Fizyka kwantowa”, dowolne wydanie [2] Matthews P.T., „Wstęp do mechaniki kwantowej”, dowolne wydanie [3] Kociński J., „Wstęp do fizyki współczesnej”, dowolne wydanie <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [4] L.D.Landau, E.M.Lifszyc, „Mechanika kwantowa”, dowolne wydanie [5] R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „Feynmana wykłady z fizyki” ; dowolne wydanie [6] Rubinawicz W., „Kwantowa teoria atomu”, dowolne wydanie
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, prof. uczelni; dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Ogniwa paliwowe i produkcja wodoru
Name of subject in English:	Fuel cells and hydrogen production
Main field of study (if applicable):	Energetyka
Specialization (if applicable):	Renewable Sources of Energy
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time
Kind of subject:	optional/specialization
Subject code:	W09ENG-SM0042
Group of courses:	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	exam		crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1		0.75		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge and skills in thermodynamics, physics, chemistry.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - Introduction to the principle of fuel cell operation - the basics of electrochemistry
 C2 - To become familiar with the classification and general characteristics of fuel cells and to design solutions, general construction and operation of fuel cells and to familiarize with the purpose of different types of fuel cells
 C3 - Acquaintance with current hydrogen production technologies and hydrogen characteristics.
 C4 - Acquainting with development directions of fuel cells in transport application and with energy production systems integrated with fuel cells.
 C5 - Developing skills to determine fuel cell efficiency and hydrogen production by electrolysis.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEU_W01 - list the general classification of fuel cells and their purpose,
 PEU_W02 - explain the operation of the PEM hydrogen cell
 PEU_W03 - explain the operation of basic methanol and alkaline cell assemblies, define the basic parameters characterizing their work,
 PEU_W04 - characterize the structure and operation of a ceramic cell and their application in power plant systems,
 PEU_W05 - characterize and describe hydrogen production technologies,

PEU_W06 - list hydrogen storage techniques.
 Relating to skills:
 PEU_U01 - perform basic measurements of current, voltage and power of fuel cells,
 PEU_U02 - use known measurement techniques to calculate cell efficiency and hydrogen production efficiency

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec1	Hydrogen as an energy carrier. Review of current hydrogen applications, assessment of its physical and chemical properties. Safety rules for working with hydrogen.	2
Lec 2	Hydrogen production methods - discussion of the main methods used on an industrial scale from raw natural fuels.	2
Lec 3	Biological production of hydrogen-photosynthesis ,hydrogen production by digestion processes.	2
Lec 4	Hydrogen storage - technology review.	2
Lec 5	Hydrogen Fuel Cells – Basic principles. History of fuel cell formation.	2
Lec 6	Basics of electrochemistry. Redox reactions and their role in the processes taking place in electrolyzers and fuel cells.	2
Lec 7	Thermodynamics of fuel cells.	1
Lec 8	Galvanic cells and batteries. Comparison of primary and secondary cells.	2
Lec 9	Fuel Cell Types.	2
Lec 10	Proton Exchange Membrane Fuel Cells.	2
Lec 11	Alkaline Electrolyte Fuel Cells.	1
Lec 12	Direct Methanol Fuel Cells .	1
Lec 13	Direct Carbon Fuel Cells.	1
Lec 14	Molten Carbonate Fuel Cells.	1
Lec 15	Phosphoric Acid Fuel Cells.	1
Lec 16	The Solid Oxide Fuel Cell .	1
Lec 17	Microbial Fuel Cells, Direct Formic Acid Fuel Cells.	1
Lec 18	Application of fuel cells for automotive, robotics and power engineering	2
Lec 19	Fuel Cell Systems Analyzed	2
	Total	30
Laboratory		Number of hours
Lab1	Organizational classes- form of assessment, safety rules in the laboratory.	1
Lab 2	Electrolysis of aqueous alkaline solutions - Hoffman apparatus.	2
Lab3	Hydrogen production in the PEM electrolysis process (with proton exchange membrane).	2
Lab4	Gasification of solid fuel - to assess the degree of fuel conversion to hydrogen.	2
Lab5	NEXA 1.2 kW PEM cell performance testing-, depending on the parameters of the hydrogen inlet.	2

Lab6	The test of PEM fuel cell- NEXA depending on the stream of hydrogen and oxygen at the inlet .	2
Lab7	Examination of the hydrogen storage capacity with metal hydrides.	2
Lab8	Calculations regarding the determination of the amount of hydrogen produced and the costs of its production.	2
	Total	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture:
- traditional lecture using multimedia presentation.
 - own work - independent studies and preparation for the exam
- N2. Laboratory:
- exercises at research positions;
 - short written tests;
 - own work - preparation for laboratory exercises and test reports.
- N3. Consultations.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes numer	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEU_W01÷PEU_W06	Written exam
P (laboratory)	PEU_U01÷PEU_U06	Average of grades from reports and tests.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] S.Shiva KumarV.Himabindu, “Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review, Materials Science for Energy Technologies Vol. 2, Issue 3, December 2019, Pages 442-454.
- [2] Arshad, Adeel; Ali, Hafiz Muhammad; Habib, Arslan; Bashir, Muhammad Anser; Jabbar, Mark; Yan, Yuying,” Energy and exergy analysis of fuel cells: a review”, Thermal Science and Engineering Progress, Mar 30, 2019, Vol.9, 308-321.
- [3] Ryan P. O'Hayre, Whitney Colella, Friedrich B. Prinz, Suk Won Cha, “Fuel cells fundamentals”, 2005.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Barbir F., Yazici S. "Status and development of PEM fuel cell technology", 2008, Int. J. Energy Res., 32:369-378
- [2] Nexa - Training System Instruction Manual Heliocentris Energiesysteme GmbH 2008

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Monika Tkaczuk-Serafin, monika.tkaczuk@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Podstawy programowania
Name of subject in English: Fundamentals of Programming
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable): Computer Aided Mechanical and Power Engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional/specialization
Subject code: W09ENG-SM0053
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade		*
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1		1.5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of calculus, linear algebra and information technology as taught at the first level of studies.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Presenting a selected programming environment and showing how to use it in order to obtain a numerical code implementing selected calculation algorithms.
 C2 Presentation of sample algorithms implementing selected calculation goals met typically while using mathematical tools in engineer practice, especially during numerical modelling of physical phenomena, such as heat flow or fluid flow.
 C3 Developing practical skills leading from identifying a computational problem through selection of algorithms and programming tools, creating code, running the program, up to verifying the correctness and accuracy of the numerical results obtained.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 understands how the computer performs numerical calculations and knows principles of numerical programming

PEU_W02 knows the basic algorithms that solve typical computational tasks occurring when mathematical tools are applied to engineering problems

relating to skills:

PEU_U01 knows how to use a selected developer environment
 PEU_U02 can decide whether a given computational problem can be solved by computer; if so, is able to select the appropriate numerical algorithm as well as programming tools suitable for coding this algorithm; subsequently, is able to run correctly and efficiently the code and obtain the desired numerical results

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Operating systems, programs, programming languages. Constants, variables, types, operators.	2
Lec 2	Program flow control. Calculations using integer and real numbers.	2
Lec 3	Functions and procedures. Processor, registers, RAM and disk memory.	2
Lec 4	Loops and logical conditions applied to calculating series, derivatives, integrals.	2
Lec 5	First and second order ordinary differential equations.	2
Lec 6	File operations. Output and graphic presentation of results.	2
Lec 7	One-dimensional steady heat flow. Internal heat sources.	2
Lec 8	Accurate solutions of linear equation systems.	2
Lec 9	The role of programming in numerical solution of differential equations of mathematical physics and numerical modelling of physical processes,	2
Lec 10	Relaxation methods of solving systems of linear equations.	2
Lec 11	Transient heat flow problem.	2
Lec 12	Fluid flows - physical foundations, mathematical description, algorithms.	2
Lec 13	Fluid flow in a two-dimensional cavity (lid-driven cavity problem).	2
Lec 14	Programming in Ansys and OpenFoam. Parallel programming. Using graphics cards for numerical calculations.	2
Lec 15	Written test.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Installation of a programming environment. Compilation of a simple program.	2
Lab 2	Calculations with integers and reals. Ranges of values, precision, text formats of real numbers.	2
Lab 3	Calculating series, derivatives and integrals.	2
Lab 4	Functions and procedures.	2
Lab 5	Examples of numerical algorithms implementation for ordinary differential equations.	3
Lab 6	File operations. Output of results. Graphical presentation of results.	2
Lab 7	One-dimensional fixed heat flow. Internal heat sources.	3
Lab 8	Accurate solution of linear equation systems. Cramer patterns. Gauss elimination. Thomas' algorithm.	4

Lab 9	Relaxation methods for solving systems of linear equations. Jacobi method. Gauss-Seidel method.	4
Lab 10	Transient heat flow.	3
Lab 11	Numerical solution for selected two-dimensional fluid flows.	3
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Lecture using multimedia (presentation - slides), supported by numerical software.
N3. Computer laboratory using programmer's environment for creating numerical programs.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F	PEU_W01- PEU_W02	Written test
F	PEU_U01- PEU_U02	Laboratory reports

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] T. Beu: Introduction to Numerical Programming, CRC Press, 2015.
- [2] D. Yevick: A Short Course in Computational Science and Engineering - C ++ , Java and Octave Numerical Programming with Free Software Tools.
- [3] W. Cheney, D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing, Thomson Brooks 2008.
- [4] G. Dahlquist, A. Bjorck: Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM 2007.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] D. Haskins: C Programming in Linux.
- [2] P. Wellin: Programming with Mathematica.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr. Marek Lewkowicz, marek.lewkowicz@pwr.wroc.pl

*delete if not necessary

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING	
SUBJECT CARD	
Name in Polish	Technologie gazowe i kriogeniczne
Name in English	Gas and cryogenic technologies
Main field of study	Power Engineering
Specialization	Refrigeration and Cryogenics
Profile:	Academic
Level and form of studies	2nd level, full-time
Kind of subject	optional-specialization
Subject code	W09ENG-SM0079
Group of courses	No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in university (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			60	
Form of crediting	crediting with grade			crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes	0			2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1			1,5	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge on the issues related to the designs of machines,
2. Knowledge of thermodynamics, heat transfer and fluid mechanics,
3. Knowledge of the basics of material strength,
4. Knowledge on the technical drawing,
5. Ability to use the 2D and 3D CAD software,
6. Ability to work and cooperate in heterogeneous groups.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - providing information about the use of gas and cryogenic technologies in industry, food processing and medicine,
- C2 - providing information about vacuum technology.
- C3 - presenting of the design principles of cryogenic transfer lines.
- C4 - providing information about the technologies of liquefied hydrogen and liquefied natural gas.
- C5 - presenting the industrial technologies of gas mixture separations.
- C6 - preparing students for the realization of the projects of cryogenic equipment.
- C7 - developing the skills in the preparation and presentation of technical documentations.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 - has knowledge on the use of gas and cryogenic technologies in industry, food processing, and medicine,

PEU_W02 - has knowledge on vacuum technologies,

PEU_W03 - describes the design principles of cryogenic transfer lines,

PEU_W04 - has knowledge on the technologies of liquefied natural gas,

PEU_W05 - has knowledge about hydrogen technologies.

PEU_W06 - has knowledge on the gas mixture separations.

relating to skills:

PEU_U01 - can design the selected equipment and components of the installation applied in gas and cryogenic technologies in accordance with selected design codes and standards,

PEU_U02 - selects the necessary auxiliary equipment and safety devices,

PEU_U03 - can develop technical design documentations;

relating to social competences:

PEU_K01 is able to work and cooperate in heterogeneous groups,

PEU_K02 is able to communicate effectively with others,

PEU_K03 is able to active listening,

PEU_K04 is able to leadership the group.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the subject and its relations with industry, food processing and medicine. Cryogenic node and installation.	2
Lec 2	Gas pressure definition and vacuum level classification. Vacuum production technologies including cryogenic vacuum pumps.	2
Lec 3	Vacuum leak tightness test techniques and equipment	2
Lec 4 - Lec 5	Gas and cryogenic technologies in the food processing and storage.	4
Lec 6	Cryofreezing equipment.	2
Lec 7	Cryogenic food coating, forming, packing inertization and pressurization	2
Lec 8	Gas and cryogenic technologies in metallurgy and steel treatment.	2
Lec 9	Cryogenic grinding and recycling of polymers.	2
Lec 10	Cryogen transport, storage and regasification	2
Lec 11	Gas and cryogenic technologies in medicine.	2
Lec 12	Cryogenic methods of gas mixtures separation. Air separation.	2
Lec 13	LNG – liquefaction, storage, transfer and regasification.	2
Lec 14	Liquid hydrogen. Liquefaction and storage. Liquid hydrogen cryogenic systems.	2
Lec 15	Final test	2
Total hours		30
Project		Number of hours
Proj 1	Presentation of project subjects.	2
Proj 2	Description of the client device, setting of the process requirements	2
Proj 3	Selection of the working fluid type and its consumption for selected device	2

Proj 4	Transfer line modularization, selection of the cryogenic vessel capacity and design pressure	2
Proj 5	Determination of the transfer line's process and vacuum pipe diameter	2
Proj 6	Design of transfer line module female and male bayonet connection	2
Proj 7	Selection of the process pipe thermal compensation element and determination of the inner support system	2
Proj 8	Determination of the heat conduction to the process pipe through inner support system	2
Proj 9	Determination of the thermal insulation for process pipe	2
Proj 10	Selection of the safety and axillary equipment	2
Proj 11- Proj 14	Preparation of the project report, manufacturing drawings and assembly procedure.	8
Proj15	Acceptance of the students' projects.	2
Total hours		30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with multimedia presentations,
 N2. Presentation of project,
 N3. Individual discussion with students and consultancies,
 N4. Student individual work.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- lecture

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEU W01-PEU W06	Test

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- project

Evaluation (F– forming (during semester), C– concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEU U01-PEU U03 PEU K01-PEU K04	Project defense

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J.G. Weisend II, *Handbook of Cryogenic Engineering*, Taylor&Francis, USA, 1998
- [2] A.R. Jha, *Cryogenic Technology and Applications*, Elsevier, USA, 2008
- [3] Chorowski M., *Kriogenika, podstawy i zastosowania*, IPPU MASTA, Gdańsk 2007
- [4] Thomas M. Flynn, *Cryogenic Engineering*, Marcel Dekker, USA.2005
- [5] S. Mokhtab et al. *Handbook of Liquefied Natural Gas*, Gulf Professional Publishing, 2014, ISBN 9780124045859, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404585-9.11001-3>
- [6] Zohuri, B. (2019). *Cryogenics and Liquid Hydrogen Storage*. In: *Hydrogen Energy*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93461-7_4

SECONDARY LITERATURE:

- [1] R.C. Scurlock, *Low-Loss Storage and Handling of Cryogenic Liquids: The Application of Cryogenic Fluid Dynamics*, Kryos Publications, United Kingdom, 2006
- [2] A.M. Arkharow, I.V. Marfenina, Ye.I. Mikulin, *Cryogenic systems*, Bauman Moscow State University Press, Moscow, 2000

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Jarosław Poliński, jaroslaw.polinski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Energetyka geotermalna
Name of subject in English:	Geothermal power engineering
Mainfield of study (if applicable):	Power engineering
Specialization (if applicable):	Renewable source of energy
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time
Kind of subject:	obligatory
Subject code:	W09ENG-SM0043W
Group of courses:	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30			
Form of crediting	Crediting with grade	Crediting with grade			
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2	1			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1	0,75			

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge and skills in the field of thermodynamics, power plants and CHP plants.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Provides basic knowledge, taking into account aspects of its application, related to the:
- nature, classification and exploration of geothermal resources,
 - geothermal energy utilization.
- C2. Develops the ability to identify and solve practical problems related to the geothermal energy.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

Relating to knowledge:

PEU_W01 To provide students with background knowledge on geothermal systems.

PEU_W02 To provide students with a general knowledge related to the exploration, development and utilization of geothermal resources.

Relating to skills: PEU_U01 To develop students' ability to apply an integrated knowledge from various courses to solving practical task in geothermal energy exploration, development and utilization.		
PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	The scope and course completion conditions. Introduction to geothermal energy.	2
Lec 2	History and development of geothermal energy.	2
Lec 3	Structure of the Earth. Mechanism for geothermal heat flow.	2
Lec 4	Model of geothermal system. Classification of geothermal resources.	2
Lec 5-6	Geothermal energy exploration strategies and techniques.	4
Lec 7	Geothermal well drilling.	2
Lec 8,9	Geothermal energy utilization. Direct and indirect use of geothermal energy.	4
Lec 10,11	Ground-source heat pump systems.	4
Lec 12-14	Geothermal power generating systems.	6
Lec 15	Colloquium.	2
	Total hours.	30
Classes		Number of hours
Cl 1,2	Solving practical task related to the exploration and development of geothermal resources.	4
Cl 3-7	Solving practical task related to the exploitation of selected geothermal power generating systems.	10
Cl 8	Colloquium.	1
	Total hours.	15
TEACHING TOOLS USED		
N1 Multimedia presentation.		
N2 Solving practical task and results discussion.		
N3 Consultations.		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation(F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
C	PEU_W01÷ PEU_W02	Colloquium
C	PEU_U01	Colloquium
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Harsh G., Sukanta R., Geothermal energy: an alternative resource for the 21st century, 2007
- [2] DiPippo R., Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact, 2008
- [3] Glassley W., Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment, 2010
- [4] Pierce V., Introduction to Geothermal Power, 2011
- [5] Wachtel A., Geothermal Energy, 2010

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Quaschnig V., Renewable Energy and Climate Chang, 2010
- [2] Tabak J., Solar and Geothermal Energy, 2009

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Wojciech Zacharczuk, wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Pompy ciepła
 Name of subject in English: Heat pumps
 Main field of study (if applicable): Energetyka
 Specialization (if applicable): Renewable Sources of Energy
 Profile: academic
 Level and form of studies: 2nd level, full-time
 Kind of subject: optional/specialization
 Subject code: W09ENG-SM0046
 Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	Crediting with grade			Crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical classes (P)				1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1			0,75	

* delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Technical Thermodynamics
2. Fluid Mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Teaching of practical knowledge, regarding heat pump technology, their design and application.
 C2. Teaching of skills how to design and analyze heat pumps, their behavior and consequences of its cooperation with various heat sources.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

Relating to knowledge:

PEU_W01 - has knowledge of rules and standards for design and operation of heat pumps

PEU_W02 - knows the classification of heat pump system

Relating to skills:

PEU_U01 can choose the proper cycle for a given heat pump system

PEU_U02 - can calculate the capacity of the heat pump system and can design a heat pump system

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec1	Overview of the lecture. Introduction. Principle of operation of the heat pump. Historical overview.	2
Lec2	Classification and application. Monovalent and bivalent heat pumps. Thermodynamics. Reversible Carnot Cycle for variable temperature sources.	2
Lec3	Heat pump cycle implementing methods. The ideal, comparative and real cycle. Characteristic parameters. Efficiency. Coefficient of performance of a compressor heat pump.	2
Lec4	Primary and secondary heat pumps.	2
Lec5	Low temperature heat sources. Natural, artificial - waste heat. Characteristics, parameters, coherence.	2
Lec6	Possibility of low-temperature heat transporting. The location of the low temperature heat sources. Guidelines for the design of heat exchanger.	2
Lec7	Ground as a low temperature heat source. Horizontal, vertical and spiral heat exchangers. Heat transfer coefficients. Geological conditions. Technical and operational conditions.	2
Lec8	Water – thermal, surface, ground and deep sources as heat sources. Methods of use. Thermal and operational parameters.	2
Lec9	Solar radiation as a low temperature heat source. Characteristic. Solar collectors. Ways of designing the installation of a low temperature heat sources using solar radiation.	2
Lec10	Air as the low temperature heat source. Characteristics and requirements for heat exchangers. Methods of heat exchangers designing.	2
Lec11	Waste heat as the low temperature heat source. Methods and ways to use. Operational and safety conditions.	2
Lec12	Usefulness assessment of low-temperature heat sources. Refrigerants and coolants. Special features, properties, classification, application possibilities.	2
Lec13	Heat pump in the heating and DHW system. Hydraulic installations and accumulation tanks.	2
Lec14	Heat pumps development trends. Ways of meeting energy needs with heat pumps in the context of climate change.	2
Lec15	Colloquium.	2

Total hours	30
-------------	-----------

Project		Number of hours
Pr1	Overview and introduction to the project. Distribution of the individual data for the project.	2
Pr2	Calculation of the heat pump cycle. Refrigerant selection. logP-h diagram. Selection of the compressor.	2
Pr3	Description of the necessary computer software.	2
Pr4	Calculation of the heat exchangers (air and water).	2
Pr5	Calculation of the heat exchangers (ground).	2
Pr6	Selection of additional components (e.g. throttling valves, heat exchangers etc.)	2
Pr7	Individual consultations.	2
Pr8	Submission of completed projects.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED
<p>N1. Traditional lecture with presentation of slides. N2. Self-study – reading of supplementary materials. N3. Self-study – working on e-tests. N4. Self-study – working on the individual project. N5. Self-study – study and preparation to the exam. N6. Consultation – improvement of knowledge</p>

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), C – concluding (at semester end))	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEU_W01 – PEU_W02	Mark of the colloquium
P (project)	PEU_U01 – PEU_U02	Mark of submitted project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u> [1] 2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI Edition), © 2009 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. [2] 2016 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2016 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. <u>SECONDARY LITERATURE:</u> [1] McQuay International, Geothermal heat pump - Design Manual [2] RETScreen Int. Training Material, Ground Source Heat Pump Project Analysis - Textbook
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS) Bogusław Bialko, boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Instalacje ciepłne i klimatyzacyjne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Heating and air-condition installation
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0015
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	0,5			1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Kompetencje w zakresie obiegów termodynamicznych odwracalnych i nieodwracalnych.
2. Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy.
3. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką płynów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z termodynamicznymi podstawami funkcjonowania instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.
- C2 Zapoznanie z parametrami technicznymi i użytkowymi instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.
- C3 Przygotowanie studentów do opracowania projektów z zakresu instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**Z zakresu wiedzy:**

PEK W01 Posiada wiedzę dotyczącą warunków koniecznych do utrzymania komfortu w

<p>pomieszczeniach.</p> <p>PEK_W02 Posiada wiedzę z zakresu możliwości wykorzystania i funkcjonowania instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych.</p> <p>PEK_W03. Zna zasady realizacji i doboru parametrów instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych oraz ich niezbędnych elementów.</p> <p>Z zakresu umiejętności:</p> <p>PEK_U01 Potrafi wykonać bilans zapotrzebowania na moc grzewczą oraz chłodniczą dla obiektu oraz strumień wentylujący</p> <p>PEK_U02 Potrafi dobrać parametry pracy instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych</p> <p>PEK_U03 Potrafi dobrać urządzenia wchodzące w skład instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych</p> <p>PEK_U04 Potrafi określać wpływ wybranych rozwiązań konstrukcyjnych na funkcjonowanie instalacji grzewczych i klimatyzacyjnych</p>
--

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Bilans zapotrzebowania na ciepło dla obiektów. Mikroklimat pomieszczenia. Obszar komfortu	2
Wy2	Wykres i-x dla powietrza wilgotnego. Przemiany powietrza wilgotnego możliwe do realizacji za pomocą systemów grzewczych bezpośrednich oraz pośrednich. Określanie wielkości strumienia wentylującego. Kierunek przemiany powietrza w pomieszczeniu.	2
Wy3	Normowanie całoroczne. Odzysk ciepła w systemach klimatyzacyjnych. Rekuperacja, recyrkulacja	2
Wy4	Pojęcie dostawy mediów do realizacji efektu klimatyzacji. Przygotowanie ciepła dla systemu klimatyzacyjnego oraz grzewczego z pompą ciepła. Systemy akumulacji ciepła dla potrzeb CWU- model matematyczny.	2
Wy5	Nawilżanie powietrza w systemach klimatyzacyjnych i dowilżanie powietrza w pomieszczeniach.	2
Wy6	Ogrzewnictwo. Systemy zmiennie i stało przepływowe. Regulacja ilościowa i jakościowa.	2
Wy7	Dobór elementów wodnych instalacji grzewczych i chłodniczych	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Przydzielenie indywidualnych tematów projektowych studentom.	2
Pr2	Indywidualna praca studentów nad projektami. Bilans zapotrzebowania na moc grzewczą i chłodniczą dla obiektów	2
Pr 3	Określenie wielkości strumienia wentylującego dla obiektu. Normowanie całoroczne. Indywidualna praca studentów nad projektami.	2
Pr4	Koncepcja instalacji Przygotowanie ciepła i mocy chłodniczej przez instalacje towarzyszące. Schemat wstępny instalacji. Indywidualna praca studentów nad projektami.	2
Pr 5	Realizacja procesów nawilżania lub dowilżania w pomieszczeniach.	2
Pr 6	Dobór elementów systemu klimatyzacyjnego wraz z kompleksową dostawą mediów oraz doбором elementów.	2
Pr 7	Indywidualna praca studentów nad projektami. Wykonywanie dokumentacji rysunkowej projektowanego systemu. Przygotowanie sprawozdania. Przygotowanie prezentacji projektu.	2
Pr8	Prezentacja i oddanie gotowych projektów przez studentów.	1

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów
 N2. Konsultacje
 N3. Praca własna – przygotowanie do seminarium
 N4. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK W01-PEK W03	Kolokwium
P2	PEK U01-PEK U04	Prezentacja projektu

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Rex Miller, Mark R. Miller, Air conditioning and refrigeration McGraw-Hill Professional Publishing, 2006
 [3] Handbook: refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning ASHRAE 2006
 [3] Recknagel, Sprenger, Schramek Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo Omni Scala 2008 wydanie 3

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] K.E. Herold, R. Rademacher, S.A. Klein, Absorption Chillers and Heat Pumps, CRC Press LLC, 1996
 [2] G. Alefeld, R. Rademacher, Heat Conversion Systems, CRC Press, 1994

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Stefan Reszewski stefan.reszewski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Zintegrowane systemy produkcji
Name of subject in English: Integrated Production Systems
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable): Computer aided mechanical and power engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional/specialization
Subject code: W09ENG-SM0062
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		60		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	1		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	0.5		1.5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge of basic problems concerning manufacturing processes.

Ability to use CATIA software in range of 3D parts creation with parameters and their assembly.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 To familiarize students with CIM (Computer Integrated Manufacturing) - integrated manufacturing environment.

C2 To familiarize students with the development directions of technologies such as: CAD, CFD, MES, CAM, CAPP, MRP, ERP.

C3 Presentation of so-called methods Rapid Prototyping and the so-called Reverse Engineering.

C4 To develop the skills to integrate of the engineering activities into one CAD/CAM system

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01- Knows the basic production processes and the principles of their integration within the enterprise IT platform.

PEU_W02 - Has basic knowledge of CAD, CAE, CAPP, CAM.

PEU_W03 - He knows the methods of rapid prototyping and reverse engineering.

relating to skills:

PEU_U01- Is able to elaborate a complete machine part design in one integrated CATIA package from the concept stage to simulation of the manufacturing process using MES and CAM.

PEU_U02 - Is able to use online knowledge resources to select and obtain models of machine parts and is able to prepare a coherent presentation regarding the implemented project.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction to classes. The essence of CIM.	2
Lec 2	Overview of manufacturing techniques.	2
Lec 3	Introduction to CAD.	2
Lec 4	Introduction to FEM	2
Lec 5	Introduction to CFD.	2
Lec 6	Introduction to CAM and CNC.	2
Lec 7	Rapid prototyping. Reverse engineering	2
Lec 8	Credit	1
	Total hours	15
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Organizational matters. The issue of topics.	2
Lab 2	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
Lab 3	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
Lab 4	Conducting of the necessary calculations. Development of the necessary calculation sheets.	2
Lab 5	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
Lab 6	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
Lab 7	Conducting of the necessary parametric models in the CATIA system and their integration with calculation sheets.	2
Lab 8	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
Lab 9	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
Lab 10	Conducting of the necessary FEM calculations in the CATIA system and optimization of designed parts.	2
Lab 11	Preparation of the technical drawings in the CATIA system.	2
Lab 12	Preparation of the technical drawings in the CATIA system.	2
Lab 13	Elaboration of the manufacturing process of the selected part and familiarization with the CATIA CAM module.	2
Lab 14	Elaboration of the manufacturing process of the selected part and familiarization with the CATIA CAM module.	2

Lab 15	Presentation of results and defense of the project	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Informative lecture using multimedia technologies.
 N2. Introduction to laboratory classes.
 N3. Preparation of the work results in the form of presentation.
 N4. Consultations.
 N5. Own work - preparation for the laboratory.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
C (lecture)	PEU_W01-PEU_W03	Semester work
C (laboratory)	PEU_U01-PEU_U02	Presentation of the results and defense of the project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Dorf R. „Handbook of Design, Manufacturing and Automation”, John Wiley & Sons, Inc., Toronto 1994
 [2] Khan W. Raouf A. „Standards for Engineering Design and Manufacturing”, Taylor & Francis Group, LLC, London 2006.
 [3] Saaksvuori A., Immonen A. „Product Lifecycle Management”, Springer, Berlin, 2008.
 [4] Xun Xu „Integrating Advanced Computer-Aided Design, Manufacturing, and Numerical Control: Principles and Implementations”, IGI Global New York 2009.
 [5] Wu B. „Handbook of Manufacturing and Supply Systems Design”, Taylor&Francic, London 2002.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 2. Computer Integrated Manufacturing”, CRC Press LLC, New York 2001.
 [2] Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 5. The Design of Manufacturing Systems”, CRC Press LLC, New York 2001.
 [3] Leondes C. „Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing Systems Techniques And Applications VOLUME 6. Manufacturing Systems Processes”, CRC Press LLC, New York 2001.
 [4] Leondes C. „Computer Aided and Integrated Manufacturing Systems. Volume 2. Intelligent Systems Technologies”, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. , Singapore 2003.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Janusz Skrzypacz, janusz.skrzypacz@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name in Polish Marketing i Zarządzanie
Name in English Marketing and Management
Main field of study (if applicable): -
Specialization (if applicable): -
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: university-wide
Subject code W08W09-SM0135W
Group of courses NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

-

SUBJECT OBJECTIVES

To ensure fundamental knowledge (including application aspects) about:

- C1. characteristics, elements and types of organizations, and the impact of the environment on organizational operations (with particular emphasis on marketing)
- C2. management processes, functions, principles and tools,
- C3. key management issues (with particular emphasis on marketing),
- C4. the basic elements of marketing activities

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEK_W01 - has a basic knowledge about the characteristics, elements and types of organizations,
- PEK_W02 – understands basic management processes, functions, principles and tools,
- PEK_W03 - explains and illustrates the impact of the environment on the operations of the organization,
- PEK_W04 – identifies the basic management issues (with particular emphasis on marketing),
- PEK_W05 - has a basic knowledge about selected elements of marketing and marketing activities.

relating to social competences:

PEK_K01- is aware of the need of tasks prioritizing and work organizing to achieve the set of goals,
 PEK_K02 - understand the social responsibility of professionals.

PROGRAMME CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Scope of lecture, conditions of crediting and literature Introduction: challenges of contemporary management	2
Lec 2	Managing and leading today: what is the difference between a manager and a leader? Everyone needs to be a leader? Leadership can be learnt!	2
Lec 3	Motivation and meaning: what makes people want to work?	2
Lec 4	Creativity, innovation, and a spirit of entrepreneurship	2
Lec 5	Strategy and planning: bringing the vision to life	2
Lec 6	The human side of planning: decision making and critical thinking	2
Lec 7	Project Management as an operational planning tool	2
Lec 8	Organizing for a complex world: processes and structure	2
Lec 9	Teams: how to work effectively with others? Effective teams building	2
Lec 10	Organizational controls: people, processes and results	2
Lec 11	Culture: corporate culture is powerful! cross-cultural management challenges	2
Lec 12	The concept of marketing and its place in organization. Market segmentation.	2
Lec 13	Marketing-mix. Product, price, promotion, place.	2
Lec 14	Corporate sustainability – towards long term development	2
Lec 15	Final assessment	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Presentation of knowledge in the form of a lecture - slides, computer projector
- N2. Lecture materials (synthesis) which are available in electronic form on the website
- N3. Own work - self-study and preparation for crediting test
- N4. Discussions during lectures
- N5. Presentations of practical examples in the form of case studies - slides, computer projector

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01-5	Final assessment
F2	PEK_K01-2	Scoring students' involvement during lecture
P	Final mark consists of F1(up to 100%) and F2 (no more than 50%)	

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] McKee A.: Management: a focus on leaders, Pearson , Boston 2012.
- [2] Kotler Ph, Armstrong G.: Principles of Marketing, Pearson , 2012, 2010, 2008.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Robbins S.P., DeCenzo D.: Fundamentals of management: essential concepts and applications, Pearson/Prentice Hall, 2008.
- [2] Robbins S.P., Barnwell N.: Organization Theory, Person, 2006.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Anna Zgrzywa-Ziemak, anna.zgrzywa-ziemak@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Seminarium dyplomowe magisterskie
Name of subject in English: Master Seminar
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable): Computer Aided Mechanical and Power Engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time studies
Kind of subject: optional-specialization
Subject code: W09ENG-SM0061S
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					crediting with grade
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					1,5

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way

C2 – Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and

C3 – Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions

C4 – Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects

C5 – Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:

PEU_U01 – Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions

PEU_U02 – Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03 – Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others

relating to social competences:

PEU_K01 – Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities

PEU_K02 – Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion

PEU_K03 – Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

Seminar		Number of hours
Sem1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations.	2
Sem2- Sem7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics.	12
Sem8- Sem13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Sem14	Individual presentations - additional term	2
Sem15	Crediting with grade	2
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED

N1. Multimedia presentation.

N2. Problematic discussion.

N3. Individual work.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
C=(2·F1+F2)/3		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
1. Literature related to the issues of the thesis		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dean of the Faculty		

*delete if not necessary

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Seminarium dyplomowe magisterskie
Name of subject in English:	Master Seminar
Main field of study (if applicable):	Power engineering
Specialization (if applicable):	Refrigeration and cryogenic
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time studies
Kind of subject:	optional-specialization
Subject code:	W09ENG-SM0082S
Group of courses:	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					crediting with grade
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes					1,5

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 – Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way
- C2 – Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and
- C3 – Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions
- C4 – Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects
- C5 – Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:

PEU_U01 – Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions

PEU_U02 – Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03 – Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others

relating to social competences:

PEU_K01 – Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities

PEU_K02 – Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion

PEU_K03 – Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

Seminar		Number of hours
Sem1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations.	2
Sem2- Sem7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics.	12
Sem8- Sem13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Sem14	Individual presentations - additional term	2
Sem15	Crediting with grade	2
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia presentation.
- N2. Problematic discussion.
- N3. Individual work.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

(at semester end)		
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
$C=(2 \cdot F1+F2)/3$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
1. Literature related to the issues of the thesis		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dean of the Faculty		

*delete if not necessary

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Seminarium dyplomowe magisterskie
Name of subject in English: Master Seminar
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable): Renewable Sources of Energy
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time studies
Kind of subject: optional-specialization
Subject code: W09ENG-SM0050S
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					30
Number of hours of total student workload (CNPS)					60
Form of crediting					crediting with grade
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points					2
including number of ECTS points for practical (P) classes					2
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes					1,5

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Passing all subjects covered by the plan of study in semesters prior to graduation semester ("Diploma seminar" course is accompanied by the "Master of Science Diploma Dissertation" course).

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 – Improving skills in the search for selective knowledge needed to create their own original ideas and solutions, and prepare a presentation that allows pass them on to others meaningful way
- C2 – Improving the ability to lead creative discussion during which can be justify the proposed solutions or ideas in a concrete and
- C3 – Improving skills in the dissertation writing on a specific topic, presenting their own achievements against the background of known existing solutions
- C4 – Shaping the beliefs about the need for permanent development of their personality in all its aspects
- C5 – Developing a sense of conscientiousness and responsibility for the undertaken commitments, both to themselves and to others

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to skills:

PEU_U01 – Student can obtain information from a various sources necessary to comply energy systems projects in order to improve existing solutions

PEU_U02 – Student can prepare a coherent paper or presentation on the work carried out, containing the results of the proposed design solutions, technological or operational

PEU_U03 – Student is able to objectively justify the desirability of his/her original ideas and solutions during the discussion and critically evaluate the technical solutions proposed by others

relating to social competences:

PEU_K01 – Student understands the need to improve their professional and personal competence, is aware of the social consequences of engineering activities

PEU_K02 – Student is able to cooperate and actually behave in a group, actively participate in the discussions on the professional topics with cultural expression and respect for different views of other participants in the discussion

PEU_K03 – Student can think and act in a creative and enterprising manner, is able to define the priorities which determine the success of a scheduled task

Seminar		Number of hours
Sem1	Discussion of the substantive requirements of the diploma thesis, structure and scope the different types of dissertations. Presentation of the general principles of conduct the final exam. Set a schedule of the individual student presentations.	2
Sem2- Sem7	Individual students presentations on the current state of knowledge related to the issues of the realized diploma thesis, propose of the direction of further solutions. Discussions in the seminar group on the presented topics.	12
Sem8- Sem13	Individual presentations about the realized diploma thesis with emphasis on their original achievements with the discussions in the seminar group.	12
Sem14	Individual presentations - additional term	2
Sem15	Crediting with grade	2
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia presentation.
- N2. Problematic discussion.
- N3. Individual work.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

(at semester end)		
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Average rating for presentations, the ability to justify the advisability of the proposed solutions and the substantive referring to the proposals of other seminar participants.
F2	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Average rating for timely execution of the presentations, for the culture of speech, the ability to behave in a group and conduct discussions, for creativity and entrepreneurship.
$C=(2 \cdot F1+F2)/3$		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
1. Literature related to the issues of the thesis		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dean of the Faculty		

*delete if not necessary

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Matematyka stosowana
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Applied Mathematics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W09W09-SM0001W, W09ENG-SM0001C,L
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	30		
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1	0,75	0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Znajomość analizy matematycznej, algebry liniowej i technologii informatycznych w zakresie kursów na studiach I stopnia

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Zaprezentowanie aparatu matematycznego niezbędnego inżynierowi do zrozumienia matematycznego opisu zjawisk fizycznych występujących w urządzeniach i procesach technicznych związanych z szeroko rozumianą energetyką, w tym równań algebraicznych liniowych i nieliniowych, jak również równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.

C2 – Przedstawienie metod praktycznego rozwiązywania wyżej wymienionych równań, zarówno przy pomocy metod dokładnych, jak i przybliżonych, w tym przy pomocy szerokiego wachlarza dostępnego oprogramowania.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – rozumie w jaki sposób fizyczny aspekt procesów występujących w technice opisywany jest matematycznie w postaci równań algebraicznych i różniczkowych

PEK_W02 – w odniesieniu do zagadnienia matematycznego (np. równania algebraicznego lub różniczkowego) rozróżnia jego dokładne i przybliżone rozwiązania i rozumie relacje między nimi; zna metody wyznaczania rozwiązań dokładnych względnie przybliżonych, bezpośrednim rachunkiem lub przy użyciu odpowiedniego oprogramowania

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umie wskazać równania (algebraiczne względnie różniczkowe) opisujące zjawiska fizyczne w badanych procesach technicznych

PEK_U02 – umie do zidentyfikowanego problemu matematycznego dobrać narzędzia pozwalające na jego rozwiązanie

PEK_U03 – umie zrealizować obliczenia przy pomocy odpowiedniego narzędzia obliczeniowego, ocenić jego dokładność i zinterpretować znaczenie fizyczne i techniczne uzyskanych wyników

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Obliczenia symboliczne i numeryczne. Przykłady równań różniczkowych zwyczajnych (ODE).	2
Wy2	Metody rozwiązywania równań pierwszego i drugiego rzędu (ODE).	2
Wy3	Fizyczna motywacja dla równań ODE.	2
Wy4	Istnienie i jednoznaczność rozwiązań. Warunki początkowe i brzegowe.	2
Wy5	Dyskretyzacja równania różniczkowego. Równania algebraiczne.	2
Wy6	Programowanie w językach C++ i Pascal: przykłady kodu.	2
Wy7	Metody dokładne i przybliżone rozwiązywania układów równań liniowych.	2
Wy8	Metody rozwiązywania układów równań nieliniowych.	2
Wy9	Przykłady równań różniczkowych cząstkowych (PDE). Typy równań. Warunki początkowe i warunki brzegowe.	2
Wy10	Analiza wektorowa. Twierdzenie całkowite Stokesa.	2
Wy11	Wybrane równania fizyki matematycznej (Fouriera, Naviera-Stokesa i inne).	2
Wy12	Równanie Laplace'a i Poissona.	2
Wy13	Szeregi Fouriera i ich zastosowanie do równań różniczkowych.	2
Wy14	Dyskretyzacja równań cząstkowych. Schematy różnicowe. CFD.	2
Wy15	Ansyst, Comsol, OpenFoam: przykłady zastosowań.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie równań skalarnych pierwszego i drugiego rzędu (ODE).	4
Ćw2	Obliczanie transformat Laplace'a i zastosowania do ODE.	2
Ćw3	Znajdowanie szeregów Fouriera i zastosowania do równania Fouriera.	2
Ćw4	Zastosowanie metody szeregów do przepływu w rurze.	2
Ćw5	Przykłady rozwiązań PDE pierwszego i drugiego rzędu	2
Ćw6	Dyskretyzacja równania Naviera-Stokesa dla dwuwymiarowej wnęki.	1
Ćw7	Test pisemny	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Obliczenia symboliczne i numeryczne (Matlab, Sage, Mathematica).	1
La2	Obliczenia numeryczne w języku C++ lub Pascal.	1
La3	Duże układy równań liniowych.	2
La4	Skalarne równania nieliniowe.	1
La5	Układy równań nieliniowych.	1
La6	Zagadnienia początkowe (ODE) pierwszego rzędu.	2
La7	Zagadnienia początkowe i zagadnienia brzegowe (ODE) drugiego rzędu.	1
La8	Zagadnienia początkowo-brzegowe PDE.	1
La9	Nieustalony jednowymiarowy przepływ ciepła.	2
La10	Wybrane dwuwymiarowe przepływy laminarne płynu.	3
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład z użyciem środków multimedialnych (prezentacja – slajdy)
N2. Ćwiczenia obliczeniowe na tablicy wspomagane oprogramowaniem.
N3. Laboratorium komputerowe z użyciem oprogramowania do obliczeń symbolicznych i numerycznych oraz środowiska programisty do tworzenia programów numerycznych.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK W01-PEK W02	egzamin pisemny
P	PEK U01-PEK U03	test na koniec ćwiczeń
P	PEK U01-PEK U03	raporty z zajęć laboratoryjnych

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] S. Łanowy et al.: Równania różniczkowe, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2000.
[2] J. Mathews, K. Fink: Numerical Methods Using MATLAB, Pearson Education 2004.
[3] W. Cheney, D. Kincaid: Numerical Mathematics and Computing, Thomson Brooks 2008.
[4] M. Abell, J. Braselton: Differential Equations with Mathematica, Elsevier 2004.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] G. Dahlquist, A. Björck: Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM 2007.
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr hab. Paweł Regucki, pawel.regucki@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych
Name of subject in English: Mathematical Modeling of Energy Generation Installations
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code W09ENG-SM0038W
Group of courses NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		60		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		90		
Form of crediting	Examination		crediting with grade*		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		3		
including number of ECTS points for practical classes (P)	0		3		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1,5		2,25		

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Skills to create three dimensional geometry in engineering software.
2. The extent of knowledge in heat transfer and fluid mechanics fields.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – providing knowledge about methods of thermal-flow processes numerical simulations
 C2 – providing knowledge about energetic systems optimizing methods

C3 – developing skills of creating mesh for defined geometry

C4 - developing abilities of performing numerical calculations for simple and complex thermal-flow processes

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – knowledge about equations describing heat transfer and fluid flow

PEU_W02 - knowledge of turbulence and their models

PEU_W03 – knowledge about numerical methods of solving heat transfer problems

PEU_W04 – acquaintance with numerical methods of solving steady and transient thermal-flow processes

PEU_W05 - knowledge about boundary and initial conditions applied during thermal-flow processes analyses

PEU_W06 - knowledge about most often occurring CFD numerical errors and their impact on calculations

PEU_W07 – basics of LES method

PEU_W08 – acquaintance with methods of energetic systems optimizing

relating to skills:

PEU_U01 – skills to create geometry and numerical mesh

PEU_U02 – ability to evaluate influence of mesh density on numerical results

PEU_U03 - skills to carry out numerical calculations of steady and unsteady heat transfer and fluid flow

PEU_U04 – ability to perform numerical calculations of steady and unsteady processes in energetic machines

PEU_U05 - ability to analyze numerical results and drawing proper conclusions

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Organizing issues. Introduction to Computational Fluid Dynamics (CFD).	2
Lec2	Description of heat transfer and fluid mechanics equations.	2
Lec3	Turbulence. Models of turbulence.	2
Lec4	Finite volume method for steady heat conduction.	2
Lec5	Finite volume method for steady convection – conduction issues.	2
Lec6	Algorithm for pressure and velocity fields calculations for fluid flow.	2
Lec7	Iteration methods for solving algebraic systems of equations.	2
Lec8	Finite volume method for unsteady fluid flow.	2
Lec9	Types of boundary conditions and their application.	2
Lec10	Types of numerical errors during CFD simulations and their influence on calculations.	2
Lec11	Introduction to Large Eddy Simulation (LES) method.	2
Lec12	Application and examples of LES.	2
Lec13	Optimizing of energy generation installations – minimizing of entropy production.	2
Lec14	Optimizing of energy generation installations – egzergy analysis.	2
Lec15	Examples of energetic systems optimizing.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours

Lab 1	Course matters (input, output, grading). Introduction to the course. Overview of the tools used (Matlab, CFX, Ansys Meshing). Lumped thermodynamic model of an energy installation. Preliminary system analysis.	4
Lab 2 Lab 3	Flow through isolated pipeline. Calculating CHT problem, solving for pressure losses. Testing numerical results stability and computational cost against mesh parameters.	8
Lab 4	Results post-processing and visualization. Report generation. Simple scripting in data manipulations.	4
Lab 5 Lab 6	CFD calculations of a heat exchanger. Base geometry preparation and discretization of its section. CFD calculations, results presentation. Exergy analysis.	8
Lab 7	HE design parametrization and optimization against entropy generation. Report editorial.	4
Lab 8 Lab 9	CFD calculations of a pump. Base geometry preparation and discretization. CFD calculations and results presentation. CFX-TurboGrid.	8
Lab 10	Pump geometry modifications. CFD calculations to obtain optimal solution. Report editorial.	4
Lab 11	CFD calculations of a heater/cooler. Geometry generation and discretization. CFD calculations and results presentation. Report editorial	4
Lab 12 Lab 13	CFD calculations of a compressor/expander. Gas machine type selection, geometry generation and its discretization. CFD calculations and results presentation. Report editorial.	8
Lab 14 Lab 15	Energy system final model implementation. Basic thermoeconomic analysis. Discussion over possible efficiency improvements. Final report editorial.	8
	Total hours	60

TEACHING TOOLS USED

- N1. Multimedia presentation.
N2. Software for geometry and numerical mesh generation, for example ANSYS Spaceclaim, ANSYS Meshing.
N3. Software for CFD simulation for example ANSYS CFX.
N4. Consultation hours.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - lecture

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
C	PEU_W01- PEU_W08	Exam

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - laboratory

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U05	Report no. 1

F2	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Report no. 2
F3	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Report no. 3
F4	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Report no. 4
F5	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Report no. 5
F6	PEU_U05	Final report
P=0,1F1+0,15F2+0,15F3+0,15F4+0,15F5+0,3F6		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
- [2] Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
- [3] Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
- [4] Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej (in Polish).

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
- [2] Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
- [3] Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Sławomir Pietrowicz, slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of course in Polish: Mechatronika i systemy sterowania
Name of course in English: Mechatronics and Control Systems
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code: W09ENG-SM0056
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Examination		Crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES:

1. Basic competences in mathematics and physics as acquired on the 1st level studies
2. Basic knowledge of electric circuit theory and electromagnetism as acquired on the 1st level studies.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Acquisition of the basic knowledge regarding the following parts of a mechatronic system:

- C1.1 Sensors of physical quantities
- C1.2 Actuators
- C1.3 Control systems and devices – microcontrollers, PLC controllers.

C2 Acquisition of the basic qualifications regarding:

- C2.1 The design methodology of the structure of a mechatronic system
- C2.2 The parametrization of the components deployed in a mechatronic system
- C2.3 Design and software implementation of the control algorithm for a control system.

C3 Social competence enhancement

- C3.1 Acquiring and enhancing of the social competences regarding teamwork and co-operation during implementation of projects.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 – the student is able to define a model of a mechatronic system

PEU_W02 - the student has the basic knowledge regarding sensors
 PEU_W03 - the student knows the fundamentals of microcontroller programming
 PEU_W04 - the student knows the fundamentals of PLC programming
 PEU_W05 - the student is familiar with the internal structure & operation of a microcontroller
 PEU_W06 - the student has acquired some basic knowledge of power drive systems and applications of them.
 PEU_W07 - the student is familiar with large control systems and SCADA software technology.

relating to skills:

PEU_U01 – the student is able to define and evaluate the technical parameters of a mechatronic system
 PEU_U02 – the student is able to design & assemble a simple test circuit with a microcontroller
 PEU_U03 – the student is able to specify and select sensors and actuators for a particular mechatronic system
 PEU_U04 – the student is capable of writing of simple control programs for a PLC controller used in a particular technological process
 PEU_U05 – the student is able to design and build a simple mechatronic system using a PLC controller together with sensors and actuators
 PEU_U06 – the student is able to interface electromechanical and electropneumatic components with a PLC controller.
 PEU_U07 – the student is able to analyze and investigate the structure and mode of operation of an existing control system.

relating to social competences:

PEU_K01 – the student is able to search for technical information by his own hand
 PEU_K02 – the student is prepared to mutual co-operation during teamwork

PROGRAMME CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction, Basic ideas, relations between mechatronics and other scientific disciplines	2
Lec 2	Programmable control systems – an introduction. Process algorithms, Turing machine, von Neumann computer architecture.	2
Lec 3	Microcontrollers – an introduction, basic ideas, internal architecture	2
Lec 4	Microcontrollers – programming methods	2
Lec 5	Microcontrollers – interfacing to I/O devices	2
Lec 6	Microcontrollers – examples of applications, mobile robots.	2
Lec 7	Sensors of fundamental physical quantities (pressure, temperature, displacement)	2
Lec 8	Encoders, position sensors, examples of applications.	2
Lec 9	Elements of motion transfer systems (gears, clutches, lead screw drives)	2
Lec 10	Examples of mechatronic components application – CNC machines	2
Lec 11	Mechatronics in biomedical applications – a pneumatic blood pressure wave sensor	2
Lec 12	PLC controllers – an introduction, basic ideas.	2

Lec 13	PLC controllers – a survey of market solutions and system architectures	2
Lec 14	PLC controllers – programming methods, language-based coding of algorithm, exemplary programs	2
Lec 15	PLC controllers – large control systems, SCADA software.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Presentation of the course, introduction, safety rules training	2
Lab 2	Microcontrollers – development system with a microcontroller (an introduction)	2
Lab 3	C language compiler for microcontrollers – an introduction	2
Lab 4	Interfacing of LED diodes and microswitches with I/O ports of microcontroller	2
Lab 5	Stepping motor service routines using I/O port of a microcontroller.	2
Lab 6	LED display control using microcontroller	2
Lab 7	An alphanumeric LCD display control with a microcontroller	2
Lab 8	Built-in peripheral devices: A/D converter and serial port service routines.	2
Lab 9	Programmable Logic Controllers (PLC)– an introduction. Interfacing of I/O signals to a PLC.	2
Lab 10	PLC – ladder diagram programming (an introduction)	2
Lab 11	PLC – timers and counters service routines	2
Lab 12	PLC – programming of PLC operator panel and extension modules	2
Lab 13	PLC – programming of modular production systems (MPS)	2
Lab 14	PLC – implementation of an individual project, advanced programming methods	2
Lab 15	Additional activities, final assessment.	2
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
N1. Lecture: General lecture, multimedia presentation		
N2. Laboratory: Lab report preparation, self-study accompanied by lab instruction sheets		
N3. Consultations with the tutor		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEK_W01÷PEK_W07, PEK_U01÷PEK_U07, PEK_K01÷PEK_K02	Written examination
F2 (laboratory)	PEK_W01÷PEK_W07, PEK_U01÷PEK_U07, PEK_K01÷PEK_K02	Lab reports assessment, micro-tests during lab sessions
P1=F1 (lecture), P2=F2 (laboratory)		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
[1] Cetinkunt S., Mechatronics, Wiley 2007		
[2] Michael B. Hstand, David G. Alciatore, Introduction to mechatronics and measurement systems, McGraw-Hill Education, 2007		
[3] Jędrusyna A., Tomczuk K., Mechatronics and Control Systems Handbook. Wyd. PWr 2010.		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
[1] Dorf. R.C, Modern control systems, 12 th Ed., Prentice-Hall 2011		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Artur Jędrusyna, artur.jedrusyna@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Metody numeryczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Numerical Methods
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0003
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	1		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu programu analizy matematycznej realizowanego na I stopniu studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu metod numerycznych. Podstawowe algorytmy metod numerycznych z zakresu aproksymacji funkcji, całkowania numerycznego, rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych i równań różniczkowych.
- C2. Wyrobienie umiejętności wykorzystania poznanych metod numerycznych do obróbki danych pomiarowych oraz rozwiązywania prostych problemów inżynierskich. Wyrobienie umiejętności posługiwania się programem MATLAB w rozwiązywaniu prostych zagadnień inżynierskich.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna i rozumie konsekwencje dla obliczeń numerycznych skończonej reprezentacji liczby w komputerze.

PEK_W02 – zna i rozumie pojęcie rozwiązywania iteracyjnego i podstawowe funkcje MATLABA pozwalające prowadzić obliczenia iteracyjne

PEK_W03 – rozumie pojęcie interpolacji numerycznej i potrafi wyznaczyć wielomian interpolacyjny, interpolację funkcją sklejaną, potrafi oszacować błąd interpolacji

PEK_W04 – posiada wiedzę z zakresu aproksymacji średniokwadratowej i jej wykorzystanie do konstrukcji wzorów empirycznych

PEK_W05 – posiada wiedzę z całkowania numerycznego, zna zasadę ekstrapolacji Richardsona

PEK_W06 – posiada wiedzę z podstawowych operacji na macierzach i rozwiązywania liniowych układów równań

PEK_W07 – posiada wiedzę z zakresu rozwiązywania nieliniowych równań algebraicznych (metoda bisekcji, reguła fałsi, punktu stałego, Newtona i siecznych)

PEK_W08 – posiada wiedzę z zakresu numerycznego wyznaczania i rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi: wykorzystać podstawowe funkcje oferowane przez program MATLAB/Octave oraz wykorzystywać jego funkcje graficzne, potrafi pisać proste programy obliczeniowe w środowisku MATLAB/Octave

PEK_U02 – potrafi: znaleźć wielomian interpolacyjny z wykorzystaniem metody Lagrange'a i Newtona oraz interpolującą funkcję sklejaną dla zadanego zbioru punktów

PEK_U03 – potrafi: wyznaczyć numerycznie wartość całki posługując się metodami: prostokątów, trapezów i Simpsona

PEK_U04 – potrafi: rozwiązać układ liniowych równań algebraicznych wykorzystując algorytm zaimplementowany w MATLAB'ie

PEK_U05 – potrafi: rozwiązać nieliniowe równanie algebraiczne wykorzystując metody bisekcji, siecznych, metodą Newtona i metodą punktu stałego

PEK_U06 – potrafi: numerycznie wyznaczyć wartości pochodnej funkcji oraz rozwiązać równanie różniczkowe zwyczajne metodami Taylora, Eulera i ulepszoną metodą Eulera

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Obliczenia zmiennoprzecinkowe. Epsilon maszynowy. Iteracyjny sposób rozwiązywania zagadnień numerycznych - iteracje proste. Podstawowe informacje o MATLABie.	2
Wy2	Działania na wielomianach w MATLABie. Sporządzanie wykresów. Funkcja pomocy- help - w MATLABie.	2
Wy3	Instrukcje warunkowe w MATLABie i pojęcie funkcji. Instrukcje wejścia - wyjścia.	2
Wy4	Podstawowe działania na macierzach. Wybrane macierze zdefiniowane. Elementarne zasady programowania w MATLABie.	2
Wy5	Aproksymacja funkcji: interpolacja wielomianami Lagrange'a. Błąd interpolacji Pojęcie aproksymacji jednostajnej.	2
Wy6	Zjawisko Rungego. Wielomiany Czebyszewa. Interpolacja z użyciem zer wielomianu Czebyszewa. Algorytm barycentryczny dla interpolacji Lagrange'a.	2
Wy7	Wzór interpolacyjny Newtona. Ilorazy różnicowe. Aproksymacja pochodnych ilorazami różnicowymi. Interpolacja funkcjami sklejanymi.	2
Wy8	Aproksymacja średniokwadratowa. Norma średniokwadratowa. Równanie	2

	normalne. Pojęcie ortogonalności funkcji. Iloczyn skalarny dwóch funkcji.	
Wy9	Konstruowanie wzorów empirycznych. Regresja liniowa. Sprowadzania wybranych funkcji do postaci wygodnych dla regresji liniowej. Generatory liczb losowych w MATLABie. Symulacja błędów pomiarowych.	2
Wy10	Całkowanie numeryczne. Metoda prostokątów i trapezów. Rząd aproksymacji. Ekstrapolacja Richardsona. Metoda Simpsona.	2
Wy11	Rozwiązywanie liniowych układów równań algebraicznych. Metoda eliminacji Gaussa. Miary dobrego uwarunkowania macierzy.	2
Wy12	Rozwiązywanie nieliniowych równań algebraicznych skalarnych. Metoda bisekcji metoda Regula Falsi, metoda punktu stałego.	2
Wy13	Rozwiązywanie nieliniowych równań algebraicznych. Metoda Newtona. Nieliniowe układy równań. Macierz pierwszych pochodnych Jacobian.	2
Wy14	Numeryczne obliczanie pochodnych funkcji. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych. Metoda Taylora. Metoda Eulera i ulepszona metoda Eulera. Rząd metody, stabilność.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Podstawowe informacje o MATLABie. Obliczanie wyrażeń algebraicznych. Odczyt zbioru danych z pliku. Sporządzenie wykresu - nadanie nazw osiom wykresu	2
LA2	Działania na wektorach i macierzach. Obliczanie sumy, maksimum i minimum wektora i macierzy. Rozwiązywanie układów równań w MATLAB'ie.	
La3	Aproksymacja funkcji: wyznaczenie wielomianu interpolacyjnego metodą Lagrange'a. Szacowanie błędu interpolacji.	2
La4,5	Wzór interpolacyjny Newtona. Numeryczne badanie Zjawiska Rungego. Interpolacja z użyciem zer wielomianu Czebyszewa	4
La6	Wyznaczanie funkcji sklepanych dla zadanego zbioru punktów .	4
La7,8	Uruchomienie programu dla metody najmniejszych kwadratów. Wyznaczenie wzoru empirycznego metodą najmniejszych kwadratów dla zadanych danych.	4
La9,10	Całkowanie numeryczne metodami prostokątów i trapezów. Wyznaczanie wzorów ekstrapolacji Richardsona i konstrukcja metody Simpsona.. Zastosowanie metod Newtona-Cotes'a wyższych rzędów. Wyznaczanie rzędu aproksymacji.	4
La11,12	Rozwiązywanie nieliniowych równań algebraicznych za pomocą metody siecznych, metody stycznych oraz metody iteracyjnej punktu stałego.	2
La13,14	Numeryczne rozwiązywanie układów równań nieliniowych metodą Newtona. Grafika funkcji wielu zmiennych	2
La15	Powtórka materiału	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. Laboratoria – ćwiczenia rachunkowe
N3. Laboratoria – samodzielne rozwiązywanie zadań przy pomocy programów MATLAB/Octave
N4. Konsultacje
N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01 ÷ PEK_W08	Kolokwium zaliczeniowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 ÷ PEK_U02;	Sprawozdanie
F2	PEK_U03 ÷ PEK_U04;	Sprawozdanie
F3	PEK_U05 ÷ PEK_U06;	Sprawozdanie
P=(F1+F2+F3)/3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

1. Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski *Metody numeryczne*, WNT 1982, Warszawa
2. A. Gilat, *Matlab An Introduction with Applications*, JohnWiley & Sons 2006, INC.
3. D.Kincaid, W. Cheney, *Analiza numeryczna*”, WNT 2006, Warszawa

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

1. A. Ralston, *Wstęp do analizy numerycznej*, PWN 1965, Warszawa
2. B.Mrozek, Z. Mrozek, *MATLAB I Simulink, Poradnik użytkownika*, Helion 2004

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

prof. dr hab. inż. Henryk Kudela, henryk.kudela@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name in Polish	Modelowanie procesów spalania
Name in English	MODELLING OF COMBUSTION PROCESSES
Main field of study	Power engineering
Specialization	Computer Aided Mechanical and Power Engineering
Profile	academic
Level and form of studies	2nd level, full-time
Kind of subject	Optional/specialization
Subject code	W09ENG-SM0055W
Group of courses	No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in university (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	Examination		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge, skills and other competences in the range of: combustion, thermodynamics, fundamentals of fluid mechanics,

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 – The course provides an introduction to the subject of combustion process modeling, covering a broad range of topics important to the fields of energy conversion
 C2 – To familiarize students with the basic aspects and equations describing the thermodynamics and gas dynamics in combustion process
 C2 – To develop knowledge in basic mathematical description of processes occurring in combustion systems

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

As a result of the performed classes a student should:

- PEU_W01 – understand the physical and chemical aspects of combustion processes.
 PEU_W02 – understand chemical kinetics and chemistry of combustion. The role of elementary and global reactions. Reaction rate expressions.
 PEU_W03 – understand conversion formulas and thermochemical properties of the system. Heat of reaction and adiabatic flame temperature
 PEU_W04 – understand chemical equilibrium and composition calculation
 PEU_W05 – understand combustion modelling issues without transport. Idea reactor studies
 PEU_W06 – understand combustion modelling issues with transport. Reactive flow and transport

phenomena. Turbulent combustion modelling
 PEU_W07 – understand standard turbulent combustion models and their limitations which are implemented in commercial CFD software packages

relating to skills:

As a result of the performed classes a student should be able:

PEU_U01 – solve simple combustion problems by using the physical and chemical fundamentals of combustion processes

PEU_U02 – calculate the stoichiometry, adiabatic flame temperature and heat of combustion of a fuel and oxidizer mixture

PEU_U03 – use chemistry software to solve simple 0/1-d combustion problems such as perfectly stirred reactors

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Practical Applications of Combustion Modeling	2
Lec2	Chemical reactions	2
Lec3	Conversion Formulas. Thermochemical Properties	2
Lec4	Reaction Rate Expressions	2
Lec5	Complex Chemical Equilibrium. Compositions	2
Lec6	Heat of Reaction. Adiabatic Flame temperature.	2
Lec7	Differential equations of chemical reaction without transport	2
Lec8	The Continuously Stirred Tank Reactor	2
Lec9	Ignition, extinction and quenching of premixed flames	2
Lec10	Use chemistry software to solve simple 0 or 1-d combustion problems	2
Lec11	Introduction to reactive flow. Transport Equations.	2
Lec12	Laminar premixed and diffusion flames..	2
Lec13	Turbulent combustion modelling.	2
Lec14	Standard for modeling and simulating complex gas phase chemistry reactions	2
Lec15	Summary	2
	Total hours	30
Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab1	Calculation of thermochemical properties of gas using coefficients in NASA format	2
Lab2	Calculation of theoretical flame temperature.	2
Lab3	The standard heat of combustion of gases	2
Lab4	Calculation of equilibrium compositions	2
Lab5	Calculation of equilibrium compositions	2
Lab6	Adiabatic flame temperature	2
Lab7	Adiabatic flame temperature	2
Lab8	Application of the reaction ordinate variable in the analysis of equilibrium states	2
Lab9	Model PSR (mixture: (H ₂ -O ₂)) - use chemistry software	2
Lab10	Model PSR (mixture: (H ₂ -O ₂)) - use chemistry software	2
Lab11	Model PSR – evaluating NO emission - use chemistry software	2
Lab12	PSR - Sensitivity and flux analysis	2
Lab13	PSR - Sensitivity and flux analysis	2
Lab14	Modeling ignition gases - use chemistry software	2
Lab15	Modeling ignition gases - use chemistry software	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with the use of multi-media presentation.
 N2. Tutorials using dedicated software.

N3. Consultations.

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- lecture

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
C	PEK W01÷PEK W07	Exam

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT- laboratory

Evaluation (F- forming (during semester), C- concluding (at semester end)	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK U01 ÷ PEK U03	Final test
F2	PEK U01 ÷ PEK U03	Activity
C=0.8·F1+0.2·F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE :

- [1] „Gas phase combustion chemistry” - Gardiner 2000
- [2] Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic, J.M. Smith, H.C. Van Ness, M.M. Abbot, M.T. Swihart
- [3] Theoretical and numerical combustion, T.Poinsot, D.Veynante, 2005
- [4] An-Introduction-to-Computational-Fluid-Dynamics, H. Versteeg, 2007

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Norbert Modliński, norbert.modlinski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Modelowanie systemów HVAC
Name of subject in English: Modeling of HVAC systems
Main field of study (if applicable): Energetyka
Specialization (if applicable): Computer aided mechanical and power engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional/specialization
Subject code: W09ENG-SM0054
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	examination		crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1		1.5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Competence in thermodynamics and heat exchange
2. Basic knowledge of issues related to air conditioning and heating

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - To familiarize students with the basic elements of HVAC installations.
 C2 - To familiarize students with the principle of operation and operation of HVAC systems.
 C3 - To familiarize students with examples of real HVAC systems.
 C4 - To develop skills in performing simulations for simple and complex HVAC installations.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEU_W01 – Has knowledge of the various elements of the HVAC system.
 PEU_W02 – Has knowledge of the principles of operation and use of HVAC systems.

relating to skills:

- PEU_U01 – Student is able to present devices included in the HVAC installation.
 PEU_U02 – Student can choose the parameters of the HVAC installation.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction	2

Lec 2	Fundamentals of thermal comfort, psychrometrics, and thermodynamics	2
Lec 3	The load sub-system air-conditioning equipment	2
Lec 4	The heat and hot water production sub-system part 1	2
Lec 5	The heat and hot water production sub-system part 2	2
Lec 6	The cold production sub-system part 1	2
Lec 7	The cold production sub-system part 2	2
Lec 8	Thermal energy storage methods: sensible and latent	2
Lec 9	Seasonal thermal energy storage for heating and cooling capacity	2
Lec 10	Monitoring and control systems	2
Lec 11	Smart solar-assisted HVAC case study	2
Lec 12	System configuration: examples, operation and maintenance strategies	2
Lec 13	Performance figures: Energy-economic and environmental impact of HVAC systems	2
Lec 14	Polygeneration systems	2
Lec 15	Introduction to district heating and cooling systems	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction to the course.	2
Lab 2	The use of meteo data in the TRNSYS program.	2
Lab 3	Project of installation with water heater.	2
Lab 4	Installation with a heater - change of operating parameters.	2
Lab 5	The use of experiment planning techniques in plant simulations.	2
Lab 6	Design of domestic hot water system - part 1	2
Lab 7	Design of domestic hot water system - part 2	2
Lab 8	Installation with two storage tanks - part 1	2
Lab 9	Installation with two storage tanks - part 2	2
Lab 10	Project of installation with a rock bed storage.	2
Lab 11	Introduction to the TRNBuild module.	2
Lab 12	Modeling of a single-zone building - creation of geometry and material data.	2
Lab 13	Modeling of a one-zone building - HVAC system.	2
Lec 14	Data and results analysis possibilities in TRNSYS program.	2
Lec 15	Additional term	2
	Total hours	30
TEACHING TOOLS USED		
N1. Informative lecture using a multimedia presentation		
N2. Students' own work - preparation for passing		
N3. Consultations		
N4. The program for conducting simulations - TRNSYS v. 18.		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - Lecture

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01 - PEU_W02	Examination

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - Laboratory

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F	PEU_U01 - PEU_U02	Laboratory reports

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Wang SK, Handbook of air conditioning and refrigeration. 2nd ed. McGraw-Hil; 2011.
- [2] Cengel Y, Heat Transfer: a practical approach. 2nd ed. WCBMcGraw-Hill, United States of America; 1998.
- [3] Duffie JA and Beckman WA, Solar Engineering of thermal processes, 2nd ed. John Wiley and Sons.
- [4] Dincer I and Rosen MA, Thermal energy storage systems and applications, 2nd ed. John Wiley and Sons; 2011.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Applied Energy Journal
- [2] Renewable Energy Journal
- [3] Solar Energy Journal

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Magdalena Nems, PhD, [magdalena.nems@pwr.edu.pl](mailto:magdalenanems@pwr.edu.pl)

*delete if not necessary

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim Modelowanie matematyczne instalacji energetycznych

Nazwa przedmiotu w języku angielskim: **Mathematical Modeling of Energy Generation Installations**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Energetyka

Poziom i forma studiów: II stopień, stacjonarna

Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy

Kod przedmiotu W09ENG-SM0005W

Grupa kursów NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		60		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		90		
Forma zaliczenia	Egzamin		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		3		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5		2,25		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność tworzenia geometrii 3-D w programach inżynierskich.
2. Wiedza z zakresu wymiany ciepła i mechaniki płynów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – przekazanie wiedzy na temat metod symulacji zjawisk cieplno-przepływowych
- C2 – przekazanie wiedzy na temat sposobów optymalizacji systemów energetycznych
- C3 – wykształcenie umiejętności dobierania siatki numerycznej do określonej geometrii
- C4 – wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń numerycznych dla prostych i złożonych zjawisk przepływowo-ciepłnych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 – ma wiedzę na temat równań opisujących wymianę ciepła i ruch płynu

PEU_W02 – ma wiedzę dotyczącą zjawiska turbulencji i jej modeli

PEU_W03 – posiada wiedzę na temat metod numerycznego rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła

PEU_W04 – jest zaznajomiony z metodami numerycznego rozwiązywania zagadnień przepływowych ustalonych i nieustalonych

PEU_W05 – zna rodzaje warunków brzegowych oraz początkowych stosowanych w analizie zjawisk przepływowo-ciepłych

PEU_W06 – ma wiedzę o najczęściej występujących błędach w symulacjach CFD i ich wpływie na obliczenia

PEU_W07 – ma podstawową wiedzę na temat metody LES

PEU_W08 – zna metody optymalizacji systemów energetycznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 – potrafi generować geometrie i siatki numeryczne

PEU_U02 – ma umiejętność oceny wpływu zagęszczenia siatki na wyniki obliczeń

PEU_U03 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne ustalonych i nieustalonych procesów ciepło-przepływowych

PEU_U04 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne przepływu przez urządzenia energetyczne

PEU_U05 – posiada umiejętność analizowania wyników obliczeń i wyciągania właściwych wniosków

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do Numerycznej Mechaniki Płynów (Computational Fluid Dynamics (CFD)).	2
Wy2	Opis równań dotyczących wymiany ciepła i zjawisk przepływowych.	2
Wy3	Zjawisko turbulencji. Modele turbulencji.	2
Wy4	Metoda objętości skończonych dla ustalonego przewodnictwa cieplnego.	2
Wy5	Metoda objętości skończonych dla ustalonych zagadnień konwekcyjno-kondukcyjnych.	2
Wy6	Algorytmy do obliczania pól ciśnienia i prędkości w przepływach płynów.	2
Wy7	Iteracyjne metody rozwiązywania układów równań algebraicznych.	2
Wy8	Metoda objętości skończonych dla przepływów nieustalonych.	2
Wy9	Rodzaje warunków brzegowych i ich zastosowanie.	2
Wy10	Rodzaje błędów w symulacjach CFD i ich wpływ na obliczenia.	2
Wy11	Wprowadzenie do metody Large Eddy Simulation (LES).	2
Wy12	Zastosowanie i przykłady symulacji LES.	2
Wy13	Optymalizacja instalacji energetycznych – minimalizacja produkcji entropii.	2
Wy14	Optymalizacja instalacji energetycznych – analiza egzergetyczna.	2
Wy15	Optymalizacja systemów energetycznych z przykładami.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do kursu. Przedstawienie wykorzystywanych narzędzi. Model termodynamiczny instalacji energetycznej. Wstępna analiza pracy instalacji.	4
La2, La3	Przepływ przez rurę zaizolowaną. Obliczenia CHT, obliczenia strat liniowych i miejscowych ciśnienia, strat egzergetycznych. Wpływ siatki	8

	numerycznej i założeń symulacji na wyniki obliczeń i koszt obliczeniowy..	
La4	Prezentacja wyników obliczeń, obróbka danych i sporządzenie raportu. Tworzenie i wykorzystanie automatycznych skryptów do pracy z danymi.	4
La5, La6	Obliczenia CFD wymiennika ciepła. Generacja bazowej geometrii wymiennika i dyskretyzacja jej fragmentu. Obliczenia CFD i prezentacja wyników. Analiza strat egzergetycznych.	8
La7	Parametryzacja wymiarów wymiennika. Optymalizacja konstrukcji wymiennika względem produkcji entropii. Redakcja raportu.	4
La8, La9	Obliczenia CFD pompy czynnika roboczego. Generacja bazowej geometrii pompy. Dobór punktu pracy. Dyskretyzacja geometrii, obliczenia CFD i prezentacja wyników. CFX-turboGrid.	8
La10	Modyfikacje geometrii pompy. Obliczenia CFD w celu wyznaczenia optymalnego kształtu. Redakcja raportu.	4
La11	Obliczenia CFD nagrzewnicy/chłodnicy. Generacja geometrii i jej dyskretyzacja. Obliczenia numeryczne z uwzględnieniem promieniowania. Redakcja raportu.	4
La12, La13	Obliczenia CFD sprężarki/rozprężarki. Dobór maszyny i jej parametrów konstrukcyjnych. Tworzenie geometrii i jej dyskretyzacja. Obliczenia numeryczne i analiza wyników. Redakcja raportu.	8
La14, La15	Aktualizacja bilansu termodynamicznego obiegu energetycznego o dane pozyskane z analiz CFD. Obliczenia termoeconomiczne. Analiza możliwości modyfikacji układu. Raport końcowy.	8
	Suma godzin	60

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja multimedialna.
N2. Program do generowania geometrii oraz siatek numerycznych m.in. ANSYS Spaceclaim i ANSYS Meshing.
N3. Program do przeprowadzania symulacji m.in. ANSYS CFX
N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA- wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_W01- PEU_W08	egzamin

CENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr I
F2	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr II
F3	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr III
F4	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr IV
F5	PEU_U01, PEU_U03- PEU_U05	Sprawozdanie z projektu nr IV
F6	PEU_U05	Raport końcowy

P=0,1F1+0,15F2+0,15F3+0,15F4+0,15F5+0,3F6

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
- [2] Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
- [3] Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
- [4] Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej.
- [5] Kudela H., Matematyczne wprowadzenie do mechaniki płynów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
- [2] Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
- [3] Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Sławomir Pietrowicz, slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Technologie energetyczne nowej generacji
Name of subject in English: New generation energy technologies
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable):
Profile:
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code: W09ENG-SM0039W
Group of courses: No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				15
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				30
Form of crediting	crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	crediting with grade*
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2				1
including number of ECTS points for practical (P) classes					1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	1				0,75

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Competence in the field of thermodynamics, combustion process and fuels confirmed at the degree courses of study

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – Detailed familiarize students with the development trends of the latest technologies used in the power plant industry, and with some problems with their implementations

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

Relating to knowledge:

PEU_W01 knows the problems of the development trends and the most important developments related to the latest technologies used in the power industry, the development trends and problems in their implementation

Relating to skills:

PEK_U01 - can obtain information from literature, databases and other sources and make their critical assessment

PEK_U02 - can prepare and present a presentation devoted to a selected technical issue

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	Power plant cycles	2
Lec 2	Combined cycle plants	2
Lec 3	Supercritical power technology	2
Lec 4	High-efficiency power generation (HELE) Fluidized bed technology (FBT)	2
Lec 5	High-efficiency power generation (HELE) Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) power generation	2
Lec 6	Future plants designs - Oxyfuel combustion	2
Lec 7	Future plants designs - Chemical looping combustion	2
Lec 8	Hybrid power plant - Solar Energy Systems	2
Lec 9	Power generation from fuel using supercritical CO2 cycle (sCO2)	2
Lec 10	CO2 capture and use in power industry	2
Lec 11	Energy storage technologies	2
Lec 12	Hydrogen energy systems	2
Lec 13	Bio-energy	2
Lec 14	Integration of Renewable Energy Sources (RES) in Future Power Systems	2
Lec 15	Crediting with grade	2
	Total hours	30

Seminar		Number of hours
Sem 1- Sem8	Presentations of students on the subject of the specialization being studied	15
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED
N1. Information and problem lecture in the form of a multimedia presentation N2. Consultations N3. Thematic presentation, problem discussion. N4. Own work - preparation for passing.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT – lecture

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEK_W01	Crediting with grade

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT – seminar

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01 PEK_U02	Thematic presentation
F2	PEK_U01 PEK_U02	Discussion of the thematic problem under consideration
P = (F1+F2)/2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE**PRIMARY LITERATURE:**

- [1] Tadeusz J. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004
- [2] Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Firlit Red., Elektrownie ze źródłami odnawialnymi : zagadnienia wybrane, Kraków : Wydawnictwa AGH 2015
- [3] Alexander V. Dimitrov, Introduction to Energy Technologies for Efficient Power Generation, 1st Edition, CRC Press 2017
- [4] Paul Breeze, Power Generation Technologies, 3rd Edition, Newnes 2019
- [5] Jean-Claude Sabonnadière (Ed.), Renewable Energy Technologies, Wiley-ISTE 2010

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Wiesław Rybak, wieslaw.rybak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim:	Niskoemisyjne systemy spalania
Nazwa w języku angielskim:	Low emission combustion systems
Kierunek studiów:	Energetyka
Specjalność:	Nowoczesne technologie energetyczne
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0023
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30	30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	0,5		0,75	0,75	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, procesów spalania, kotłów energetycznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie z procesami tworzenia i redukcji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych w procesach spalania paliw i ich oddziaływaniem na organizmy żywe i środowisko,
- C2 – Zapoznanie się z technologiami redukcji zanieczyszczeń gazowych - przegląd metod redukcji zanieczyszczeń (NO_x, SO₂, CO, CO₂, sadza) w zastosowaniu do różnego typu palników oraz palenisk
- C3 – Wyrobienie umiejętności wykonywania prac pomiarowych w zakresie spalania niskoemisyjnego
- C4 – Wyrobienie przez studentów umiejętności projektowania palników i palenisk niskoemisyjnych do spalania paliw gazowych, ciekłych i stałych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy

PEK_W01 – student potrafi scharakteryzować główne zanieczyszczenia gazowe i stałe emitowane w procesach spalania paliw w różnych typach palenisk, opisać mechanizmy ich tworzenia i redukcji oraz ich wpływ na organizmy żywe i środowisko

PEK_W02 – student potrafi scharakteryzować główne metody i technologie redukcji zanieczyszczeń gazowych ze spalania różnych paliw w instalacjach energetycznych

PEK_W03 – student zna główne techniczne rozwiązania palników i palenisk niskoemisyjnych oraz zasady ich projektowania

Z zakresu umiejętności

PEK_U01 – student potrafi wykonać pomiary emisji gazowych i stałych zanieczyszczeń ze spalania w różnych konfiguracjach – zna techniki pomiarowe i potrafi wykonać przeliczenia emisji wyrażanych w różnych jednostkach w warunkach rzeczywistych na warunki standardowe

PEK_U02 – student potrafi określić efektywność metod redukcji emisji zanieczyszczeń gazowych z procesów spalania

PEK_U03 – student potrafi dobrać odpowiedni typ palnika do danych zastosowań i zaprojektować go.

PEK_U04 – potrafi dobrać i zaprojektować odpowiedni typ paleniska do danych zastosowań

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Emisja zanieczyszczeń w wyniku spalania paliw ciekłych, gazowych i stałych i ich wpływ na środowisko i człowieka. Warunki powstawania: CO, NO _x , SO ₂ , N ₂ O, sadzy, popiołu, HCl, F, furanów i dioksyn, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.	1
Wy2	Mechanizm tworzenia się smogu fotochemicznego oraz kwaśnych deszczy. Udział poszczególnych składników spalin i źródeł ich emisji w efekcie cieplarnianym i destrukcji ozonu w troposferze.	2
Wy3-4	Mechanizmy tworzenia się tlenków azotu oraz obniżania ich emisji z procesów spalania (technologie stopniowania powietrza i palników niskoemisyjnych i ich realizacja techniczna na przykładzie rzeczywistych kotłów energetycznych). Parametry kontrolujące redukcję emisji tlenków azotu z kotłów energetycznych dla różnych układów komór paleniskowych oraz rodzaju paliwa.	4
Wy5-6	Palniki niskoemisyjne – budowa, zasada działania, podstawy konstrukcyjne palników dla różnych paliw (palniki gazowe, pyłowe i na paliwa ciekłe).	4
Wy7	Inne techniki redukcji emisji zanieczyszczeń gazowych z instalacji energetycznych i układów napędowych - metoda stopniowania paliwa, recyrkulacja spalin, metody katalityczne, metody odsiarczania spalin, metody ograniczania emisji CO ₂ (parametry kontrolujące skuteczność redukcji oraz ich dobór w skali technicznej).	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - LABORATORIUM

Forma zajęć - LABORATORIUM		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne, zapoznanie się z programem i stanowiskami. Szkolenie BHP	1
La2	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw gazowych. Ocena możliwości obniżenia emisji NO _x w zależności od nadmiaru powietrza i stopniowania powietrza	2
La3	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw ciekłych. Ocena możliwości obniżenia emisji zanieczyszczeń w zależności od warunków spalania (nadmiaru powietrza, stopniowania powietrza i recyrkulacji spalin).	2
La4	Badania emisji zanieczyszczeń podczas spalania paliw stałych. Ocena możliwości obniżenia emisji NO _x poprzez ograniczanie nadmiaru powietrza i stopniowanie powietrza	2

La5	Redukcja emisji NOx metodą reburningu	2
La6	Spalanie katalityczne	2
La7	Odsiarczanie spalin ze spalania paliw stałych	2
La8	Ocena sprawozdań i zaliczenie kursu	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - PROJEKT		Liczba godzin
Pr1	Sprawy organizacyjne. Założenia do projektów	1
Pr2	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr3	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr4	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr5	Projekt palnika niskoemisyjnego	2
Pr6	Projekt paleniska niskoemisyjnego	2
Pr7	Projekt paleniska niskoemisyjnego	2
Pr8	Ocena projektów	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład: wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Laboratorium: badania eksperymentalne na stanowiskach laboratoryjnych, praca własna – sprawozdania z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych, krótkie sprawdziany pisemne
N3. Projekt: praca własna – wykonanie projektów
N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium zaliczające wykład
P	PEK_U01-PEK_U02	Kartkówki sprawdzające przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, aktywność na zajęciach oraz sprawozdania sporządzone na podstawie wykonanych pomiarów.
p	PEK_U03-PEK_U04	Ocena poszczególnych projektów

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. Wilk, Podstawy niskoemisyjnego spalania, PAN, Katowice, 2000
- [2] Niskoemisyjne techniki spalania w energetyce, Praca pod redakcją W.Kordylewskiego, Wyd. PWr, Wrocław, 2000
- [3] P. Orłowski, W. Dobrzański, Kotły parowe, WNT, Warszawa, 1979

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] S. Kruczek, Urządzenia Kotłowe, Wyd. PWr, 2005
- [2] J. Jarosiński, Techniki czystego spalania, WNT, Warszawa, 1996

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Tomasz Hardy, tomasz.hardy@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Nowoczesne tendencje zarządzania
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Modern tendencies in management
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	ogólnouczelniany
Kod przedmiotu:	W08W09-SM0138W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
brak

CELE PRZEDMIOTU

- C1: Przekazanie studentom wiedzy o istocie, cechach i kierunkach rozwoju zarządzania oraz o wyzwaniach stojących przed współczesnym zarządzaniem.
- C2: Zapoznanie studentów z wybranymi koncepcjami i metodami uchodzącymi za przydatne w zarządzaniu współczesnym przedsiębiorstwem. Przedstawienie przesłanek i barier wdrażania tych metod, ich podstawowych założeń i komponentów oraz zalet i wad.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Student:

PEK_W01: Posiada podstawową wiedzę o procesach zarządzania: wyjaśnia istotę i przedmiot zarządzania, identyfikuje podstawowe problemy zarządzania. Posiada wiedzę o cechach i kierunkach rozwoju współczesnego zarządzania.

PEK_W02: Zna wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (m.in. TQM, CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, zarządzanie zmianą, zarządzanie projektami, zarządzanie czasem, BSC). Rozpoznaje i rozumie ich istotę, cele, przesłanki i bariery wdrażania, ich podstawowe założenia i komponenty oraz zalety i wady.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-2	Wprowadzenie: istota i przedmiot zarządzania, rozwój wiedzy o zarządzaniu przedsiębiorstwem.	4
Wy3-4	Wyzwania dla współczesnego zarządzania (globalizacja i zmiany otoczenia przedsiębiorstw, idea zrównoważonego rozwoju). Cechy i kierunki rozwoju współczesnego zarządzania (orientacja na klienta, podejście procesowe, sieciowe współdziałanie przedsiębiorstw itd.).	4
Wy5-11	Wybrane współczesne koncepcje i metody zarządzania (CSR, outsourcing, controlling, benchmarking, CRM, lean management, BPR, zarządzanie procesowe, zarządzanie wiedzą, JIT, organizacja wirtualna i organizacja ucząca się, TQM, zarządzanie wartością przedsiębiorstwa, BSC itd.) - istota, cele, przesłanki i bariery wdrażania, podstawowe założenia i komponenty oraz zalety i wady. Wybór metod i koncepcji zarządzania w kontekście ich komplementrności i substytucyjności.	14
Wy12-13	Wartości istotne dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględniane w procesie zarządzania (zarządzanie kulturową różnorodnością, zarządzanie małymi przedsiębiorstwami, zarządzanie firmą rodzinną, zarządzanie systemami informacyjnymi, zarządzanie komunikowaniem się w organizacji, zarządzanie czasem, etyka biznesu). Przedsiębiorstwo przyszłości.	4
Wy14	Kolokwium zaliczeniowe	2
Wy15	Podsumowanie zajęć. Kolokwium poprawkowe	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).
 N2. Materiały wykładowe (synteza) dostępne w formie elektronicznej.
 N3. Case study

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

F1	PEK_W01 – PEK_W03	Kolokwium pisemne
P=100% F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Brilman J.: Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania, Polskie Wyd. Ekonomiczne, Warszawa 2002.
- [2] *Współczesne metody zarządzania w teorii i praktyce*, pod red. M. Hopeja i Z. Krala, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2011.
- [3] Zimniewicz K., *Współczesne koncepcje i metody zarządzania*, PWE, Warszawa 2009.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] Bielski M.: *Podstawy teorii organizacji i zarządzania*, C. H. Beck, Warszawa 2004.
- [5] Drucker P.F., *Praktyka zarządzania*, Wyd. Nowoczesność, Warszawa 1994.
- [6] *Podstawy nauki o przedsiębiorstwie*, red. J. Lichtarski, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 2007.
- [7] *Zarządzanie. Teoria i praktyka*, pod red. A.K. Koźmińskiego i W. Piotrowskiego, PWN, Warszawa 1995.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Anna Zablocka-Kluczka, dr inż., anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl

FACULTY MECHANICAL AND POWR ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish Metody numeryczne
Name of subject in English Numerical methods
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code ESN120036
Group of courses NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical classes (P)			1,5		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		1,5		

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Knowledge and skills acquired at Mathematical Calculus, Algebra with Geometry and Physics

SUBJECT OBJECTIVES

C1 Presentation of knowledge on the use of tools and techniques of numerical methods to analyse and solve engineering problems.
 C2 Developing the ability to solve engineering problems with the use of specialized MATLAB software. Visualization and interpretation of the obtained numerical results.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Student knows the basic properties of interpolation methods, spline functions and mean square approximation

PEU_W02 Student knows the methods of numerical integration and finding zeros of functions

relating to skills:

PEU_U01 Student can use the basic properties of interpolation methods, spline functions and mean square approximation to solve simple engineering problems.

PEU_U02 Student is able to use numerical integration methods and numerical techniques of finding zeros of functions to solve simple engineering problems

PEU_U03 Student interprets the results obtained from numerical calculations

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Introduction to floating point calculations. Basic elements of the syntax of a programming language in MATLAB.	2
Lec 2	Example of coding in MATLAB – algebra operations, matrices, conditional loops	2
Lec 3	Example of coding in MATLAB – structure of functions and scripts.	2
Lec 4	Example of coding in MATLAB – graphical procedures, input and output procedures.	2
Lec 5	Basic properties of interpolation methods. Graphical interpretation. Polynomial interpolation. Vandermonde method.	2
Lec 6	Lagrange interpolation method, Newton interpolation method	2
Lec 7	Interpolation error. Runge's oscillation phenomenon at the extremities of the interpolation interval.	2
Lec 8	Properties of spline functions. Third degree natural spline function. Graphical interpretation.	2
Lec 9	The mean square norm. Mean square approximation. Techniques of reducing selected functions to the forms used in the mean square approximation.	2
Lec 10	Solving nonlinear scalar algebraic equations. Methods: bisection, regula falsi. Graphical interpretation of the discussed methods.	2
Lec 11	Fixed point method. Graphical interpretation.	2
Lec 12	Newton method. Secant method. Graphical interpretation.	2
Lec 13	Numerical integration. The method of rectangles and trapezoids.	2
Lec 14	Simpson's method and more advanced integral methods. Order of these methods.	2
Lec 15	Written test.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Introduction to floating point calculations. Basic elements of the syntax of a programming language in MATLAB	2
Lab 2	Example of coding in MATLAB – algebra operations, matrices, conditional loops	2
Lab 3	Example of coding in MATLAB – structure of functions and scripts	2
Lab 4	Example of coding in MATLAB – graphical procedures, input and output procedures.	2
Lab 5	Written test from MTLAB programming language.	2
Lab 6	Basic properties of interpolation methods. Graphical interpretation. Polynomial interpolation. Vandermonde method.	2
Lab 7	Lagrange interpolation method, Newton interpolation method.	2
Lab 8	Interpolation error. Runge's oscillation phenomenon at the extremities of the interpolation interval.	2
Lab 9	Properties of spline functions. Third degree natural spline function. Graphical interpretation.	2
Lab 10	The mean square norm. Mean square approximation. Techniques of reducing selected functions to the forms used in the mean square approximation.	2

Lab 11	Solving nonlinear scalar algebraic equations. Methods: bisection, regula falsi. Graphical interpretation of the discussed methods.	2
Lab 12	Fixed point method. Graphical interpretation.	2
Lab 13	Newton method. Secant method. Graphical interpretation.	2
Lab 14	Numerical integration. The method of rectangles and trapezoids.	2
Lab 15	Simpson's method and more advanced integral methods. Order of these methods	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with a use of slides with presentation of MATLAB examples
N2. Laboratories – computational exercises
N3. Laboratories – individual problem solving using MATLAB / Octave
N4. Consultation
N5. Self-reliant work – individual studies and preparation of partial reports

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
C	PEK_W01 - PEK_W02	Written test
F1	PEK_U01	Report
F2	PEK_U02	Report
F3	PEK_U03	Report
$P=(F1+F2+F3)/3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] D. Kincaid, W. Cheney, Numerical Analysis. Mathematics of Scientific Computing”, Wadsworth, 2002
[2] G. Dahlquist, A. Bjorck, Numerical Methods in Scientific Computing .vol. I, SIAM, 2008
[3] A. Quarteroni, F. Saleri, Scieintific Computin with Matlab and Octave, Springer , 2006
[4] D. J. Higham, N. J. Higham : Matlab Guide,SIAM, 2005

SECONDARY LITERATURE:

- [1] J. Kiusalaas , *Numerical Methods in Engineering with Matlab*, Cambridge, 2005.
[2] .J. H. Mathews, K. D. Fink, *Numerical Methods Using Matlab*,Prentice Hall, 1999
[3] G.W. Recktenwald, *Numerical methods with MATLAB - implementations and applications*, Prentice Hall Inc. 2000, New Jerse

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Prof. dr hab. inż. Henryk Kudela, henryk.kudela@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Obiekty chłodnicze
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Refrigeration facilities
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0018W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kompetencje w zakresie obiegów termodynamicznych odwracalnych i nieodwracalnych.
2. Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy.
3. Znajomość projektowania instalacji chłodniczych sprężarkowych i absorpcyjnych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie z pojęciem łańcucha chłodniczego, procesów cieplnych mających miejsce w przechowalnictwie
- C2 – Zapoznanie modelami matematycznymi realizacji procesów chłodzenia oraz zamrażania i rozmrażania żywności.
- C3 – Przedstawienie obiektów chłodniczych wraz z ich specyfiką budowy

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Posiada wiedzę z zakresu odpowiedniego zastosowania technologii chłodniczej dla różnych produktów.

PEK_W02 – Zna zasady realizacji łańcucha chłodniczego oraz specyfikę poszczególnych obiektów chłodniczych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcie łańcucha chłodniczego. Przedstawienie podstawowych procesów mających miejsce w przechowywaniu żywności. Wpływ niskich temperatur na tkanki i komórki.	2
Wy2	Procesy chłodzenia oraz charakterystyka najważniejszych procesów towarzyszących. Powietrze jako środowisko chłodzące	2
Wy3	Teoria zamrażania żywności. Zamrażanie żywności technikami owiewowymi.	2
Wy4	Zamrażanie żywności technikami owiewowymi - fluidyzacja.	2
Wy5	Model matematyczny. Zamrażanie kontaktowe i w cieczach kriogenicznych.	2
Wy6	Procesy chłodnicze w przetwórstwie mleka	2
Wy7	Procesy chłodnicze w przetwórstwie mięsa	2
Wy8	Procesy chłodnicze w przetwórstwie browarnictwie	2
Wy9	Chłodnie i mroźnie składowe. Chłodnictwo w centrach logistycznych, komory przechowalnicze wolnostojące.	2
Wy10	Morski transport chłodniczy. Chłodnie i mroźnie na statkach. Dalekomorskie kontenery chłodnicze.	2
Wy11	Chłodniczy transport kolejowy. Chłodniczy transport kołowy	2
Wy12	Chłodnictwo komercyjne, supermarkety,	2
Wy13	Meble chłodnicze: szafy chłodnicze, lady, regały chłodnicze i mroźnicze	2
Wy14	Chłodnictwo w domowym AGD	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów

N2. Konsultacje

N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W02	kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Rex Miller, Mark R. Miller, Air conditioning and refrigeration McGraw-Hill Professional Publishing, 2006
- [2] Handbook: refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning ASHRAE 2006
- [3] Recknagel, Sprenger, Schramek Ogrzewnictwo, klimatyzacja, ciepła woda, chłodnictwo Omni Scala 2008 wydanie 3

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] K.E. Herold, R. Rademacher, S.A. Klein, Absorption Chillers and Heat Pumps, CRC Press LLC, 1996
- [2] G. Alefeld, R. Rademacher, Heat Conversion Systems, CRC Press, 1994

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Stefan Reszewski stefan.reszewski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Pasywne systemy przekazywania energii
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Passive energy transfer systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, Ciepłownictwo i Klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny, specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0013
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli (BU)	0,5		0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kompetencje w zakresie podstaw termodynamiki, przekazywania ciepła i masy, oraz mechaniki płynów potwierdzone pozytywnymi ocenami w indeksie.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z zasadami działania i budową pasywnych systemów przekazywania energii.
C2 – Zapoznanie studentów z obsługą i oceną pracy pasywnych systemów przekazywania energii.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – posiada wiedzę z zakresu projektowania i oceny działania pasywnych systemów energetycznych

PEK_W02 – zna klasyfikację pasywnych systemów energetycznych oraz zakres i reguły ich stosowania

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi przeanalizować eksperymentalnie działanie pasywnego systemu energetycznego.

PEK_U02 – potrafi wyznaczyć charakterystykę cieplną termosyfonu i rury ciepła

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zajęć. Zasady zaliczenia. Rozwój historyczny.	2
Wy2	Teoria wymiany ciepła i przepływów w termosyfonach i rurach ciepła.	2
Wy3	Elementy składowe i materiały wykorzystywane w termosyfonach i rurach ciepła.	2
Wy4	Projektowanie, produkcja i testowanie termosyfonów i rur ciepła.	2
Wy5	Specjalne rodzaje rur ciepła.	2
Wy6	Zastosowanie termosyfonów i rur ciepła.	2
Wy7	Chłodzenie elementów układów elektronicznych za pomocą rur ciepła.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Badanie efektywności termosyfonu dla czynnika pierwszego.	2
La2	Wpływ strumienia przepływu medium grzejnego na wydajność termosyfonu.	2
La3	Wpływ strumienia przepływu medium chłodzącego na wydajność termosyfonu.	2
La4	Charakterystyki temperaturowe termosyfonu.	2
La5	Wpływ położenia na parametry wymiany ciepła w termosyfonie.	2
La6	Badanie chłodzenia elementu elektronicznego za pomocą rury ciepła.	2
La7	Porównanie przewodzenia ciepła w wybranych materiałach stałych oraz rurze ciepła	2
La8	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen.	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów

N2. Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania

N3. Konsultacje

N4. Praca własna – przygotowanie do laboratoriów

N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
--	--------------------------	---

P	PEK_W01÷PEK_W02	kolokwium zaliczeniowe
---	-----------------	------------------------

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01÷PEK_U02	odpowiedzi ustne,
F2	PEK_U01÷PEK_U02	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P = 1/5F1+4/5F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Reay D., Kew P., Heat pipes – Theory, Design and Applications
- [2] B. Zohuri, Heat Pipe Design and Technology. A practical approach, CRC Press, 2011.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] S. M. Ghiaasiaan, Two-Phase Flow, Boiling and Condensation in Conventional and Miniature Systems, Cambridge University Press, Georgia Institute of Technology, 2007.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Bartosz Zajączkowski, bartosz.zajaczkowski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Fizyka zagadnienia wybrane
Name of subject in English: Physics – selected issues.
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code: W09ENG-SM0035W
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1				

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Competence in mathematics and physics confirmed by positive grades in physics and mathematics at the first level of study

SUBJECT OBJECTIVES

C1 To familiarize students with the basic quantum phenomena and tools of quantum physics and preparation for professional use of quantum phenomena in energy power and cryogenics

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 has structured and theoretically grounded detailed knowledge of basic quantum phenomena, tools used in quantum physics, and connections between quantum physics, power engineering and cryogenics

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction	2
Lec 2	The idea of modern physics	2
Lec 3	Wave function - meaning and application	2

Lec 4	Observables - meaning and application	2
Lec 5	Energy – Hamiltonian	2
Lec 6	Momentum & angular momentum - operators	2
Lec 7	Measurements in quantum physics & Heisenberg Principle	2
Lec 8	Wave and particle duality – applications	2
Lec 9	Thermal phenomena - black body - the concept of photon	2
Lec 10	Hydrogenlike atom – eigenvalue problem	2
Lec 11	Magnetic phenomena _ Zeeman & Stern-Gerlach effects	2
Lec 12	Superconductivity	2
LEC 13	Superfluidity	2
Lec 14	Quantum diagnostics & Summary	2
Lec 15	Control work	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. The lecture of the information and problem character, multimedia presentation combined with traditional form

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01	Kolokwium pisemno-ustne
P=F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] [Wichman E.H., Quantum Physics”, any edition
- [2] Matthews P.T., „Introduction to Quantum Mechanics”, any edition,
- [3] Richtmyer F.K., Kennard E.H., Lauritsen T., “Introduction to Modern Physics”, any edition

SECONDARY LITERATURE:

- [1] L.D.Landau, E.M.Lifszyc, „Quantum mechanics”, any edition
- [2] R.P.Feynman, R.B.Leighton, M.Sands, „ The Feynmann Lecture of Fphysics”, any edition

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr hab. inż. Dorota Nowak-Woźny, prof. uczelni; dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Fizyczne podstawy energetyki odnawialnej
Name of subject in English: **Physics of renewable energy**
Main field of study (if applicable): **Power Engineering**
Specialization (if applicable): **Renewable sources of energy**
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional
Subject code: W09ENG-SM0041W
Group of courses: YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	15
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	30
Form of crediting	examination			crediting with grade	crediting with grade
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2			1	1
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	1
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1			0.75	0.75

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Competence in mathematics and physics confirmed by positive grades in physics and mathematics at the first level of study

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - Detailed familiarization of students with the phenomena and physical processes used in energetics from renewable sources, taking into account new achievements and development trends
- C2 - Developing skills to effectively acquire, critically evaluate and use information, including energy sources, for using in practice
- C3 - Preparing students for the implementation of project tasks, including the use of current achievements related to physics and material engineering
- C4 - To develop skills in public presentations of the results of literature studies and project work

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 - has structured and theoretically founded detailed knowledge related to issues in the field of physical phenomena and processes used in renewable energy as well as the most important new achievements and development trends in the field of energy from renewable sources

relating to skills:

PEU_U01 - can obtain information from literature, databases and other sources; make a critical assessment of them, on this basis can design a simple energy system based on renewable energy sources, taking into account the initial economic analysis and is able to draw conclusions and formulate and comprehensively justify opinions as well as prepare a report

PEU_U02 - can prepare the presentation on the topic of renewable energy, lead the discussion and evaluate its course

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Preface, course organization, requirements.	2
Lec 2	Introduction: basic problems associated with the energy production systems; the model of the greenhouse effect	2
Lec 3	Characteristics of solar radiation as an energy source: solar emission spectrum, interaction with the atmosphere, clear sky model - calculations of insolation, Liu-Jordan correlation - calculations at different climatic conditions, solar systems.	2
Lec 4	Characteristics of solar radiation as an energy source: solar emission spectrum, interaction with the atmosphere, clear sky model - calculations of insolation, Liu-Jordan correlation - calculations at different climatic conditions, solar systems - continuation	2
Lec 5	Direct conversion of the solar radiation to the electricity: photoelectric effect, PV systems and their operating conditions, PV technology	2
Lec 6	Direct conversion of the solar radiation to the electricity: photoelectric effect, PV systems and their operating conditions, PV technology - continuation	2
Lec 7	Direct conversion of the solar radiation to the electricity: photoelectric effect, PV systems and their operating conditions, PV technology - continuation	2
Lec 8	Direct conversion of the IR solar radiation to the electricity: thermoelectric effect, thermoelectric generator and heat pump.	2
Lec 9	Direct conversion of the IR solar radiation to the electricity: thermoelectric effect, thermoelectric generator and heat pump - continuation	2
Lec 10	Thermionic effect and its applications. AMTEC & fuel-cells.	2
Lec 11	Thermionic effect and its applications. AMTEC & fuel-cells – continuation. Thermoacoustics, thermoacoustic generator, heat pump and refrigerator.	2
Lec 12	Thermoacoustics, thermoacoustic generator, heat pump and refrigerator-continuation.	2
Lec 13	Waves and tidal – physics and characteristics from the energy source point of view	2
Lec 14	Wind energy. Nuclear fusion.	2
Lec 15	The supplement or the summary according to student suggestions	2
	Total hours	30
Project		Number of hours
Proj 1	Introduction	1

Proj 2 - Proj 4	The establishing of the project assumptions and the project's tasks related to project implementation - localization, selection of the energy sources, selection of the energy system.	3
Proj 5 - Proj 12	The project's calculations: power obtained from the selected source of energy depending on localization and climate conditions - analysis of obtained results	8
Proj 13 - Proj 15	Students present their design solutions at the whole group forum - summary, discussion and evaluation	3
	Total hours	15
Seminar		Number of hours
Sem 1	Introduction	1
Sem 2 - Sem 14	The student's reports on renewable energy with particular emphasis on the physics of the phenomena and technical solutions discussed, as well as development trends - discussion and assessment of the speech.	13
Sem 15	Summary	1
	Total hours	15
TEACHING TOOLS USED		
<p>N1. Lecture: information and problem lecture, multimedia presentation combined with traditional form, N2. Seminar: multimedia or traditional presentation, N3. Seminar: discussion N4. Project: own work, N5. Project: consultation N6. Project: multimedia / traditional presentation of work stages N7. Project: discussion of the results obtained N8. Project: final report.</p>		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01	Exam
P=F1		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Report & presentation
F1	PEK_U01	
P=F1		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Presentation & discussion

F1	PEK_U02	
PeF1		
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] [1] Gilbert M. Masters, „<i>Renewable and efficient electric power systems</i>”, WILEY-INTERSCIENCE, 2004</p> <p>[2] Sorensen B., „<i>Renewable energy:</i>”, San Diego Academic Press,2000</p> <p>[3] Aden B. Meinel, Marjorie P. Meinel, „<i>Applied solar energy, An Introduction</i>“, Addison-Wesley Publishing Company,1997</p> <p>[4] Aldo Viera da Rosa, „<i>Fundamentals of Renewable Energy Processes</i>”, Elsevier Academic Press, 2005</p>		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<p>[1] Gipe P., “Wind energy for the rest of us”, any edition</p> <p>[2] Boxwell M., Solar Electricity Handbook, any edition</p> <p>[3] “<i>Some aspects of renewable energy</i>”, scientific editors: D.Nowak-Woźny, M.Mazur, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2011</p>		
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)		
Dr hab. Inż. Dorota Nowak-Woźny; dorota.nowak-wozny@pwr.edu.pl		

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Pomiary zanieczyszczeń pyłowych i gazowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Measurement of particulate and gaseous pollutants
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0027
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów, technik oczyszczania spalin oraz miernictwa i systemów pomiarowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą w zakresie pomiarów i kontroli emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych pochodzenia przemysłowego w kontekście dotrzymania obowiązujących przepisów.

C2 – Wyrobienie umiejętności oceny jakościowej i analizy ilościowej parametrów zanieczyszczonych gazów oraz interpretacji uzyskanych danych.

C3 – Wyrobienie umiejętności doboru metod oraz aparatury do ciągłych i okresowych pomiarów stężenia zanieczyszczeń gazów odlotowych ze źródeł przemysłowych.

C4 – Zaznajomienie studentów z systemami monitoringu składników spalin pracujących w zakładach przemysłowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – potrafi scharakteryzować podstawowe własności termodynamiczne i skład gazów odlotowych z wybranych procesów technologicznych,

PEK_W02 – ma uporządkowaną wiedzę w zakresie pomiarów i kontroli emisji podstawowych zanieczyszczeń pyłowych i gazowych powstających w różnych procesach przemysłowych,

PEK_W03 – zna metody oraz aparaturę do pomiarów stężenia zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w gazach odlotowych,

PEK_W04 – ma wiedzę niezbędną do właściwego doboru aparatury pomiarowej w systemach monitoringu zanieczyszczonych gazów odlotowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi wskazać i wyznaczyć wybrane własności pyłów istotne dla skuteczności działania odpylaczy,

PEK_U02 – potrafi zaplanować i wykonać pomiar stężenia pyłu metodą grawimetryczną oraz niezbędne pomiary cząstkowe w celu wyznaczenia strumienia masy pyłu,

PEK_U03 – potrafi opracować i przeanalizować wyniki pomiaru stężenia pyłu wykonany przy użyciu wybranych rodzajów pyłomierzy w tym pyłu zawieszonego oraz PM10 i PM2,5,

PEK_U04 – potrafi wykonać pomiary podstawowych zanieczyszczeń gazowych powstających w procesach spalania oraz określić wilgotność gazu,

PEK_U05 – potrafi wykonać pomiary wybranych zanieczyszczeń gazowych różnymi metodami oraz opracować i przeanalizować wyniki uzyskanych pomiarów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Pojęcia podstawowe stosowane w technice pomiarów zanieczyszczeń, własności fizyko-chemiczne pyłu istotne dla procesu odpylania.	2
Wy2	Pomiar stężenia i strumienia masy pyłów: metoda grawimetryczna (referencyjna), metody pomiarów ciągłych.	2
Wy3	Nowoczesne rozwiązania pyłomierzy stosowanych w warunkach przemysłowych.	2
Wy4	Charakterystyka spalin z wybranych procesów technologicznych (kotły energetyczne, spalarnie odpadów).	2
Wy5	Metody pomiaru wybranych składników i zanieczyszczeń gazowych występujących w gazach odlotowych.	2
Wy6	Nowoczesne rozwiązania analizatorów stosowanych w warunkach przemysłowych i laboratoryjnych.	2
Wy7	Systemy monitoringu gazów odlotowych.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do laboratorium (zagadnienia organizacyjne, BHP), obowiązująca nomenklatura, jednostki, przeliczenia	2
La2	Wybrane właściwości pyłów, analiza składu ziarnowego pyłów (analizy manualne i automatyczne) i interpretacja uzyskanych wyników,	2
La3	Pomiary wilgotności gazów.	2

La4	Pomiary podstawowych składników spalin z wykorzystaniem przenośnego analizatora gazów (wyznaczenie emisji zanieczyszczeń, wyznaczenie gęstości spalin i przeliczenia uzyskanych wartości na różne warunki odniesienia).	2
La5	Pomiary podstawowych wielkości w układach pomiarowych i w warunkach obiektowych, przeliczenia stężeń i strumieni objętości w emitorze.	2
La6, 7	Pomiary ekstrakcyjne na przykładzie pomiaru grawimetrycznego (planowanie pomiaru, prezentacja przemysłowych pyłomierzy grawimetrycznych, opracowanie i interpretacja wyników pomiaru stężenia i strumienia masy pyłu).	4
La8	Zagadnienia pomiaru pyłów PM10 i PM2,5 z wykorzystaniem impaktora kaskadowego i miernika optycznego.	2
La9	Pomiary „in situ”, wzorcowanie pyłomierza optycznego do ciągłego pomiaru wraz z opracowaniem charakterystyki kalibracyjnej.	2
La10	Ocena dotrzymania standardów emisyjnych na podstawie wyników pomiarów podstawowych zanieczyszczeń spalin.	2
La11	Pomiary lotnych związków organicznych.	2
La12	Pomiar metodą ekstrakcyjno-analityczną (pomiar stężenia rtęci, węglowodorów).	2
La13	Porównanie dokładności pomiaru stężenia dwutlenku siarki w symulowanych gazach spalinowych wykonanych analizatorem spalin z celami elektrochemicznymi i metodą ekstrakcyjno-analityczną	2
La14	Wyznaczenia stężeń emisyjnych zanieczyszczeń na podstawie obliczeń bilansowych.	2
La15	Termin dodatkowy, zaliczenie laboratorium.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
 N2. Zajęcia laboratoryjne podgrupach lub indywidualnie z wykorzystaniem materiałów pomocniczych (instrukcje, materiały wskazane podczas wykładu)
 N3. Praca własna studenta – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego z wykładu
 N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych i opracowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych
 N5. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W04	Kolokwium zaliczeniowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1-F13	PEK_U01-PEK_U05	Oceny formujące wystawiane za ćwiczenie laboratoryjne

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Teisseyre M., *Pyłomierze przemysłowe*. Pomiary i aparatura. FOPA, Warszawa 1995.
- [2] Kuroпка J. *Oczyszczanie gazów. Laboratorium*, Ofic. Wyd. PWr, Wrocław 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] PN-Z-04030-7:1994 „*Ochrona czystości powietrza – Badania zawartości pyłu – Pomiar stężenia i strumienia masy pyłu w gazach odlotowych metodą grawimetryczną*”
- [2] PN-ISO 10396:2001 „*Emisja ze źródeł stacjonarnych. Pobieranie próbek do automatycznego pomiaru stężenia składników gazowych*”
- [3] Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia i innych danych oraz terminów i sposobów ich prezentacji (Dz.U. Nr 215 poz.1366 z dnia 04 grudnia 2008 r.).
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 marca 2018 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz. U. 2018, poz. 680).
- [5] Staszewski R., *Kontrola chemicznych zanieczyszczeń środowiska*, Skrypt Politechnika Gdańska, Gdańsk 1990.
- [6] Juda J., Chrósciel S., *Ochrona powietrza atmosferycznego*, Wyd. Pol. Warszawskiej, Warszawa 1980

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

ARKADIUSZ, ŚWIERCZOK, arkadiusz.swierczok@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Pompy ciepła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Heat pumps
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0016
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2			1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			0,75	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kompetencje w zakresie obiegów termodynamicznych odwracalnych i nieodwracalnych.
2. Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy..

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z termodynamicznymi podstawami funkcjonowania pomp ciepła.
 C2 Zapoznanie z parametrami technicznymi i użytkowymi niskotemperaturowych źródeł ciepła naturalnego i odpadowego
 C3 Wyrobienie umiejętności obliczania podstawowych parametrów termodynamicznych, cieplnych i konstrukcyjnych pomp ciepła

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada wiedzę z zakresu możliwości wykorzystania niskotemperaturowych źródeł ciepła naturalnego i odpadowego

PEK_W02. Zna zasady realizacji i doboru parametrów pomp ciepła.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi obliczyć i zaprojektować obieg termodynamiczny pompy ciepła

PEK_U02 Potrafi dobrać i zaprojektować urządzenia do realizacji obiegu pompy ciepła

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rys historyczny, zastosowanie, argumenty za i przeciw stosowaniu pomp ciepła. Uzupełniające pojęcia i definicje. Pierwsze rozwiązania i konstrukcje. Sposoby podziału i klasyfikacji, ogólna charakterystyka grup.	2
Wy2	Typy, nazewnictwo. Termodynamiczne podstawy działania pomp ciepła. Sposoby realizacji.	2
Wy3	Obieg idealny, porównawczy, rzeczywisty pomp ciepła. Metody tworzenia i obliczeń. Parametry charakterystyczne	2
Wy4	Efektywność, sprawność, współczynnik efektywności grzejnej pompy ciepła – sprężarkowej i absorpcyjnej. Metody poprawy efektywności.	2
Wy5	Dolne źródła ciepła. Naturalne, sztuczne – ciepło odpadowe. Charakterystyka, parametry, koherentność.	2
Wy6	Grunt jako dolne źródło ciepła. Poziome, pionowe i spiralne wymienniki ciepła. Współczynniki wnikania ciepła. Warunki geologiczne. Uwarunkowania techniczne i eksploatacyjne.	2
Wy7	Woda – źródła termalne, powierzchniowe, gruntowe, głębinowe jako źródła ciepła. Metody i sposoby wykorzystania. Parametry cieplne i eksploatacyjne.	2
Wy8	Promieniowanie słoneczne jako dolne źródło ciepła. Charakterystyka. Kolektory cieplne. Sposoby projektowania instalacji dolnych źródeł ciepła wykorzystujących promieniowanie słoneczne.	2
Wy9	Ocena przydatności źródeł ciepła niskotemperaturowych w warunkach krajowych. Czynniki obiegowe stosowane w sprężarkowych i absorpcyjnych pompach ciepła. Cechy szczególne, własności, klasyfikacja, możliwości zastosowania.	2
Wy10	Sprężarkowa pompy ciepła z obiegiem gazowym. Charakterystyka, efektywność, wykorzystanie w systemach klimatyzacyjnych.	2
Wy11	Sorpcyjne pompy ciepła: absorpcyjne, desorpcyjne, transformatory ciepła. Obiegi roztworu, współczynnik wydajności grzejnej, stosowane roztwory obiegowe, pary sorbent – sorbat. Wykorzystanie energii słonecznej do napędu desorpcyjnych pomp ciepła.	2
Wy12	Termoelektryczne pompy ciepła. Budowa, zasada działania efektywność, zastosowanie.	2
Wy13	Pompa ciepła w systemie ogrzewania i przygotowania CWU. Akumulacja ciepła i akumulatory ciepła. Charakterystyka, stosowane czynniki.	2
Wy14	Światowe trendy obserwowane w dziedzinie pomp ciepła. Sposoby	2

	realizacji zaspakajania potrzeb energetycznych za pomocą pomp ciepła w kontekście zmian klimatycznych.	
Wy15	Sprawdzenie wiedzy.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Przekazanie zadań projektowych studentom	2
Pr2	Ustalanie podstawowych temperatur pracy pompy ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr3	Interpretacja obiegu lewobieżnego na wykresie logp – h dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr4	Wybór ziębnika do realizacji obiegu pompy ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr5	Projektowanie wymienników ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr6	Projektowanie wymienników ciepła dla poszczególnych zadań projektowych	2
Pr7	Projektowanie systemu pompy ciepła dla poszczególnych wymienników ciepła	2
Pr8	Zaliczenie na podstawie przedstawionych projektów	1
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów
 N2. Zajęcia projektowe – dyskusja rozwiązań projektowych
 N3. Konsultacje
 N4. Praca własna – przygotowanie do zajęć projektowych
 N5. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01-PEK_W02	Kolokwium
P2	PEK_U01-PEK_U02	Ocena projektu wykonanego przez studenta

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Brodowicz K., Dyakowski T.: Pompy Ciepła, PWN, Warszawa 1990 [2] Rubik M.: Pompy ciepła – poradnik, Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w Budownictwie, Warszawa 1999 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] Zalewski W.: Pompy ciepła – podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań, Politechnika Krakowska, Skrypt, Kraków 1995
<u>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</u> Bogusław Białko, boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Zarządzanie projektami w energetyce

Name of subject in English: Project management at energy sector

Main field of study (if applicable):

Specialization (if applicable):

Profile: academic

Level and form of studies: 2nd level, full-time

Kind of subject: optional

Subject code W08W09-SM0112W

Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	75				
Form of crediting	Crediting with grade*				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1,5				

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

No prerequisites

SUBJECT OBJECTIVES

C1: Provide students with knowledge about project management

C2: Providing students with knowledge about the implementation of projects in the energy sector

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

Relating to knowledge:

PEU_W01 Has knowledge of projects, knows the basic components of the project and knows how to manage them.

PEU_W02 Knows and understands the basic conditions related to the implementation of projects in the energy sector....

Relating to social competences:

PEU_K01 He is ready to think and act in a project team.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Organizational classes. Presentation of the objectives and scope of the course and the conditions for passing. Introduction to project management	2
Lec 2	Project - definition, types, components, methodology.	2
Lec 3	Planning, preparation and organization of the project.	2
Lec 4	The realization of the project. Time, budget and project team management.	2
Lec 5	Threats in the project implementation process. Types and sources of risk.	2
Lec 6	Preparation of a project offer in the energy sector. Action tactics. Relations among: investor - contractor – competition.	4
Lec 7	Case studies I. Repairs of electrostatic precipitators filters in large power plants and combined heat plants in Poland. Case reports, photographic documentation, reflections and conclusions.	4
Lec 8	Case studies II. Repairs of gas block turbines in the European Union and in the Persian Gulf countries. Case reports, photographic documentation, reflections and conclusions.	4
Lec 9	Case studies III. Installation for CO2 capture in a large industrial plant.	2
Lec 10	Case studies IV. RES investments in the implementation of the "zero emission" program for large industrial companies.	2
Lec 11	Summary lecture. Scenarios for the development of the energy sector in Poland - at the base of implemented investment projects.	2
Lec 12	Final test	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1. Presentation of knowledge in the form of direct transmission (lecture) - audiovisual means (slides, computer projector).
N2. Lecture materials available in electronic form.
N3. Case studies.
N4. Test.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Active participation in classes - participation in discussions
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Test

P = 04 F1 + 06F2

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

[1] P. J. Fielding., *Zarządzanie projektami. Realizuj zadania w terminie nie przekraczając budżetu*, Wyd. Lingea 2021

SECONDARY LITERATURE:

[1] E. M. Goldratt, *Cel I. Doskonałość w produkcji*. Wyd. Mintbooks 2008

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr inż. Adam Świda. Adam.swida@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**Nazwa przedmiotu w języku polskim **Przedsiębiorczość Strategiczna**Nazwa przedmiotu w języku angielskim **Strategic Entrepreneurship**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy):

Specjalność (jeśli dotyczy):

Poziom i forma studiów:

2 stopień / stacjonarne

Rodzaj przedmiotu:

wybieralny

Kod przedmiotu:

W08W09-SM0141W

Grupa kursów

NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- 1.
- 2.
- 3.

CELE PRZEDMIOTU

C1 Pogłębienie wiedzy w zakresie przedsiębiorczości w organizacji innowacyjnej

C2 Poznanie instrumentów (strategii, modeli, metod) rozwijających, wspierających i oceniających przedsiębiorczość innowacyjnej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01

- student ma szczegółową wiedzę z zakresu technik eksploracji danych, analizy i klasyfikacji danych, projektowania analizatorów biznesu, systemów analitycznych
- ma szczegółową wiedzę z zakresu analizy systemowej i inżynierii systemów oraz projektowania inżynierskiego

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01

- student zna typowe zasady, metodyki i technologie inżynierskie przydatne do analizowania, modelowania i projektowania oraz wdrażania systemów i procesów zarządzania, posiada wiedzę w zakresie właściwości i schematu postępowania w analizie systemowej, identyfikuje miary i metody oceny skuteczności i efektywności funkcjonowania systemów oraz metody optymalizacji wyboru wariantów projektowanych rozwiązań (ze szczególnym uwzględnieniem przedsiębiorstwa jako systemu) zna wybrane metody analizy systemowej i inżynierii systemów (w tym w odniesieniu do analizy i doskonalenia przedsiębiorstwa jako systemu), ma wiedzę na temat istniejących systemów, metod i narzędzi do przestrzennego modelowania środowiska pracy zgodnie z zasadami ergonomii

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01

- student potrafi w współdziałać i pracować w grupowych i zespołowych formach organizacji pracy (przyjmując w nich różne role). Potrafi organizować pracę małych zespołów i nimi kierować.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do przedsiębiorczości i innowacyjności	2
Wy2	Pojęcie i rodzaje przedsiębiorczości	2
Wy3	Ekonomiczno-społeczne determinanty rozwoju przedsiębiorczości i innowacyjności	2
Wy4	Techniczno-technologiczne determinanty rozwoju przedsiębiorczości i innowacyjnej	2
Wy5	Przedsiębiorcza organizacja – modele i koncepcje	2
Wy6	Przedsiębiorcza pracownik, przedsiębiorczy zespół, przedsiębiorcza jednostka organizacyjna	2
Wy7	Zasoby materialne i niematerialne w organizacji przedsiębiorczej	2
Wy8	Procesy podstawowe i wspierające w organizacji przedsiębiorczej	2
Wy9	Produkty i wartości organizacji przedsiębiorczej	2
Wy10	Środowisko organizacji przedsiębiorczej	2
Wy11	Przedsiębiorczość akademicka	2
Wy12	Przedsiębiorczość korporacyjna	2
Wy13	Przedsiębiorczość społeczna	2
Wy14	Przedsiębiorczość w praktyce biznesowej - prezentacje	2
Wy15	Podsumowanie zajęć	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacje, podręczniki, biografie innowatorów, materiały dydaktyczne publikowane na ePortalu,
N2. case study, quiz, ankieta i wywiad w organizacji,
N3. praca w grupach zakończona prezentacją wyników

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	Praca semestralna (projekt) wykonana przez studentów
F2	PEK_W01 PEK_U01 PEK_K01	Prezentacja pracy semestralnej (projektu) wykonanego przez studentów
P=F1, P=F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Introduction to Creativity and Innovation for Engineers, Pearson, 2017
[2] G. Gierszewska, B. Olszewska, J. Skonieczny, Zarządzanie strategiczne dla inżynierów, PWE, Warszawa 2012.
[3] A. Dereń, J. Skonieczny, Zarządzanie twórczością organizacyjną, Wydawnictwo Difin, Warszawa 2016.
[4] J. Skonieczny, Twórczość jako fundament strategii organizacji, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2019.
[5] J. Skonieczny (red.) Kształtowanie zachowań innowacyjnych, przedsiębiorczych i twórczych w edukacji inżyniera, Wydawnictwo Indygo Zahir Media, Wrocław, 2011

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] P. Drucker, Natchnienie i fart czyli innowacja i przedsiębiorczość, Wydawnictwo Studia Emka, Warszawa 2004.
[2] E. Catmull, Kreatywność S.A. MT Biznes, Warszawa 2014.
[3] P. Thiel, Zero to one, Notatki o start-upach, czyli jak budować przyszłość, MT Biznes, Warszawa 2015
[4] W. Isaacson, Steve Jobs, Wydawnictwo Insignis, 2011
[5] L. Kahney, Jony Ive, genius, który zaprojektował najsłynniejsze produkty Apple, Insignis, 2014.
[7] W. Isaacson, Innowatorzy, Wyd. Insignis 2014.
[8] Ph. Knight, Sztuka zwycięstwa, Rebis, Poznań 2017.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Jan Skonieczny jan.skonieczny@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim	Psychologia komunikacji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Psychology of communication
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka / Mechanika i budowa maszyn energ.
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/ogólnouczelniany
Kod przedmiotu
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

brak

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy dotyczącej psychologii komunikacji i relacji międzyludzkich, w tym autoprezentacji i wystąpień publicznych.
- C2. Zdobycie umiejętności prezentowania siebie, swoich poglądów i swoich osiągnięć.
- C3. Rozwijanie i utrwalanie kompetencji społecznych, w tym kompetencji do pracy w grupie (pełniąc w niej różne role i przyjmując różne perspektywy), skutecznej rozmowy oraz argumentacji na rzecz własnego stanowiska.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Po zaliczeniu przedmiotu student

W ZAKRESIE WIEDZY

PEU_W01 - zna terminologię nauk humanistycznych dotyczącą zjawisk psychologii społecznej, ze szczególnym uwzględnieniem kategorii komunikacji, autoprezentacji i wywierania wpływu;

W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI

PEU_U01 - potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z wykorzystaniem różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy

PEU_U02 - posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych dotyczących zagadnień szczegółowych, z wykorzystaniem podstawowych ujęć teoretycznych, a także różnych źródeł

W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

PEU_K01 - potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

PEU_K02 - student potrafi myśleć krytycznie i argumentować swoje stanowisko dzięki czemu może odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Psychologia relacji międzyludzkich. Komunikacja. Wprowadzenie i warunki zaliczenia.	1
Wy2	Wpływ społeczny.	2
Wy3	Manipulacje i nakłanianie do działania.	2
Wy4	Komunikacja w grupie.	2
Wy5	Konflikt.	2
Wy6	Wystąpienia publiczne.	2
Wy7	Stres.	2
Wy8	Praktyczne wnioski dla praktyki zawodowej.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład konwersatoryjny wspomagany materiałami audiowizualnymi
N2. Praca w grupach
N3. Burza mózgów

N4. Praca indywidualna studentów
N5. Dyskusja panelowa
N6. Prezentacja

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Kolokwium
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Prezentacja
F3	PEU_K01 PEU_K02	Praca na zajęciach

$P = (F1+F3 \text{ lub } F2+F3)/2$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Wojciszke B., *Człowiek wśród ludzi. Zarys psychologii społecznej*, Wydawnictwo Naukowe „Scholar”, Warszawa 2002.
- [2] McKay, M., Davies, M., Fanning, P., *Sztuka skutecznego porozumiewania się*, GWP 2021
- [3] Morreale, Spitzberg, Barge, *Komunikacja między ludźmi. Motywacja, wiedza, umiejętności*, PWN 2015

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Cialdini R., *Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka*, GWP, Gdańsk 1994.
- [2] Rosenberg, M., *Porozumienie bez przemocy*, Czarna Owca, 2016
- [3] Matthew McKey, Patrick Fanning, Avigail Lev, Michelle Skeen, *Relacje na huśtawce*, GWP, Sopot 2018
- [4] John Teasdale, Mark Williams, Zindel Segal, *Praktyka uważności*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016
- [5] Rick Hanson, Forrest Hanson, *Rezyliencja*, GWP, Sopot 2019
- [10] Steven Hayes, Spencer Smith, *W pułapce myśli*, GWP, Sopot 2019

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr Katarzyna Zahorodna, katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl
Anna Kaczmarek, a.kaczmarek@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish **Psychologia komunikacji**
Name of subject in English **Psychology of communication**
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional / university-wide
Subject code
Group of courses NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	30				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical classes (P)					
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1				

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. relating to knowledge - none
2. relating to skills – none
3. relating to social competences - none

SUBJECT OBJECTIVES**SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**

relating to knowledge:

PEU_W01 - knows the terminology of the humanities regarding the phenomena of social psychology, with particular emphasis on the categories of communication, self-presentation and exerting influence

relating to skills:

PEU_U01 - can search, analyze, evaluate, select and integrate information using various sources and formulate critical judgments on this basis

PEU_U02 - has the ability to prepare oral presentations on specific issues, using basic theoretical approaches, as well as various sources

relating to social competences:

PEU_K01 - can cooperate and work in a group, assuming various roles in it
 PEU_K02 - the student is able to think critically and argue his position, thanks to which he can properly define the priorities for the implementation of the tasks set by himself or others

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	Psychology of interpersonal relations. Communication. Introduction and crediting conditions.	1
Lec 2	Social influence.	2
Lec 3	Manipulation and nudge.	2
Lec 4	Communication in teams.	2
Lec 5	Conflicts.	2
Lec 6	Stress.	2
Lec 7	Public speaking.	2
Lec 8	Practical conclusions for professional practice.	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Conversational lecture supported by audiovisual materials
- N2. work in groups
- N3. Brainstorm
- N4. Individual work of students
- N5. Panel discussion
- N6. The presentation

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K02	Final test or a written assignment
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Presentation
F3	PEU_K01 PEU_K02	Activity during classes

$P = (F1+F3 \text{ or } F2+F3)/2$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Wojciszke B., *Człowiek wśród ludzi. Zarys psychologii społecznej*, Wydawnictwo Naukowe „Scholar”, Warszawa 2002.
- [2] McKay, M., Davies, M., Fanning, P., *Sztuka skutecznego porozumiewania się*, GWP 2021
- [3] Morreale, Spitzberg, Barge, *Komunikacja między ludźmi. Motywacja, wiedza, umiejętności*, PWN 2015

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Cialdini R., *Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka*, GWP, Gdańsk 1994.
- [2] Akerlof, Shiller, *Złowić frajera*, PTE, Warszawa 2021.
- [3] Thaler, Sunstein, *Impuls*, Zysk i S-ka, Poznań 2017.
- [4] Rosenberg, M., *Porozumienie bez przemocy*, Czarna Owca, 2016
- [5] Matthew McKey, Patrick Fanning, Avigail Lev, Michelle Skeen, *Relacje na huśtawce*, GWP, Sopot 2018
- [6] John Teasdale, Mark Williams, Zindel Segal, *Praktyka uważności*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2016
- [7] Rick Hanson, Forrest Hanson, *Rezyliencja*, GWP, Sopot 2019

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

dr Katarzyna Zahorodna (katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl)
Anna Kaczmarek, a.kaczmarek@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Czynniki i łańcuch chłodniczy
Name of subject in English:	Refrigerants, coolants, and cold chain
Main field of study (if applicable):	POWER ENGINEERING
Specialization (if applicable):	Refrigeration and Cryogenics
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time
Kind of subject:	optional
Subject code:	W09ENG-SM0073
Group of courses:	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				
Number of hours of total student workload (CNPS)	60				
Form of crediting	crediting with grade				
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes	0				
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1				

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Fundamental knowledge of thermodynamics and fluid mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – Familiarize students with fundamental knowledge on refrigerants and coolants, including history of their development, classification, physical and chemical properties and application in different types of refrigeration systems.

C2 – Familiarize students with properties, behavior, and application of different types of refrigerants (natural, synthetic and mixtures), as well as with safety requirements (including flammability and toxicity) and also with ecological requirements and expectations related to refrigerants.

C3 – Familiarize students with the basic knowledge about refrigeration technologies used in the cold chain.

C4 – Familiarize students with the mathematical model for cooling and freezing processes.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 – Student is able to define and classify refrigerants and coolants and characterize their most important physical and chemical properties. Student possess general knowledge of ecological aspects related to refrigerants usage and is aware of the most important international regulations in this area.

PEK_W02 – Can define synthetic, natural and zeotropic refrigerants, describe their most important properties and understand methodology of their numeration. He/she knows refrigerant safety categories of refrigerant application.

PEK_W03 – Student is able to choose the right refrigeration technology depending on the individual requirements of the stored goods

PEK_W04 – Student is able to calculate the needed cooling capacity depending of the individual requirements of the stored goods or processes.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction to the lecture. The scope, rules of crediting and grading, literature. Basic definitions and classifications.	2
Lec 2	Ecological aspects of refrigerant application.	2
Lec 3	Legal aspects of refrigerant application.	2
Lec 4	Synthetic refrigerants. Zeotropic and azeotropic mixtures. R-numbering system.	2
Lec 5	Natural refrigerants.	2
Lec 6	Safety of refrigerant usage. Recovery, recycling, reclaim, disposal.	2
Lec 7	Selection of refrigerants for various applications.	2
Lec 8	Basic thermal processes and their effect on organic materials.	2
Lec 9	Cold chain and legal regulations regarding its continuity.	2
Lec 10	Cooling and storage of products.	2
Lec 11	Preparation of air for the individual needs of cooled goods and the basics of cooling theory. Heat balance of the cooling process.	2
Lec 12	Food freezing - mathematical model.	2
Lec 13	Freezing food by air and fluidization techniques. Heat balance of the freezing process.	2
Lec 14	Contact freezing and cryogenic freezing techniques.	2
Lec 15	Final test.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture with presentation.
 N2. Self-study – reading of supplementary materials.
 N3. Self-study – study and preparation for the final test.
 N4. Office hours.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEK_W01÷PEK_W04	Assessment takes the form of a written test containing questions based on the entire range of the lecture.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] 2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals (SI Edition), © 2017 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [2] 2014 ASHRAE Handbook - Refrigeration (SI Edition), © 2014 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [3] Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006 Text with EEA relevance
- [4] Calm J.M., The next generation of refrigerants – Historical review, considerations, and outlook., International Journal of Refrigeration, Volume 31, Issue 7, November 2008, 1123-1133
- [5] Stoecker, W.F. and Jones, J.W. 1982. Refrigeration and Air Conditioning, NY, USA. McGraw Hill.
- [6] Mallett, C.P. 1993. Frozen Food Technology. Chapman and Hall, London, UK

SECONDARY LITERATURE:

- [1] ISO 817:2014 Refrigerants — Designation and safety classification
- [2] EN 378-1: Refrigerating systems and heat pumps - Safety and environmental requirements - Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Bartosz Zajaczkowski, bartosz.zajaczkowski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Wybrane zagadnienia procesów ciepłno-przepływowych
Name of subject in English: Selected problems of thermal-flow processes
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable):
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code: W09ENG-SM0037
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30		
Form of crediting	crediting with grade		crediting with grade		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		1		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		0.75		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Ability to create 3D geometry in engineering programs.
2. Knowledge of heat transfer and fluid mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - transfer of knowledge about methods of simulation of thermal-flow phenomena
- C2 - transfer of knowledge on modeling methods for selected thermal and flow processes
- C3 - developing skills in selecting appropriate models of multiphase flows
- C4 - developing skills in performing numerical calculations for models with the implemented radiation model and FSI

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEK_W01 - has knowledge of equations describing heat transfer and fluid movement
- PEK_W02 – has a view on the phenomenon of turbulence and its models
- PEK_W03 - has knowledge of methods of numerical solving of heat exchange issues
- PEK_W04 - be familiar with the methods of numerical solution of inverse problems
- PEK_W05 - has knowledge of multiphase processes such as condensation and evaporation
- PEK_W06 - can model radiation-related processes
- PEK_W07 - has a basic knowledge of the FSI method
- PEK_W08 – has knowledge of process analysis at high factor speeds

relating to skills:

- PEK_U01 - can generate geometries and numerical grids
- PEK_U02 - has the ability to choose the appropriate flow model in multiphase flows
- PEK_U03 - can perform numerical calculations of steady and transient heat conduction
- PEK_U04 - can perform numerical calculations of mixing substances in mixers
- PEK_U05 - can model processes with speeds for which the Mach number is greater than 1

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Body heating with low thermal conductivity. Transient heat transfer in flat plate, cylinder and ball.	2
Lec 2	Unsteady heat transfer in a semi-infinite body. Heat conduction at transient boundary conditions	2
Lec 3	Numerical methods for solving heat conduction problems.	2
Lec 4	Methods for solving inverse problems.	2
Lec 5	Heat transfer in a volume filled with radiating gas.	2
Lec 6	Numerical methods for solving radiation heat transfer.	2
Lec 7	Multiphase flows - general information.	2
Lec 8	Modeling of discrete phase flows. Free surface flow.	2
Lec 9	Condensing heat transfer.	2
Lec 10	Boiling heat transfer.	2
Lec 11	Mass transfer modeling methods.	2
Lec 12	Numerical methods for solving mixing problems.	2
Lec 13	Impact of flow and mechanical structures - FSI.	2
Lec 14	Heat transfer during flows at high speeds	2
Lec 15	Final test.	2
	Total hours	30

aboratory		Number of hours
Lab 1	Organizational issues	1
Lab 2	Transient heat transfer.	2
Lab 3	Modeling of heat transfer by radiation.	2
Lab 4	Modeling of multiphase flows.	2
Lab 5	Modeling of condensation / boiling processes.	2
Lab 6	Modeling of flow containing solid particles.	2
Lab 7	Modeling of the mixing process in a mixer.	2
Lab 8	Modeling of turbine blade flow.	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED
N1. Multimedia presentation. N2. A program for generating geometry and numerical grids, among others ANSYS ICEM or SpaceClaim Geometry. N3. The program for conducting simulations, among others CFD ANSYS CFX. N4. Consultations

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - Lecture

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEK_W01- PEK_W08	Final test

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - Laboratory

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01- PEK_U03	Report from Lab 2
F2	PEK_U01- PEK_U03	Report from Lab 3
F3	PEK_U01- PEK_U04	Report from Lab 4
F4	PEK_U01- PEK_U04	Report from Lab 5
F5	PEK_U01- PEK_U04	Report from Lab 6
F6	PEK_U01- PEK_U04	Report from Lab 7
F7	PEK_U01- PEK_U04	Report from Lab 8
$C=0,1F1+0,2F2+0,2F3+0,2F4+0,1F5+0,1F6+0,1F7$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u> [1] Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980. [2] Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007. [3] Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
<u>SECONDARY LITERATURE:</u> [1] Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997. [2] Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007. [3] Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)
Sławomir Pietrowicz, slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe magisterskie
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy)	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09ENG-SM0020S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,5

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Zaliczenie wszystkich przedmiotów objętych planem studiów w semestrach poprzedzających semestr dyplomowy (kursowi „seminarium dyplomowe” towarzyszy kurs „praca dyplomowa”).

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Doskonalenie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych koncepcji i rozwiązań oraz przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać je innym osobom
- C2 – Doskonalenie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadniać zaproponowane rozwiązania lub pomysły
- C3 – Doskonalenie umiejętności pisania dzieła na określony temat, prezentującego własne osiągnięcia na tle znanych istniejących rozwiązań
- C4 – Kształtowanie przekonania o potrzebie permanentnego rozwoju własnej osobowości we wszystkich jej aspektach
- C5 – Wyrabianie poczucia sumienności i odpowiedzialności za podjęte zobowiązania, zarówno wobec siebie jak i innych osób

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - Student potrafi pozyskiwać, interpretować i wykorzystywać informacje z różnych źródeł niezbędne do wykonania określonego zadania o charakterze eksperymentalnym, projektowym lub studialno-analitycznym

PEU_U02 - Student potrafi przygotować spójne opracowanie lub prezentację na temat prowadzonych prac, zawierającą wyniki zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych lub eksploatacyjnych

PEU_U03 - Student potrafi rzeczowo uzasadniać podczas dyskusji celowość swoich oryginalnych pomysłów i rozwiązań oraz krytycznie oceniać rozwiązania techniczne zaproponowane przez inne osoby

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych, jest świadomy społecznych skutków działalności inżynierskiej

PEU_K02 – Student potrafi współpracować i właściwie zachowywać się w grupie, aktywnie uczestniczyć w dyskusjach na tematy zawodowe z zachowaniem kultury wypowiedzi i poszanowania odmiennych poglądów innych uczestników dyskusji

PEU_K03 – Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi zdefiniować priorytety decydujące o powodzeniu w realizacji zaplanowanego zadania

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie wymagań merytorycznych, struktury i zakresów poszczególnych rodzajów prac dyplomowych inżynierskich. Omówienie zaleceń edytorskich do opracowania pracy dyplomowej. Zapoznanie z zasadami uczestnictwa w konkursach na najlepszą pracę dyplomową. Przedstawienie ogólnych zasad przebiegu egzaminu dyplomowego. Ustalenie harmonogramu indywidualnych prezentacji studenckich.	2
Se2- Se7	Prezentacje indywidualne studentów dotyczące aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz zaproponowanie kierunku poszukiwań własnych rozwiązań. Dyskusje w grupie seminaryjnej na tematy przedstawione w prezentacjach.	12
Se8- Se13	Prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	12
Se14	Niezrealizowane z przyczyn losowych prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	2
Se15	Zaliczenie seminarium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja problemowa

N3. Praca własna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Średnia ocena za poziom merytoryczny i terminowość wykonanych prezentacji, umiejętność uzasadnienia celowości zaproponowanych rozwiązań oraz merytoryczne odnośnienie się do propozycji innych uczestników seminarium
F2	PEU_K01, PEU_K02 PEU_K03	Średnia ocena za przejawy rozumienia potrzeby doskonalenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych oraz roli inżyniera we współczesnym społeczeństwie, za kulturę wypowiedzi, umiejętność współpracy i zachowania się w grupie, aktywność w dyskusji, za kreatywność i przedsiębiorczość.
$P=(2 \cdot F1 + F2) / 3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

- Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dziekan Wydziału

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	Seminarium dyplomowe magisterskie
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy)	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09ENG-SM0031S
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					30
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)					60
Forma zaliczenia					zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS					2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)					1,5

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Zaliczenie wszystkich przedmiotów objętych planem studiów w semestrach poprzedzających semestr dyplomowy (kursowi „seminarium dyplomowe” towarzyszy kurs „praca dyplomowa”).

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Doskonalenie umiejętności poszukiwania selektywnej wiedzy niezbędnej do tworzenia własnych oryginalnych koncepcji i rozwiązań oraz przygotowania prezentacji pozwalającej w sposób komunikatywny przekazać je innym osobom
- C2 – Doskonalenie umiejętności kreatywnej dyskusji, w której w sposób rzeczowy i merytoryczny można uzasadniać zaproponowane rozwiązania lub pomysły
- C3 – Doskonalenie umiejętności pisania dzieła na określony temat, prezentującego własne osiągnięcia na tle znanych istniejących rozwiązań
- C4 – Kształtowanie przekonania o potrzebie permanentnego rozwoju własnej osobowości we wszystkich jej aspektach
- C5 – Wyrabianie poczucia sumienia i odpowiedzialności za podjęte zobowiązania, zarówno

wobec siebie jak i innych osób

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - Student potrafi pozyskiwać, interpretować i wykorzystywać informacje z różnych źródeł niezbędne do wykonania określonego zadania o charakterze eksperymentalnym, projektowym lub studialno-analitycznym

PEU_U02 - Student potrafi przygotować spójne opracowanie lub prezentację na temat prowadzonych prac, zawierającą wyniki zaproponowanych rozwiązań konstrukcyjnych, technologicznych lub eksploatacyjnych

PEU_U03 - Student potrafi rzeczowo uzasadniać podczas dyskusji celowość swoich oryginalnych pomysłów i rozwiązań oraz krytycznie oceniać rozwiązania techniczne zaproponowane przez inne osoby

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 – Student rozumie potrzebę podnoszenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych, jest świadomy społecznych skutków działalności inżynierskiej

PEU_K02 – Student potrafi współpracować i właściwie zachowywać się w grupie, aktywnie uczestniczyć w dyskusjach na tematy zawodowe z zachowaniem kultury wypowiedzi i poszanowania odmiennych poglądów innych uczestników dyskusji

PEU_K03 – Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy, potrafi zdefiniować priorytety decydujące o powodzeniu w realizacji zaplanowanego zadania

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Omówienie wymagań merytorycznych, struktury i zakresów poszczególnych rodzajów prac dyplomowych inżynierskich. Omówienie zaleceń edytorskich do opracowania pracy dyplomowej. Zapoznanie z zasadami uczestnictwa w konkursach na najlepszą pracę dyplomową. Przedstawienie ogólnych zasad przebiegu egzaminu dyplomowego. Ustalenie harmonogramu indywidualnych prezentacji studenckich.	2
Se2- Se7	Prezentacje indywidualne studentów dotyczące aktualnego stanu wiedzy związanego z problematyką realizowanej pracy dyplomowej oraz zaproponowanie kierunku poszukiwań własnych rozwiązań. Dyskusje w grupie seminaryjnej na tematy przedstawione w prezentacjach.	12
Se8- Se13	Prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	12
Se14	Niezrealizowane z przyczyn losowych prezentacje indywidualne dotyczące realizowanej pracy dyplomowej z uwypukleniem własnego oryginalnego dorobku wraz z dyskusją w grupie seminaryjnej.	2
Se15	Zaliczenie seminarium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna

N2. Dyskusja problemowa

N3. Praca własna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
--	--------------------------	---

koniec semestru)		
F1	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Średnia ocena za poziom merytoryczny i terminowość wykonanych prezentacji, umiejętność uzasadnienia celowości zaproponowanych rozwiązań oraz merytoryczne odnośnienie się do propozycji innych uczestników seminarium
F2	PEU_K01, PEU_K02 PEU_K03	Średnia ocena za przejawy rozumienia potrzeby doskonalenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych oraz roli inżyniera we współczesnym społeczeństwie, za kulturę wypowiedzi, umiejętność współpracy i zachowania się w grupie, aktywność w dyskusji, za kreatywność i przedsiębiorczość.
$P=(2 \cdot F1+F2)/3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

1. Literatura związana z problematyką pracy dyplomowej

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dziekan Wydziału

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**SUBJECT CARD****Name in Polish** **SOCJOLOGIA ORGANIZACJI I PRZYWÓDZTWA****Name in English** **SOCIOLOGY OF ORGANIZATION AND LEADERSHIP****Main field of study (if applicable):** **Energetyka (POWER ENGINEERING)****Specialization (if applicable):****Level and form of studies:** **2nd level, stationary****Kind of subject:** **university-wide****Subject code** **W08W09-SM1221W****Group of courses** **NO**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15				
Number of hours of total student workload (CNPS)	50				
Form of crediting	crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2				
including number of ECTS points for practical (P) classes					
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1				

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Basic knowledge from the area of Humanities and Social Sciences area

SUBJECT OBJECTIVES

C1 The student acquires basic knowledge of the functioning of the social organizations.

C2 The student acquires basic skills with a range of social organizations.

C3. The student acquires basic competences in directing social organization.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**relating to knowledge:**

PEK_W08 - The student possesses fundamental knowledge necessary to understand social, economic, legal and others non-technical conditions of engineering activities

relating to skills:

PEK_U01- The student is able to use databases internet resources and other sources to look up

general information as well as regarding widely concerned civil engineering, is able to apply information technologies in order to communicate and also is able to obtain software supporting the designer work and also the person organizing and administering building processes

PEK_U02–The ability to communicate in English or another foreign language at B2 level including knowledge of technical language elements in the area of civil engineering

relating to social competences:

PEK_K02– The student is able to work independently and cooperate in a team on an assigned task; is responsible for his own safety at work as well as his team.

PEK_K03– The student is aware of the necessity of engineering and team activity beyond the engineering activities

PROGRAMME CONTENT		
Lectures		Number of hours
Le 1	Introduction to Sociology of Organizations	1
Le 2	Classic models of organization	2
Le 3	The behavioral approach to interpersonal relationships within an organization	1
Le 4	Theories of modern organizations	2
Le 5	Organization in market economy conditions of the 21 st century	2
Le 6	The structure of the organization as a result of the power game	1
Le 7	The roles and functions of managerial skills	2
Le 8	Decision-making processes – time management	1
Le 9	Management styles	2
Le 10	Summary	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED		
N1. Multimedia presentation		
N2. Informational lecture		
N3. Interactive lecture		

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_HUM W08	Written work
F2	PEK_HUM U01	Activity

	PEK_HUM U02 PEK_HUM K02 PEK_HUM K03	
P		Written work
PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE		
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Giddens A., (2009) <i>Sociology</i>, Polity Press, Cambridge. 2. Godwyn, M., Gittel J. H. (red), (2011) <i>Sociology of Organizations</i>, Sage Publishing, Los Angeles. 3. Dorrenbacher, C., Geppert, M., (2017) <i>Multinational corporations and organization theory: an introduction to post-millennium perspectives</i>, "Research in the Sociology of Organizations", vol. 49, p. 3-42. 4. Koźmiński, A., (2008) <i>Zarządzanie od podstaw</i>, Wydawnictwo Akademickie i Profesjonalne, Warszawa. 		
<u>SECONDARY LITERATURE:</u>		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aguilar, D., (2014) <i>Enabling strategic change through business and IT alignment: Challenges for an organization's management and leadership</i>, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa. 2. Hong, B., (2012), <i>Three Essays on Management and Organization</i>, ProQuest Dissertations Publishing, Warszawa. 3. Kirejczyk, E., (2008) <i>Zrozumieć zarządzanie</i>, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. 4. Budzisz B., Urban W., Wasiluk A., (2006) <i>Teoria i praktyka Zarządzania</i>, Centrum Doradztwa i Informacji Difin, Warszawa. 		
Dr Andrzej Postawa, andrzej.postawa@pwr.wroc.pl		

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR
SUBJECT
SOCIOLOGY OF ORGANIZATION AND LEADERSHIP
AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY

.....

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)**	Subject objectives***	Programme content***	Teaching tool number***
PEK_W08	K2MBM_U08	C1	Le1-4	N1-N3
PEK_U01 PEK_U02	K2MBM_U01 K2MBM_U02	C1-C2	Le5-8	N1-N3
PEK_K02 PEK_K03	K2MBM_K06	C2-C3	Le7-10	N1-N3

** - enter symbols for main-field-of-study/specialization educational effects

*** - from table above

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	Socjologia organizacji i przywództwa
Nazwa w języku angielskim	Sociology of organization and leadership
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Energetyka i Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu	SCH091321
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	50				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. W zakresie wiedzy - brak
2. W zakresie umiejętności - brak
3. W zakresie kompetencji

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z podstawową wiedzą socjologiczną odnoszącą się do organizacji i procesów przywódczych
- C2. Opanowanie przez studentów umiejętności przewodzenia grupie i zespołowi pracownikemu

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy

K2MBM_W01 - ma podstawową wiedzę, niezbędną do zrozumienia społecznych uwarunkowań działalności inżynierskiej. Zna podstawowe zagadnienia z zakresu socjologii organizacji oraz procesów przewodzenia

Z zakresu umiejętności:

K2MBM_U01- potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie

K2MBM_U02 – posiada umiejętności samokształcenia; jest gotowy do samodzielnego i odpowiedzialnego kierowania grupą społeczną i zespołem pracowniczym

Z zakresu kompetencji społecznych:

K2MBM_K01 – rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych

K2MBM_K02 - ma świadomość ważności i zrozumienie socjologicznych aspektów procesów przywódczych w organizacji

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Socjologia. Struktury grupy społecznej	2
Wy2	Role menedżerskie i zespołowe	2
Wy3	Procesy grupowe i zespołowe	2
Wy4	Metody stymulowania pracy zespołowej	2
Wy5	Władza i przywództwo	2
Wy6	Style przywódcze	2
Wy7	Konflikty i metody ich regulacji	2
Wy8	Podsumowanie i zaliczenie kursu	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1		
Ćw2		
Ćw3		
Ćw4		
..		

	Suma godzin	
--	-------------	--

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		
La2		
La3		
La4		
La5		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		
Pr2		
Pr3		
Pr4		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		
Se2		
Se3		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład interaktywny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	K2MBM_W01 K2MBM_U01 K2MBM_U02 K2MBM_K01 K2MBM_K02	Aktywność w dyskusji
F2	K2MBM_W01 K2MBM_U01 K2MBM_U02 K2MBM_K01 K2MBM_K02	Praca pisemna
P = F1 + F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R. B. Cialdini, *Wywieranie wpływu na ludzi. Teoria i praktyka*, Gdańsk 2014
- [2] A. Giddens, *Socjologia*, Warszawa 2004
- [3] R. Griffin, *Podstawy zarządzania organizacjami*, Warszawa 1996
- [4] W. Ratyński, *Psychologiczne i socjologiczne aspekty zarządzania*, C. H. Beck, 2005
- [5] J. S. Stoner, Ch. Wankel, *Kierowanie*, Warszawa 1994

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] J. Turowski, *Socjologia. Małe struktury społeczne*, Lublin 2000
- [2] N. Goodman, *Wstęp do socjologii*, Poznań 1997
- [3] C. K. Oyster, *Grupy*, Poznań 2002

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr hab. Zdzisław Iłski prof. uczelni, e – mail: Zdzislaw.Ilski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish Systemy Konwersji Energii Słonecznej
Name of subject in English Solar Energy Conversion Systems
Main field of study (if applicable): Energetyka / Power engineering
Specialization (if applicable): Renewable Sources of Energy
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: obligatory
Subject code W09ENG-SM0047W
Group of courses NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		15	15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		30	60	
Form of crediting	Crediting with grade		Crediting with grade	Crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points					
including number of ECTS points for practical classes (P)	2		1	2	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1		0,75	1,75	

*delete as not necessary

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Technical Thermodynamics
2. Fluid Mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of practical knowledge, regarding solar energy conversion systems, their design and application.
 C2. Development of skills how to design, measure and analyze solar energy conversion systems

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU_W01 – has knowledge of rules and standards for design and operation of solar energy conversion systems
 PEK_W02 - have knowledge of the design of solar energy conversion installations

relating to skills:

- PEU_U01 - can determine the basic parameters of the solar collector and photovoltaic panel.
 PEK_U02 - can conclude from the measurements of solar energy conversion systems operating parameters
 PEU_U03 - can calculate parameters related to solar radiation
 PEU_U04 - can design a liquid-based or air-based solar collector

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec 1	Overview of the lecture. Introduction. History of solar energy.	2
Lec 2	The energy potential of the sun. Classification and types of radiation.	2
Lec 3	The laws of radiation. Calculations of basic parameters.	2
Lec 4	Classification and division of solar energy conversion systems.	2
Lec 5	Solar energy collectors. Stationary and sun-tracking collectors. Flat-plate, evacuated tube and concentrating collectors.	2
Lec 6	Selection of construction materials for solar collectors.	2
Lec 7	Thermal analysis of solar collectors. Possibilities of improving the efficiency of solar radiation processing.	2
Lec 8	Photo-optics of concentrating collectors. Design of tracking systems.	2
Lec 9	Thermal performance of solar collectors. Thermal efficiency, heat capacity of a collector.	2
Lec 10	Theory of the photoelectric effect. Possibilities of converting solar radiation into electricity.	2
Lec 11	PV cell characteristics. Types of PV technology. Related equipment (batteries, charge controllers, inverters, peak-power trackers).	2
Lec 12	Solar-thermal energy conversion system. Power tower systems (sun-tracking mirrors, tall tower receiver, working fluids).	2
Lec 13	Low-temperature heat applications - energy balance, domestic water heating, heat storage.	2
Lec 14	Solar desalination systems. Direct and indirect systems. Desalination Plants.	2
Lec 15	Colloquium.	2
	Total hours	30
Laboratory		Number of hours
Lab 1	Thermodynamic changes of moist air inside the air-based solar collector.	2
Lab 2	Determination of thermal efficiency of the air-based solar collector.	2
Lab 3	Measurements of working parameters of the liquid-based solar collector.	2
Lab 4	Determination of thermal efficiency of the liquid-based solar collector.	2
Lab 5	Measurements of working parameters of the evacuated tube solar collector.	2
Lab 6	Measurements of working parameters of the PV panel.	2
Lab 7	Determination of energy efficiency of the PV panel.	2
Lab 8	Corrective and supplementary classes	1
	Total hours	15
Project		Number of hours
Proj 1	Overview and introduction to the project. Distribution of the individual data for the project.	2

Proj 2	Determining the useful time of the designed solar collector for individual design tasks. Calculating of solar radiation value in the assumed period of use of the collector for individual design tasks.	2
Proj 3	Selection of construction materials for the solar collector.	2
Proj 4	Selection of transparent cover for the designed collector. Calculations and selection of collector insulation.	2
Proj 5	Determination of thermal losses of a solar collector. Calculation of the heat power generated by the designed panel.	2
Proj 6	Selection of additional components.	2
Proj 7	Individual consultations.	2
Proj 8	Submission of completed projects.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with presentation of slides.
N2. Laboratory – discussion of problems
N3. Self-study – reading of supplementary materials.
N4. Self-study – working on the individual project.
N5. Self-study – study and preparation to the exam.
N6. Consultation – improvement of knowledge

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1	PEU_W01 – PEU_W02	Mark of the colloquium
P2	PEU_U01 – PEU_U02	Reports from laboratory classes
P3	PEU_U03 – PEU_U04	Mark of submitted project

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] 2016 ASHRAE Handbook - Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Applications (SI Edition), © 2016 American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
[2] Kreider J. F., 1982. The Solar Heating Design Process. McGraw-Hill, New York
[3] Hsieh J. S., 1986. Solar Energy Engineering. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Duffie J. A., Beckman W. A., 2006. Solar Engineering of Thermal Processes, third ed. Wiley & Sons, New York
[2] Norton B., 1992. Solar Energy Thermal Technology. Springer-Verlag, London

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Dr hab. inż. Bogusław Białko, prof. uczelni; boguslaw.bialko@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Sorpcyjne systemy energetyczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Sorption energy systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0014
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30		60	
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,75		1,5	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość zagadnień związanych z termodynamiką techniczną, mechaniką płynów i wymianą ciepła
2. Znajomość rysunku technicznego i zasad zapisu konstrukcji
3. Umiejętność konstruowania przy pomocy programów graficznych

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z budową i działaniem sorpcyjnych systemów energetycznych oraz właściwościami roztworów roboczych.
- C2 – Zaznajomienie studentów z modelowaniem procesów systemów sorpcyjnych metodą graficzną i zastosowaniem programu komputerowego.
- C3 – Wyrobienie u studentów umiejętności projektowania i konstruowania aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych.
- C4 – Przygotowanie studentów do realizacji projektu aparatu systemu sorpcyjnego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw termodynamicznych, budowy i działania sorpcyjnych systemów energetycznych

PEK_W02 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie bilansowania energetycznego procesów i obliczania cieplnego aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych

PEK_W03 – posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie konstruowania aparatów sorpcyjnych systemów energetycznych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – umie identyfikować i bilansować procesy obiegu sorpcyjnych systemów energetycznych.

PEK_U02 – umie obliczać i konstruować aparaty sorpcyjnych systemów energetycznych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Charakterystyka podstawowych pojęć i definicji z termodynamiki roztworów, potrzebnych do modelowania obiegu absorpcyjnego. Historia i perspektywy chłodnictwa absorpcyjnego.	2
Wy2	Właściwości czynników roboczych (wodny roztwór amoniaku, wodny roztwór bromku litu) i ich wpływ na konstrukcję systemów absorpcyjnych. Budowa wykresu h-ξ dla wodnego roztworu amoniaku.	2
Wy3	Zastosowanie zasad bilansowania termodynamicznego do modelowania obiegu sorpcyjnego. Bilans cieplny amoniakalnego systemu sorpcyjnego na wykresie h-ξ. Bilanse substancjalne i cieplne procesów cząstkowych. Internetowy program Absorpcja 3D do wizualizacji i obliczeń obiegu wodno-amoniakalnego.	2
Wy4	Podstawy projektowania płaszczowo-rurowych aparatów do przemysłowej ziębiarki absorpcyjnej na przykładzie skraplacza, szczegóły konstrukcyjne: ortogonalny, heksagonalny i współśrodkowy układ rur, dobór dennic, króćców.	2
Wy5	Modele obliczeń cieplnych i hydraulicznych skraplaczy i parowaczy wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji: aparaty poziome, pionowe, węzownicowe, członowe.	2
Wy6	Zasady działania i obliczenia cieplne i hydrauliczne absorberów i desorberów wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych, przegląd konstrukcji: aparaty poziome zalane i ociekowe oraz pionowe. Szczegóły konstrukcyjne.	2
Wy7	Właściwości pracy rektyfikatora w wodno-amoniakalnych systemach sorpcyjnych. Rola i konstrukcja deflegmatora, obliczanie teoretycznej i rzeczywistej ilości pólki kolumny rektyfikacyjnej. Trendy rozwoju wodno-amoniakalnych systemów sorpcyjnych.	2
Wy8	Porównanie systemu sorpcyjnego przemysłowego i systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego. Sposób działania systemu absorpcyjno-dyfuzyjnego, dobór czynników roboczych, wpływ geometrii systemu na efektywność jego pracy.	2
Wy9	Warianty konstrukcji systemów absorpcyjno-dyfuzyjnych, trendy rozwoju, charakterystyki pracy pompy termosyfonowej. Urządzenia absorpcyjno-dyfuzyjne – obieg wodoru w urządzeniu, zasady projektowania wymienników znajdujących się w obiegu wodoru.	2
Wy10	Budowa wykresu h-ξ i lgp-t dla wodnego roztworu bromku litu, identyfikacja punktów stanu i bilans cieplny jednoefektowego oziębiacza wody dla celów klimatyzacji, określenie COP oziębiacza sorpcyjnego.	2
Wy11	Identyfikacja punktów stanu i bilans cieplny dwuefektowego oziębiacza wody dla celów klimatyzacji, wpływ temperatury czynnika grzewczego na wybór wariantu systemu.	2
Wy12	Przegląd konstrukcji sorpcyjnych oziębiaczy wody, sorpcyjne oziębiacze wody w systemach solarnych, problemy eksploatacyjne (utrzymanie próżni, rekrytalizacja	2

	roztworu).	
Wy13	Procesy adsorpcji i desorpcji. Klasyfikacja (adsorpcja fizyczna i chemiczna) oraz cechy charakterystyczne. Pary robocze i ich właściwości. Podstawowy obieg adsorpcyjny. Efektywność obiegu adsorpcyjnego.	2
Wy14	Analiza termodynamiczna obiegu adsorpcyjnego. Sposoby zwiększania współczynnika efektywności. Systemy wieloadsorberowe, z regeneracją, z regeneracją masy, z falą cieplną.	2
Wy15	Struktura złoża adsorbentu. Procesy dyfuzji oraz zjawiska cieplne. Przepływy międzycząsteczkowe i wewnątrzcząsteczkowe. Podstawy modelowania przepływu ciepła i masy w strukturze adsorbentu.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zapoznanie się z budową wykresu entalpia-skład-ciśnienie ($h-\xi-\log p$) dla wodnego roztworu amoniaku. Określenie obszarów fazy ciekłej i parowej, obliczenie entalpii roztworu dla czystych składników roztworu, wyznaczenie przebiegu izoterm w obszarze cieczy i pary mokrej.	2
Ćw2	Identyfikacja punktów stanu dla skraplania całkowitego i częściowego, identyfikacja punktów stanu dla procesu parowania. Zadania obliczeniowe. Dyskusja wyników.	2
Ćw3	Identyfikacja punktów stanu dla procesu absorpcji, wyznaczenie prostej mieszania, zastosowania analityczno-wykresłnej metody bilansowania, bilanse cieplne i substancjalne procesu absorpcji. Zadania obliczeniowe.	2
Ćw4	Identyfikacja punktów stanu dla procesu desorpcji, zastosowanie analityczno-wykresłnej metody bilansowania, bilanse cieplne i substancjalne procesu desorpcji. Zadania obliczeniowe. Analiza otrzymanych wyników.	2
Ćw5	Obliczenia cieplne i substancjalne rektyfikatora wodno-amoniakalnego systemu sorpcyjnego. Obliczenia cieplne i substancjalne rektyfikatora, wyznaczenie ilości półek kolumny rektyfikacyjnej.	2
Ćw6	Zapoznanie się z budową wykresów entalpia-skład-ciśnienie ($h-\xi-\ln p$) i ciśnienie-temperatura ($\ln p-t$) dla wodnego roztworu bromku litu. Identyfikacja podstawowych procesów obiegu jednoefektowego. Zadania obliczeniowe.	2
Ćw7	Modelowanie procesów obiegu adsorpcyjnego. Obliczanie COP obiegu.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Przydzielenie indywidualnych tematów projektowych studentom.	2
Pr2	Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych w projektach. Indywidualna praca studentów nad projektami. Ustalanie podstawowych temperatur pracy obiegu absorpcyjnego. Identyfikacja punktów stanu dla indywidualnych danych projektowych.	2
Pr3	Indywidualna praca studentów nad projektami. Bilans cieplny ziębiarki dla indywidualnych danych projektowych.	2
Pr4	Indywidualna praca studentów nad projektami. Obliczenia cieplne i hydrauliczne wybranego aparatu. Obliczenie i określenie konfiguracji powierzchni przekazywania ciepła.	2
Pr5	Indywidualna praca studentów nad projektami. Obliczenia wytrzymałościowe wybranych węzłów konstrukcyjnych. Wykonanie wstępnych szkiców konstrukcji projektowanego aparatu. Analiza i dyskusja nad wybraną koncepcją i jej realizacją.	2
Pr6	Indywidualna praca studentów nad projektami. Wykonywanie dokumentacji rysunkowej projektowanego aparatu.	2
Pr7	Indywidualna praca studentów nad projektami. Wykonywanie dokumentacji rysunkowej projektowanego aparatu. Przygotowanie sprawozdania. Przygotowanie prezentacji projektu.	2
Pr8	Prezentacja i oddanie gotowych projektów przez studentów.	1

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
 N2. Ćwiczenia rachunkowe, dyskusja rozwiązań zadań, zastosowanie programu komputerowego.
 N3. Indywidualna prezentacja projektu,
 N4. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK W01-PEK W03	Egzamin pisemny
P2	PEK U01	Kolokwium
P3	PEK U02	Prezentacja projektu

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Herold K., Radermacher R., Sanford A. Klein – Absorption Chillers and Heat Pumps. CRC Press 1996
 [2] Królicki Z. – Termodynamiczne podstawy obniżania temperatur. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2006
 [3] Maczek K. – Modelowanie matematyczne w optymalizacji urządzeń cieplnych sorpcyjnych. Monografia. Politechnika Krakowska 1984.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Strona internetowa – Absorpcja 3D – <http://fluid.itcmp.pwr.wroc.pl/~kasper/absorpcja3d/>
 [2] Mikielwicz D. – Chłodnicze układy absorpcyjne LiBr-H₂O i NH₃-H₂O, CHŁODNICTWO, 3/5/2016, Vol.1(3), pp.26-34
 [3] Ratlamwala I., Dincer T. A. H. – Integrated Absorption Refrigeration Systems, Springer International, 2016

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Tomasz Hałon, tomasz.halon@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Chłodnictwo Sorpcyjne
Name of subject in English:	Sorption Refrigeration
Main field of study (if applicable):	POWER ENGINEERING
Specialization (if applicable):	Refrigeration and Cryogenics
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time
Kind of subject:	optional
Subject code:	W09ENG-SM0081
Group of courses:	YES

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15		15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	60		60	
Form of crediting	Exam	crediting with grade		crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	3	1		1	
including number of ECTS points for practical (P) classes	0	1		1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	3	1		1	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Fundamental knowledge of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer.
2. Knowledge of technical drawing and construction rules
3. Ability to construct using graphic programs

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Transfer of basic knowledge, including application aspects of absorption refrigeration
 C2. Transfer of knowledge regarding heat exchanger calculations
 C3. To develop skills in qualitative understanding, interpretation and quantitative analysis - based on relationships describing absorption chill cycles
 C4. Developing the skill of designing absorption refrigeration equipment.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS**relating to knowledge:**

PEK_W01 - have ordered knowledge of thermodynamic foundations, construction and operation of sorption energy systems

PEK_W02 - have ordered knowledge in the field of energy balancing processes and thermal calculation of sorption devices for energy systems

PEK_W03 - have ordered knowledge in the field of constructing sorption devices for energy systems.

relating to skills:

PEK_U01 - know how to identify and balance processes of sorption circuits of energy systems.

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec 1	Lecture scope, credit conditions, literature. Characteristics of the basic concepts and definitions of the thermodynamics of solutions needed for modeling the absorption cycle. History and perspectives of absorption refrigeration.	2
Lec 2	Properties of working fluids (aqueous ammonia solution, aqueous lithium bromide solution) and their effect on the design of absorption systems. Construction of chart for aqueous ammonia solution $\lg P - h - \xi$ and its interpretation on 2D diagram $h - \xi$	2
Lec 3	Determining the basic operating temperatures of the absorption circuit. Application of thermodynamic balancing principles to modeling the sorption circuit. Heat balance of the ammonia sorption system on the $h - \xi$ chart. Substantive and thermal balances of partial processes.	2
Lec 4	Basics of design of shell and tube apparatus for industrial absorption chillers on the example of a condenser, construction details: orthogonal, hexagonal and concentric arrangement of pipes, selection of tube pates	2
Lec 5	Mathematical model of thermal and hydraulic calculations of condensers and evaporators of water-ammonia absorption systems, construction review: horizontal, vertical, coil and articulated apparatus.	2
Lec 6	Absorbers in absorption refrigeration installations - mathematical model, construction review,	2
Lec 7	Desorbers in absorption refrigeration installations - mathematical model, construction review, Bottom and upper part of the rectifier	2
Lec 8	Deflegmators in absorption refrigeration installations - mathematical model, constructions review. The role of recuperators in absorption cooling installations: construction, thermal and hydraulic calculations	2
Lec 9	Comparison of industrial sorption system and absorption-diffusion system. The way the absorption-diffusion system works, the selection of working factors, the impact of system geometry on the efficiency of its work.	2
Lec 10	Design variants of absorption and diffusion systems, development trends, performance characteristics of the thermosiphon pump. Absorption-diffusion devices - hydrogen circulation in the device, design principles of exchangers located in the hydrogen cycle.	2
Lec 11	Absorption devices working with $H_2O-LiBr$ solution. Construction of the $h - \xi$ and $\lg p - t$ graph for an aqueous lithium bromide solution, identification of status points and heat balance of a single-effect water cooler for air conditioning purposes, determination of the COP absorption chiller.	2
Lec 12	Review of $H_2O-LiBr$ absorption constructions of water chillers, absorption water coolers in solar systems, exploitation problems (vacuum maintenance, solution recrystallization)	2
Lec 13	Adsorption and desorption processes. Classification (physical and chemical adsorption) and characteristics. Working pairs and their properties. Basic adsorption cycle. Adsorption cycle efficiency	2
Lec 14	Thermodynamic analysis of the adsorption cycle. Ways to increase the efficiency ratio. Multi-adsorber systems, with regeneration, with mass	2

	regeneration, with heat wave.	
Lec 15	The structure of the adsorbent layer. Diffusion processes and thermal phenomena. Intermolecular and intramolecular flows. Fundamentals of heat and mass flow modeling in the adsorbent structure.	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1	Familiarization with the structure of the enthalpy-composition-pressure (h - ξ - $\log p$) chart for aqueous ammonia. Determination of the liquid and vapor phase areas, calculation of the enthalpy of the solution for pure solution components, determination of the course of isotherms in the two phase area.	2
Cl 2	Identification of status points for total and partial condensation, identification of status points for the evaporation process. Computational tasks. Discussion of results	2
Cl 3	Identification of state points for the absorption process, determination of a simple mixing, application of analytical-descriptive balancing method, thermal and substantive balances of the absorption process.	2
Cl 4	Identification of status points for the desorption process, application of the analytical-descriptive balancing method, thermal and substantive balances of the desorption process. Computational tasks. Analysis of the results obtained	2
Cl 5	Thermal and substantive calculations of the water-ammonia sorption system rectifier. Thermal and substantive calculations of the rectifier, determination of the number of shelves of the rectification column.	2
Cl 6	Familiarization with the construction of enthalpy-composition-pressure (h - ξ - np) and pressure-temperature ($\ln p$ - t) diagrams for aqueous lithium bromide solution.	2
Cl 7	Mass and energy balance of a refrigerator working with an H ₂ O-LiBr solution - calculating exercises	2
Cl 8	Final test	1
	Total hours	15

Project		Number of hours
Proj 1	Project scope, crediting conditions, literature. Assigning individual project topics to students.	2
Proj 2	Discussion and approximation of issues raised in projects. Individual work of students on projects. Determining the basic operating temperatures of the absorption circuit. Identification of status points for individual design data.	2
Proj 3	Individual work of students on projects. heat balance of the Carre's absorption machine for individual design data.	2
Proj 4	Individual work of students on projects. Thermal and hydraulic calculations of the selected apparatus. Calculation and determination of the heat transfer surface	2
Proj 5	Individual work of students on projects. Strength calculations of selected construction nodes. Preliminary sketches of the designed camera structure. Analysis and discussion on the selected concept and its implementation.	2
Proj 6	Individual work of students on projects. Drawing drawings for the designed	2

	heat exchangers.	
Proj 7	Individual work of students on projects. Drawing drawings for the designed heat exchanger. Preparation of the report. Preparation of project presentation.	2
Proj 8	Presentation and submission of ready projects by students.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture with presentation
 N2. Tutorial – discussion of task solutions
 N3 Individual design presentation
 N4. Self-study – reading of supplementary materials.
 N5. Self-study – study and preparation for the final exam.
 N6. Office hours.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1	PEK_W01 ÷ PEK_W03	Final exam containing questions based on the entire range of the lecture
P2	PEK_U01	Final test
P3	PEK_U02	Final presentation of the design

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Keith E. Herold, Reinhard Rademacher, Sanford A. Klein Absorption Chillers and Heat Pumps CRC Press LLC 1996
 [2] Risto Ciconkov Refrigeration - Solved examples, "St Kiril & Metodij" Faculty of Mechanical Engineering. Po. Box 464. 1000 Skopje Macedonia
 [3] Handbook: refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning ASHRAE 2006
 [4] Wilbert F. Stoecker - Industrial refrigeration handbook McGraw-Hill 1998
 [5] Georg Alefeld, Reinhard Rademacher: Heat Conversion Systems, CRC Press 1994

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Web Site: „3D Absorption ” <http://fluid.itcmp.pwr.wroc.pl/~kasper/absorpcja3d/>
 International Journal of Refrigeration

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Stefan Reszewski stefan.reszewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Systemy akumulacji ciepła
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Heat storage systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0017
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje z zakresu termodynamiki i wymiany ciepła

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zaznajomienie studentów z ekologicznymi aspektami stosowania nośników i akumulatorów ciepła
- C2 – Zapoznanie studentów z różnymi metodami magazynowania ciepła i chłodu.
- C3 – Zapoznanie studentów z rzeczywistymi systemami magazynowania ciepła i chłodu.
- C4 – Wykształcenie umiejętności wykonywania symulacji dla prostych i złożonych instalacji cieplnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Posiada wiedzę na temat różnych sposobów akumulacji ciepła i chłodu

PEK_W02 – Posiada wiedzę na temat zasady działania i kryteriów stosowania akumulatorów krótko i długoterminowych

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – Potrafi przedstawić urządzenia wchodzące w skład instalacji akumulacyjnych współpracujących z OZE

PEK_U02 – Potrafi dobrać parametry pracy instalacji grzewczych z akumulatorem ciepła

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Rola akumulacji ciepła i chłodu w Polsce i na Świecie.	2
Wy2	Akumulacja ciepła – wprowadzenie.	2
Wy3	Systemy magazynowania wykorzystujące ciepło właściwe.	2
Wy4	Systemy magazynowania wykorzystujące przemianę fazową.	2
Wy5	Chemiczne i sorbcyjne akumulatory ciepła.	2
Wy6	Akumulacja chłodu – metody i realizacje.	2
Wy7	Akumulacja ciepła w budynkach mieszkalnych na przykładzie wybranych realizacji. Zagadnienia integracji z budynkiem.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Wprowadzenie do symulacji pracy instalacji energetycznych w programie TRNSYS	2
La2	Symulacje z wykorzystaniem danych meteorologicznych	2
La3	Określanie parametrów pracy instalacji: zależności złożone, wykorzystanie regulatorów i równań pomocniczych w przy budowie instalacji	2
La4	Przeprowadzenie wstępnych symulacji z wykorzystaniem biblioteki komponentów na przykładzie instalacji z podgrzewaczem wody	2
La5	Wykorzystanie technik planowania eksperymentu w symulacjach	2
La6	Solarny system przygotowania ciepłej wody użytkowej ze zbiornikiem akumulacyjnym, cz.1.	2
La7	Solarny system przygotowania ciepłej wody użytkowej ze zbiornikiem akumulacyjnym, cz.2.	2
La8	Instalacja z dwoma zbiornikami akumulacyjnymi pokrywająca zapotrzebowanie grzewcze budynku, cz.1.	2
La9	Instalacja z dwoma zbiornikami akumulacyjnymi pokrywająca zapotrzebowanie grzewcze budynku, cz.2.	2
La10	Instalacja z akumulacją ciepła w złożu kamiennym	2
La11	Wprowadzenie do modułu TRNBuild	2
La12	Modelowanie budynku jednostrefowego w module TRNBuild	2

La13	Instalacja HVAC dla budynku jednostrefowego	2
La14	Analiza oraz obróbka danych i wyników w programie TRNSYS	2
La15	Zajęcia odróbkowe.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład informacyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej N2. Praca własna studentów – przygotowanie do zaliczenia N3. Konsultacje N4. Program do przeprowadzania symulacji m.in. TRNSYS v. 17.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W02	Kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F	PEK_U01 - PEK_U02	Sprawozdania po zajęciach

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Domański R. – Magazynowanie energii cieplnej. PWN Warszawa 1990 [2] Hyman L. B. – Sustainable thermal storage systems. McGraw-Hill New York 2011 [3] Trevor M. Letcher, Storing Energy: With Special Reference to Renewable Energy Sources, Elsevier 2016 [4] Dincer I., Thermal Energy Storage: Systems and Applications, Wiley 2010 [5] Mehling, H., Cabeza, L., Heat and cold storage with PCM , Springer 2008</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] D. Chwieduk, M. Jaworski, Energetyka odnawialna w budownictwie. Magazynowanie energii. PWN, Warszawa 2018 [2] Journal of Energy Storage [3] Czasopismo Instal</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Dr inż. Magdalena Nems, magdalena.nems@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Systemy chłodnicze
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Cooling systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, Ciepłownictwo i Klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0009
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	60		
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BU)	1	0,75	1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kompetencje w zakresie podstaw termodynamiki, przekazywania ciepła i masy, oraz mechaniki płynów potwierdzone pozytywnymi ocenami w indeksie.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Zapoznanie studentów z zasadami projektowania i oceny obiegów ziębienia
- C2 – Zaznajomienie studentów z klasyfikacją systemów chłodniczych i warunkami bezpieczeństwa stosowania systemów w obiektach
- C3 – Zapoznanie studentów z budową i działaniem podzespołów systemu chłodniczego
- C4 – Zaznajomienie studentów z zasadami projektowania instalacji chłodniczych oraz instalacji towarzyszących
- C5 – WYROBIE NIE UMIEJĘTNOŚCI studentów do projektowania i eksploatacji systemów chłodniczych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - posiada wiedzę z zakresu projektowania i oceny obiegów lewobieźnych

PEK_W02 - zna klasyfikację systemów chłodniczych i warunki bezpieczeństwa stosowania systemów w obiektach

PEK_W03 – zna budowę i działanie podzespołów systemu chłodniczego

PEK_W04 – zna zasady projektowania instalacji chłodniczych i instalacji towarzyszących

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 Potrafi posługiwać się wykresem logP-h.

PEK_U02 Potrafi obliczyć i zaprojektować podstawowy obieg termodynamiczny lewobieźnego systemu ziębniczego.

PEK_U03 Potrafi obliczyć i zaprojektować zaawansowane obiegi termodynamiczne lewobieźnych systemów chłodniczych (wielostopniowe i kaskadowe).

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Literatura do przedmiotu. Historia rozwoju i znaczenie sprężarkowych systemów chłodniczych.	2
Wy2	Przepisy i normy dotyczące systemów chłodniczych. Wybrane zagadnienia z normy EN-378.	2
Wy3	Klasyfikacja bezpieczeństwa czynników chłodniczych (ISO-817). Ograniczenia w napełnieniu. TEWI. Oznaczenia kodowe czynników chłodniczych.	2
Wy4	Konstrukcja wykresu log p-h. Parametry charakteryzujące teoretyczny i rzeczywisty obieg ziębienia. Odwzorowanie obiegów lewobieźnych na wykresie. Obliczenia obiegu.	2
Wy5	Sprężarki chłodnicze - klasyfikacja, budowa, zasada działania.	2
Wy6	Parowacze w systemach chłodniczych – klasyfikacja, budowa, obliczenia i dobór.	2
Wy7	Systemy zasilania parowaczy w systemach chłodniczych – ciśnieniowy, grawitacyjny, pompowy. Skraplacze w systemach chłodniczych.	2
Wy8	Elementy rozprężne w systemach chłodniczych. Projektowanie i obliczenia rurociągów.	2
Wy9	Zmienność zapotrzebowania na wydajność chłodniczą. Regulacja wydajności.	2
Wy10	Olej w instalacji chłodniczej. Instalacje towarzyszące systemom chłodniczym.	2
Wy11	Regulacja parametrów obiegu termodynamicznego – ciśnienie parowania, ciśnienie skraplania.	2
Wy12	Free-cooling. Odzysk ciepła z systemów chłodniczych.	2
Wy13	Wielostopniowe i kaskadowe systemy chłodnicze. Konstrukcja obiegu na wykresie lgP-h. Obliczenia punktów charakterystycznych.	2
Wy14	Wielostopniowe i kaskadowe systemy chłodnicze. Zastosowania i przykłady rozwiązań technicznych.	2
Wy15	Systemy ziębienia pośrednie – zasada działania, warunki niezbędne do realizacji, przykłady zastosowań.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia	Liczba godzin
-------------------------	---------------

Ćw1	Wprowadzenie, omówienie ćwiczeń, warunków uczestnictwa w zajęciach, zaliczenia oraz oceny. Definicja efektywności urządzenia chłodniczego. Bilans cieplny komory oraz dobór temperatur parowania i skraplania.	2
Ćw2	Wykres logP-h. Określanie parametrów czynników chłodniczych (entalpia, entropia, gęstość, objętość właściwa, ciepło przemiany fazowej) na podstawie wykresu logP-h. Analiza termodynamiczna stanów oraz zmian stanów czynników.	2
Ćw3	Określanie punktów charakterystycznych obiegu chłodniczego na wykresie logP-h. Konstrukcja teoretycznego i rzeczywistego lewobieżnego obiegu na wykresie logP-h. Sprawność izentropowa.	2
Ćw4	Analiza termodynamiczna podstawowego obiegu chłodniczego. Wpływ przegrzania na wydajność jednostopniowego obiegu chłodniczego.	2
Ćw5	Metody poprawy efektywności jednostopniowych obiegów chłodniczych - dochłodzenie i regeneracja ciepła.	2
Ćw6	Wpływ spadku ciśnienia w instalacji na parametry pracy obiegów jednostopniowych. Analiza rzeczywistego lewobieżnego obiegu chłodniczego na wykresie logp-h z ekonomizerem.	2
Ćw7	Określanie punktów charakterystycznych wielostopniowego obiegu chłodniczego na wykresie logP-h. Analiza termodynamiczna wielostopniowego obiegu chłodniczego.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zasady zaliczenia kursu. Literatura, omówienie tematów zajęć, omówienie zasad BHP. Cięcie, gięcie oraz kielichowanie rur chłodniczych.	2
La2	Uzyskiwanie efektu ziębienia za pomocą mieszanin eutektycznych.	2
La3	Chłodzenie adiabatyczne i posługiwanie się wykresem i-x dla powietrza wilgotnego.	2
La4	Wizualizacja procesów zachodzących w obiegu ziębienia na podstawie obserwacji szklanego modelu chłodziarki domowej. Podstawy wykresu p(h).	2
La5	Badanie chłodziarki domowej i odwzorowanie jej obiegu ziębienia wraz z podstawowymi obliczeniami jej obiegu. Bilans komory chłodniczej.	2
La6	Przedstawienie podstawowych narzędzi serwisowych koniecznych do użycia podczas badania instalacji chłodniczych. Rozpoznawanie czynników chłodniczych na podstawie mierzonych parametrów ciśnienia i temperatury. Zasady bezpiecznego podłączenia zestawu manometrów do instalacji chłodniczej.	2
La7	Badanie podstawowej instalacji chłodniczej wyposażonej w chłodnicę powietrza. Odwzorowanie obiegu ziębienia na podstawie pomiarów oraz określenie aktualnej wydajności i efektywności.	2
La8	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez skraplacz na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność. Pomiar wydajności skraplacza na podstawie pomiarów.	2
La9	Badanie wpływu zakłóceń po stronie przepływu powietrza przez chłodnicę na parametry pracy obiegu ziębienia. Wpływ na efektywność. Pomiar wydajności chłodnicy powietrza na podstawie pomiarów.	2
La10	Praca termostatycznego zaworu rozprężnego i jego regulacja. Wpływ na współczynnik efektywności.	2
La11	Urządzenia obniżające temperaturę wody. Omówienie różnic względem urządzeń ochładzających powietrze. Wykonanie dokładnego schematu urządzenia.	2
La12	Omówienie przykładowych błędów konstrukcyjnych i ich wpływu na działanie urządzenia chłodniczego.	2
La13	Systemy VRV/VRF. Omówienie działania instalacji oraz wykonanie dokładnego schematu przykładowego systemu.	2
La14	Usuwanie napełnienia z instalacji chłodniczej różnymi metodami odzysku czynników chłodniczych.	2
La15	Zajęcia poprawkowe i uzupełniające oraz wystawienie ocen.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów
- N2. Ćwiczenia rachunkowe – dyskusja rozwiązań zadań
- N3. Ćwiczenia laboratoryjne – sprawozdania
- N4. Konsultacje
- N5. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń i laboratoriów
- N6. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01÷PEK_W04	kolokwium zaliczeniowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01, PEK_U02	odpowiedzi ustne
F2	PEK_U01, PEK_U02	ocena rozwiązania zadań
F3	PEK_U01, PEK_U02	kolokwium zaliczeniowe
P = 1/5(F1+F2) +3/5F3		

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U03	odpowiedzi ustne,
F2	PEK_U03	sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych
P = 1/5F1+4/5F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Urlich H.J., Technika Chłodnicza - Poradnik t.1 i t.2, Wydawnictwo MASTA
- [2] Królicki Z., Termodynamiczne postawy obniżania temperatury, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006.
- [3] Zalewski W.: Systemy i urządzenia chłodnicze. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.
- [4] Bohdal T., Charun H., Czapp M.: Urządzenia chłodnicze sprężarkowe parowe. WNT 2003.
- [5] Czapp M., Charun H., Bohdal T.: Wielostopniowe sprężarkowe urządzenia chłodnicze. Politechnika Koszalińska. Koszalin 1997.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] PN-EN 378-1 do 4: 2016 Instalacje ziębnicze i pompy ciepła -- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Bartosz Zajączkowski, bartosz.zajaczkowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU****Nazwa przedmiotu w języku polskim** **Systemy energetyczne****Nazwa przedmiotu w języku angielskim** **Energy systems****Kierunek studiów (jeśli dotyczy):** **Energetyka****Specjalność (jeśli dotyczy):****Poziom i forma studiów:** **II stopień, stacjonarna****Rodzaj przedmiotu:** **obowiązkowy****Kod przedmiotu** **W09ENG-SM0007****Grupa kursów** **NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki i przenoszenia ciepła.
2. Znajomość zagadnień związanych produkcją energii w elektrowniach i elektrociepłowniach
3. Znajomość języka Python, pakietu MarhCad (zakres podstawowy)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 - Poznanie krajowego systemu energetycznego i funkcjonującego na nim rynku energii.
 C2 – Poznanie podstawowych systemów regulacyjnych krajowego systemu elektroenergetycznego.

C3 – Opanowanie umiejętności symulacji wybranych układów energetycznych
 C4 - Opanowanie umiejętności zdiagnozowania bloku energetycznego na podstawie danych pomiarowych z systemu DCS

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEU_W01 - opisać strukturę krajowego systemu energetycznego i rynku energii

PEU_W02 – scharakteryzować działanie systemu automatycznej regulacji częstotliwości i mocy.

PEU_W03 – omówić w jaki sposób realizuje się monitorowanie i diagnostykę bloku energetycznego

PEU_W04 – wyjaśnić stosowane w energetyce systemy: gazowo-parowe, wykorzystujące OZE i ciepło odpadowe oraz systemy rozproszone

Z zakresu umiejętności:

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEU_U01 – wykorzystać do analizy określonego systemu energetycznego pakietu CYCLE-TEMPO, języka Python lub arkusza MathCad

PEU_U02 – zasymulować blok gazowo-parowy

PEU_U03 – zasymulować system z ORC

PEU_U04 – przeprowadzić analizę danych z systemu DCS bloku energetycznego

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 potrafi wyszukiwać i korzystać z literatury zalecanej do kursu oraz samodzielnie zdobywać wiedzę

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura krajowego systemu energetycznego. Główne podsystemy.	2
Wy2	Polityka energetyczna państwa, Rynek energii w Polsce. TGE.	2
Wy3	Wybrane zagadnienia regulacji systemu elektroenergetycznego. Regulacja częstotliwości i mocy wymiany.	2
Wy4	Monitorowanie i diagnostyka systemów energetycznych	2
Wy5	Systemy gazowo-parowe.	2
Wy6	Systemy energetyczne wykorzystujące OZE i ciepło odpadowe.	2
Wy7	Rozproszone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej	2
Wy8	Kolokwium zaliczające	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1, La2, La3	Symulacja bloku gazowo-parowego w języku skryptowym (Python) i programie MathCad	6

La4	Pakiet obliczeniowy CYCLE-TEMPO	2
La5, La6	Symulacja bloku gazowo-parowego (CYCLE-TEMPO)	4
La7, La8, La9	Obliczenia systemów wykorzystujących ciepło odpadowe – symulacja obiegów ORC	6
La10, La11, La12	Diagnostyka bloku energetycznego dużej mocy - analiza danych pomiarowych z systemu DCS	6
La13, La14	Analiza krajowego rynku paliw, gazu i energii elektrycznej. WWW	4
La15	Kolokwium zaliczające	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
 N2. Laboratorium, pakiety: Cycle-Tempo, Anaconda3 (Python), MathCad, Excel;
 N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P – W	PEU W01 ÷ PEU W04	kolokwium (test)
P – Ćw	PEU U01 ÷ PEU U04	kolokwium (test)

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Cycle - Tempo, Reference Guide, TUDelft
- [2] Python. Wprowadzenie. wyd. IV, Helion 2009.pdf
- [3] Python A Gentle Introduction to Numerical Simulations with Python, Springer 2010.pdf
- [4] Kremens Z., Sobierajski M., Analiza systemów elektroenergetycznych. WNT 1996.
- [5] Koźuchowski J., Informatyka, sterowanie i zarządzanie w elektroenerg., WNT, 1987.
- [6] Taler J., Systemy, technologie i urządzenia energetyczne :Wyd. Pol. Krakowska, 2010
- [7] Pasek J., Wytwarzanie rozproszone energii elektrycznej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Combined-Cycle Gas & Steam Turbine Power Plants. Kehlhofer, R..
- [2] Smil, Vaclav. Energies: An Illustrated Guide to the Biosphere and Civilization. The MIT Press: Cambridge, MA, 1999.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Norbert Modliński, norbert.modlinski@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Techniki ograniczania emisji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Techniques of emission reduction
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopnia, stacjonarne
Rodzaj przedmiotu:	specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0024
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30		30	
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę	egzamin/ zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	egzamin/ zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1		1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1		1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,75		0,75	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu termodynamiki i mechaniki płynów, technik oczyszczania spalin oraz podstaw konstrukcji maszyn i podstaw projektowania (rysunek techniczny, CAD)

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Przekazanie wiedzy na temat aktualnie obowiązujących wymagań odnośnie poziomu ograniczania emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych z różnych procesów.
- C2 – Wyrobienie umiejętności analizy jakościowej i ilościowej oceny procesów technologicznych, w których powstają zanieczyszczenia pyłowe i gazowe.
- C3 – Zapoznanie studentów z procesami i technologiami ograniczania emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych aktualnie stosowanych w warunkach przemysłowych.
- C4 – Wyrobienie umiejętności doboru urządzeń do oczyszczania gazów odlotowych oraz szacowania efektów pracy instalacji oczyszczania gazów w określonych warunkach technologicznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – opisuje jakościowo i ilościowo mechanizmy powstawania zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w różnych procesach technologicznych,

PEK_W02 – charakteryzuje systematykę urządzeń oraz technologii ograniczania emisji zanieczyszczeń stosowanych w różnych gałęziach przemysłu,

PEK_W03 – w oparciu o teoretyczne podstawy procesów oczyszczania gazów odlotowych analizuje czynniki decydujące o efektywności tych procesów,

PEK_W04 – wskazuje przykłady zastosowań poszczególnych rozwiązań i technik w obszarze ograniczania emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – szacuje ilość zanieczyszczeń podlegających normom czystości w gazach odlotowych z różnych procesów technologicznych,

PEK_U02 – oblicza skuteczność ograniczania emisji wybranych zanieczyszczeń przy użyciu wybranych technik i technologii,

PEK_U03 – dobiera rodzaj urządzeń do oczyszczania gazów odlotowych i ich konfigurację w celu uzyskania oczekiwanego stopnia czystości gazów, z uwzględnieniem przesłanek technicznych i ekonomicznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Procesy energetycznego spalania paliw jako źródło emisji zanieczyszczeń.	2
Wy2	Charakterystyka normowanych zanieczyszczeń gazów odlotowych.	2
Wy3	Procesy podstawowe w oczyszczaniu gazów (absorpcja, adsorpcja).	2
Wy4	Procesy podstawowe w oczyszczaniu gazów (adsorpcja, redukcja).	2
Wy5	Zjawiska fizyczne leżące u podstaw działania odpylaczy.	2
Wy6	Odsiarczanie gazów odlotowych.	2
Wy7	Odsiarczanie gazów odlotowych i przeróbka gipsu.	2
Wy8	Odazotowanie gazów odlotowych (metoda SNCR).	2
Wy9	Odazotowanie gazów odlotowych (metoda SCR).	2
Wy10	Usuwanie rtęci z gazów odlotowych.	2
Wy11	Odpylanie gazów odlotowych w energetyce.	2
Wy12	Odpylanie gazów odlotowych w przemyśle.	2
Wy13	Metody jednoczesnego usuwania zanieczyszczeń.	2
Wy14	Metody jednoczesnego usuwania zanieczyszczeń.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zagadnienia wstępne, pojęcia podstawowe (jednostki, przeliczenia wartości stężeń i strumieni objętości na różne warunki, równania bilansowe).	1
Ćw2	Bilans kotła i wyznaczanie emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w zależności od parametrów spalanej paliwa.	2
Ćw3	Odpylanie gazów odlotowych w elektrofiltrze: dobór podstawowych parametrów konstrukcyjnych, sposobu zasilania energią elektryczną i	2

	rozdziału gazu w komorze odpylacza.	
Ćw4	Odpylanie gazów odlotowych w filtrze tkaninowym dobór powierzchni filtracyjnej, rodzaju tkaniny i sposobu regeneracji w zależności od właściwości odpylanego medium	2
Ćw5	Metody absorpcyjne na przykładzie ograniczania emisji SO ₂ metodą moką.	2
Ćw6	Ograniczania emisji SO ₂ metodą pół-suchą.	2
Ćw7	Wtórne metody ograniczania emisji NO _x (SCR lub SNCR).	2
Ćw8	Metody adsorpcyjne oczyszczania spalin na przykładzie usuwania rtęci.	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zagadnienia organizacyjne i wstępne, pojęcia podstawowe (przeliczenia wartości stężeń i strumieni objętości na różne warunki, charakterystyki ziarnowe pyłów, charakterystyki przedziałowych skuteczności odpylania odpylaczy).	1
Pr2	Obliczenia bilansowe wybranego źródła spalania (kocioł, piec obrotowy) dla zmiennych parametrów eksploatacyjnych (wyznaczenie danych wejściowych do projektu instalacji oczyszczania spalin).	2
Pr3	Projekt odpylacza wariant I: elektrofiltr.	2
Pr4	Projekt odpylacza wariant II: filtr tkaninowy	2
Pr5	Projekt instalacji odsiarczania: metodą moką lub pół-suchą.	2
Pr6	Projekt instalacji odazotowania gazów metodą SCR.	2
Pr7	Projekt całości instalacji oczyszczania gazów odlotowych: rysunek zestawieniowy, obliczenia strat ciśnienia w instalacji i dobór wentylatora, dobór systemu do pomiarów emisyjnych i procesowych	2
Pr8	Ocena projektów	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Ćwiczenia rachunkowe i projektowe z wykorzystaniem materiałów pomocniczych (katalogów, wykresów itp.) wykonywane przez studentów indywidualnie w trakcie zajęć (zróżnicowane dane)
N3. Praca własna studenta – przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego z wykładu
N4. Praca własna studenta – przygotowanie do ćwiczeń i do projektu i wykonywanie zadań w trakcie zajęć
N5. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ-wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W04	Egzamin pisemny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ- ćwiczenia i projekt

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się

koniec semestru)		
F1-F7	PEK_U01-PEK_U03	Oceny formujące wystawiane za każde zadanie
$P=(F1+F2+...F7)/7$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Konieczyński, *Ochrona powietrza przed szkodliwymi gazami*, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2004
- [2] pod red. Kordylewski W.: *Spalanie i paliwa*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Witold M. Lewandowski, Robert Aranowski, *Technologie ochrony środowiska w przemyśle i energetyce*, PWN, 2016
- [2] materiały przekazane przez prowadzącego

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

ARKADIUSZ, ŚWIERCZOK, arkadiusz.swierczok@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Technologie spalania węgla
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Coal combustion technologies
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0022
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60			
Forma zaliczenia	egzamin	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	1,5			

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje w zakresie termodynamiki, procesu spalania i paliw potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów I stopnia studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – Szczegółowe zapoznanie studentów zagadnieniami związanymi z technologiami spalania węgla
- C2 – Zapoznanie z aktualnymi rozwiązaniami technicznymi urządzeń do spalania węgla
- C3 – Zapoznanie studentów z zasadami projektowania, odbioru i eksploatacji urządzeń do spalania węgla

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – ma uporządkowaną wiedzę w zakresie technologii spalania węgla, ma wiedzę na temat aktualnych rozwiązań technicznych urządzeń do spalania węgla, zasad ich projektowania, eksploatacji oraz doboru

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – potrafi wykonać obliczenia bilansowe kotła, zna procedurę projektowania palników

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Spalanie węgla w paleniskach pyłowych i w złożu paliwa - podstawowe procesy fizyko-chemiczne spalania węgla	2
Wy2	Aerodynamika płomienia pyłowego oraz procesy wymiany ciepła i masy w płomieniu, wymiary komory paleniskowej	2
Wy3	Instalacja przygotowania pyłu, zapłon i warunki stabilnego spalania w płomieniu pyłowym	2
Wy4	Palniki strumieniowe - rozwiązania techniczne i projektowanie układu palnik-komora spalania	2
Wy5	Palniki z zawirowaniem - rozwiązania techniczne i projektowanie układu palnik-komora spalania,	2
Wy6	Nowe rozwiązania konstrukcji palników	2
Wy7	Wpływ typu i jakości węgla na spalanie, dobór paliwa, spalanie mieszanin węglowych	2
Wy8	Żużlowanie i tworzenie się lotnego popiołu	2
Wy9	Spalanie węgla w cyklonowych komorach spalania (podstawowe procesy w komorach cyklonowych, rozwiązania techniczne komór cyklonowych, eksploatacja i projektowanie komór cyklonowych)	2
Wy10	Spalanie węgla w paleniskach fluidalnych, procesy fizyko-chemiczne spalania węgla, aerodynamika warstwy, procesy wymiany ciepła i masy w warstwie fluidalnej	2
Wy11	Zapłon i warunki stabilnego spalania w paleniskach fluidalnych	2
Wy12	Rozwiązania techniczne i projektowanie komór spalania w paleniskach fluidalnych	2
Wy13	Wpływ typu i jakości węgla na spalanie, dobór paliwa, spalanie mieszanin węglowych w paleniskach fluidalnych	2
Wy14	Aglomeracja złoża, żużlowanie i tworzenie się lotnego popiołu, tworzenie się zanieczyszczeń i ich ograniczanie)	2
Wy15	Środowiskowe aspekty spalania węgla	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczenia stechiometryczne spalania	2
Ćw2	Obliczenia entalpi powietrza i produktów spalania	2
Ćw3	Bilans ciepła	2
Ćw4	Obliczenia - powstawanie i emisja NOx i SOx	2

Ćw5	Obliczenia projektowe instalacji przygotowania pyłu palenisk pyłowych	2
Ćw6	Zasady obliczeń palenisk pyłowych: emisyjność płomienia, obliczenia wymiany ciepła w palenisku	2
Ćw7	Obliczenia projektowe palników wirowych	2
Ćw8	Obliczenia projektowe palników strumieniowych	2
Ćw9	Bilans cieplny i masowy młyna	2
Ćw10	Obliczenia projektowe palenisk fluidalnych - Obliczenie wymaganej mocy wentylatora podmuchowego, obliczenie rozdzielacza powietrza , Obliczanie zapotrzebowania na kamień wapienny,	2
Ćw11	Obliczenia projektowe palenisk fluidalnych – bilans cieplny	2
Ćw12	Obliczenia projektowe palenisk fluidalnych –bilans masowy	2
Ćw13	Obliczenia projektowe palenisk fluidalnych – wymiary paleniska	2
Ćw14	Obliczenia projektowe palenisk fluidalnych –wymiary powierzchni ogrzewalnych	2
Ćw15	Kolokwium	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład: wykład informacyjno-problemowy, prezentacja multimedialna połączona z formą tradycyjną,
 N2. Ćwiczenia: praca własna studenta połączona z jej prezentacją
 N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01	Egzamin pisemny

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ćwiczenia

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	kartkówki, odpowiedzi ustne
F2	PEK_U01	Kolokwium
$P = (F1 + F2)/2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u> [1] Piotr Orłowski, Kotły parowe, WNT Warszawa 1972 [2] Teodor Wróblewski, Władysław Sikorski, Kazimierz Rzepa, Urządzenia kotłowe Warszawa : Wydaw. Nauk.-Tech., 1973. [3] Józef Jarosiński, Techniki czystego spalania, WNT Warszawa 1996 <u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u> [1] [2]
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Wiesław Rybak, wieslaw.rybak@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Technologie energetyczne nowej generacji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	New generation energy technologies
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarne
Rodzaj przedmiotu:	Obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0006
Grupa kursów:	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				30
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	egzamin/ zaliczenie na ocenę	egzamin/ zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1				0,75

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Kompetencje w zakresie termodynamiki, procesu i paliw potwierdzone pozytywnymi ocenami z kursów I stopnia studiów

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Szczegółowe zapoznanie studentów z trendami rozwoju i najistotniejszymi osiągnięciami związanymi z najnowszymi technologiami stosowanymi w energetyce, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – zna zagadnienia związane z trendami rozwoju i najistotniejszymi osiągnięciami związanymi z najnowszymi technologiami stosowanymi w energetyce, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł oraz dokonywać ich krytycznej oceny

PEK_U02 - potrafi przygotować i przedstawić prezentację poświęconą wybranemu zagadnieniu technicznemu

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Obiegi elektrowni	2
Wy2	Elektrownie z obiegiem kombinowanym	2
Wy3	Elektrownie na nadkrytyczne parametry pary	2
Wy4	Rozwiązania techniczne wysokosprawnych elektrowni (HELE) Technologia złoża fluidalnego (FBT)	2
Wy5	Rozwiązania techniczne wysokosprawnych elektrowni (HELE) Wytwarzanie energii w układzie zgazowania zintegrowanym z obiegiem kombinowanym (IGCC)	2
Wy6	Przyszłe elektrownie - spalanie tlenowo	2
Wy7	Przyszłe elektrownie – pętla chemiczna	2
Wy8	Elektrownia hybrydowa – systemy solarne	2
Wy9	Wytwarzanie energii z paliwa z wykorzystaniem nadkrytycznego obiegu CO ₂ (sCO ₂)	2
Wy10	Technologie magazynowania energii	2
Wy11	Wodorowe systemy energetyczne	2
Wy12	Bio-energia	2
Wy13	Wychwytywanie i wykorzystanie CO ₂ w energetyce	2
Wy14	Integracja Odnawialnych Źródeł Energi w przyszłych elektrowniach	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - seminarium		
Se1- Se8	Prezentacje studentów z tematyki studiowanej specjalności	15
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjno-problemowy w formie prezentacji multimedialnej
- N2. Konsultacje
- N3. Prezentacja tematyczna, dyskusja problemu.
- N4. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - seminarium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01 PEK_U02	Prezentacja tematyczna
F2	PEK_U01 PEK_U02	Dyskusja rozważanego problemu tematycznego
P = (F1+F2)/2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Tadeusz J. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2004
- [2] Krzysztof Chmielowiec, Zbigniew Hanzelka, Andrzej Firlit Red., Elektronie ze źródłami odnawialnymi : zagadnienia wybrane, Kraków : Wydawnictwa AGH 2015
- [3] Alexander V. Dimitrov, Introduction to Energy Technologies for Efficient Power Generation, 1st Edition, CRC Press 2017
- [4] Paul Breeze, Power Generation Technologies, 3rd Edition, Newnes 2019
- [5] Jean-Claude Sabonnadière (Ed.), Renewable Energy Technologies, Wiley-ISTE 2010

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Wiesław Rybak, wieslaw.rybak@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Termodynamiczne podstawy inżynierii cieplnej
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Thermodynamic basis of heating engineering
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0008W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60				
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału (BU)	1				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kompetencje w zakresie obiegów termodynamicznych odwracalnych i nieodwracalnych.
2. Znajomość zagadnień związanych z wymianą ciepła i masy.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Zapoznanie z termodynamicznymi podstawami funkcjonowania urządzeń cieplnych.
- C2 Zapoznanie z parametrami technicznymi i użytkowymi wymienników ciepła
- C3 Zapoznanie z termodynamicznymi obiegami lewobieżnymi.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 Posiada wiedzę z zakresu możliwości i zasad transformacji ciepła

PEK_W02. Zna zasady realizacji i doboru parametrów lewobieźnych obiegów ziębnych i grzewczych.

PEK_W03. Zna teoretyczne podstawy działania urządzeń cieplnych.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zagadnienia wprowadzające. Symbolika, oznaczenia wielkości, strumienie, wielkości właściwe, funkcje, bilansowanie energii substancji, zasady zachowania.	2
Wy2	Własności termodynamiczne, fizykochemiczne, charakterystyczne przemiany rzeczywistych nośników ciepła. Przemiany fazowe.	2
Wy3	Podstawowe urządzenia i wymienniki stosowane w inżynierii cieplnej.	2
Wy4	Termodynamiczne zasady obniżania temperatury.	2
Wy5	Termodynamiczne zasady uzyskiwania temperatur kriogenicznych.	2
Wy6	Termodynamiczne podstawy kompresji ciepła niskopotencjalnego.	2
Wy7	Termodynamiczne podstawy obiegów parowych prawobieźnych i lewobieźnych.	2
Wy8	Metody poprawy efektywności parowych obiegów termodynamicznych.	2
Wy9	Porównawcze obiegi ziębne.	2
Wy10	Porównawcze obiegi kriogeniczne.	2
Wy11	Podstawy obiegów wielostopniowych i kaskadowych	2
Wy12	Wybrane zagadnienia z teorii roztworów. Prawa dotyczące roztworów binarnych.	2
Wy13	Identyfikacja przemian obiegu ziębnego na wykresie h- α .	2
Wy14	Jednostopniowe ziębne obiegi absorpcyjne.	2
Wy15	Sprawdzenie wiedzy.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów

N2. Konsultacje

N3. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do kolokwium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Hobler T., Ruch ciepła i wymienniki, WNT, Warszawa 1996
- [2] Kalinowski E., Termodynamika, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994
- [3] Królicki Z., Termodynamiczne podstawy obniżania temperatury, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2006
- [4] Szargut J., Termodynamika techniczna, PWN, Warszawa 1991

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Elwell D., Pointon A. J., Termodynamika klasyczna, WNT, Warszawa 1976
- [2] Wśniewski S., Termodynamika techniczna, WNT, Warszawa 1999

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Zbigniew Królicki, zbigniew.królicki@pwr.wroc.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Termoeconomiczna analiza procesów energetycznych
Name of subject in English: Thermoeconomic analysis of energy processes
Main field of study (if applicable): Power engineering
Specialization (if applicable): Computer aided mechanical and power engineering
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional-specialization
Subject code: W09ENG-SM0057
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	60		60		
Form of crediting	crediting with grade*		crediting with grade*		
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes	0		2		
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1		1,5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

Competence in the basics of thermodynamics, heat and mass transfer.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 - to familiarize students with the principles of Life Cycle Assessment
- C2 - to acquaint students with the basic elements of LCA analysis
- C3 - to familiarize students with the tools to optimize energy processes
- C4 - to acquaint students with the methods of calculating exergy and entropy

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

- PEK_W01 - has knowledge of the LCA basic definitions, principles and rules
- PEK_W02 - knows how to analyze the object and prepare its components to LCA
- PEK_W03 - familiar with the methods of optimizing energy processes and devices
- PEK_W04 - knows the principles of the exergy and entropy analysis of energy processes

relating to skills:

- PEK_U01 - can set the goal and scope in LCA software as well as conduct the inventory analysis
- PEK_U02 - can set the impact assessment in LCA software as well as perform the results interpretation

PEK_U03 - can perform the basic optimization of energy processes
 PEK_U04 - can perform the basic optimization of energy devices

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Overview of LCA	2
Lec 2	Goal and scope definition	2
Lec 3	Inventory Analysis	2
Lec 4	Impact assessment	2
Lec 5	Interpretation	2
Lec 6	Introduction to Carbon Footprint (CFP), benchmarking and energy efficiency	2
Lec 7	Water Footprint	2
Lec 8	The partial test	2
Lec 9	Energy and Exergy - introduction	2
Lec 10	Work Potential - case study	2
Lec 11	Exergy Destruction - case study	2
Lec 12	The Second Law Efficiency - case study	2
Lec 13	Entropy - introduction	2
Lec 14	Entropy generation - case study	2
Lec 15	The partial test	2
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
Lab 1	openLCA Overview and first steps	2
Lab 2	openLCA Basic Modelling	4
Lab 3	SimaPro Introduction	2
Lab 4	Developing a model for an air-conditioning system including thermal energy storage: case study CIESOL building	2
Lab 5	Life cycle assessment exercise: THERBIOR project	4
Lab 6	Exergy analysis of a steam power plant	4
Lab 7	Exergy analysis of a two stage compressor	4
Lab 8	Exergy analysis of an absorption chiller	2
Lab 9	Exergy analysis of an air water heat exchanger	2
Lab 10	Entropy analysis of a storage tank filled with granite	4
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture with multimedia presentation
- N2. Self-work of students - preparation for final test
- N3. Self-work of students - preparation for classes and laboratory
- N4. Consultation hours
- N5. Reports prepared by students

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - lecture

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02	The partial test from Lec1÷Lec7
F2	PEK_W03, PEK_W04	The partial test from Lec9÷Lec14
$C = 1/2 \cdot F1 + 1/2 \cdot F2$		

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT - laboratory

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEK_U01÷PEK_U04	oral answers
F2	PEK_U01÷PEK_U04	written reports of laboratory classes
$C = 1/5 \cdot F1 + 4/5 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Consequential-LCA, 2015. Further Theory on the Rebound Effect. www.consequential-lca.org
- [2] Berger M, Finkbeiner M (2010) Water footprinting: How to assess water use in life cycle assessment? Sustainability 2:919-944.
- [3] EEA, 2016. Waterbase - Water Quality. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/waterbase-water-quality>.
- [4] ISO/TS 14067:2013 – Greenhouse Gases – Carbon Footprint of products – requirements & guidelines for quantification and communication.
- [5] Ecoinvent, 2018. Ecoinvent - the world's most consistent & transparent life cycle inventory database. <https://www.ecoinvent.org/>.
- [6] Yunus Cengel, Michael Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, 8th Edition, 2020
- [7] Yunus Cengel, Heat Transfer: A Practical Approach, 2nd Edition, 2002

SECONDARY LITERATURE:

- [1] www.lifecycleinitiative.org
- [2] www.openlca.org
- [3] Truls Gundersen, Introduction to Exergy and Energy Quality, Energy and Process Engineering, 2009
- [4] Jan Szargut, Egzergia: Poradnik obliczania i stosowania, Gliwice, 2007 (in Polish)

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Artur Nemś, artur.nems@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Układy termoelektryczne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Thermoelectric devices
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Chłodnictwo, ciepłownictwo i klimatyzacja
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0019W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30				
Forma zaliczenia	zaliczenie				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

- znajomość podstaw chłodnictwa

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – zapoznanie studentów z zastosowaniem modułu termoelektrycznych
 C2 – zapoznanie studentów z materiałami termoelektrycznymi
 C3 – zapoznanie studentów z technologiami płaszczyznowej wymiany ciepła
 C4 – zapoznanie studentów z modelami i metodami obliczeniowymi

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 – ma ugruntowaną i pogłębioną wiedzę dotyczącą zastosowań modułów termoelektrycznych
 PEK_W02 – ma pogłębioną wiedzę dotyczącą materiałów termoelektrycznych
 PEK_W03 – ma pogłębioną wiedzę dotyczącą technologii płaszczyznowej wymiany ciepła
 PEK_W04 – ma pogłębioną wiedzę dotyczącą modeli i metod obliczeniowych

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, literatura, opis zasad zaliczenia kursu, wprowadzenie	1
Wy2	Zastosowanie modułów termoelektrycznych w urządzeniach chłodniczych i grzewczych	2
Wy3	Zastosowanie modułów termoelektrycznych w termogeneracji prądu elektrycznego	2
Wy4	Technologie płaszczyznowej wymiany ciepła – wymienniki żebrowane	2
Wy5	Technologie płaszczyznowej wymiany ciepła – wymienniki cieczowe	2
Wy6	Uprozczone metody obliczeniowe chłodziarek termoelektrycznych	2
Wy7	Pełny model obliczeniowy chłodziarek termoelektrycznych	2
Wy8	Przykłady typowych zastosowań i modele do ich obliczeń	1
Wy9	Zaliczenie	1
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład informacyjny N3. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1 P=F1	PEK_W01-PEK_W04	zaliczenie

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Kasperski J., materiały dydaktyczne do wykładu udostępnione studentom [2] Filin S., Termoelektryczne urządzenia chłodnicze, MASTA, 2002, [3] Hobler T. Ruch ciepła i wymienniki, WNT 1986 [4] Kalinowski E., Przekazywanie ciepła i wymienniki OW PWr 1995</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Rowe D.M., Thermoelectric Handbook, Taylor&Francis 2006 [2] Webb. R.L., Kim N-H., Principles of Enhanced Heat Transfer, Taylor&Francis 2005 [3] Rohsenow W.M., Hartnett J.P. Cho Y.I. Handbook of Heat Transfer, McGrawHill 1998</p>
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Jacek Kasperski, jacek.kasperski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Sprężarkowe systemy ziębnicze
Name of subject in English:	Vapor-compression refrigeration systems
Main field of study (if applicable):	POWER ENGINEERING
Specialization (if applicable):	Refrigeration and Cryogenics
Profile:	academic
Level and form of studies:	2nd level, full-time
Kind of subject:	optional
Subject code:	W09ENG-SM0075
Group of courses:	NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	120		60	60	
Form of crediting	Exam		crediting with grade	crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2		2	2	
including number of ECTS points for practical (P) classes	0		2	2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BU) classes	2		2	2	

*niepotrzebne skreślić

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Fundamental knowledge of thermodynamics, fluid mechanics and heat transfer.
2. Knowledge of technical drawing and construction rules
3. Ability to construct using graphic programs

SUBJECT OBJECTIVES

- C1 Transfer of basic knowledge, taking into account the application aspects of compressor refrigeration
- C2. Transfer of knowledge regarding the calculation of heat exchangers and the selection of fittings and refrigeration automation.
- C3. To develop skills in qualitative understanding, interpretation and quantitative analysis - based on dependencies describing cold cycles
- C4. Developing students' skills to characterize processes in refrigeration equipment

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEK_W01 - knows the basics of cooling system implementation and the differences between theoretical and actual cooling system.

PEK_W02 - have knowledge of the design of refrigeration compressor installations

PEK_W03 - knows the mathematical model describing heat exchangers and principles of fitting selection

relating to skills:

PEK_U01 - can determine the basic parameters of the refrigeration cycle and indicate the differences between the theoretical and actual refrigeration cycle.

PEK_U02 - can conclude from the measurements of refrigeration plant operating parameters

PEK_U03 - can use mathematical models to calculate heat exchangers

PEK_U04 - can choose the necessary fittings from catalogs

PEK_U05 - can design the vapor compressor refrigeration system

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Refrigeration industry history and construction of the lgp-h chart. Natural methods of achieving the cooling effect	2
Lec 2	Determining the basic parameters characterizing the cooling cycle. The theoretical and real refrigeration cycle and its representation on lg p -h.	2
Lec 3	Self-regulation of the cooling cycle. The problems caused by self-regulation effects	2
Lec 4	Opportunities to ensure a higher COP	2
Lec 5	Division of refrigeration compressors, construction, principle of operation, mathematical model.	2
Lec 6	Oil function in the refrigeration system. Oil selection. Mathematical model of cooling pipeline diameters.	2
Lec 7	Rules of construction of the refrigeration system discharge line	2
Lec 8	Rules of construction of a liquid refrigeration plant line.	2
Lec 9	Condensers in compressor refrigeration installations. Mathematical model	2
Lec 10	Condensation pressure control	2
Lec 11	Rules of construction of compressor rack systems	2
Lec 12	Rules of construction of the refrigeration suction line. Parallel connecting of evaporators.	2
Lec 13	Expansion elements in the refrigeration system	2
Lec 14	Evaporators in refrigeration installations Mathematical model	2
Lec 15	Heat recovery from refrigeration installations. Mathematical model	2
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
Lab 1	Safety regulations in laboratory classroom	2
Lab 2	Getting a chilling effect with eutectic mixtures	2
Lab 3	Adiabatic cooling and it's representation on the i-x graph for humid air	2
Lab 4	Visualization of processes occurring in the cooling cycle based on the observation of the glass model of the household refrigerator	2

Lab 5	Measurements of work parameters of the household refrigerator and its representation of its refrigeration cycle together with basic calculations of cycle. Cold room balance.	2
Lab 6	Presentation of the basic service tools necessary for use for service of refrigeration installations. Refrigerant recognition based on measured pressure and temperature parameters.	2
Lab 7	Measurements of work parameters of the primary refrigeration system equipped with an air cooler. Representation of its refrigeration cycle together with basic calculations of cycle based on measurements and determination of actual performance and COP.	2
Lab 8	Self-regulation effect on the high pressure side of the system and its influence on COP of the cycle	2
Lab 9	Self-regulation effect on the low pressure side of the system and its influence on COP of the cycle	2
Lab 10	Calculation of the condenser performance based on measurements	2
Lab 11	Calculation of the air cooler performance based on measurements	2
Lab 12	Refrigerant load of the refrigeration plant and its influence on COP	2
Lab 13	Operation of the thermostatic expansion valve, its regulation and influence on COP.	2
Lab 14	Removal of filling from a refrigeration system by various refrigerant recovery methods.	2
Lab 15	Corrective and supplementary classes	2
	Total hours	30

Project		Number of hours
Proj 1	Project scope, crediting conditions, literature. Assigning individual project topics to students.	2
Proj 2	Discussion and approximation of issues raised in projects. Individual work of students on projects. Concept of the design	2
Proj 3	Individual work of students on projects. Determining the basic operating temperatures of the compressor refrigeration cycle. Identification of status points for individual design data.	2
Proj 4	Individual work of students on projects Selection of the refrigerant	2
Proj 5	Individual work of students on projects Selection of the cycle depending of the maximum COP factor and minimum volume flow of the compressor on the suction side	2
Proj 6	Individual work of students on projects Representation of the real cycle and corrections of the capacity of the compressor	2
Proj 7	Individual work of students on projects. Calculation of the needed diameters of the pipelines	2
Proj 8	Individual work of students on projects. Construction of the main pipelines	2
Proj 9	Individual work of students on projects. Calculation of the condenser	2
Proj 10	Individual work of students on projects. Calculation of the evaporator	2
Proj 11	Individual work of students on projects. Selection of the main elements in the main pipelines	2
Proj 12	Construction of the condensing unit	2
Proj 13	Logic of work of the refrigeration plant, selection of the regulator and safety devices.	2
Proj 14	Drawings for the designed installation. Preparation of the report. Preparation of project presentation.	2

Proj 15	Presentation and submission of ready projects by students.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lecture with presentation
 N2. Laboratory – discussion of problems
 N3 Individual design presentation
 N4. Self-study – reading of supplementary materials.
 N5. Self-study – study and preparation for the final exam.
 N6. Office hours.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-WYKŁAD

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_W01 ÷ PEK_W03;	Egzamin pisemny

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1	PEK_W01 ÷ PEK_W03	Final exam containing questions based on the entire range of the lecture
F2	PEK_U01 ÷ PEK_U02	Reports from laboratory classes
P3	PEK_U03 ÷ PEK_U05	Final presentation of the design

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] Rex Miller, Mark R. Miller, Air conditioning and refrigeration McGraw-Hill Professional Publishing, 2006
 [2] Risto Ciconkov Refrigeration - Solved examples, "St Kiril & Metodij" Faculty of Mechanical Engineering. Po. Box 464. 1000 Skopje Macedonia
 [3] Handbook: refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning ASHRAE 2006
 [4] Wilbert F. Stoecker - Industrial refrigeration handbook McGraw-Hill 1998

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Technical bulletins of manufacturers of the refrigeration equipment

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Stefan Reszewski stefan.reszewski@pwr.edu.pl

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Energetyka wodna
Name of subject in English: Water Power Engineering
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable): Renewable Sources of Energy
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional
Subject code: W09ENG-SM0048
Group of courses: NO

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15		15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60	30		60	
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2	1		2	
including number of ECTS points for practical (P) classes	0	1		2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1	0,75		1,5	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of issues related to solid mechanics and fluid mechanics.
2. Basic knowledge of turbomachinery activities.
3. Ability to use spreadsheets and CAD programs.

SUBJECT OBJECTIVES

- C.1 Learning by students, ways of using water resources as a form of renewable energy for energy purposes, including the accumulation of energy.
- C.2 To provide students with the importance of hydropower for electricity system, ecology and economy.
- C.3 Learning by students, principles of operation of water turbines.
- C.4 To provide students with the construction of hydroelectric power.
- C.5 Developing skills identification and assessment of water energy resources.
- C.6 Developing skills to propose a technical solution to the use of energy resources, water

PROGRAM CONTENT		
Lectures		Number of hours
Lec1	Introduction to the lecture and requirements. Water as a renewable energy and a base of economy operation.	2
Lec2	Basic information about hydrology. Hydrographs, types of rivers, energy concentration.	2
Lec3	The energetics system, significance and classification of hydroelectric power plants.	2
Lec4	River hydro - plants parameters determination.	2
Lec5	Parameters determination of the hydro - plants working with daily and weekly controlled tanks (reservoirs).	2
Lec6	Running hydro - plants in compact and dispersed cascade.	2
Lec7	Theory and turbine specific speed. Types of water turbines, their property and configuration.	2
Lec8	Water turbines operating parameters and rules of rational construction. TEST	2
Lec9	Basic of water-turbine and electric generator selection.	2
Lec10	Building flow elements of hydro plants.	2
Lec11	Derivation and closings.	2
Lec12	Hydroplants forming.	2
Lec13	Mechanical supportive devices for hydroplants.	2
Lec14	Turbine auxiliary equipment. TEST	2
Lec15	Recapitulate. CREDIT	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1	Introduction to the classes. The calculation of the hydropotential of selected river.	2
Cl 2	Parameters determination of the run on river hydro power plant.	2
Cl 3	Parameters determination of the daily regulated hydro power plant.	2
Cl 4	Parameters determination of the cascade hydro power plant.	2
Cl 5	The water turbine selection for the dedicated parameters.	2
Cl 6	The calculation of the number of turbines and its size.	2
Cl 7	The selection of the generator and the calculation of the trash rack.	2
Cl 8	Recapitulate. TEST	1
	Total hours	15
Project		Number of hours

Proj1	Basic information and introduction to the project, types of hydropower plants, design point (credit conditions of the course, input data).	2
Proj2	Compositions of hydropower plants and water turbines. Run-of-the-river hydroelectricity scheme and calculation. Determination of numbers and size of water turbines and hydro generators.	2
Proj3	Turbine selection based on operating and working characteristic curves. Cavitation calculation in water turbines.	2
Proj4	Power of hydropower plant, cooling system and generator selection (air cooling system).	2
Proj5	Determination of the basic dimension of the Kaplan turbine and spiral case.	2
Proj6	Determination of the type and size of elements which direct water into hydropower plant. Determination of the type and size of elements which direct water out of hydropower plant (draft tube).	2
Proj7	Determination of the auxiliary devices of a hydropower.	2
Proj8	Final exam.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Traditional lecture using slides, animation and presentation software.
N2. Exercise: discussion of the calculation algorithms.
N3. Project: discuss the algorithms and methods of selection elements of the plant.
N4. Own work:
- calculate the parameters of the installed power, dimensions of the main components of power plant using Excel or Mathcad.
- geometry modeling of power plant selected elements using CAD methods in 2D or 3D.
- drawings for proposal: longitudinal section through a power plant turbine chamber, steering.
N5. Consultation.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	Lec1 – Lec15	Written exam
F2	C11 –C18	Reports
F3	Proj1 – Proj8	Reports
$P1 = 0,6 \cdot F1 + 0,2 \cdot F2 + 0,2 \cdot F3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] H. Moazam, S. Hamza, J. Umer „Hydropower with Kaplan hydro turbine : a theory and approach to kaplan turbine design (future of micro hydro turbines)”, LAP Lambert Academic Publishing, 2011.
- [2] S. Michałowski, J. Plutecki „Energetyka wodna”, WNT, Warszawa 1975.
- [3] P. Stawski, at All „Water Power Plants”, Wroclaw 2011.
- [4] T. Jiandong, Z. Naibo, W. Xianhuan, H. Jing, d. Huishen, „Mini Hydropower”, John Wiley & Sons, New York 1996.
- [5] F. R. Frsund, „Hydropower economics”, Springer, New York 2007.
- [6] J. Fritz, „Small and mini hydropower systems : resource assessment and project feasibility”, McGraw-Hill Book Co., New York 1984.
- [7] ESHA „Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant” (European Small Hydropower Association), 2004.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] International Water Power and Dam Construction - Magazine.
- [2] Carrasco F., „Introduction to hydropower” The English Press 2011.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Przemysław Szulc przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl

*delete if not necessary

FACULTY OF MECHANICAL AND POWER ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish: Energetyka wiatrowa
Name of subject in English: Wind Power Plants
Main field of study (if applicable): Power Engineering
Specialization (if applicable): Renewable Sources of Energy
Profile: academic
Level and form of studies: 2nd level, full-time
Kind of subject: optional-specialization
Subject code: W09ENG-SM0045
Group of courses: No

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			30	
Form of crediting	crediting with grade			crediting with grade	
For group of courses mark final course with (X)					
Number of ECTS points	2			1	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1			0.75	

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basics of Fluid Mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

C1 – Familiarization of students with principles of operation and construction of wind turbines.
 C2 – Introduction to wind and terrain characteristics and their influence of wind turbine design and operation.
 C3 – Introduction to linear and angular momentum theory and actuation disc model.
 C4 – Introduction to blade element theory and aerodynamics of wind turbine.
 C5 – Developing skills to use blade element method to calculate trust force and power output of wind turbine.
 C6 – Familiarization of students with economic and ecological aspects of wind turbines.
 C7 – Providing basic knowledge about wind turbine farms and skills to select an optimal location for wind turbines.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

relating to knowledge:

PEU_W01 – knows and understands principles of wind turbine design, construction and operation,
 PEU_W02 – knows and understands linear and angular momentum theory related to wind turbine,
 PEU_W03 – knows and understands blade element theory and aerodynamics of wind turbine,

PEU_W04 – knows and understands blade element method to calculate trust force and power of wind turbine,
 PEU_W05 – knows and understands how to select an optimal location for wind turbine and calculate annual energy production.

relating to skills:

PEU_U01 – is able to use principles of aerodynamics to design wind turbine,
 PEU_U02 – is able to design wind turbine blade based on blade element method,
 PEU_U03 – is able to use Qblade and ProPID software to calculate trust force, power of wind turbine and analyze aerodynamic properties of wind turbine,
 PEU_U04 – is able to select an optimal location for wind turbine and to calculate annual energy production.

PROGRAM CONTENT

Lectures		Number of hours
Lec 1	Introduction to wind physics and mathematical description of main wind parameters related to wind power plants. Selection of a most optimal location for a wind turbine.	2
Lec 2	Linear momentum theory for wind turbines, actuation disc model, Betz limit and theoretical efficiency of wind turbine.	2
Lec 3	Angular momentum theory for wind turbine, introduction of tip speed ratio parameter and angular induction factor.	2
Lec 4	Aerodynamics of wind turbine and introduction to classical Blade Element Theory.	2
Lec 5	Introduction to Blade Element Method and computational algorithm.	2
Lec 6	Corrections of Blade Element Method and discussion of the corrected algorithm.	2
Lec 7	Introduction to Qblade and ProPID software for designing and calculation of wind turbines.	2
Lec 8	Control and regulation of wind turbine performance, passive and active control and regulation.	2
Lec 9	Non-standard control and regulation of wind turbine performance. Lecture based on own research.	2
Lec 10	Optimization of wind turbine: cost modeling and the NREL cost model.	2
Lec 11	Fixed speed and variable speed wind turbines.	2
Lec 12	Wind farms and mutual interaction of wind turbines.	2
Lec 13	More about wind turbine components: blades, rotor hub, gearbox, generator, mechanical brake, yaw drive, tower and foundations.	2
Lec 14	Offshore wind turbines and wind farms	2
Lec 15	Final test	2
	Total hours	30
Project		Number of hours
Proj 1	Discussion of the project goal and scope.	1
Proj 2	Introduction to Qblade and ProPID software used for wind turbine design. Preliminary assumptions of individual projects: rated power, rated wind velocity, rpm.	2

Proj 3	Design of wind turbine blade: determination of basic wind turbine parameters and selection of aerodynamic airfoils.	2
Proj 4	Wind turbine blade design: determination of the range of Reynolds numbers of the blade, calculation of an optimal twist angle of the blade.	2
Proj 5	Using Blade Element Method: calculation of the turbine power and aerodynamic forces, aerodynamic analysis of the designed blade.	2
Proj 6	Determination of an optimal location for the designed wind turbine, calculation of an annual production of the wind turbine based on the Weibull distribution.	2
Proj 7	Selection of other turbine components and basic stress and load analysis.	2
Proj 8	Optimization of the designed wind turbine based on simplified cost model and NERL cost model.	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED

- N1. Lectures using multimedia presentation.
N2. Students own work - independent studies and preparation for final test.
N3. Qblade and ProPID software.
N4. Detailed list of things to do for the project with explanations.
N5. Partial presentations during each project class to show and discuss progress in the project.
N6. Individual consultations with the project tutor.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT – Lecture

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_W01– PEU_W05	Final test

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT – Project

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P	PEU_U01 – PEU_U04	Grades for completed projects

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Ackermann T.: Wind Power in Power Systems, Wiley 2005
- [2] Boczar T.: Wykorzystanie energii wiatru. PAK 2010
- [3] Burton T.: Wind Energy Handbook, Wiley 2011
- [4] Gasch R.: Tewe J.: Windkraftanlagen. Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, Teubner 2009
- [5] Heier S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems, Wiley 2006
- [6] Hau E.: Windturbines: fundamentals, technologies, application, economics. Springer 2006

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Bianchi F., Battista H., Mantz R.: Wind Turbine Control Systems, Principles, Modelling and Gain Scheduling Design. Springer 2007
- [2] Clark R.: A Modern Course in Aeroelasticity (Solid Mechanics and Its Applications), Springer 2004
- [3] Gipe P.: Wind Power: Renewable Energy for Home, Farm, and Business. Chelsea Green Publishing Company 2004
- [4] Lubośny Z. Farmy wiatrowe w systemie elektroenergetycznym. WNT 2009
- [5] Nelson V.: Wind Energy, Renewable Energy and the Environment. CRC Press 2009
- [6] Mathew Sathyajith: Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. Springer 2006
- [7] Wright J., Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads, Wiley 2008.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Ziemowit Malecha, ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Współczesne reaktory jądrowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Advanced nuclear power reactors
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie w energetyce
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0025
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu fizyki, termodynamiki, siłowni cieplnych, energetyki jądrowej, reaktorów jądrowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu konstrukcji i eksploatacji współczesnych reaktorów jądrowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Posiada wiedzę z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych oraz zasad eksploatacji współczesnych reaktorów jądrowych.

PEK_W02 – Potrafi scharakteryzować i omówić główne systemy pomocnicze i bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – Potrafi poprawnie analizować i interpretować zmiany podstawowych parametrów

eksploatacyjnych reaktora jądrowego w warunkach normalnej pracy oraz podczas awarii.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1-3	Wybrane zagadnienia z zakresu fizyki i teorii reaktorów jądrowych.	6
Wy4	Historia, rozwój i klasyfikacja reaktorów jądrowych.	2
Wy5,6	Podstawowe zasady i środki zapewnienia bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.	4
Wy7-12	Przegląd konstrukcji i zasady eksploatacji współczesnych reaktorów jądrowych. Charakterystyka podstawowych systemy pomocniczych i bezpieczeństwa elektrowni jądrowej.	12
Wy13,14	Przegląd wybranych koncepcji dla reaktorów jądrowych IV generacji.	4
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1,2	Wprowadzenie do obsługi programu PC-Tran.	3
La3,4	Badanie i analiza wybranych parametrów eksploatacyjnych reaktora PWR podczas pracy w stanie ustalonym i nieustalonym.	4
La5-8	Badanie i analiza wybranych parametrów eksploatacyjnych reaktora PWR w stanach awaryjnych.	8
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej,
N2. Ćwiczenia laboratoryjne z wykorzystaniem programu komputerowego,
N3. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01, PEK_W02	Kolokwium zaliczeniowe
F	PEK_U01	Sprawozdania

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Kubowski J., Nowoczesne elektrownie jądrowe, WNT 2010
- [2] Praca zbiorowa, Wszystko o energetyce jądrowej, AREVA, 2008
- [3] Celiński Z., Energetyka jądrowa, PWN 1991
- [4] Jezierski G., Energia jądrowa wczoraj i dziś, WNT 2005

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Kierunki rozwoju elektrowni jądrowych, WPWr 1997
- [2] Laudyn D., Pawlik M., Strzelczyk F., Elektrownie, WNT 2005

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Wojciech Zacharczuk, wojciech.zacharczuk@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Wybrane zagadnienia procesów ciepło-przepływowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Selected problems of thermal-flow processes
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0004
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność tworzenia geometrii 3-D w programach inżynierskich.
2. Wiedza z zakresu wymiany ciepła i mechaniki płynów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1 – przekazanie wiedzy na temat metod symulacji zjawisk ciepło-przepływowych
 C2 – przekazanie wiedzy na temat sposobów modelowania wybranych procesów ciepło – przepływowych
 C3 – wykształcenie umiejętności dobierania odpowiednich modeli przepływów wielofazowych
 C4 – wykształcenie umiejętności wykonywania obliczeń numerycznych dla modeli zaimplementowanym modelem radiacji oraz FSI

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 – ma wiedzę na temat równań opisujących wymianę ciepła i ruch płynu
 PEK_W02 – ma wiedzę dotyczącą zjawiska turbulencji i jej modeli
 PEK_W03 – posiada wiedzę na temat metod numerycznego rozwiązywania zagadnień wymiany ciepła
 PEK_W04 – jest zaznajomiony z metodami numerycznego rozwiązywania zagadnień odwrotnych
 PEK_W05 – ma wiedzę na temat procesów wielofazowych jak skraplanie czy kondensacji
 PEK_W06 – potrafi zamodelować procesy związane z radiacją
 PEK_W07 – ma podstawową wiedzę na temat metody FSI
 PEK_W08 – ma wiedzę na temat analizy procesów przy dużych prędkościach czynnika

Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 – potrafi generować geometrie i siatki numeryczne
 PEK_U02 – ma umiejętność wyboru odpowiedniego modelu przepływowego w przepływach wielofazowych
 PEK_U03 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne ustalonego i nieustalonego przewodzenia ciepła
 PEK_U04 – potrafi wykonywać obliczenia numeryczne mieszania się substancji w mieszalnikach
 PEK_U05 – potrafi zamodelować procesy z prędkościami, dla których liczba Macha jest większa od 1

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogrzewanie ciała o małym oporze przewodzenia ciepła. Nieustalona wymiana ciepła w płycie płaskiej, walcu i kuli.	2
Wy2	Nieustalona wymiana ciepła w ciele pół-nieskończonym. Przewodzenie ciepła przy nieustalonych warunkach brzegowych	2
Wy3	Numeryczne metody rozwiązywania zagadnień przewodzenia ciepła.	2
Wy4	Metody rozwiązywania zagadnień odwrotnych.	2
Wy5	Wymiana ciepła w przestrzeni wypełnionej gazem promieniującym.	2
Wy6	Metody numeryczne rozwiązywania radiacyjnej wymiany ciepła.	2
Wy7	Przepływy wielofazowe – wiadomości ogólne.	2
Wy8	Modelowanie przepływów z fazą dyskretną. Przepływ z powierzchnią swobodną.	2
Wy9	Wymiana ciepła przy skraplaniu.	2
Wy10	Wymiana ciepła podczas wrzenia.	2
Wy11	Metody modelowania wymiany masy.	2
Wy12	Metody numerycznego rozwiązywania zagadnień mieszania.	2
Wy13	Oddziaływanie struktur przepływowych i mechanicznych - FSI.	2
Wy14	Wymiana ciepła podczas opływów z dużymi prędkościami	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne.	1
La2	Obliczanie nieustalonej wymiany ciepła.	2
La3	Modelowanie wymiany ciepła przez promieniowanie.	2
La4	Modelowanie przepływów wielofazowych.	2
La5	Modelowanie procesów skraplania/wrzenia.	2
La6	Modelowanie przepływu zawierającego cząstki ciała stałego.	2
La7	Modelowanie procesu mieszania w mieszalniku.	2
La8	Modelowanie opływu łopatki turbiny.	2

Suma godzin	15
-------------	----

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja multimedialna.
 N2. Program do generowania geometrii oraz siatek numerycznych m.in. ANSYS ICEM lub SpaceClaim Geometry.
 N3. Program do przeprowadzania symulacji m.in. CFD ANSYS CFX.
 N4. Konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA- wykład

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK W01- PEK W08	kolokwium zaliczeniowe

CENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA-laboratorium

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK U01- PEK U03	Sprawozdanie z La2
F2	PEK U01- PEK U03	Sprawozdanie z La3
F3	PEK U01- PEK U04	Sprawozdanie z La4
F4	PEK U01- PEK U04	Sprawozdanie z La5
F5	PEK U01- PEK U04	Sprawozdanie z La6
F6	PEK U01- PEK U04	Sprawozdanie z La7
F7	PEK U01- PEK U04	Sprawozdanie z La8
P=0,1F1+0,2F2+0,2F3+0,2F4+0,1F5+0,1F6+0,1F7		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Patankar S., Numerical Heat Transfer And Fluid Flow, McGraw-Hill, Book Company, 1980.
- [2] Versteeg H. K., Malalasekera W., An Introduction to Computational Fluid Dynamics. The Finite Volume Method, 2nd ed., Pearson Education Limited, 2007.
- [3] Anderson J. D., Computational Fluid Dynamics. The Basics with Applications., McGraw-Hill Book Company, 1995.
- [4] Jaworski Z., Numeryczna mechanika płynów w inżynierii chemicznej i procesowej.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Tannehill J. C., Anderson D. A., Pletcher R. H., Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer, Taylor & Francis, 1997.
- [2] Ferziger J. H., Peric M., Computational Methods For Fluid Dynamics, 3rd ed., Springer, 2007.
- [3] Hoffmann K. A., Chiang S. T., Computational Fluid Dynamics, 4th edition, vol. I,II,III, Engineering Education System, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Sławomir Pietrowicz, slawomir.pietrowicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Wysokosprawne układy kogeneracyjne
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: High-efficiency CHP systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy): Nowoczesne technologie w energetyce
Poziom i forma studiów: II stopień / stacjonarna
Rodzaj przedmiotu: wybieralny / specjalnościowy
Kod przedmiotu: W09ENG-SM0030
Grupa kursów: NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30			
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę			
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1			
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	0			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	0,75			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, wymiany ciepła, siłowni cieplnych, elektrowni i elektrociepłowni.

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Przekazanie wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, z zakresu budowy i eksploatacji wysokosprawnych układów kogeneracyjnych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – Potrafi scharakteryzować i omówić wysokosprawne układy kogeneracyjne małej i dużej mocy, oparte na różnych technologiach.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – Posiada umiejętność wykonywania obliczeń cieplno-bilansowych dla wybranych układów wysokosprawnej kogeneracji.

PEK_U02 – Posiada umiejętność obliczania i oceny wartości podstawowych wskaźników efektywności energetycznej dla układów wysokosprawnej kogeneracji

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podziały i klasyfikacja siłowni ciepłych oraz ich charakterystyka.	2
Wy2	Podstawowe przemiany cieplne w elektrowniach parowych.	2
Wy3	Koszty wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w elektrowniach i elektrociepłowniach.	2
Wy4	Sposoby podwyższania sprawności elektrowni.	2
Wy5,6	Wysokosprawna skojarzona gospodarka energetyczna – charakterystyka.	4
Wy7,8	Układy kogeneracyjne z turbiną parową.	4
Wy9	Układy kogeneracyjne z turbiną gazową i gazowo-parową	2
Wy10	Układy kogeneracyjne oparte na silnikach spalinowych	2
Wy11	Układy kogeneracyjne z mikro-turbiną.	2
Wy12	Układy kogeneracyjne z obiegiem ORC oraz z silnikiem Stirlinga.	2
Wy13	Układy kogeneracyjne oparte na ogniwach paliwowych	2
Wy14	Układy trigeneracyjne	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1,2	Rozwiązywanie zadań i omówienie wybranych zagadnień i rozwiązań technicznych dotyczących klasycznych układów kogeneracyjnych CHP (obieg Clausiusa-Rankina).	3
Ćw3-5	Wskaźniki efektywności energetycznej (sprawność, współczynnik skojarzenia, wskaźnik PES) układów kogeneracyjnych – rozwiązywanie zadań obliczeniowych; ocena efektywności energetycznej wybranych instalacji CHP.	6
Ćw6-7	Układy ORC oraz układy trigeneracyjne – rozwiązywanie zadań rachunkowych związanych z wyznaczeniem współczynników efektywności energetycznej oraz doбором czynników obiegowych	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1 Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2 Ćwiczenia rachunkowe, dyskusja rozwiązań zadań.
N3 Konsultacje.
N4 Praca własna studenta – przygotowanie do zaliczenia.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
Wykład – P	PEK_W01	Kolokwium zaliczeniowe.
Ćwiczenia – P	PEK_U01 - PEK_U02	Kolokwium zaliczeniowe.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Horlock J. H: Cogeneration – Combined Heat and Power (CHP). Thermodynamics and Economics. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida 1997.
[2] Marecki J.: Gospodarka skojarzona ciepłno-elektryczna. WNT, Warszawa 1991.
[3] Szargut J., Ziębik A.: Podstawy energetyki cieplnej. PWN, Warszawa 1998, 2000.
[4] Szargut J., Ziębik A.: Skojarzone wytwarzanie ciepła i elektryczności – elektrociepłownie. PAN Oddział w Katowicach, Katowice-Gliwice, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Szargut J., Ziębik A.: Podstawy energetyki cieplnej. PWN, Warszawa 1998, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Andrzej Tatarek, andrzej.tatarek@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Wytwarzanie i użytkowanie paliw gazowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Production and use of gaseous fuels
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Energetyka
Specjalność (jeśli dotyczy):	Nowoczesne technologie energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09ENG-SM0028
Grupa kursów:	nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	60		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1	0,5	1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu kursów: chemii, termodynamiki oraz procesów spalania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zaznajomienie studentów z podstawowymi technologiami produkcji sztucznych paliw gazowych (zgazowanie węgla, biomasy i odpadów, wytwarzanie wodoru) oraz zasadami obliczeń termochemicznych i warunkami równowagi chemicznej w procesach wytwarzania paliw gazowych.
- C2. Wytrobienie u studentów umiejętności bilansowania procesów zgazowania paliw oraz analizowania składu chemicznego produkowanych paliw gazowych.
- C3. Zapoznanie studentów z obecnymi technologiami produkcji, magazynowania i wykorzystania wodoru, a także z budową, zasadą działania i rozwiązaniami konstrukcyjnymi ogniwo paliwowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 – student powinien znać najważniejsze sposoby pozyskiwania paliw gazowych oraz technologie ich wykorzystania.

PEK_W02 – student powinien rozumieć mechanizmy rozkładu termicznego substancji organicznych oraz ich rolę w procesach produkcji gazu.

PEK_W03 – student powinien znać najważniejsze technologie produkcji wodoru i rozwiązania techniczne wykorzystujące ogniwa paliwowe.

Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 – student powinien potrafić wykonać obliczenia procesów zgazowania różnych typów paliw dla wybranych procesów zgazowania, oraz wykonać obliczenia dla procesu produkcji wodoru wybraną metodą.

PEK_U02 – student powinien potrafić określić niezbędne metody i parametry procesów zgazowania oraz produkcji wodoru w celu oceny jakości produkowanego gazu, a także przeprowadzić pomiary na stanowisku laboratoryjnym dla badanych procesów.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1-2	Gaz ziemny: zasoby, pozyskiwanie, magazynowanie, wykorzystanie energetyczne i przetwarzanie.	4
Wy3-6	Sztuczne paliwa gazowe: paliwa pochodzenia kopalnego, gaz rafineryjny i koksowniczy, produkcja gazu generatorowego i syntezowego, produkcja gazu pirolitycznego, wykorzystanie sztucznych paliw gazowych, produkcja wodoru z paliw kopalnych.	8
Wy7-8	Biogaz i gaz wysypiskowy: produkcja, wykorzystanie energetyczne na przykładach.	4
Wy9-11	Wodór: produkcja, magazynowanie, zastosowanie, perspektywy wykorzystania.	6
Wy12-14	Ogniwa paliwowe: podstawy elektrochemii, termodynamika ogniw paliwowych, przegląd rozwiązań technicznych, zastosowanie na przykładach	6
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć – ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1-2	Wprowadzenie, stechiometria, równowaga i kinetyka reakcji gazowych	4
Ćw3	Kaloryczność paliw gazowych	2
Ćw4-5	Sprawność procesu zgazowania	3
Ćw6-7	Podstawy elektrochemii	4
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab 1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do ćwiczeń.	2
Lab 2	Wyznaczanie składu gazu sieciowego z wykorzystaniem technik chromatograficznych	2
Lab 3-5	Produkcja i analiza składu chemicznego biogazu z odpadów organicznych	6
Lab 6-7	Wytwarzanie i określanie składu gazu generatorowego	4
Lab 8-9	Pobór smół i pomiar ich zawartości w gazie generatorowym	4
Lab 10	Reforming parowy metanu	2
Lab 11	Elektroliza wodnych roztworów alkalicznych (produkcja wodoru)	2
Lab 12	Produkcja wodoru z wykorzystaniem elektrolitów stałych (PEM - membrana protonowymienna)	2
Lab 13	Badania charakterystyki, obciążeń i sprawności systemu ogniw	2

	paliwowych (PEM - NEXA 1.2 kW).	
Lab 14	Badanie procesu magazynowania wodoru.	2
Lab 15	Ocena sprawozdań. Zaliczenie przedmiotu.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej. N2. Ćwiczenia rachunkowe. N3. Ćwiczenia na stanowiskach laboratoryjnych N4. Konsultacje.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P1	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium zaliczające wykład.
F1	PEK_U01	Odpowiedzi ustne, krótkie sprawdziany pisemne.
P2		Kolokwium zaliczające ćwiczenia.
F3	PEK_U02	Kartkówki sprawdzające przygotowanie do zajęć laboratoryjnych, aktywność na zajęciach oraz sprawozdania sporządzone na podstawie wykonanych pomiarów.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Biopaliwa Proekologiczne odnawialne źródła energii, Witold M. Lewandowski, Warszawa Wydawnictwo WNT, 2013. [2] Biologiczne przetwarzanie odpadów, Jędrzak A, PWN, Warszawa, 2007. [3] Termochemiczne przetwórstwo węgla i biomasy, red. M. Ściążko i H. Zieliński, IChPW i IGSMiE PAN, Zabrze-Kraków, 2003. [4] Spalanie i paliwa, W. Kordylewski, red. E. M. Bulewicz, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław, 2008. [5] Ogniwa paliwowe typu PEM, teoria i praktyka, Arkadiusz Małek, Mirosław Wendeker, Politechnika Lubelska, Lublin, 2010. [6] Wodór nośnikiem energii, Leszek Romański, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 2007.
<u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u>
[1] Rezaiyan J., Cheremisinoff N. P., Gasification Technologies, Taylor&Francis, London 2005. [2] Basu P., Biomass Gasification and Pyrolysis - Practical Design, Elsevier Inc., 2010. [3] S.Shiva Kumar, V. Himabindu, Hydrogen production by PEM water electrolysis – A review, Materials Science for Energy Technologies Vol. 2, Issue 3, December 2019, Pages 442-454. [6] Arshad Adeel, et all, Energy and exergy analysis of fuel cells: a review, Thermal Science and Engineering Progress, Mar 30, 2019, Vol.9, Pages 308-321. [7] Ryan P. O'Hayre et all., Fuel cells fundamentals, 2005.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Mateusz Wnukowski, mateusz.wnukowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY	
KARTA PRZEDMIOTU	
Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zarządzanie projektami w energetyce	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Project management at energy sector	
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu:	W08W09-SM0111W
Grupa kursów:	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30				
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	75				
Forma zaliczenia	Zaliczenie na ocenę*				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3				
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1,5				

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH
Brak wymagań wstępnych

CELE PRZEDMIOTU
C1: Przekazanie studentom wiedzy o zarządzaniu projektem
C2: Przekazanie studentom wiedzy na temat realizacji projektów w sektorze energetycznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Posiada wiedzę na temat projektów, zna podstawowe składowe projektu oraz wie jak nimi zarządzać.

PEU_W02 Zna i rozumie podstawowe uwarunkowania związane z realizacją projektów w sektorze energetyki.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Jest gotów do myślenia i działania w zespole projektowym.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy 1	Zajęcia organizacyjne. Przedstawienie celów i zakresu przedmiotu oraz warunków zaliczenia. Wprowadzenie do zarządzania projektami	2
Wy 2	Projekt – definicja, rodzaje, elementy składowe, metodyka.	2
Wy 3	Planowanie, przygotowanie i organizacja projektu.	2
Wy 4	Przebieg projektu. Zarządzanie czasem, budżetem oraz zespołem projektowym.	2
Wy 5	Zagrożenia w procesie realizacji projektu. Rodzaje i źródła ryzyka.	2
Wy 6	Przygotowanie oferty projektu w sektorze energetycznym. Taktyka działania. Relacje inwestor – oferent – konkurencja.	4
Wy 7	Studia przypadku I. Remonty elektrofiltrów w dużych elektrowniach i elektrociepłowniach w Polsce. Opisy przypadków, dokumentacja fotograficzna, refleksje i wnioski.	4
Wy 8	Studia przypadku II. Remonty turbin bloków gazowych na terenie Unii Europejskiej i w krajach Zatoki Perskiej. Opisy przypadków, dokumentacja fotograficzna, refleksje i wnioski.	4
Wy 9	Studia przypadku III. Instalacja do wychwytywania CO ₂ w dużym obiekcie hutniczym.	2
Wy10	Studia przypadku IV. Inwestycje OZE w realizacji programu „zero emisyjności” dla dużych firm przemysłowych.	2
Wy11	Wykład podsumowujący. Scenariusze rozwoju sektora energii w Polsce w świetle realizowanych projektów inwestycyjnych.	2
Wy12	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Prezentacja wiedzy w formie przekazu bezpośredniego (wykładu) – środki audiowizualne (slajdy, projektor komputerowy).

N2. Materiały wykładowe dostępne w formie elektronicznej.

N3. Studia przypadków.

N4. Kolokwium.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Aktywny udział w zajęciach – udział w dyskusjach
F2	PEU_W01 PEU_W02 PEU_K01	Kolokwium zaliczeniowe
P = 04 F1 + 06 F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. J. Fielding., *Zarządzanie projektami. Realizuj zadania w terminie nie przekraczając budżetu*, Wyd. Lingea 2021

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] E. M. Goldratt, *Cel I. Doskonałość w produkcji*. Wyd. Mintbooks 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

dr inż. Adam Świda, adam.swida@pwr.edu.pl