

## **PROGRAM STUDIÓW**

WYDZIAŁ: MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KIERUNEK STUDIÓW: MECHANIKA I BUDOWA MASZYN ENERGETYCZNYCH

Przyporządkowany do dyscypliny: D1: Inżynieria mechaniczna (dyscyplina wiodąca)  
D2: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

POZIOM KSZTAŁCENIA: studia drugiego stopnia (magisterskie)

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:

polski – specjalności: *Inżynieria i aparatura procesowa; Inżynieria lotnicza; Maszyny i urządzenia energetyczne*

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:** MECHANIKA I BUDOWA MASZYN ENERGETYCZNYCH  
**Poziom studiów:** studia drugiego stopnia  
**Profil:** ogólnoakademicki

### Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: Dziedzina nauk inżyniersko-technicznych

Dyscyplina/dyscypliny w przypadku kilku dyscyplin proszę wskazać dyscyplinę wiodącą: Inżynieria mechaniczna (dyscyplina wiodąca)  
Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka

### Objaśnienie oznaczeń:

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

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

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K2MBE\_W - efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K2MBE\_U - efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K2MBE\_K - efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów <i>Mechanika i budowa maszyn energetycznych</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
<b>WIEDZA (W)</b>				
K2MBE_W01	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu matematyki i fizyki przydatną do formułowania i rozwiązywania problemów inżynierii mechanicznej i energetycznej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W02	ma rozszerzoną wiedzę dotyczącą matematycznego opisu układów mechanicznych, struktury nowoczesnych materiałów inżynierskich i ich stosowalności w określonych obszarach inżynierii mechanicznej i energetycznej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W03	ma uporządkowaną wiedzę z zakresu pomiarów podstawowych parametrów procesowych w inżynierii mechanicznej i energetycznej oraz sterowania tymi procesami	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W04	ma rozszerzoną wiedzę z zakresu wykorzystania narzędzi komputerowych przydatnych do projektowania elementów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń oraz rozwiązywania prostych problemów naukowych i inżynierskich z zakresu inżynierii mechanicznej i energetycznej	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W05	ma wiedzę z zakresu termodynamiki, wymiany ciepła oraz mechaniki płynów niezbędnych do analizowania procesów w energetyce	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W06	ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach związanych z najnowszymi technologiami oraz systemami stosowanymi w określonych obszarach inżynierii mechanicznej i energetycznej, kierunkami ich rozwoju oraz problemami związanymi z ich wdrożeniem	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W07	ma uporządkowaną i rozszerzoną wiedzę dotyczącą	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż

	projektowania i wytwarzania elementów maszyn, urządzeń i systemów stosowanych w energetyce			
K2MBE_W08	ma wiedzę dotyczącą zasad eksploatacji, bezpieczeństwa i niezawodności maszyn, urządzeń i systemów energetycznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_inż
K2MBE_W09	ma wiedzę niezbędną do zrozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej, w tym zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej, także w obszarze indywidualnej przedsiębiorczości	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_inż
<b>UMIEJĘTNOŚCI (U)</b>				
K2MBE_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
K2MBE_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_UO	P7S_UW_inż
K2MBE_U03	potrafi opracować dokumentację dotyczącą realizacji zadania inżynierskiego w obszarze maszyn i urządzeń energetycznych i przygotować tekst zawierający omówienie wyników realizacji tego zadania	P7U_U	P7S_UW P7S_UU	P7S_UW_inż
K2MBE_U04	potrafi przygotować i przedstawić krótką prezentację poświęconą wynikom realizacji zadania inżynierskiego	P7U_U	P7S_UW P7S_UK P7S_UU	P7S_UW_inż
K2MBE_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	
K2MBE_U06	potrafi – przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań naukowych i inżynierskich integrować wiedzę z zakresu inżynierii mechanicznej i matematyki	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2MBE_U07	potrafi – przy pomocy narzędzi komputerowych – projektować, analizować oraz przeprowadzać symulacje oraz rozwiązywać	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż

	złożone, zaawansowane zadania związane z działaniem elementów maszyn, urządzeń, systemów oraz procesów w inżynierii mechanicznej			
K2MBE_U08	potrafi planować i przeprowadzać badania eksperymentalne, w tym pomiary podstawowych parametrów eksploatacyjnych, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski odnośnie pracy systemów opierających się na procesach ciepłno-przepływowych	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2MBE_U09	potrafi opracować koncepcyjny projekt technologiczny, przeprowadzić analizę mechaniczną, ciepłno-przepływową i techniczno-ekonomiczną oraz sporządzić specyfikację projektową elementów maszyny, urządzenia lub systemu energetycznego i inżynierii mechanicznej	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
K2MBE_U10	potrafi wykorzystać wiedzę teoretyczną do wykonywania obliczeń mechanicznych, ciepłych oraz przepływowych złożonych systemów inżynierii energetycznej oraz stosować metody analityczne do rozwiązywania zadań inżynierskich, a także dokonywać oceny efektywności maszyn, urządzeń, procesów, instalacji i systemów stosowanych w energetyce	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_inż
<b>KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)</b>				
K2MBE_K01	rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się (III stopnia, studia podyplomowe, kursy) - podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	P7U_K	P7S_KK	
K2MBE_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	
K2MBE_K03	ma świadomość niezbędności aktywności indywidualnej i zespołowej wykraczającej poza działalność inżynierską	P7U_K	P7S_KO	
K2MBE_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	
K2MBE_K05	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KO	
K2MBE_K06	ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania	P7U_K	P7S_KO P7S_KR	

	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			
--	---	--	--	--

### OPIS PROGRAMU STUDIÓW

<b>Kierunek studiów:</b> Mechanika i budowa maszyn energetycznych	<b>Profil:</b> ogólnoakademicki
<b>Poziom studiów:</b> studia drugiego stopnia	<b>Forma studiów:</b> 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> Dyplom ukończenia studiów inżynierskich z tytułem zawodowym inż. lub mgr inż.
<i>1.5 Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:</i> magister inżynier	<i>1.6 Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:</i> <i>Specjalność Inżynieria i aparatura procesowa:</i> Absolwent posiada wiedzę i umiejętności w zakresie: mechaniki, 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 oraz dobór materiałów inżynierskich; kierowania i rozwijania produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz zarządzania procesami technologicznymi; prowadzenia badań w instytutach

naukowo-badawczych; zarządzania pracownikami projektowymi z zakresu konstrukcji maszyn i procesów technologicznych; prowadzenia działalności gospodarczej. Posiada niezbędną wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania, badania i eksploatacji aparatury i urządzeń dla realizacji operacji jednostkowych inżynierii procesowej m.in. filtracji, sedymentacji, mieszania, odpylania, rektyfikacji, krystalizacji, ekstrakcji, adsorpcji. Potrafi kontrolować procesy wytwarzania i przetwarzania substancji m.in. paliwa, surowce, woda, żywność, farmaceutyki, odpady. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

*Specjalność Inżynieria lotnicza:*

Absolwent posiada wiedzę i umiejętności w zakresie: mechaniki, 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 oraz dobór materiałów inżynierskich; kierowania i rozwijania produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz zarządzania procesami technologicznymi; prowadzenia badań w instytutach naukowo-badawczych; zarządzania pracownikami projektowymi z zakresu konstrukcji maszyn i procesów technologicznych; prowadzenia działalności gospodarczej. Posiada niezbędną wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania, badania i eksploatacji statków powietrznych ze szczególnym uwzględnieniem planowania, organizacji i kontroli procesu obsługi statków powietrznych, ich napraw oraz remontów. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.

*Specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne:*

Absolwent posiada wiedzę i umiejętności w zakresie: mechaniki, 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



	<p>i eksploatację maszyn oraz dobór materiałów inżynierskich; kierowania i rozwijania produkcji w przedsiębiorstwach przemysłowych oraz zarządzania procesami technologicznymi; prowadzenia badań w instytutach naukowo-badawczych; zarządzania pracowniami projektowymi z zakresu konstrukcji maszyn i procesów technologicznych; prowadzenia działalności gospodarczej. Posiada niezbędną wiedzę i umiejętności w zakresie projektowania, wytwarzania oraz badania i eksploatacji maszyn i urządzeń wykorzystywanych w procesie konwersji energii i jej dystrybucji. Zna język obcy na poziomie biegłości B2+ oraz drugi język obcy na poziomie A1 lub A2.</p>
<p><i>1.7</i> <i>Możliwość kontynuacji studiów:</i> <i>możliwość ubiegania się o przyjęcie do szkoły doktorskiej, studia podyplomowe</i></p>	<p><i>1.8</i> <i>Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:</i> <i>Program studiów zgodny jest z misją uczelni w zakresie przekazywania wiedzy i umiejętności z zachowaniem wysokiej jakości kształcenia oraz realizuje jeden z celów strategicznych jakim jest kształtowanie sylwetki absolwenta dla społeczeństwa obywatelskiego.</i></p>

## **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 (wiodąca): Inżynieria mechaniczna – 18 efektów uczenia się  
D2: Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka – 7 efekty uczenia się

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

D1: 72% punktów ECTS  
D2: 28% 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:**

49 – Inżynieria i aparatura procesowa

47,5 – Inżynieria lotnicza

47,75 – Maszyny i urządzenia energetyczne

**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	45 – Inżynieria i aparatura procesowa 42 – Inżynieria lotnicza 41 – Maszyny i urządzenia energetyczne
Łączna liczba punktów ECTS	56 – Inżynieria i aparatura procesowa 53 – Inżynieria lotnicza 52 – Maszyny i urządzenia energetyczne

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

8 ECTS

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

66 ECTS (73,3%)

### **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 umożliwić dyskusję, prezentację wyników pracy własnej oraz naukę rozwiązywania problemów, w tym natury badawczej. Student poddaje się okresowo weryfikacji własnej wiedzy i umiejętności podczas egzaminów, kolokwium 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 czy kołach naukowych. 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*

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09W09-SM0001W	Matematyka stosowana	2					K2MBE W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09MBE-SM0001C	Matematyka stosowana		1				K2MBE U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09MBE-SM0001L	Matematyka stosowana			1			K2MBE U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
		Razem	2	1	1				60	120	4		2,5						

##### 4.1.2.2 Blok *Fizyka*

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0002W	Mechanika analityczna	2					K2MBE W02	30	60	2		1	T/Z	Z				PD
		Razem	2						30	60	2		1						

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

<sup>6</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
4	1	1			90	180	6		3,5

## 4.1.3 Lista bloków kierunkowych

### 4.1.3.1 Blok *Przedmioty obowiązkowe kierunkowe*

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0003W	Mechatronika i systemy sterowania	2					K2MBE W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
2	W09MBE-SM0003L	Mechatronika i systemy sterowania			2			K2MBE U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
3	W09MBE-SM0004W	Współczesne materiały inżynierskie	1					K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
4	W09MBE-SM0004L	Współczesne materiały inżynierskie			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
5	W09MBE-SM0004S	Współczesne materiały inżynierskie					1	K2MBE U09	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
6	W09MBE-SM0005W	Metoda elementów skończonych	2					K2MBE W04	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
7	W09MBE-SM0005L	Metoda elementów skończonych			2			K2MBE U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
8	W09MBE-SM0006W	Zintegrowane systemy produkcji	1					K2MBE W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
9	W09MBE-SM0006L	Zintegrowane systemy produkcji			2			K2MBE U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
10	W09MBE-SM0007W	Analiza awarii maszyn i urządzeń	2					K2MBE W08	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
11	W09MBE-SM0007L	Analiza awarii maszyn i urządzeń			1			K2MBE U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
Razem			8		8		1		255	540	18	18	11,25				DN		

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
w	ć	l	p	s					
8		8		1	255	540	18	18	11,25

**4.2 Lista bloków wybieralnych****4.2.1 Lista bloków kształcenia ogólnego****4.2.1.1 Blok *Przedmioty humanistyczno-menedżerskie* (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09-SM-W08H03	Przedmiot humanistyczny	1					K2MBE_W09 K2MBE_K01 K2 MBE_K02 K2 MBE_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																	
2	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu	2					K2MBE_W09 K2MBE_K01 K2MBE_K05	30	75	3		1,5	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM0111W	Zarządzanie projektami w energetyce																	
	W08W09-SM0141W	Przedsiębiorczość																	

<sup>1</sup>BU – liczba punktów ECTS przypisanych zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z<sup>3</sup>Egzamin – E, zaliczenie na ocenę – Z. W grupie kursów po literze E lub Z wpisać w nawiasie formę kursu końcowego (w, c, l, s, p)<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O<sup>5</sup>Kurs/ grupa kursów związany/-a z prowadzoną dział. nauką – DN<sup>6</sup>Kurs / grupa kursów o charakterze praktycznym – P. W grupie kursów w nawiasie wpisać liczbę punktów ECTS dla kursów cząstkowych o charakterze praktycznym<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		strategiczna																
	W08W09-SM0138W	Nowoczesne tendencje zarządzania																
		Razem	3						45	125	5		2,5					

#### 4.2.1.2 Blok Języki obce (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	JZL100709BK	Język obcy I		1				K2MBE U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
2	JZL100710BK	Język obcy II		3				K2MBE U05	45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
		Razem		4					60	90	3		2						

#### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
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 - Inżynieria i aparatura procesowa (min. 58 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



1	W09MBE-SM0034W	Termodynamika procesowa	1				K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	E		DN		S
2	W09MBE-SM0034C	Termodynamika procesowa		1			K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0035W	Wymienniki ciepła i wyparki	1				K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0035L	Wymienniki ciepła i wyparki			1		K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0036W	Komputerowe wspomaganie projektów inżynierskich	1				K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
6	W09MBE-SM0036L	Komputerowe wspomaganie projektów inżynierskich			2		K2MBE_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0037W	Konstrukcja i eksploatacja aparatury procesowej	1				K2MBE_W06 K2MBE_W07 K2MBE_W08	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09MBE-SM0037P	Konstrukcja i eksploatacja aparatury procesowej			2		K2MBE_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0038W	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej	2				K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
10	W09MBE-SM0038L	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej			2		K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
11	W09MBE-SM0038P	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej			1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN		S
12	W09MBE-SM0038S	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej				1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
13	W09MBE-SM0039W	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych	1				K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
14	W09MBE-SM0039P	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych			1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
15	W09MBE-SM0039S	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych				1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
16	W09MBE-SM0040W	Procesy rozdziału układów wielofazowych	2				K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
17	W09MBE-SM0040P	Procesy rozdziału układów wielofazowych			1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
18	W09MBE-SM0041W	Pomiary własności roztworów, zawiesin i materiałów ziarnistych	2				K2MBE_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
19	W09MBE-SM0041L	Pomiary własności roztworów, zawiesin i materiałów ziarnistych			2		K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
20	W09MBE-SM0042W	Operacje dyfuzyjno-ciepłne w inżynierii procesowej	2				K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
21	W09MBE-SM0042L	Operacje dyfuzyjno-ciepłne w inżynierii procesowej			2		K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
22	W09MBE-SM0042P	Operacje dyfuzyjno-ciepłne w			1		K2MBE_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		inżynierii procesowej																	
23	W09MBE-SM0042S	Operacje dyfuzyjno-ciepne w inżynierii procesowej					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
24	W09MBE-SM0043W	Krystalizacja i krystalizatory	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
25	W09MBE-SM0043L	Krystalizacja i krystalizatory			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
26	W09MBE-SM0044S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
27	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa						K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			15	1	10	6	5		555	1740	58	58	29,75						

#### 4.2.4.1 Blok Przedmioty specjalnościowe - Inżynieria lotnicza (min. 58 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącznie	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogóln o-uczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0022W	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09MBE-SM0022C	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0022L	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
4	W09MBE-SM0023W	Projektowanie zespołów napędowych	2					K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
5	W09MBE-SM0023C	Projektowanie zespołów napędowych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09MBE-SM0023P	Projektowanie zespołów napędowych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0024W	Budowa statków latających	2					K2MBE_W06	30	60	2	2		T/Z	E		DN		S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

									K2MBE_W07											
8	W09MBE-SM0024C	Budowa statków latających		1					K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0025W	Trwałość i niezawodność statków powietrznych	2						K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09MBE-SM0027W	Instalacje energetyczne statków powietrznych	1						K2MBE_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
11	W09MBE-SM0027P	Instalacje energetyczne statków powietrznych				1			K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
12	W09MBE-SM0028W	Prawo lotnicze	1						K2ENG_W09	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
13	W09MBE-SM0028S	Prawo lotnicze					1		K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
14	W09MBE-SM0026W	Podstawy teorii drgań	2						K2MBE_W02	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		S
15	W09MBE-SM0026C	Podstawy teorii drgań		2					K2MBE_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
16	W09MBE-SM0029W	Dynamika lotu i aerospżężystość	2						K2MBE_W02	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
17	W09MBE-SM0029P	Dynamika lotu i aerospżężystość				2			K2MBE_U09	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P	S
18	W09MBE-SM0030W	Mechanika lotu śmigłowców	2						K2MBE_W02 K2MBE_W05	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		S
19	W09MBE-SM0030C	Mechanika lotu śmigłowców		2					K2MBE_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
20	W09MBE-SM0030P	Mechanika lotu śmigłowców				1			K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
21	W09MBE-SM0031W	Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie	2						K2ENG_W09	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
22	W09MBE-SM0032W	Metody numeryczne w projektowaniu konstrukcji	1						K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
23	W09MBE-SM0032P	Metody numeryczne w projektowaniu konstrukcji				3			K2MBE_U07	45	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	S
24	W09MBE-SM0033S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2		K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
24	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa							K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			18	7	1	8	3			555	1740	58	58	28,25				DN		

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.2.4.1 Blok Przedmioty specjalnościowe - Maszyny i urządzenia energetyczne (min. 58 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0008W	Konstrukcje w technice kotłowej	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09MBE-SM0008P	Konstrukcje w technice kotłowej				2		K2MBE_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0009W	Pompy specjalne i transport hydrauliczny	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0009L	Pompy specjalne i transport hydrauliczny			2			K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0010W	Turbiny i elektrownie wodne	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
6	W09MBE-SM0010P	Turbiny i elektrownie wodne				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0011W	Sprężarki i wentylatory	1					K2MBE_W06 K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09MBE-SM0011P	Sprężarki i wentylatory				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0012W	Turbiny w układach gazowo-parowych	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
10	W09MBE-SM0012C	Turbiny w układach gazowo-parowych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
11	W09MBE-SM0013W	Rurociągi i armatura	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
12	W09MBE-SM0013P	Rurociągi i armatura				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
13	W09MBE-SM0014W	Silniki cieplne	1					K2MBE_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
14	W09MBE-SM0014S	Silniki cieplne					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
15	W09MBE-SM0015W	Palniki i paleniska	1					K2MBE_W06 K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
16	W09MBE-SM0015P	Palniki i paleniska				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
17	W09MBE-SM0016W	Badanie maszyn hydraulicznych	1					K2MBE_W08	15	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
18	W09MBE-SM0016L	Badanie maszyn hydraulicznych			2			K2MBE_U07 K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
19	W09MBE-SM0016P	Badanie maszyn hydraulicznych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
20	W09MBE-SM0017W	Konstrukcje turbin	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

		specjalnych																	
21	W09MBE-SM0017C	Konstrukcje turbin specjalnych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
22	W09MBE-SM0018W	Transport mechaniczny i pneumatyczny mat. rozdrobnionych	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
23	W09MBE-SM0018C	Transport mechaniczny i pneumatyczny mat. rozdrobnionych				1		K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
24	W09MBE-SM0019W	Techniki uszczelniania	2					K2MBE_W02	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
25	W09MBE-SM0019L	Techniki uszczelniania			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
26	W09MBE-SM0020S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
27	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa						K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem			19	2	5	8	3		555	1740	58	58	28,5						

### 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 <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
Inżynieria i aparatura procesowa	15	1	10	6	5	555	1740	58	58	29,75
Inżynieria lotnicza	18	7	1	8	3	555	1740	58	58	28,25
Maszyny i urządzenia energetyczne	19	2	5	8	3	555	1740	58	58	28,5

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

#### 4.4 Blok „praca dyplomowa”

Typ pracy dyplomowej	inżynierska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	20	W09MBE-SM0021D
Charakter pracy dyplomowej		
Eksperymentalna/projektowa/studialno-analityczna		
Liczba punktów ECTS BU <sup>1</sup>	5	
Liczba punktów ECTS DN <sup>5</sup>	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

#### 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

<sup>1</sup>BK –liczba punktów ECTS przypisanych godzinom zajęć wymagających bezpośredniego kontaktu nauczycieli i studentów

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

<sup>6</sup>KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

<sup>7</sup>W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

## 8. Plan studiów (załącznik nr 4)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy samorządu studenckiego:

.....  
Data

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

.....  
Data

DZIEKAN  
dr hab. inż. Piotr Szulc, prof. uczelni  
.....  
Podpis Dziekana

Uchwała RW: 30/W9/RW/8/2021-2024 z 21.09.2022

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO – kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## **PLAN STUDIÓW**

**WYDZIAŁ:** MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KIERUNEK STUDIÓW:** MECHANIKA I BUDOWA MASZYN ENERGETYCZNYCH

**POZIOM KSZTAŁCENIA:** studia drugiego stopnia (magisterskie)

**FORMA STUDIÓW:** stacjonarna

**PROFIL:** ogólnoakademicki

**SPECJALNOŚCI:** INŻYNIERIA I APARATURA PROCESOWA (IAP)  
INŻYNIERIA LOTNICZA (ILO)  
MASZYNY I URZĄDZENIA ENERGETYCZNE (MUE)

**JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW:** polski

**OBOWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA:** 2022/2023



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

## Semestr 1

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe - 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09W09-SM0001W	Matematyka stosowana	2					K2MBE_W01	30	60	2		1	T/Z	E				PD
2	W09MBE-SM0001C	Matematyka stosowana		1				K2MBE_U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
3	W09MBE-SM0001L	Matematyka stosowana			1			K2MBE_U06	15	30	1		0,75	T	Z			P	PD
4	W09MBE-SM0002W	Mechanika analityczna	2					K2MBE_W02	30	60	2		1	T/Z	Z		DN		PD
5	W09MBE-SM0003W	Mechatronika i systemy sterowania	2					K2MBE_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
6	W09MBE-SM0003L	Mechatronika i systemy sterowania			2			K2MBE_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
7	W09MBE-SM0004W	Współczesne materiały inżynierskie	1					K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
8	W09MBE-SM0004L	Współczesne materiały inżynierskie			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
9	W09MBE-SM0004S	Współczesne materiały inżynierskie					1	K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	K
Razem			7	1	4		1		195	390	13	7	8						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	JZL100709BK	Język obcy I		1				K2MBE_U05	15	30	1		0,5	T/Z	Z	O		P	KO
Razem				1					15	30	1		0,5						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria i aparatura procesowa (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0034W	Termodynamika procesowa	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	E		DN		S
2	W09MBE-SM0034C	Termodynamika procesowa		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0035W	Wymienniki ciepła i wyparki	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0035L	Wymienniki ciepła i wyparki			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0036W	Komputerowe wspomaganie projektów inżynierskich	1					K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
6	W09MBE-SM0036L	Komputerowe wspomaganie projektów inżynierskich			2			K2MBE_U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0037W	Konstrukcja i eksploatacja aparatury procesowej	1					K2MBE_W06 K2MBE_W07 K2MBE_W08	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09MBE-SM0037P	Konstrukcja i eksploatacja aparatury procesowej				2		K2MBE_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0038W	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej	2					K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
10	W09MBE-SM0038L	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej			2			K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
11	W09MBE-SM0038P	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN		S
12	W09MBE-SM0038S	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
Razem			6	1	5	3	1		240	480	16	16	10,5						

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria lotnicza (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0022W	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09MBE-SM0022C	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0022L	Wybrane zagadnienia mechaniki płynów			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

4	W09MBE-SM0023W	Projektowanie zespołów napędowych	2					K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
5	W09MBE-SM0023C	Projektowanie zespołów napędowych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09MBE-SM0023P	Projektowanie zespołów napędowych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0024W	Budowa statków latających	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2		T/Z	E		DN		S
8	W09MBE-SM0024C	Budowa statków latających		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0025W	Trwałość i niezawodność statków powietrznych	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
10	W09MBE-SM0026W	Podstawy teorii drgań	2					K2MBE_W02	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		S
11	W09MBE-SM0026C	Podstawy teorii drgań		2				K2MBE_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
Razem			9	5	1	1			240	480	16	16	9,25				DN		

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Maszyny i urządzenia 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 kursu / grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0008W	Konstrukcje w technice kotłowej	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
2	W09MBE-SM0008P	Konstrukcje w technice kotłowej				2		K2MBE_U09	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0009W	Pompy specjalne i transport hydrauliczny	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0009L	Pompy specjalne i transport hydrauliczny			2			K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0010W	Turbiny i elektrownie wodne	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
6	W09MBE-SM0010P	Turbiny i elektrownie wodne				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0011W	Sprężarki i wentylatory	1					K2MBE_W06 K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09MBE-SM0011P	Sprężarki i wentylatory				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0012W	Turbiny w układach gazowo-parowych	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
10	W09MBE-SM0012C	Turbiny w układach gazowo-parowych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			9	1	2	4			240	480	16	16	9,75						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
Inżynieria i aparatura procesowa	13	3	9	3	2	450	900	30	23	19
Inżynieria lotnicza	16	7	5	1	1	450	900	30	23	17,75
Maszyny i urządzenia energetyczne	16	3	6	4	1	450	900	30	23	18,25

## Semestr 2

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe liczba punktów ECTS - 5

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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólno-uczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0005W	Metoda elementów skończonych	2					K2MBE W04	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		K
2	W09MBE-SM0005L	Metoda elementów skończonych			2			K2MBE U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
Razem			2		2				60	150	5	5	3						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy/grupy kursów wybieralne (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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	JZL100710BK	Język obcy II		3				K2MBE_U05	45	60	2		1,5	T/Z	Z	O		P	KO
2	W09-SM-W08Z02	Nauki o zarządzaniu	2					K2MBE_W09 K2MBE_K01 K2MBE_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						

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria i aparatura procesowa (minimum 285 godzin w semestrze, 20 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0039W	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych	1					K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09MBE-SM0039P	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0039S	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
4	W09MBE-SM0040W	Procesy rozdziału układów wielofazowych	2					K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
5	W09MBE-SM0040P	Procesy rozdziału układów wielofazowych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
6	W09MBE-SM0041W	Pomiary własności roztworów, zawiesin i materiałów ziarnistych	2					K2MBE_W03	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
7	W09MBE-SM0041L	Pomiary własności roztworów, zawiesin i materiałów ziarnistych			2			K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

8	W09MBE-SM0042W	Operacje dyfuzyjno-ciepne w inżynierii procesowej	2					K2MBE_W05	30	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
9	W09MBE-SM0042L	Operacje dyfuzyjno-ciepne w inżynierii procesowej			2			K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
10	W09MBE-SM0042P	Operacje dyfuzyjno-ciepne w inżynierii procesowej				1		K2MBE_U09	15	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
11	W09MBE-SM0042S	Operacje dyfuzyjno-ciepne w inżynierii procesowej					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
12	W09MBE-SM0043W	Krystalizacja i krystalizatory	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
13	W09MBE-SM0043L	Krystalizacja i krystalizatory			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			9		5	3	2		285	600	20	20	12,75						

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria lotnicza (minimum 285 godzin w semestrze, 20 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Spo- sób <sup>3</sup> zali- czenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno- uczel- niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0027W	Instalacje energetyczne statków powietrznych	1					K2MBE_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
2	W09MBE-SM0027P	Instalacje energetyczne statków powietrznych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0028W	Prawo lotnicze	1					K2ENG_W09	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0028S	Prawo lotnicze					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0029W	Dynamika lotu i aerosprężystość	2					K2MBE_W02	30	90	3	3	1,5	T/Z	E		DN		S
6	W09MBE-SM0029P	Dynamika lotu i aerosprężystość				2		K2MBE_U09	30	60	2	2	1	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0030W	Mechanika lotu śmigłowców	2					K2MBE_W02 K2MBE_W05	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN		S
8	W09MBE-SM0030C	Mechanika lotu śmigłowców		2				K2MBE_U10	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0030P	Mechanika lotu śmigłowców				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09MBE-SM0031W	Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie	2					K2ENG_W09	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
11	W09MBE-SM0032W	Metody numeryczne w projektowaniu konstrukcji	1					K2MBE_W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
12	W09MBE-SM0032P	Metody numeryczne w projektowaniu konstrukcji				3		K2MBE_U07	45	90	3	3	2,25	T	Z		DN	P	S
Razem			9	2		7	1		285	600	20	20	12,5						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

**Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne (minimum 285 godzin w semestrze, 20 punktów ECTS)**

L.p.	Kod kursu/ grupy kursów	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem <b>GK</b> )	Tygodniowa liczba godzin					Symbol efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNP S	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólno-uczelniane <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0013W	Rurociągi i armatura	2					K2MBE_W06 K2MBE_W07	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
2	W09MBE-SM0013P	Rurociągi i armatura				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
3	W09MBE-SM0014W	Silniki ciepłne	1					K2MBE_W06	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
4	W09MBE-SM0014S	Silniki ciepłne					1	K2MBE_U04	15	30	1	1	0,75	T/Z	Z		DN	P	S
5	W09MBE-SM0015W	Palniki i paleniska	1					K2MBE_W06 K2MBE_W07	15	30	1	1	0,5	T	Z		DN		S
6	W09MBE-SM0015P	Palniki i paleniska				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
7	W09MBE-SM0016W	Badanie maszyn hydraulicznych	1					K2MBE_W08	15	60	2	2	1	T/Z	E		DN		S
8	W09MBE-SM0016L	Badanie maszyn hydraulicznych			2			K2MBE_U07 K2MBE_U08	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	S
9	W09MBE-SM0016P	Badanie maszyn hydraulicznych				1		K2MBE_U09	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
10	W09MBE-SM0017W	Konstrukcje turbin specjalnych	2					K2MBE_W06	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
11	W09MBE-SM0017C	Konstrukcje turbin specjalnych		1				K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
12	W09MBE-SM0018W	Transport mechaniczny i pneumatyczny mat. rozdrobnionych	1					K2MBE_W05	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		S
13	W09MBE-SM0018C	Transport mechaniczny i pneumatyczny mat. rozdrobnionych				1		K2MBE_U10	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
14	W09MBE-SM0019W	Technika uszczelniania	2					K2MBE_W02	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		S
15	W09MBE-SM0019L	Technika uszczelniania			1			K2MBE_U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	S
Razem			10	1	3	4	1		285	600	20	20	12,25						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniane – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
Inżynieria i aparatura procesowa	13	3	7	3	2	420	885	30	25	18,75
Inżynieria lotnicza	13	5	2	7	1	420	885	30	25	18,5
Maszyny i urządzenia energetyczne	14	4	5	4	1	420	885	30	25	18,25

## Semestr 3

### Kursy/grupy kursów obowiązkowe - liczba punktów ECTS - 6

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 <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0006W	Zintegrowane systemy produkcji	1					K2MBE W04	15	30	1	1	0,5	T/Z	Z		DN		K
2	W09MBE-SM0006L	Zintegrowane systemy produkcji			2			K2MBE U07	30	60	2	2	1,5	T	Z		DN	P	K
3	W09MBE-SM0007W	Analiza awarii maszyn i urządzeń	2					K2MBE W08	30	60	2	2	1	T/Z	Z		DN		K
4	W09MBE-SM0007L	Analiza awarii maszyn i urządzeń			1			K2MBE U08	15	30	1	1	0,75	T	Z		DN	P	K
Razem			3		3				90	180	6	6	3,75						

### Kursy/grupy kursów wybieralne (minimum 15 godzin w semestrze, 2 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 <sup>2</sup> kursu/grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN <sup>5</sup>	zajęć BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09-SM-W08H03	Przedmiot humanistyczny	1					K2ENG W09	15	50	2		1	T/Z	Z	O			KO
	W08W09-SM1621W	Etyka w biznesie																	
	W08W09-SM1321W	Sociologia organizacji i																	

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy



		przywództwa															
	W08W09-SM0113W	Psychologia komunikacji															
		Razem	1						15	50	2		1				

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria i aparatura procesowa (minimum 30 godzin w semestrze, 22 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0044S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
2	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa						K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
		Razem					2		30	660	22	22	6,5						

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Inżynieria lotnicza (minimum 30 godzin w semestrze, 22 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów			
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczelniany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>
1	W09MBE-SM0033S	Seminarium dyplomowe magisterskie					2	K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
2	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa						K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
		Razem					2		30	660	22	22	6,5						

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup>KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

### Kursy/grupy kursów wybieralne – specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne (minimum 30 godzin w semestrze, 22 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 <sup>2</sup> kursu/ grupy kursów	Sposób <sup>3</sup> zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN <sup>5</sup>	zajęc BU <sup>1</sup>			ogólnouczel-niany <sup>4</sup>	zw. z dział. nauk <sup>5</sup>	o char. prakt. <sup>6</sup>	rodzaj <sup>7</sup>	
1	W09MBE-SM0020S	Seminarium dyplomowe magisterskie						2	K2MBE_U01 K2MBE_U04 K2MBE_K01 K2MBE_K04	30	60	2	2	1,5	T/Z	Z		DN	P	S
2	W09MBE-SM0021D	Praca dyplomowa							K2MBE_U01 K2MBE_U02 K2MBE_U03 K2MBE_K01 K2MBE_K04 K2MBE_K06		600	20	20	5	T	Z		DN	P	S
Razem							2			30	660	22	22	6,5						

### Razem w semestrze:

	Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN <sup>5</sup>	Liczba punktów ECTS zajęć BU <sup>1</sup>
	w	ć	l	p	s					
Inżynieria i aparatura procesowa	4		3		2	135	890	30	28	11,25
Inżynieria lotnicza	4		3		2	135	890	30	28	11,25
Maszyny i urządzenia energetyczne	4		3		2	135	890	30	28	11,25

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

## 2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Kod kursu	Nazwy kursów kończących się egzaminem	Semestr
W09W09-SM0001W	Matematyka stosowana	1
W09MBE-SM0034W	Termodynamika procesowa (specjalność Inżynieria i aparatura procesowa)	
W09MBE-SM0038W	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej (specjalność Inżynieria i aparatura procesowa)	
W09MBE-SM0023W	Projektowanie zespołów napędowych (specjalność Inżynieria lotnicza)	
W09MBE-SM0024W	Budowa statków latających (specjalność Inżynieria lotnicza)	
W09MBE-SM0008W	Konstrukcje w technice kotłowej (specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne)	
W09MBE-SM0012W	Turbiny w układach gazowo-parowych (specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne)	
W09MBE-SM0005W	Metoda elementów skończonych (specjalności polskojęzyczne)	2
W09MBE-SM0042W	Operacje dyfuzyjno-cieplne w inżynierii procesowej (specjalność Inżynieria i aparatura procesowa)	
W09MBE-SM0029W	Dynamika lotu i aerosprężystość (specjalność Inżynieria lotnicza)	
W09MBE-SM0016W	Badanie maszyn hydraulicznych (specjalność Maszyny i urządzenia energetyczne)	

## 3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze
1	7
2	7

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

.....

Martyna Kowalska Kani

Data

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

DZIEKAN

dr.hab.inż. Piotr Szulc, prof. uczelni  
(1)

Data

Podpis Dziekana

Uchwała RW: 30/W9/RW/8/2021-2024 z 21.09.2022

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

<sup>2</sup>Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

<sup>4</sup>Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

<sup>7</sup> KO - kształcenia ogólnego, PD – podstawowy, K – kierunkowy, S – specjalnościowy

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Analiza awarii maszyn i urządzeń
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Failure Analysis of Machines and Devices
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0007W
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału (BU)	1		0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza i umiejętności z zakresu materiałoznawstwa i wytrzymałości materiałów oraz podstaw konstrukcji maszyn

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zaznajomienie z metodologią i narzędziami przeprowadzania analizy awarii
- C2 – Zaznajomienie z rodzajami awarii i sposobami ich zapobiegania
- C3 – Przedstawienie problemów związanych z identyfikowaniem awarii
- C4 - Wypracowanie umiejętności analizowania konstrukcji pod kątem wystąpienia potencjalnej awarii

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – posiada wiedzę o metodach i narzędziach prowadzenia analizy awarii

PEK\_W02 – zna zasady oceny dokumentacji technicznej pod kątem możliwości wystąpienia w przyszłości awarii

PEK\_W03 – zna podstawowe rodzaje awarii oraz ich konsekwencje w procesie eksploatacji maszyny i urządzeń,

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi wykonać procedurę przeprowadzenia analizy awarii,

PEK\_U02 – potrafi przeprowadzić analizę danej konstrukcji pod kątem możliwości wystąpienia awarii i nanieść niezbędne poprawki eliminujące wystąpienie awarii,

PEK\_U03 – potrafi ocenić konsekwencje awarii w procesie eksploatacji,

PEK\_U04 – potrafi zidentyfikować daną awarię oraz ją sklasyfikować

### TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do analizy awarii, metody i narzędzia jej przeprowadzania	4
Wy2	Analizowanie konstrukcji elementów, maszyn i urządzeń pod kątem możliwości wystąpienia awarii	3
Wy3	Termografia w analizie awarii.	2
Wy4	Analiza drgań w zapobieganiu awarii	2
Wy5	Rodzaje technicznych awarii oraz potencjalne ich konsekwencje na proces eksploatacji	2
Wy6	Wpływ zużycia powierzchni elementów na powstanie awarii: zużycie ściernie, zużycie korozyjne, erozyjne, kawitacyjne, zmęczeniowe podczas toczenia elementów	2
Wy7	Awarie wynikające ze zmęczenia materiałów	2
Wy8	Awarie wynikające z korodowania materiałów: korozja wysokotemperaturowa, pękanie naprężeniowo-korozyjne, korozja metali, starzenie materiałów	2
Wy9	Awarie wynikające z deformacji elementów, ocena stanu obciążenia elementów	2
Wy10	Trwałość elementów pracujących w warunkach zmęczenia oraz wysokiej temperatury	1
Wy11	Analiza przypadków awarii połączeń spawanych	2
Wy12	Analiza przypadków awarii turbiny parowej, łożyska ślizgowego, złączy kołnierзовych	2
Wy13	Analiza przypadków awarii uszczelnień olejowych generatorów chłodzonych wodorem, krążników przenośników taśmowych	2
Wy14	Kolokwium	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Narzędzia i metody prowadzenia analizy awarii – opracowanie formularzy.	2
La2	Analiza konstrukcji siłownika hydraulicznego, analiza prawidłowości pracy.	2
La3	Wykorzystanie termowizji w analizie awarii.	2
La4	Wykorzystanie analizy drgań w diagnostyce maszyny z elementem wirującym.	2
La5	Analiza czynników wpływających na pracę węzłów ciernych na przykładzie przekładni pasowej oraz hamulca ciernego.	3
La6	Ocena wpływu procesu starzenia na parametry pracy złącza kołnierowego.	2

La7	Analiza potencjalnych przyczyn awarii na przykładzie zniszczonych elementów oraz zaproponowanie zapobiegawczych działań konstrukcyjno-technologicznych.	2
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykład tradycyjny i/lub z wykorzystaniem slajdów bądź animacji.  
 N2 Laboratorium: prowadzenie samodzielnych badań dotyczących trwałości materiałów.  
 N3 Laboratorium: analiza powstawania awarii na podstawie zniszczonych elementów.  
 N4 Praca własna: przygotowanie opracowania dotyczącego przyczyn awarii w danym węźle maszynowym.  
 N5 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 (wykład)	PEK_W01-PEK_W03	Kolokwium zaliczeniowe
P (laboratorium)	PEK_U01-PEK_U04	Sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Dieter G. E. Engineering Design: A Materials and Processing Approach, McGrawHill, New York 2000
- [2] Budzinski K.G., Budzinski M. K., „Engineering Materials: properties and Selection”, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2005
- [3] Boyer H. E., Metal Handbook No: 10, „Failure Analysis and Prevention” American Society for metals, Ohio, 1975

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

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

**Grzegorz Romanik, grzegorz.romanik@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Badanie maszyn hydraulicznych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Investigation of hydraulic machinery
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i Urządzenia Energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	Obowiązkowy/kierunkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0016W
<b>Grupa kursów:</b>	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30	15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		60	30	
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		2	1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2	1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1,5	0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką płynów.
2. Znajomość podstaw działania maszyn przepływowych.
3. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym.
4. Umiejętność posługiwania się programami CAD 3D.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie studenta z podstawowymi wiadomościami z zakresu eksploatacji, obsługi i badań:
- jednostopniowej pompy wirowej,
  - pompy metodą termodynamiczną,
  - pomp pracujących w układzie szeregowym/równoległym.
- C2 - Zapoznanie studenta z różnymi typami przyrządów do pomiaru: wydajności ciśnienia, mocy, prędkości obrotowej i temperatury.
- C3 – Nabycie umiejętności doboru metod i przyrządów do pomiarów maszyn hydraulicznych.
- C4 – Nabycie umiejętności przygotowania i prowadzenia pomiarów maszyn hydraulicznych.
- C5 – Nabycie umiejętności analizy wyników, niepewności pomiarowych i wyciągania wniosków.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEK\_W01 – ocenić z jakim typem zagadnienia pomiarowego spotka się podczas ćwiczeń laboratoryjnych, zna metodykę badań energetycznych pomp.
- PEK\_W02 – zna metody i potrafi ocenić niepewność prowadzonych pomiarów.
- PEK\_W03 – zna cechy charakterystyczne kawitacji i zna metodykę prowadzenia badań kawitacyjnych
- PEK\_W04 – zna zasadę działania przyrządów do pomiaru ciśnień oraz zna przyrządy i metody pomiarów prędkości miejscowych w płynie.
- PEK\_W05 – zna zasadę działania przyrządów do pomiaru przepływu.
- PEK\_W06 – posiada wiedzę o metodyce pomiaru turbin wodnych oraz posiada wiedzę o metodyce analizy sprawności pompy wirowej.
- PEK\_W07 – posiada wiedzę dotyczącą możliwości wykorzystania metod CFD do badań maszyn hydraulicznych.

### Z zakresu umiejętności:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEK\_U01 – zaplanować pomiary, dobrać metodykę oraz przyrządy pomiarowe i przeprowadzić badania powszechnie stosowanych maszyn hydraulicznych,
- PEK\_U02 – określić zależności niezbędne do wyznaczenia wymaganej charakterystyki maszyny hydraulicznej,
- PEK\_U03 – sporządzić charakterystyki energetyczne stało- i zmiennie-obrotowe, charakterystykę bezwymiarową, nadwyżki antykawitacyjnej, charakterystykę muszlową, bezwymiarowej,
- PEK\_U04 – poprawnie interpretować otrzymane wyniki doświadczeń, przekładać je na praktyczne zastosowanie,
- PEK\_U05 – rozumieć i posiadać umiejętności z zakresu badań podstawowych zjawisk towarzyszących pracy maszyn hydraulicznych
- PEK\_U06 – przeprowadzić analizę zjawisk:
- wpływu średnicy  $d_2$  wirnika na parametry energetyczne pompy wirowej,
  - wpływu lepkości pompowanej cieczy na parametry energetyczne pompy wirowej,
  - wpływu gęstości pompowanej cieczy na parametry energetyczne pompy wirowej,
  - samozasysanie pompy krążeniowej,
  - sprawności cząstkowych pompy wirowej,
- PEK\_U07 – przeprowadzić pomiary optyczne (skan 3D) części przepływowej wybranej maszyny hydraulicznej.
- PEK\_U08 – potrafi zastosować modelowanie numeryczne do oceny zjawisk występujących w maszynach przepływowych.

## TRZĘŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Układ pomiarowy. Obliczenia parametrów. Ogólne zasady i metody badania pomp, klasyfikacja badań, bilans energetyczny pomp i układów.	2
Wy2	Normy dotyczące badań maszyn hydraulicznych, niepewności, pomiarów, analiza statystyczna, interpretacja wyników.	2
Wy3	Kawitacja. Metody badań kawitacyjnych pomp. Metody bilansowych badań energetycznych pomp. Analiza sprawności	2
Wy4	Pomiary ciśnień i pomiary prędkości średnich. Młynki. Sondy piętrzące, LDA, wizualizacja przepływu.	2
Wy5	Pomiary przepływu. Przepływomierze piętrzące, elektromagnetyczne, ultradźwiękowe, pomiary pomp próżniowych i dmuchaw monitoring.	2

Wy6	Analiza sprawności pompy wirowej. Metody termodynamiczne pomiaru pomp. Pomiary turbin wodnych.	2
Wy7	Zastosowanie symulacji CFD do badań hydraulicznych maszyn przepływowych.	2
Wy8	<b>ZALICZENIE</b>	1
	Suma godzin	15

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Lab.1	Instrukcja BHP. Wstęp do zagadnienia. Omówienie regulaminu. Sposób zaliczenia.	2
Lab.2	Badanie pompy metoda termodynamiczną.	2
Lab.3	Wyznaczenie charakterystyki przepływu pomp pracujących w układzie szeregowym.	2
Lab.4	Wyznaczenie charakterystyki przepływu pomp pracujących w układzie równoległym.	2
Lab.5	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych jednostopniowej pompy wirowej dla różnych lepkości cieczy.	2
Lab.6	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych jednostopniowej pompy wirowej dla różnych gęstości cieczy.	2
Lab.7	Wyznaczenie charakterystyki antykawitacyjnej nadwyżki wysokości ciśnienia metodą dławieniową lub próżniową.	2
Lab.8	Wyznaczenie charakterystyki antykawitacyjnej nadwyżki wysokości ciśnienia metodą dławieniową. Próba samozasysania pompy krążeniowej.	2
Lab.9	Wpływ średnicy wirnika na charakterystyki energetyczne pompy wirowej.	2
Lab.10	Wpływ prędkości obrotowej na charakterystyki energetyczne pomp. Wykonanie charakterystyki muszlowej pompy.	2
Lab.11	Analiza sprawności jednostopniowej pompy wirowej.	2
Lab.12	Badania energetyczne turbiny Peltona.	2
Lab.13	Badania energetyczne turbiny Francisa.	2
Lab.14	Skanowanie elementów przepływowych maszyn przepływowych.	2
Lab.15	Zajęcia odróbkowe. Zaliczenie prac.	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie do CFD. Ogólne zapoznanie się z pakietem Ansys CFD.	2
Pr2	Przygotowanie modeli i ich dyskretyzacja. Siatki obliczeniowe część 1.	2
Pr3	Przygotowanie modeli i ich dyskretyzacja. Siatki obliczeniowe część 2.	2
Pr4	Przeprowadzenie symulacji numerycznych prostego elementu hydraulicznego.	2
Pr5	Opracowanie, wizualizacja i analiza wyników (postprocessing).	2
Pr6	Modelowanie przepływu w pomie odśrodkowej. Charakterystyka pompy.	2
Pr7	Modelowanie zjawisk kawitacji w maszynach przepływowych.	2
Pr8	<b>Zaliczenie</b>	1
	Suma godzin	15

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów, animacji, prezentacją oprogramowania, prezentacją budowy przyrządów pomiarowych oraz metod pomiarowych.
N2. Ćwiczenia laboratoryjne poprzedzone wstępem teoretycznym z wykorzystaniem tradycyjnej

formy prowadzenia zajęć: tablica, pokaz slajdów i prezentacji. Badania prowadzone są na stanowiskach dydaktycznych o zróżnicowanej tematyce badawczej. Laboratorium zaprojektowano tak, aby zapoznać studentów z możliwie największą liczbą metod pomiarowych maszyn hydraulicznych. Do tego celu wykorzystuje się tradycyjne metody pomiarowe oraz nowoczesną aparaturę badawczą np. LDA.

N3. Zajęcia projektowe poprzedzone wstępem teoretycznym z wykorzystaniem. Projekty prowadzone są na indywidualnych stanowiskach komputerowych z wykorzystaniem oprogramowania Ansys CFD.

N4. Praca własna:

- przygotowanie się do ćwiczeń na podstawie dostępnej literatury,
- samodzielne wykonanie badań i sprawozdania zawierającego literaturową analizę badanego zjawiska/maszyny, wykonanie obliczeń, analizy błędów, wyciągnięcie wniosków,
- porównanie wyników doświadczeń z danymi producentów, literaturą,
- wykorzystywane programy MathCad/Excel/Epanet/Autocad/Catia/SolidEdge/Ansys CFD.

N5. 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_Wy1-PEK_Wy7	Egzamin pisemny.
F2	PEK_Lab1-PEK_Lab15	Kartkówki, odpowiedź ustna, sprawozdania
F3	PEK_Pr1-PEK_Pr8	Kartkówki, odpowiedź ustna, sprawozdania
$P1 = 0,5 * F1 + 0,3 * F2 + 0,2 * F3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Jędral - Pompy wirowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
- [2] A. Korczak, J. Rokita - Pompy i układy pompowe, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1997.
- [3] Sz. Łazarkiewicz, A.T. Troskoleński - Pompy wirowe, WNT, Warszawa 1973.
- [4] M. Skowroński - Układy pompowe, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009.
- [5] M. Stępniewski - Pompy, WNT, Warszawa 1985.
- [6] Plutecki J., Rohatyński R., Wajda A. - Ćwiczenia laboratoryjne z pomp, Skrypt PWr Wrocław 1974.
- [7] Plutecki J. "Ćwiczenia laboratoryjne z maszyn hydraulicznych", Skrypt PWr Wrocław 1982.
- [8] K.Kraśkiewicz - Pompy i układy pompowe. Laboratorium, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [9] Pompy Pompownie - czasopismo użytkowników pomp
- [10] I.J.Krassik - Pump Handbook, The McGraw Hill 2008, New York 2008
- [11] J.F.Gulich - Centrifugal Pumps, Springer, Verlag Berlin Heidelberg 2008
- [12] PN-65/M-44002 Pompy wirowe i wporowe. Wytyczne pomiarów wielkości charakterystycznych.

- |      |   |
|------|---|
| [13] | PN-85/M-44005 Pompy wirowe. Pomiary wielkości charakterystycznych.  |
| [14] | PN-81/M-44006 Pompy wirowe. Badania odbiorcze wielkości charakterystycznych. Klasa B i C. PN-86/M-44015 Pompy. Ogólne wymagania i badania |
| [15] | PN-EN 14343 Obrotowe Pompy wporowe. Badania parametrów odbiorczych.   |
| [16] | PN-EN ISO 9906 Pompy wirowe - Badania odbiorcze parametrów hydraulicznych - Klasy dokładności 1 i 2.                                      |

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Przemysław Szulc, przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl
---

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Budowa statków latających</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Structure of flying ship
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energ.
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0024
<b>Grupa kursów:</b>	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	egzamin	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 udziału prowadzącego (BU)	1	0,75			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH****CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – przedstawić klasyfikację statków latających, ich właściwości lotne i obciążenia
- C2 – zaprezentować konstrukcję głównych zespołów płatowca oraz ich cechy wytrzymałościowe
- C3 – zapoznać z awioniką oraz konstrukcją układów sterowania statków powietrznych
- C4 – przedstawić budowę statków przestrzeni, konstrukcję ich zespołów napędowych oraz rodzaje źródeł energii statków kosmicznych
- C5 – przedstawić metodykę wyznaczania parametrów aerodynamicznych i obciążeń działających na statki powietrzne
- C6 – nabycie przez studentów umiejętności obliczeń wytrzymałościowych podzespołów statku latającego

C7 – nabycie przez studentów umiejętności wyznaczania parametrów lotu statków przestrzeni

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – Dokonać klasyfikacji statków latających oraz opisać właściwości aerodynamiczne statków powietrznych
- PEK\_W02 – Wymienić obciążenia działające na statek powietrzny i jego podzespoły
- PEK\_W03 – Opisać konstrukcję oraz właściwości wytrzymałościowe głównych podzespołów płatowca
- PEK\_W04 – Wyszczególnić elementy składowe i ich przeznaczenie układu starowania oraz awioniki statku powietrznego
- PEK\_W05 – Opisać konstrukcję statków przestrzeni i działanie ich zespołów napędowych oraz wyszczególnić ich wyposażenie

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – Obliczać parametry aerodynamiczne statku powietrznego
- PEK\_U02 – Obliczyć obciążenia działające na podzespoły statku powietrznego
- PEK\_U03 – Obliczyć naprężenia działające w poszczególnych podzespołach płatowca
- PEK\_U04 – Obliczać parametry lotu statków przestrzeni

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Klasyfikacja statków latających	2
Wy2	Charakterystyki aerodynamiczne statków powietrznych	2
Wy3	Obciążenia rzeczywiste statków powietrznych	2
Wy4	Obciążenia i wytrzymałość powierzchni nośnych	2
Wy5	Obciążenia i wytrzymałość kadłubów	2
Wy6	Obciążenia i wytrzymałość podwozia	2
Wy7	Charakterystyka wytrzymałościowa wiropłatów	2
Wy8	Awionika współczesnych statków latających	2
Wy9	Konstrukcja układów sterowania statków powietrznych	2
Wy10	Rakiety i pociski manewrujące	2
Wy11	Rakiety balistyczne	2
Wy12	Rakiety kosmiczne i pojazdy eksploracji planet	2
Wy13	Promy kosmiczne	2
Wy14	Zespoły napędowe statków przestrzeni	2
Wy15	Podsumowanie wykładu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Obliczanie charakterystyk aerodynamicznych	2
Ćw2	Wyznaczanie obciążeń rzeczywistych samolotu	2
Ćw3	Obliczanie obciążeń zastępczych	2
Ćw4	Obliczania wytrzymałościowe podzespołów płatowca	2
Ćw5	Obliczanie obciążeń i wytrzymałościowe podwozi	2
Ćw6	Obliczanie parametrów zespołów napędowych statków przestrzeni	2
Ćw7	Obliczanie parametrów statków przestrzeni	2

Ćw8	Zaliczenie ćwiczeń	1
	Suma godzin	15

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład:  
– tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
- N2. Ćwiczenia:  
– instruktaż w zakresie realizowanych zadań obliczeniowych;  
– rozwiązywanie zadań przez studentów;  
– dyskusja nad wynikami rozwiązanych zadań.
- N3. Konsultacje
- N4. Praca własna studentów:  
– przygotowanie do ćwiczeń;  
– rozwiązywanie zadań zleconych na samokształcenie;  
– samodzielne studia – rozszerzanie i uzupełnianie wiedzy;  
– przygotowanie do egzaminu z wykładu oraz zaliczenia ćwiczeń.

### 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_W05	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-PEK_U04	Srednia z ocen uzyskiwanych w trakcie ćwiczeń
F2	PEK_U01-PEK_U04	Kolokwium pisemne – zadania do rozwiązania
P = (F1 + 3 F2)/4		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Cichosz E. Konstrukcja i praca płatowca. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1968
- [2] Cichosz E.: Obciążenia zewnętrzne samolotu. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1968
- [3] Danilecki S.: Konstruowanie samolotów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2004 r
- [4] Dębecki A., Dubiel S. Konstrukcja rakiet. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1988
- [5] Raymer D.P.: Aircraft Design. A conceptual approach. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 2006
- [6] Raymer D.: A Conceptual approach. American Institute of Aeronautics and Astronautics, AIAA 2006
- [7] Roskam J.: Aeroplane design. Part I ÷ VII. Lawrence, Kansas, USA 2005
- [8] Szulżenko M.N., Mostowoj A.S.: Konstrukcja samolotów. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności
- [9] Torecki S.: Silniki rakietowe. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Blockley R.: Encyclopedia aerospace engineering. Volume 7 Vehicle design. Chichester : Wiley, 2010
- [2] Cheda W., Malski M.: Techniczny poradnik lotniczy. Płatowce. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1981
- [3] Cymerkiwicz R.: Budowa samolotów. Wydawnictwa komunikacji i Łączności. Warszawa 1982
- [4] Dobrzański L. i inni: Leksykon materiałoznawstwa. Verlag Dashofer, Warszawa 2007

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

Andrzej Gronczewski, andrzej.gronczewski@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	Dynamika lotu i aerosprężystość
Nazwa w języku angielskim:	Aircraft dynamics and aeroelasticity
Kierunek studiów:	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
Specjalność:	Inżynieria Lotnicza
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu:	W09MBE-SM0029
Grupa kursów:	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90			60	
Forma zaliczenia	egzamin			zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3			2	
W tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0			2	
W tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5			1	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Kompetencje z zakresu wytrzymałości materiałów, automatyki i mechaniki płynów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przekazanie poszerzonej wiedzy dotyczącej modelu fizycznego i matematycznego bryły sztywnej o 6 stopniach swobody
- C2 – Zapoznanie z podstawowymi równaniami ruchu statku powietrznego i metodami linearyzacji równań ruchu oraz określenie pochodnych sił i momentów aerodynamicznych działających na statek powietrzny.
- C3 – Zapoznanie z rodzajami oraz kryteriami i metodami określania stateczności i sterowności statku powietrznego.
- C4 – Zapoznanie z modelami aerodynamiki niestacjonarnej statku powietrznego i zjawiskami aeroelastycznymi statycznymi i dynamicznymi w konstrukcjach lotniczych.
- C5 – Zapoznanie z metodyką obliczeń wybranych parametrów charakteryzujących dynamikę lotu i zjawiska aeroelastyczne statku powietrznego.
- C6 – Doskonalenie umiejętności posługiwania się współczesnymi programami wspomagającymi projektowanie inżynierskie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### WIEDZA

**W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

PEK\_W01 – scharakteryzować podstawowe równania przestrzennego ruchu statku powietrznego, objaśnić podstawowe metody linearyzacji równań ruchu i identyfikacji pochodnych aerodynamicznych statku powietrznego

PEK\_W02 – wymienić i scharakteryzować rodzaje stateczności i sterowności statku powietrznego

PEK\_W03 – wymienić i scharakteryzować modele aerodynamiki niestacjonarnej statku powietrznego

PEK\_W04 – dokonać klasyfikacji oraz scharakteryzować metody analizy zjawisk aeroelastycznych statku powietrznego

### UMIEJĘTNOŚCI

**W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

PEK\_U01 – stosować poznane prawa dynamiki lotu do analizy ruchu statku powietrznego.

PEK\_U02 – dokonać analizy stateczności statycznej i dynamicznej statku powietrznego.

PEK\_U03 – dokonać analizy sztywności skrętnej skrzydła samolotu.

PEK\_U04 – wyznaczyć prędkości krytyczne dywergencji i flatteru dla skrzydła samolotu.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Model fizyczny i matematyczny statku powietrznego	2
Wy2	Dynamika przestrzennego ruchu ciała sztywnego o 6 stopniach swobody	2
Wy3	Układy współrzędnych związane z opływem, statkiem powietrznym i Ziemią. Macierze transformacji układów współrzędnych	4
Wy4	Równania przestrzennego ruchu statku powietrznego. Linearyzacja równań ruchu względem małych zaburzeń lotu ustalonego	4
Wy5	Identyfikacja pochodnych aerodynamicznych statku powietrznego. Wpływ pochodnych aerodynamicznych na stabilność ruchu statku powietrznego	2
Wy6	Stateczność i sterowność statku powietrznego	2
Wy7	Stateczność podłużna statyczna i dynamiczna statku powietrznego.	4
Wy8	Stateczność boczna statyczna i dynamiczna statku powietrznego	4
Wy9	Sterowność podłużna i boczna statku powietrznego	2
Wy10	Manewrowość statku powietrznego	2
Wy11	Zjawiska aeroelastyczne statyczne i dynamiczne	2
	Suma godzin	<b>30</b>
Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Obliczenie pochodnych aerodynamicznych skrzydła.	6
Pr2	Uproszczona analiza stateczności statycznej i dynamicznej samolotu.	6
Pr3	Wyznaczanie sztywności skrętnej i środka sztywności skrzydła.	4
Pr4	Obliczenie prędkości krytycznej dywergencji skrzydła.	6
Pr5	Obliczenie prędkości krytycznej flatteru skrzydła i lotek.	6
Pr6	Zaliczenie kursu.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład:

- wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej;
- praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

2. Projekt:

–wskazówki do wykonania projektów;  
 –prezentacja wykonanych projektów;  
 – dyskusja nad wykonanymi projektami. 3.  
 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_W04	Egzamin pisemno - ustny

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - PROJEKT

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1, F2 ...F5	PEK_U01 PEK_U04	Oceny za projekty 1 5
P = (F1+F2+F3+F4+F5) / 5		Warunek zaliczenia - wszystkie oceny formujące są ocenami pozytywnymi.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Abłamowicz A., Nowakowski W.: Podstawy aerodynamiki i mechaniki lotu. WKiŁ, Warszawa 1980.
- [2] Bociek S., Gruszecki J.: Układy sterowania automatycznego samolotem. OWPRz, Rzeszów 1999.
- [3] Milkiewicz A.: Praktyczna aerodynamika i mechanika lotu samolotu odrzutowego, w tym wysokomanewrowego. Wydawnictwa ITWL, Warszawa 2009.
- [4] Sibilski K.: Modelowanie i symulacja dynamiki ruchu obiektów latających. Oficyna Wydawnicza MH, Warszawa 2004.
- [5] Szulżenko M. N., Mostowoj A. S.: Konstrukcja samolotów. WKiŁ, Warszawa 1970.
- [6] Żugaj M.: Układy automatycznego sterowania lotem. OWPW, Warszawa 2011.

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Hodges D. H.: Introduction to Structural Dynamics and Aeroelasticity. Cambridge Aerospace Series, Cambridge 2002.
- [2] Łucjanek W., Sibilski K.: Wstęp do dynamiki lotu śmigłowca. Wydawnictwa ITWL, Warszawa 2007.
- [3] Narkiewicz J.: Aeromechanika i aeroelastyczna stateczność wiroplątów. OWPW, Warszawa 1994.
- [4] Szabelski K. i in.: Wstęp do konstrukcji śmigłowców. WKŁ, Warszawa, 2002.

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

Adam Jaroszewicz, adam.jaroszewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Etyka w biznesie</b>
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:	wybieralny
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 Rozstrzyganie 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	Praca pisemna przygotowana na podstawie wykładów i zalecanej literatury lub kolokwium,

	K1MBM_K01 K1MBM_K02	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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dr hab. Adriana Merta-Staszczak, prof. uczelni, [adriana.merta-staszczak@pwr.edu.pl](mailto:adriana.merta-staszczak@pwr.edu.pl)**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Instalacje energetyczne statków powietrznych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Aircraft systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0027
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0			1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	0,5			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje z zakresu: Fizyka, Podstawy Mechaniki Płynów, Podstaw Konstrukcji Maszyn, Materiałoznawstwo,

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – zapoznać z przeznaczeniem i funkcjami instalacji energetycznych
- C2 – przedstawić konstrukcję podzespołów i elementów konstrukcyjnych instalacji energetycznych
- C3 – zapoznać studentów w zależnościami opisującymi pracę systemów energetycznych
- C4 – wyrobić umiejętności wstępnego projektowania instalacji energetycznych
- C5 – nauczyć procedur doboru elementów i podzespołów instalacji energetycznych

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA

### Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – opisać zadania i funkcje instalacji energetycznych statku powietrznego  
PEU\_W02 – wymienić podzespoły i elementy instalacji energetycznych statku powietrznego  
PEU\_W03 – objaśnić konstrukcję głównych podzespołów instalacji energetycznych  
PEU\_W04 – zdefiniować podstawowe zależności do obliczeń parametrów pracy podzespołów instalacji energetycznych

### Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 – obliczyć parametry projektowanej instalacji energetycznej  
PEU\_U02 – dobrać podzespoły, agregaty oraz części projektowanej instalacji energetycznej

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Instalacja hydrauliczna	3
Wy2	Instalacja paliwowa	2
Wy3	Instalacja olejowa	2
Wy4	Instalacja pneumatyczna	2
Wy5	Instalacja przeciwoślodzeniowa	2
Wy6	Instalacje specjalne	3
Wy7	Zaliczenie kursu	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wprowadzenie do procedury projektowania	1
Pr2- Pr7	Projekt wstępny wybranej instalacji energetycznej statku powietrznego	12
Pr8	Zaliczenie kursu	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład: tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

N2. Projekt:

- instruktaż wykładowcy odnośnie algorytmów projektowania;
- prezentacja przez studentów aktualnych osiągnięć w projekcie;
- dyskusja nad rozwiązaniami zastosowanymi w projekcie.

- opracowanie poszczególnych etapów projektu;
  - przygotowanie do prezentacji wyników projektu;
  - samodzielne studia;
  - rozszerzanie i uzupełnianie wiedzy;
- przygotowanie do zaliczenia.



**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_W04	Kolokwium

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - PROJEKT**

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu Kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEU_U01÷PEU_U02	Ocena sprawozdania z projektu i obrona projektu

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bachtin M., Lipski J.: Wyposażenie wysokościowe samolotów i statków kosmicznych. WKiŁ, Warszawa 1988
- [2] Banel T., Rutkowski K.: Wyposażenie hydropneumatyczne samolotów i śmigłowców. Część II Instalacje. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 1990
- [3] Cymerkiewicz R.: Budowa samolotów. WKiŁ, Warszawa 1982
- [4] Pila J.: Aircraft systems, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2015
- [5] Szulżenko M.N., Mostowoj A.S.: Konstrukcja samolotów. WKiŁ, Warszawa 1986

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] Blockley R.: Encyclopedia aerospace engineering. Volume 7 Vehicle design. Chichester : Wiley, 2010
- [7] Cichosz E.: Rozwój samolotów naddźwiękowych. WKiŁ, Warszawa 1980
- [8] Cichosz E.: Konstrukcja i praca płatowca. WAT, Warszawa 1968
- [9] Mare J-Ch.: Aerospace Actuators 1-3. WILEY 2016 – 2018
- [10] Moir I.: Aerospace Systems: Mechanical. Electrical. And Avionics Subsystem Integration, AIAA2008

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

Adam Jaroszewicz, adam.jaroszewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Komputerowe wspomaganie projektów inżynierskich</b>
Nazwa w języku angielskim	Computer Aided Teamwork Design
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	Inżynieria i Aparatura Procesowa
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09MBE-SM0036
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)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		1,5		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza i umiejętności z zakresu użytkowania systemu operacyjnego Windows i MS Office.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z metodami planowania procesów projektowych i hierarchią zadań oraz aspektami wpływu projektu na środowisko.
- C2 – Zapoznanie z funkcjonalnością pakietów programistycznych do monitorowania i kontroli procesów, oraz oprogramowania do wykonywania obliczeń inżynierskich.
- C3 – Rozwijanie praktycznej umiejętności przygotowania systemu monitorowania i kontroli procesów technologicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – Student posiada wiedzę w zakresie planowania procesu projektowego.  
PEK\_W02 – Rozumie aspekty przygotowania projektu i jego wpływu na środowisko  
PEK\_W03 – Ma wiedzę o systemach monitorowania i kontroli oraz systemach wspomagających proces projektowania i kontroli.  
PEK\_W04 – Dobiera odpowiednie instrukcje logiczne do oprogramowania

### Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – Student potrafi zaplanować projekt, wyznaczyć jego zadania kluczowe i kamienie milowe. Potrafi budować oraz modyfikować harmonogram prac.  
PEK\_U02 – Potrafi zaprojektować proces w oprogramowaniu symulacyjnym i wyznaczyć jego parametry pracy.  
PEK\_U03 – Potrafi zaprogramować sterownik PLC do pracy z podstawowymi procesami jednostkowymi.  
PEK\_U04 – Potrafi zaprojektować i utworzyć system nadrzędnej kontroli i akwizycji danych procesu wraz z interfejsem użytkownika.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Aspekty przygotowania projektu i jego wpływu na środowisko.	2
Wy2	Kompleksowość komputerowego wspomaganie procesów i ich kontroli.	2
Wy3	Obliczenia termodynamiczne jako wstęp do projektowania procesu.	2
Wy4	Projektowanie procesu z wykorzystaniem oprogramowaniu do symulacji.	2
Wy5	Podstawowe systemy monitorowania i kontroli procesów - Projektowanie systemów monitorowania i kontroli operacji jednostkowych.	2
Wy6	Zasady programowania logicznych sterowników.	2
Wy7	Systemy sterowania i archiwizacji danych procesowych.	2
Wy8	Kolokwium	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zakres zajęć, warunki zaliczenia, literatura. podział na grupy Wstęp do planowania procesów z wykorzystaniem diagramów Gantta	2
Lab2	Planowanie harmonogramu i tworzenie na ich podstawie diagramów Gantta	2
Lab3	Reorganizacja harmonogramu prac przy pomocy diagramu Gantta z zachowaniem zadań kluczowych i kamieni milowych	2
Lab4	Wprowadzenie do projektowania i symulacji procesu z wykorzystaniem DWSIM	2
Lab5	Symulacja procesów cieplnych z wykorzystaniem DWSIM	2
Lab6	Symulacja procesów opartych na przepływach jedno i wielofazowych	2
Lab7	Projektowanie i symulacja obiegów termodynamicznych	2
Lab8	Wprowadzenie do oprogramowania Codesys	2
Lab9	Tworzenie i obsługa oprogramowania PLC z wykorzystaniem języka drabinkowego	2
Lab10	Tworzenie interfejsu do odczytu stanów pracy i podstawowej obsługi procesu	2
Lab11	Integracja oprogramowania sterującego procesem z systemami bezpieczeństwa	2
Lab12	Integracja interfejsu i oprogramowania sterującego procesem	2

Lab13	Wprowadzenie do oprogramowania AVEVA InTouch HMI	2
Lab14	Tworzenie nadrzędnego systemu sterowania i akwizycji danych (SCADA) - I	2
Lab15	Tworzenie nadrzędnego systemu sterowania i akwizycji danych (SCADA) - II	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny z elementami wykładu problemowego.  
 N2. Prezentacje multimedialne.  
 N3. Dyskusja dydaktyczna w ramach wykładu i laboratorium.  
 N4. Przygotowanie sprawozdań laboratoryjnych.

### 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

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - projekt

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_U04	Ocena wartości merytorycznej sprawozdań.
P = F1		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] C.S.Chatfield, T.D.Johnson, Microsoft Project 2000 krok po kroku, Wyd. RM, 2000
- [2] R. Mielcarek, Programowanie sterowników PLC, (2012)
- [3] C.Burton, N.Michael, Zarządzanie projektem. Jak to robić w twojej organizacji, Astrum, 1999
- [4] K.Jakubowski, Mathcad 2000 professional, Exit, 2000
- [5] Literatura podana przez prowadzącego.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] B.Zieliński, MS Project 98. Zarządzanie przedsięwzięciami, Mikom, 2000
- [2] B.Zieliński, Microsoft Project – prosto i przystępnie, Mikom, 1998

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

**Tomasz Banaszekwicz, tomasz.banaszekwicz@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Konstrukcja i eksploatacja aparatury procesowej
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	The design and operation of process equipment
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0037
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału nauczyciela (BU)	0,5			1,5	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Student ma wiedzę i umiejętności z zakresu: podstaw konstrukcji maszyn i materiałoznawstwa, inżynierii i aparatury procesowej, rysunku technicznego oraz obsługi oprogramowania do projektowania komputerowego 2D.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – zapoznanie z zasadniczymi elementami aparatury procesowej, zasadami ich obliczania, doboru i zakresami stosowalności;
- C2 – opanowanie umiejętności wykonywania projektowych obliczeń wytrzymałościowych i materiałów opisowych (w tym sporządzania dokumentacji technicznej);
- C3 – wdrożenie do korzystania z norm i katalogów producentów;
- C4 – wdrożenie do wskazywania i rozwiązywania problemów konstrukcyjnych aparatury procesowej.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy, student powinien znać:

PEK\_W01 – zasadnicze wytyczne i przepisy w zakresie konstruowania i eksploatacji aparatury procesowej (z uwzględnieniem ciśnieniowych instalacji zbiornikowych);

PEK\_W02 – zasadnicze elementy aparatury procesowej, zasady ich obliczania, doboru i zakresy stosowalności;

PEK\_W03 – metody rozwiązywania problemów konstrukcyjnych.

Z zakresu umiejętności, student powinien potrafić:

PEK\_U01 – identyfikować zasadnicze elementy aparatury procesowej;

PEK\_U02 – wykonywać obliczenia wytrzymałościowe, sporządzać wykonawcze i złożeniowe rysunki projektowanej aparatury procesowej;

PEK\_U03 – korzystać z norm i katalogów, w celu doboru elementów budowy aparatury procesowej;

PEK\_U04 – dobierać aparaturę kontrolno-pomiarową i inne urządzenia zapewniające bezawaryjną i bezpieczną eksploatację aparatury procesowej;

PEK\_U05 – wskazywać i rozwiązywać problemy konstrukcyjne.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zasadnicze wytyczne i przepisy w zakresie konstruowania i eksploatacji aparatury procesowej;	2
Wy2	Rodzaje powłok – zasady ich obliczania i doboru;	2
Wy3	Rodzaje dennic – zasady ich obliczania i doboru;	2
Wy4	Połączenia kołnierzowo-śrubowe – zasady ich obliczania i doboru;	2
Wy5	Pokrywy, łapy i podpory, włazy – zasady ich obliczania i doboru;	2
Wy6	Rodzaje urządzeń ciśnieniowych;	2
Wy7	Aparatura kontrolno-pomiarowa i urządzenia zapewniające bezawaryjną i bezpieczną eksploatację aparatury procesowej;	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
<b>Suma godzin</b>		<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Zasady projektowania magazynowego/procesowego zbiornika nisko-/wysokociśnieniowego; zapoznanie z danymi projektowymi;	2
Pr2÷Pr6	Obliczenia wytrzymałościowe, w tym ustalenie m.in. wymiarów zbiornika, króćca wlotowego/wylotowego, włazu, powłoki, dennicy, otworów dodatkowych.	10
Pr7	Obliczenia połączeń kołnierzowo-śrubowych;	2
Pr8	Opracowanie konstrukcji nośnej zbiornika;	2
Pr9	Dobór aparatury kontrolno-pomiarowej oraz urządzeń zapewniających bezawaryjną i bezpieczną eksploatację zbiornika;	2
Pr10	Opracowanie instrukcji eksploatacji zbiornika, z uwzględnieniem zalecanych parametrów pracy, wymogów dotyczących konserwacji/remontów oraz zagrożeń pożarowych (jeśli występują);	2
Pr11÷14	Wykonanie rysunku złożeniowego zbiornika i rysunków wykonawczych jego wybranych elementów;	8
Pr15	Obrona projektu	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu;  
N2. Dyskusja rozwiązań i wyników;  
N3. Obrona projektu. Dyskusja problemu;  
N4. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia;  
N5. Konsultacje indywidualne.

### 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_W03	Kolokwium zaliczeniowe

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT

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_U05	Aktywność na zajęciach
F2	PEK_U01-PEK_U05	Wykonanie projektu
F3	PEK_U01-PEK_U05	Obrona projektu
P=(F1+F2+F3)/3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] L. W. Kurmaz, O. L. Kurmaz: Projektowanie węzłów i części maszyn, Kielce 2006;  
[2] J. Pikoń: Podstawy konstrukcji aparatury chemicznej, Warszawa 1979;  
[3] Z. Osiński, W. Bajon, T. Szucki: Podstawy konstrukcji maszyn. Warszawa 1986;  
[4] A. Dudek, S. Łaczek: Zbiornik ciśnieniowy spawany, Kraków 2006.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] G. Filipczak, L. Troniewski, S. Witczak: Tablice do obliczeń projektowo-konstrukcyjnych aparatury procesowej, Opole 2004;  
[2] Wytyczne Urzędu Dozoru Technicznego dotyczące urządzeń ciśnieniowych, które podlegają dozorowi technicznemu;  
[3] Katalogi producentów, normy i rozporządzenia dotyczące budowy i eksploatacji urządzeń ciśnieniowych.

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

Anna Kisiela-Czajka; anna.kisiela-czajka@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Konstrukcje turbin specjalnych</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Constructions of the special turbines
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0017
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału prowadzącego (BU)	1	0,75			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Student ma wiedzę i umiejętności z zakresu cieplnych maszyn przepływowych, a także mechaniki, mechaniki płynów, termodynamiki, wytrzymałości materiałów, konstrukcji maszyn oraz podstaw materiałoznawstwa.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – przedstawienie specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych turbin parowych i gazowych,  
 C2 – rozszerzenie zakresu obliczeń projektowych (cieplnych, przepływowych i wytrzymałościowych),  
 C3 – zaznajomienie z podstawami eksploatacji niektórych konstrukcji.



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy student powinien być w stanie:

PEK\_W01 – scharakteryzować różne zastosowania turbin,

PEK\_W02 – rozróżniać typowe konstrukcje specjalnych zastosowań,

PEK\_W03 – zdefiniować procesy konwersji energii w kanałach stopni promieniowych,

PEK\_W04 – objaśnić specyfikę maszyn dla energetyki rozproszonej.

Z zakresu umiejętności student powinien być w stanie:

PEK\_U01 – analizować podstawowe charakterystyki przepływowe turbin,

PEK\_U02 – wykonać wstępne obliczenia maszyn układu turbodoładowania silnika,

PEK\_U03 – przeprowadzić wstępne obliczenia turbiny dla odzysku ciepła odpadowego.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rys historyczny, stan aktualny i perspektywy rozwoju turbin	2
Wy2	Budowa akcyjnych i reakcyjnych turbin parowych	2
Wy3	Konstrukcje podstawowych części turbin	2
Wy4	Turbiny promieniowe odśrodkowe i dośrodkowe	2
Wy5	Turbiny przeciwprężne i ciepłownicze	2
Wy6	Turbiny z upustami regulowanymi	2
Wy7	Specyfika przepływu w obszarze pary wilgotnej oraz budowa urządzeń kondensacyjnych.	2
Wy8	Turbina parowa w układzie elektrowni jądrowej	2
Wy9	Turbiny okrętowe napędów głównego i pomocniczego	2
Wy10	Turbiny gazowe dużej mocy	2
Wy11	Turbiny gazowe lotniczopochodne	2
Wy12	Układy turbodoładowania	2
Wy13	Turbiny układu ORC oraz turbiny elektrowni geotermalnych	2
Wy14	Turbiny małej mocy i mikroturbiny	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Charakterystyki przepływowe turbin	1
Ćw2	Obliczania cieplne turbin akcyjnych	2
Ćw3	Obliczania cieplne turbin reakcyjnych	2
Ćw4	Obliczenia liczby stopni turbinowych	2
Ćw5	Obliczania cieplne turbiny parowej w układzie elektrowni jądrowej	2
Ćw6	Obliczenia cieplne turbiny gazowej i układu turbodoładowania	2
Ćw7	Obliczenia cieplne turbiny ORC i mikroturbiny	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja.  
N2. Ćwiczenia rachunkowe oraz dyskusja rozwiązań i wyników.  
N3. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.  
N4. Konsultacje indywidualne.

### 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 zaliczające

### 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
P	PEK_U01-PEK_U03	Kolokwium zaliczające

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bloch H.P., Singh M.P, Steam turbines: design, applications and re-rating, Mc Graw Hill, Nowy Jork 2009.
- [2] Soares C., Gas turbines: a handbook of air, land and sea applications, Elsevier, Nowy Jork, 2015.
- [3] Leyzerovich A., Wet-steam turbines for nuclear power plants, PennWell Corp, Nowy Jork, 2005.
- [4] Gorla R., Khan A., Turbomachinery: design and theory, Marcel Dekker, Nowy Jork 2003.
- [5] Tuliszka E., Turbiny cieplne, zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT, Warszawa 1973.
- [6] Bell C., Maximum boost: design, testing and Installing Turbocharger systems, Bentley Publishers 1997.
- [7] DiPippo R., Geothermal power plants, Elsevier, Oxford 2016.
- [8] Kazmierski Z., Krysiński J., Łożyskowanie gazowe i napędy mikro turbin, WNT, Warszawa 1981.
- [9] Kiciński J., Żywca G., Steam microturbines in distributed cogeneration, Springer, Nowy Jork, 2014.
- [10] Macchi E., Astolfi M., Organic Rankine Cycle Power Systems, Elsevier, Cambridge, 2017.
- [11] Gundlach R. W., Podstawy maszyn przepływowych i ich systemów energetycznych, WNT, Warszawa 2008.
- [12] Perepeczko A., Okrętowe turbiny parowe, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1980.
- [13] Miller A., Turbiny elektrowni jądrowych, Politechnika Warszawska, Warszawa 1981.
- [14] Nikiel T., Turbiny parowe, WNT, Warszawa 1980

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

Krzysztof Czajka; krzysztof.czajka@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Konstrukcje w technice kotłowej</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	<b>Boiler's design and equipment</b>
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	<b>Mechanika i budowa maszyn</b>
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	<b>Maszyny i urządzenia energetyczne</b>
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0008W
<b>Grupa kursów:</b>	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)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			1,5	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość zagadnień związanych z: termodynamiką, przekazywaniem ciepła, mechaniką płynów, spalaniem oraz budową kotłów.
2. Umiejętność korzystania z arkuszy kalkulacyjnych przy prowadzeniu obliczeń inżynierskich.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Pogłębienie wiedzy dotyczącej szczegółów konstrukcyjnych urządzeń kotłowych oraz kierunków rozwoju techniki kotłowej.
- C2 – Zapoznanie z problematyką eksploatacji i prowadzenia obliczeń ciepłno-przepływowych parowników kotłów.
- C3 – Zaznajomienie studentów z możliwościami wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w energetyce-aspekt techniczny, ekologiczny i ekonomiczny.
- C4 – Zapoznanie z podstawami modelowania matematycznego oraz możliwościami programów wykorzystywanych do obliczeń ciepłno-przepływowych kotłów-kody komercyjne i *open-source*.
- C5 – Przygotowanie studentów do realizacji obliczeń sprawdzających wpływ zmiany parametrów pracy kotła parowego na jego wydajność w programach MATHCAD lub EBSILON.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – objaśnia szczegóły konstrukcyjne kotła na pod- i nadkrytyczne parametry pary oraz urządzeń pomocniczych

PEK\_W02 – objaśnia problemy eksploatacyjne oraz podstawy obliczeń parowników kotłów

PEK\_W03 – opisuje możliwości i wpływ wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w kotłach

PEK\_W04 – zna podstawy teoretyczne prowadzenia obliczeń sprawdzających kotłów

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – formułuje układ równań modelu matematycznego kotła

PEK\_U02 – analizuje pracę kotła w warunkach zmienionych przy wykorzystaniu programów MATHCAD lub EBSILON

PEK\_U03 – analizuje aspekt techniczno-ekonomiczny wykorzystania paliw odnawialnych i alternatywnych w energetyce

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1/2	Przypomnienie wybranych zagadnień ogólnych dotyczących budowy, konstrukcji i eksploatacji kotłów wodnych i parowych. Miejsce i funkcje kotła w energetyce, ciepłownictwie i przemyśle.	3
Wy2/3	Rozwiązania konstrukcyjne kotłów wodnych i parowych – część ciśnieniowa, urządzenia pomocnicze, stosowane materiały.	3
Wy4/5	Zasady działania i problemy eksploatacyjne parowników kotłów – konstrukcja, cyrkulacja, pewność chłodzenia rur, kryzys wrzenia, odsalanie i odmulanie.	4
Wy6	Problematyka obliczeń cieplno-przepływowych parowników kotłów. Podstawy obliczeń parowników z naturalną cyrkulacją czynnika.	2
Wy7/8	Możliwości wykorzystania paliw biomasowych i alternatywnych w energetyce - spalanie i współspalanie. Aspekt techniczny, ekologiczny i ekonomiczny. Problemy eksploatacyjne.	4
Wy9	Kocioł olejowy w układzie ORC - budowa, zasada współpracy kotła z układem ORC, rozwiązania techniczne	2
Wy10/ 11	Problemy eksploatacyjne kotłów energetycznych - praca w stanach nieustalonych (praca regulacyjna, minimum techniczne kotła i bloku energetycznego). Wydłużenie czasu bezpiecznej eksploatacji.	4
Wy12/ 13	Poprawa sprawności kotła i bloku poprzez wykorzystanie ciepła odpadowego – możliwość odzysku ciepła spalin wylotowych z kotła energetycznego, sposoby wykorzystania, efekty techniczno-ekonomiczne. Akumulacja ciepła.	4
Wy14/ 15	Zasady ogólne budowy modeli matematycznych - <i>preprocessing</i> , <i>processing</i> , <i>postprocessing</i> . Podstawy modelowania matematycznego kotłów.	4
Suma godzin		<b>30</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1/2	Wstęp – omówienie zakresu i zasad zaliczenia projektu, podstawy korzystania z programu MATHCAD. Przydzielenie danych do projektu. Obliczenia wartości opałowej, zapotrzebowania powietrza do spalania oraz składu i entalpii spalin przy spalaniu mieszaniny paliw.	4
Pr3/4	Budowa modelu matematycznego kotła parowego w programie MATHCAD - zasady formułowania funkcji do obliczania współczynnika Pecleta dla różnych typów powierzchni wymiany ciepła. Instrukcje warunkowe.	4

Pr5/6	Budowa modelu matematycznego kotła parowego - układ równań opisujących wymianę ciepła w powierzchniach ogrzewalnych kotła oraz schładzaczach.	4
Pr7	Sposoby rozwiązywania układu równań w programie MATHCAD- metoda Given/Find oraz iteracyjna.	2
Pr8	Analiza aspektu ekonomicznego wykorzystania paliw odnawialnych i alternatywnych w energetyce-koszty: paliw, uprawnień do emisji CO <sub>2</sub> ; przychody-sprzedaż energii i certyfikatów jej pochodzenia; prosty okres zwrotu z inwestycji.	2
Pr9/10	Wprowadzenie do programu EBSILON. Modele podstawowych elementów kotła. Wprowadzanie danych do modelu.	4
Pr11	Budowa uproszczonego modelu kotła parowego - komora paleniskowa, parownik.	2
Pr12/13	Budowa uproszczonego modelu kotła parowego – część konwekcyjna.	4
Pr14	Budowa modelu bloku energetycznego – współpraca kotła z turbogeneratorem. Obliczenie sprawności energetycznej oraz zużycia paliwa i produkcji energii elektrycznej.	2
Pr15	Sprawdzenie projektów – zaliczenie zajęć	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. dla wykładu: wykład informacyjny, prezentacja multimedialna, samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu  
 N2. dla projektu: algorytm obliczeń projektu, praca własna – przygotowanie do ćwiczeń projektowych, pliki udostępnione studentom  
 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_W04	Egzamin pisemny
P	PEK_U01 ÷ PEK_U03	Frekwencja i ocena projektu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Kruczek S., *Kotły: konstrukcje i obliczenia*, Oficyna PWR 2001
- [2] Orłowski P., *Kotły parowe - konstrukcja i obliczenia*, WNT 1972, 1979
- [3] Wróblewski T. i in., *Urządzenia kotłowe*, WNT 1973
- [4] Praca zbiorowa, *VDI Heat Atlas*, Springer 2010
- [5] Bis H., *Kotły fluidalne: teoria i praktyka*, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej 2010
- [6] Pawlik M. i in., *Elektrownie*, WNT 2010
- [7] Tarnowska-Tierling A., *Kotły parowe. Przykłady obliczeń cieplnych*, Politechnika Szczecińska, 1987
- [8] Rokicki H., *Urządzenia kotłowe: przykłady obliczeniowe*, Politechnika Gdańska, 1996
- [9] *Warunki urzędu dozoru technicznego dla urządzeń ciśnieniowych (nieobowiązkowe specyfikacje techniczne)*, UDT 2005

[10] PN-EN 10216-2:2014-02 *Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych - Warunki techniczne dostawy - Część 2: Rury ze stali niestopowych i stopowych z określonymi własnościami w temperaturze podwyższonej*

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Pronobis M., *Modernizacja kotłów energetycznych*, WNT 2002 i 2009
- [2] Hobler T., *Ruch ciepła i wymienniki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne 1986
- [3] Kuznecov, N. V. i in., *Teplovoj rasčet kotel'nyh agregatov: normativnyj metod*, 1973, 1998
- [4] Motyka R., Rasała D., *Mathcad: od obliczeń do programowania*, Helion 2012
- [5] Instrukcja programów MATHCAD i EBSILON.

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

Paweł Rączka    pawel.raczka@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	Krystalizacja i krystalizatory
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Crystallization and crystallizers
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu</b>	W09MBE-SM0043
<b>Grupa kursów</b>	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 udziału prowadzącego (BU)	1		0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Inżynieria chemiczna i procesowa.
2. Procesy i aparaty do wymiany pędu, ciepła i masy.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Uzyskanie podstawowej wiedzy o właściwościach roztworów, rozpuszczalności, układzie równowagowym, przesyconiu, metastabilności roztworów przesyconych.
- C2 Zapoznanie studentów z podstawami procesów krystalizacji okresowej i ciągłej.
- C3 Uzyskanie podstawowej wiedzy o hydrodynamice zawiesiny krystalicznej, zarodkowaniu, wzroście kryształów, kinetyce krystalizacji oraz o procesach towarzyszących krystalizacji.
- C4 Zapoznanie studentów z analizą rozkładu rozmiarów kryształów produktu, sposobami oceny jednorodności kryształów, ich kształtu, czystości chemicznej oraz aglomeracji i agregacji kryształów, intensywności ścierania i łamania kryształów.
- C5 Uzyskanie podstawowej wiedzy o aparatach do krystalizacji masowej z roztworów, ich konstrukcjach i eksploatacji.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – ma podstawowe wiadomości o roztworach, ich właściwościach, rozpuszczalności, przesyceciu, metastabilności,

PEU\_W02 – zna sposoby wytwarzania przesycecia, układu równowagowego, szerokości obszaru metastabilnego,

PEK\_W03 – ma wiedzę o sposobach prowadzenia krystalizacji masowej z roztworów przez chłodzenie przeponowe, adiabatyczne odparowanie części rozpuszczalnika pod zmniejszonym ciśnieniem, odparowanie rozpuszczalnika, z reakcją chemiczną – realizowanych w sposób okresowy lub ciągły, PEK\_W04 – zna typowe rozwiązania konstrukcyjne krystalizatorów i procedury ich projektowania, ma wiedzę w oprzyrządowaniu, kontroli i sterowaniu procesami krystalizacji.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi wyznaczyć właściwości fizykochemiczne substancji,

PEK\_U02 – ma podstawowe wiadomości o hydrodynamice zawiesiny, o kinetyce zarodkowania i wzrostu kryształów, potrafi wyznaczyć parametry kinetyczne,

PEK\_U03 – potrafi scharakteryzować jakość produktu krystalicznego – rozkład rozmiarów kryształów, wyznaczyć parametry tego rozkładu, określić jednorodność i kształt kryształów, czystość chemiczną, aglomerację i agregację kryształów, efekty ścierania i łamania się kryształów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – wykład		Liczba godzin
Wy1	Właściwości roztworów, układy fazowe, przesycecie, roztwory stabilne, labilne, przesycone.	2
Wy2	Sposoby wytwarzania przesycecia. Szerokość obszaru metastabilnego.	2
Wy3	Sposoby prowadzenia krystalizacji masowej z roztworów.	2
Wy4	Zarodkowanie fazy stałej.	2
Wy5	Wzrost kryształów.	2
Wy6	Kinetyka procesu.	2
Wy7, Wy8	Wpływ składu chemicznego roztworu i parametrów procesu na przebieg procesu krystalizacji i jakość produktu.	4
Wy9	Produkt. Jakość produktu.	2
Wy10	Rozkład rozmiarów kryształów. Charakterystyka kryształów. Czystość chemiczna.	2
Wy11	Bilans populacji kryształów produktu. Modele uproszczone bilansu.	2
Wy12	Opis ilościowy procesu krystalizacji ciągłej.	2
Wy13, Wy14	Krystalizatory. Rozwiązania konstrukcyjne. Eksploatacja. Kontrola i pomiary, regulacja i sterowanie procesami krystalizacji i aparaturą.	4
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć – laboratorium		Liczba godzin
La1	Przygotowanie roztworów wejściowych do procesu krystalizacji okresowej z chłodzeniem przeponowym. Przygotowanie i próby testowe instalacji Mettler–Toledo o działaniu okresowym.	2
La2	Krystalizacja okresowa wybranej substancji z jej wodnego roztworu dla ustalonych parametrów procesu. Analiza wydajności procesu krystalizacji, jakości produktu, analityka procesu.	2
La3	Opracowanie wyników procesu krystalizacji okresowej, obliczenia kinetyczne, ocena pracy instalacji.	2
La4	Przygotowanie roztworów reagentów do procesu ciągłej krystalizacji z reakcją chemiczną wytrącania trudno rozpuszczalnej soli. Przygotowanie i próby testowe instalacji Bioengineering i IKA Labortechnik o działaniu ciągłym.	2



La5	Krystalizacja ciągła z reakcją chemiczną strącania trudno rozpuszczalnej soli.	2
La6	Analiza wydajności procesu krystalizacji, jakości produktu, analityka procesu. Opracowanie wyników procesu krystalizacji ciągłej, kinetyka procesu, ocena pracy instalacji.	2
La7	Analiza rozkładu rozmiarów kryształów produktu stałego (laserowy analizator cząstek stałych Beckman Coulter LS 13 320), parametry rozkładu rozmiarów, jednorodność kryształów produktu.	2
La8	Analiza przeprowadzonych pomiarów krystalizacji, wnioski, zalecenia projektowe.	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład z prezentacją multimedialną.  
 N2. Wykonanie czynności laboratoryjnych i analitycznych.  
 N3. Obsługa instalacji doświadczalnych o działaniu okresowym i ciągłym.

#### 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)	PEU_W01 – PEU_W04	Kolokwium zaliczeniowe na ocenę.
P(laboratorium)	PEU_U01 – PEU_U03	Zaliczenie na ocenę.

#### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

##### LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] P. Synowiec: *Krystalizacja przemysłowa z roztworu*, WNT Warszawa, 2008.  
 [2] Z. Rojkowski, J. Synowiec: *Krystalizacja i krystalizatory*, WNT Warszawa, 1991.  
 [3] J.W. Mullin: *Crystallization*, Butterworth–Heinemann, Oxford, 1993.  
 [4] W. Beckmann ed.: *Crystallization. Basic Concepts and Industrial Applications*, Wiley, Weinheim, 2013.

##### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] A. Mersmann ed.: *Crystallization Technology Handbook*, Marcel Dekker, N.Y., 1994.  
 [2] A.S. Mayerson: *Handbook of industrial crystallization*, Butterworth–Heinemann, Boston, 1993.  
 [3] A. Chianese, H.J.M Kramer ed.: *Industrial Crystallization Process Monitoring and Control*, Wiley, Weinheim, 2012.

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

**dr inż. Nina Hutnik** (nina.hutnik@pwr.edu.pl)  
**dr inż. Anna Stanclik** (anna.stanclik@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Matematyka stosowana
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Applied Mathematics
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Energetyka
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09ENG-SM0001W
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (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	<b>30</b>

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	<b>15</b>

<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
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
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
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**

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

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[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.
<b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b>
[1] G. Dahlquist, A. Björck: Numerical Methods in Scientific Computing, SIAM 2007.
<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
<b>Dr Marek Lewkowicz, marek.lewkowicz@pwr.wroc.pl</b>

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Mechanika analityczna
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Mechanics Analytical
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	I stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0002W
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1				

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Znajomość fizyki 2, mechaniki 2 oraz analizy matematycznej 2.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1. Nabycie wiedzy na temat klasyfikacji układów mechanicznych oraz analitycznych metod ich opisu.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – posiada wiedzę z zakresu klasyfikowania układów mechanicznych oraz rozróżniania typy więzów

PEK\_W02 – zna równania opisujące dynamikę układów mechanicznych z różnymi typami więzów

PEK\_W03 – stosuje aparat matematyczny do analizy trajektorii ruchu układów

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Układy swobodne i nieswobodne. Więzy i ich klasyfikacja. Przemieszczenia możliwe i wirtualne. Więzy idealne.	2
Wy2	Ogólne równanie dynamiki. Równania Lagrange'a pierwszego rodzaju. Przykłady prostych układów mechanicznych z więzami.	2
Wy3	Stopnie swobody układów mechanicznych. Przykłady wyznaczania trajektorii prostych układów mechanicznych z więzami.	2
Wy4	Zasada przemieszczeń wirtualnych. Zasada d'Alamberta. Układy holonomiczne. Współrzędne uogólnione.	2
Wy5	Siły uogólnione. Równania Lagrange'a drugiego rodzaju we współrzędnych uogólnionych. Przykłady obliczeniowe.	2
Wy6	Badanie równań Lagrange'a. Twierdzenie o zmianie energii całkowitej. Siły potencjalne, żyroskopowe i dyssypatywne.	2
Wy7	Równania Lagrange'a w przypadku sił potencjalnych. Potencjał uogólniony. Przykłady obliczeniowe.	2
Wy8	Kanoniczne równania Hamiltona. Współrzędne cykliczne. Nawiasy Poissona.	2
Wy9	Zasada Hamiltona. Druga postać zasady Hamiltona. Podstawowy niezmiennik całkowity mechaniki Poincarego-Cartana.	2
Wy10	Hydromechaniczna interpretacja podstawowego niezmiennika całkowitego. Twierdzenia Thomsona i Hemholtza o cyrkulacji i wirach. Uniwersalny niezmiennik całkowity Poincarego.	2
Wy11	Przekształcenia kanoniczne. Swobodne przekształcenia kanoniczne. Równanie Jacobiego-Hamiltona.	2
Wy12	Struktura dowolnego przekształcenia kanonicznego. Kryterium kanoniczności przekształcenia. Nawiasy Lagrange'a. Niezmienniczość nawiasów Poissona przy przekształceniu kanonicznym.	2
Wy13	Twierdzenie Lagrange'a o stateczności położenia równowagi. Asymptotyczna stateczność położenia równowagi. Układy dyssypatywne. Stateczność warunkowa.	2
Wy14	Stateczność ruchu lub dowolnego procesu. Stateczność układów liniowych. Stateczność w przybliżeniu liniowym. Kryteria asymptotycznej stateczności układów liniowych. Małe drgania układu zachowawczego.	2
Wy15	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
--

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych N2. Konsultacje
---

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P		Pisemne kolokwium

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
--

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] F. R. Gantmacher, *Wykłady z mechaniki analitycznej*, PWN, Warszawa, 1972
- [2] W. Rubinowicz, W. Królikowski, *Mechanika teoretyczna*, PWN, Warszawa 1998
- [3] D. Strauch, *Classical Mechanics – An Introduction*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009
- [4] L. D. Landau, I. M. Lifshitz, *in Theoretical Physics vol. 1 Mechanics*, Elsevier Science Ltd., 2003

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] H. Goldstein, C. Poole, J. Safko, *Classical Mechanics*, 3rd edn., Addison-Wesley SanFrancisco, 2002

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Dr Paweł Regucki, pawel.regucki@pwr.wroc.pl
---

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Mechanika lotu śmigłowców
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Helicopter flight mechanics
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0030
<b>Grupa kursów:</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	30		15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	60		30	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	2		1	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0	2		1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1,5	1,5		0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje z zakresu podstaw mechaniki płynów, aerodynamiki, mechaniki lotu.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z ogólną charakterystyką wiroplątów.
- C2 – Zapoznanie z wyznaczaniem parametrów wirnika nośnego.
- C3 – Zapoznanie z warunkami równowagi, stateczności i sterowności śmigłowca.
- C4 – Objaśnienie powstawania ciągu wirnika nośnego zgodnie z teorią strumieniową oraz teorią elementów łopaty.
- C5 – Wyznaczanie podstawowych osiągnięć śmigłowca.
- C6 – Zapoznanie z metodyką wykonania wybranych obliczeń w zakresie projektu wstępnego śmigłowca



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – wymienić i scharakteryzować parametry wirnika nośnego.

PEK\_W02 – wyjaśnić pracę wirnika nośnego w opływie osiowym oraz ukośnym.

PEK\_W03 – objaśnić zachowanie się śmigłowca w charakterystycznych rodzajach jego lotu.

PEK\_W04 – wyjaśnić zasady równowagi, stateczności i sterowności śmigłowca.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – stosować poznane wzory do wyznaczenia warunków lotów ustalonych śmigłowca oraz określania jego osiągnięć.

PEK\_U02 – wykonać projekt wstępny śmigłowca jednowirnikowego w układzie klasycznym obejmujący analizę wyważenia i określenie podstawowych osiągnięć.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Charakterystyka wiropłatów. Wyważenie i równowaga śmigłowca.	2
Wy2	Parametry wirnika nośnego.	2
Wy3	Ciąg wirnika nośnego w zawisie. Zawis z wpływem ziemi.	2
Wy4	Moment reakcyjny i moc niezbędna wirnika nośnego.	2
Wy5	Pionowe wznoszenie i zniżanie śmigłowca.	2
Wy6	Ciąg wirnika nośnego w opływie ukośnym.	2
Wy7	Lot poziomy śmigłowca i strefa odwrotnego opływu.	2
Wy8	Osiągi śmigłowca w locie poziomym. Zasięg i długotrwałość lotu.	4
Wy9	Osiągi śmigłowca we wznoszeniu pionowym i ukośnym.	4
Wy10	Lot ślizgowy śmigłowca na zakresie autorotacji wirnika nośnego.	2
Wy11	Stateczność statyczna i dynamiczna śmigłowca.	2
Wy12	Sterowność śmigłowca. Podstawowe charakterystyki sterowności.	2
Wy13	Zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Wyznaczanie środka masy śmigłowca w różnych konfiguracjach.	2
Ćw2	Obliczenia podstawowych parametrów wirnika nośnego.	2
Ćw3	Wyznaczanie ciągu wirnika według teorii strumieniowej i teorii elementów łopaty.	2
Ćw4	Wyznaczanie ciągu wirnika w zawisie bez i z wpływem ziemi	2
Ćw5	Obliczanie momentu reakcyjnego wirnika i ciągu śmigła ogonowego.	2
Ćw6	Obliczanie mocy indukowanej i rzeczywistej wirnika nośnego.	4
Ćw7	Wyznaczanie ciągu wirnika we wznoszeniu i zniżaniu.	2
Ćw8	Wyznaczanie ciągu wirnika w opływie ukośnym.	2
Ćw9	Wyznaczanie strefy odwrotnego opływu metodą analityczną i graficzną	2
Ćw10	Obliczenia osiągnięć śmigłowca w locie poziomym.	4
Ćw11	Obliczenia osiągnięć śmigłowca w pionowym locie wznoszącym.	2
Ćw12	Obliczenia osiągnięć śmigłowca w ukośnym locie wznoszącym	2
Ćw13	Zaliczenie przedmiotu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Określenie parametrów geometrycznych i masowych oraz osiągnięć projektowanego śmigłowca.	2
Pr2	Analiza wyważenia śmigłowca w różnych konfiguracjach	2
Pr3	Wyznaczenie osiągnięć śmigłowca w zawisie.	2
Pr4	Wyznaczenie prędkości pionowego wznoszenia oraz pułapu statycznego.	2
Pr5	Wyznaczenie charakterystycznych prędkości śmigłowca w locie poziomym oraz pułapu dynamicznego.	4
Pr6	Wyznaczenie strefy odwrotnego opływu metodą analityczną i graficzną	2
Pr7	Zaliczenie przedmiotu	1
Suma godzin		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2. Ćwiczenia rachunkowe i dyskusja rozwiązań zadań.
N3. Wskazówki do wykonania kolejnych etapów projektu wstępnego śmigłowca.
N4. Prezentacja wykonanych etapów projektu i dyskusja.
N5. Praca własna – samodzielne studia, przygotowanie do ćwiczeń, wykonanie kolejnych etapów projektu wstępnego śmigłowca.
N6. Konsultacje

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - WYKŁAD**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W04	Kolokwium zaliczające

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ĆWICZENIA**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	Odpowiedzi ustne, krótkie sprawdziany pisemne
F2		Kolokwium zaliczające
P = (2 F2+F1)/3		

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1, F2, F3, F4, F5, F6	PEK_U02	Ocena za etapy projektu od nr 1 do nr 6
P = (F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Krzyżanowski A.: Mechanika lotu śmigłowców. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa 2010.
- [2] Witkowski R.: Budowa i pilotaż śmigłowca. WKiŁ, Warszawa 1986.
- [3] Witkowski R.: Wprowadzenie do wiedzy o śmigłowcach. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2003.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Jancelewicz B., Łucjanek W., Szablewski K. i in: Wstęp do konstrukcji śmigłowców. WKiŁ, Warszawa 1995.
- [2] Leishman J.G.: Principles of helicopter aerodynamics. Cambridge University Press, Cambridge 2000.
- [3] Padfield G.: Dynamika Lotów Śmigłowców. WKiŁ, Warszawa 1998.
- [4] Stalewski W.: Projektowanie i optymalizacja aerodynamiczna wiroplątów. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2017.
- [5] Stępniewski W. Z.: Ciche wiropląty. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 1999.

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

Roman Róziecki, roman.roziecki@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Mechatronika i systemy sterowania</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Mechatronics and Control Systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień / niestacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu</b>	W09MBE-SM0003
<b>Grupa kursów</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1		1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje w zakresie matematyki i fizyki potwierdzone pozytywnymi ocenami – dotyczy kursów realizowanych w ramach studiów I stopnia. Dodatkowo kompetencje w zakresie kursów: Podstawy Elektrotechniki i Elektroniki oraz Podstawy Automatyki

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy, uwzględniającej jej aspekty aplikacyjne, dotyczącej następujących elementów układów mechatronicznych
- C1.1. Czujniki wielkości fizycznych (sensory)
  - C1.2. Elementy wykonawcze (aktuatory)
  - C1.3. Urządzenia sterujące – mikrokontrolery, sterowniki PLC

C2. Zdobyć umiejętności jakościowego rozumienia, interpretacji oraz ilościowej analizy układów mechatronicznych z zakresu

C2.1. projektowania struktury układu mechatronicznego

C2.2. doboru parametrów elementów mechatronicznych wchodzących w skład takiego układu

C2.3. Tworzenia algorytmu sterowania i programu sterującego dla systemu mechatronicznego.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych polegających na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

### **PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Z zakresu wiedzy: student

PEK\_W01 – potrafi zdefiniować i zastosować model obiektu mechatronicznego

PEK\_W02 – zna fizyczne podstawy działania czujników i elementów wykonawczych

PEK\_W03 – zna podstawy programowania mikrokontrolerów

PEK\_W04 – zna podstawy programowania sterowników PLC

PEK\_W05 – ma wiedzę o budowie i zasadzie działania prostego sterownika

mikroprocesorowego. PEK\_W06 – ma wiedzę o rozwiązaniach technicznych stosowanych w mechatronicznych układach napędowych.

PEK\_W07 – posiada podstawową wiedzę o złożonych systemach sterowania i o oprogramowaniu SCADA.

Z zakresu umiejętności: student

PEK\_U01 – potrafi wskazać, określić i wyznaczać parametry obiektów mechatronicznych

PEK\_U02 – potrafi zbudować najprostsz y układ sterowania oparty na mikrokontrolerze.

PEK\_U03 – potrafi dobierać czujniki (sensory) i elementy wykonawcze (aktuatory) stosownie dla danego obiektu mechatronicznego i rodzaju zastosowania

PEK\_U04 – potrafi napisać proste programy dla sterownika PLC obsługujące zadany proces produkcyjny

PEK\_U05 – potrafi zaprojektować i zbudować prosty układ sterowania logicznego oparty na sterowniku PLC.

PEK\_U06 – potrafi sprzęgać ze sterownikiem PLC elektromechaniczne i elektropneumatyczne elementy wykonawcze.

PEK\_U07 – potrafi zanalizować strukturę i działanie istniejącego układu sterowania.

Z zakresu kompetencji społecznych: student

PEK\_K01 – potrafi wyszukiwać informacje oraz je krytycznie analizować,

PEK\_K02 – posiada zdolność zespołowej współpracy mającej na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów,

PEK\_K03 – rozumie konieczność samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

PEK\_K04 – rozwija zdolność samooceny oraz odpowiedzialność za wyniki podejmowanych działań,

PEK\_K05 – przestrzega zasad obowiązujących w środowisku akademickim,

PEK\_K06 – myśli twórczo

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, relacje pomiędzy mechatroniką a innymi dyscyplinami nauki	2
Wy2	Programowalne układy sterowania – wprowadzenie. Algorytm procesu, maszyna Turinga, architektura von Neumanna.	2
Wy3	Mikrokontrolery – wprowadzenie, pojęcia podstawowe, architektura wewnętrzna	2
Wy4	Mikrokontrolery – metody programowania	2
Wy5	Mikrokontrolery – metody sprzęgania z urządzeniami zewnętrznymi	2
Wy6	Przykładowe zastosowania mikrokontrolerów, roboty mobilne	2
Wy7	Czujniki podstawowych wielkości fizycznych (ciśnienie, temperatura, przemieszczenie)	2
Wy8	Enkodery, czujniki położenia, przykłady zastosowań	2
Wy9	Elementy układów przeniesienia napędu (przekładnie, sprzęgła, śruby pociągowe)	2
Wy10	Przykładowe zastosowania podzespołów mechatronicznych – urządzenia CNC	2
Wy11	Mechatronika w zastosowaniach biomedycznych – pneumatyczny czujnik fali tętna krwi.	2
Wy12	Sterowniki PLC – wprowadzenie, pojęcia podstawowe	2
Wy13	Sterowniki PLC – przegląd rozwiązań i architektur systemowych	2
Wy14	Sterowniki PLC – metody programowania, języki opisu algorytmu, przykłady programów	2
Wy15	Sterowniki PLC – duże systemy sterowania, oprogramowanie SCADA	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Sprawy organizacyjne, wprowadzenie	2
La2	Mikrokontrolery – system uruchomieniowy z mikrokontrolerem (szkolenie wstępne)	2
La3	Kompilator C dla mikrokontrolerów - wprowadzenie	2
La4	Sprzęganie diod LED i przycisków z portami wyjściowymi mikrokontrolera	2
La5	Obsługa klawiatury matrycowej przy użyciu portu mikrokontrolera	2
La6	Sterowanie wyświetlaczami LED za pomocą mikrokontrolera.	2
La7	Obsługa alfanumerycznego wyświetlacza LED za pomocą mikrokontrolera	2
La8	Obsługa przetwornika A/C oraz wbudowanego w mikrokontroler	2
La9	Sterowniki PLC – wprowadzenie. Zasady podłączania sygnałów I/O do sterownika	2
La10	Sterowniki PLC – podstawy programowania w języku drabinkowym	2
La11	Sterowniki PLC – obsługa timerów i liczników	2
La12	Sterowniki PLC –obsługa panela operatorskiego i modułów rozszerzeń	2
La13	Sterowniki PLC –obsługa modułowych systemów produkcyjnych	2
La14	Sterowniki PLC – realizacja projektu indywidualnego, zaawansowane metody programowania.	2
La15	Zajęcia dodatkowe, zaliczenia	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład: wykład informacyjny, prezentacja multimedialna, wykład problemowy  
N2. Laboratorium: przygotowanie w formie sprawozdania, praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych, dyskusja nad realizowanym zadaniem, pisemna lub ustna kontrola przygotowania.

### 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_W07, PEK_U01 PEK_U07, PEK_K01 PEK_K06	Egzamin pisemny
P2	PEK_W01 PEK_W07, PEK_U01 PEK_U07, PEK_K01 PEK_K06	Odpowiedzi ustne, sprawozdania

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Poradnik Mechatronika, wyd. REA, 2020
- [2] Cetinkunt S., Mechatronics with Experiments, Wiley 2015
- [3] Michael B. Histan, David G. Alciatore, Introduction to mechatronics and measurement systems, McGraw-Hill Education (India) Pvt Ltd, 2007
- [4] Jędrusyna A., Tomczuk K., Mechatronics and Control Systems Handbook. Wyd. PWr 2010.
- [5] W. Bolek, E. Ślifirska: Ćwiczenia laboratoryjne z podstaw automatyki, skrypt PWr, 2001
- [6] E. Ślifirska: Laboratorium sterowania procesami dyskretnymi, skrypt PWr, 1998

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Dorf. R.C, Modern control systems, 12th Ed., Prentice-Hall 2011

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

Artur Jędrusyna, Artur.Jedrusyna@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Metoda elementów skończonych</b>
Nazwa w języku angielskim	Finite element analysis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	Maszyny i urządzenia energetyczne, Inżynieria i aparatura procesowa, Inżynieria lotnicza
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	Kierunkowy
Kod przedmiotu	W09MBE-SM0005
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		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)	1,5		1,5		

\*niepotrzebne skreślić

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu mechaniki, termodynamiki, podstaw konstrukcji maszyn, wytrzymałości materiałów, podstaw materiałoznawstwa
2. Umiejętność modelowania bryłowego w dowolnym programie CAD

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zaznajomienie studentów z wiedzą w zakresie teorii metody elementów skończonych.  
C2 Wyrobienie umiejętności u studentów do zbudowania odpowiedniego modelu do obliczeń MES z zastosowaniem modeli jedno-, dwu- i trójwymiarowych.



C3 Wyrobienie umiejętności do modelowego odwzorowania obiektów i zjawisk rzeczywistych.

C4 Nabycie umiejętności przez studentów do krytycznej analizy wyników z analizy MES.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Posiada wiedzę z zakresu teorii metody elementów skończonych

PEU\_W02 Posiada wiedzę z zakresu budowy i przygotowania modeli numerycznych do obliczeń MES

PEU\_W03 Posiada wiedzę o ograniczeniach i możliwościach zastosowania analizy MES do numerycznej weryfikacji warunków pracy pojedynczych elementów oraz układów konstrukcyjnych

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Nabył umiejętność do zastosowania algorytmu programu opartego na MES do wykonania obliczeń numerycznych

PEU\_U02 Potrafi zdefiniować i zastosować odpowiedni rodzaj modelu numerycznego opartego na MES w zależności od rozwiązywanego zadania

PEU\_U03 Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę uzyskanych wyników z obliczeń MES

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU\_K01 Nabywa umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę

PEU\_K02 Myśleć i działać w sposób kreatywny

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do modelowania matematycznego i numerycznych analiz inżynierskich. Przykłady zastosowań.	2
Wy2	Podstawy teorii metody elementów skończonych.	2
Wy3	Metodyka budowania modelu dyskretnego MES.	2
Wy4	Rodzaje i charakterystyka elementów skończonych.	2
Wy5	Funkcja kształtu w opisie budowy elementu skończonego.	2
Wy6	Założenia modelowe MES - przedstawienie podstawowych zależności dla modelu jednowymiarowego (1D).	2
Wy7	Przykłady zastosowania algorytmu MES w numerycznych obliczeniach wytrzymałościowych.	2
Wy8	Obliczenia wytrzymałościowa MES dla modelu jednowymiarowego (1D), dwuwymiarowego (2D) i trójwymiarowego (3D) - analiza porównawcza.	2
Wy9	Nieliniowość w obliczeniach MES. Izotropowe i anizotropowe właściwości materiałów oraz ich wpływ na budowę modelu dyskretnego.	2
Wy10	Analizy dynamiczne z zastosowaniem algorytmu MES. Analiza modalna.	2

Wy11	Analiza MES procesów przepływu ciepła w stanie ustalonym.	2
Wy12	Wpływ zmiany warunków brzegowych na uzyskiwane rozwiązania wybranych problemów inżynierskich.	2
Wy13	Analiza MES elementów konstrukcyjnych znajdujących się w złożonym stanie obciążenia.	2
Wy14	Analiza czynników wpływających na dokładność obliczeń MES.	2
Wy15	Zastosowanie algorytmu MES w programach komputerowych i rozwiązywaniu problemów inżynierskich.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Omówienie programu zajęć laboratoryjnych. Metodyka prowadzenia numerycznych analiz wytrzymałościowych.	2
La2	Wprowadzenie do środowiska programu obliczeniowego. Zasady budowy modeli geometrycznych.	2
La3	Zasady budowy numerycznych modeli obliczeniowych – dyskretyzacja i warunki brzegowe.	2
La4	Definiowanie właściwości materiałowych i analiza czynników wpływających na dokładność obliczeń.	2
La5	Definicja i zakres stosowalności modeli bryłowych. Modele bryłowe materiałów izotropowych - analiza wytrzymałościowa elementów maszyn w stanie ustalonym.	2
La6	Definicja i zakres stosowalności modeli belkowych. Wykorzystanie modeli belkowych w analizie ramowych konstrukcji nośnych.	2
La7	Definicja i zakres stosowalności modeli powłokowych. Wykorzystanie modeli powłokowych w analizie warunków pracy przestrzennych konstrukcji nośnych.	2
La8	Numeryczna analiza wytrzymałościowa modeli-2D. Płaski stan naprężeń, płaski stan odkształceń, elementy osiowo-symetryczne.	2
La9	Modele powłokowe elementów urządzeń i armatury ciśnieniowej.	2
La10	Izotropowe i anizotropowe właściwości materiałów oraz ich wpływ na wyniki numerycznych analiz wytrzymałościowych.	2
La11	Analiza modalna - częstotliwości i postaci drgań własnych.	2
La12	Analiza przepływu ciepła w stanie ustalonym.	2
La13	Analiza wytrzymałościowa złożonych konstrukcji mechanicznych z zastosowaniem zależności kontaktowych.	2
La14	Analiza wykonalności i optymalizacji rozwiązań w ramach zadanych kryteriów.	2
La15	Raport z przeprowadzonych symulacji numerycznych MES - Analiza wyników.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.
- N2. Przygotowanie i prezentacja projektu oraz dyskusja uzyskanych rozwiązań i wyników.
- N3. Praca własna - przygotowanie modeli obliczeniowych.
- N4. Konsultacje indywidualne.

## 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, PEK_W03	Egzamin

## 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
P	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Ocena pracy w trakcie laboratorium Wykonanie raportów z przeprowadzonych analiz numerycznych

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Zienkiewicz O. C., Metoda elementów skończonych, Arkady, Warszawa, 1972
- [2] Rusinski E., Czmochoński J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2000
- [3] Krzesiński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P., Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji: rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015
- [4] Reddy J. N., An introduction to the Finite Element Method, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 2006
- [5] Alawadhi E. M., Finite element simulations using ANSYS, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2019

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Thompson M. K., Thompson J. M., Ansys Mechanical APDL for Finite Element Analysis, Butterworth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2017
- [2] Larson M. G., Bengzon F., The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer Heidelberg, 2010
- [3] Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, Springer New York, Second Edition, 2015
- [4] Bathe K. J., Finite Element Procedures, 2nd ed., K. J. Bathe, Watertown, MA, 2014
- [5] Chen X., Liu Y., Finite element modeling and simulation with ANSYS Workbench, CRC Press Inc. Taylor & Francis Group, 2018

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

Konrad Babul (konrad.babul@pwr.edu.pl)



WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Metody numeryczne w projektowaniu konstrukcji
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Numerical methods in the design of structures
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarne
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0032
<b>Grupa kursów:</b>	

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			45	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			90	
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę			zaliczenie na ocenę (oddanie projektu)	
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			3	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5			2,25	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Podstawy wytrzymałości materiałów.
2. Znajomość podstaw mechaniki, podstaw konstrukcji maszyn, mechaniki płynów oraz procesów wymiany ciepła.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Nabycie wiedzy na temat metod numerycznych stosowanych podczas projektowania konstrukcji.
- C2 – Nabycie wiedzy ogólnej na temat przeznaczenia programów służących do wspomaganie projektowania konstrukcji.
- C3 – Nabycie wiedzy na temat metod i sposobów rozwiązywania wybranych zagadnień projektowych.
- C4 – Nabycie wiedzy na temat modelowego odwzorowania obiektów i zjawisk rzeczywistych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Zna programy i ich funkcje wykorzystywane podczas projektowania konstrukcji

PEK\_W02 – Zna metody numeryczne pozwalające na rozwiązanie podstawowych problemów związanych z projektowaniem konstrukcji

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Nabył umiejętność posługiwania się wybranym oprogramowaniem przeznaczonym do wspierania projektowania konstrukcji

PEK\_U02 – Potrafi zastosować odpowiedni rodzaj modelu geometrycznego i dyskretnego do rozwiązania określonego zadania

PEK\_U03 – Potrafi przeprowadzić krytyczną analizę uzyskanych wyników z obliczeń wytrzymałościowych

PEK\_U04 – Potrafi wykonać dokumentację projektową na podstawie uzyskanych wyników

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

PEK\_K02 - Nabył umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie. Omówienie programu zajęć. Pojęcia podstawowe, metody numeryczne i metodyka prowadzenia numerycznych analiz wytrzymałościowych.	1
Wy2	Omówienie wybranych programów i metod numerycznych wykorzystywanych w projektowaniu konstrukcji.	2
Wy3	Szczegółowe omówienie wybranego programu wykorzystywanego do wspomagania projektowania podstawowych węzłów konstrukcyjnych.	2
Wy4	Sposoby budowy modelu geometrycznego i jego dyskretyzacja na podstawie wybranego przykładu elementu konstrukcyjnego.	2
Wy5	Wprowadzanie warunków brzegowych, kontaktów, połączeń i parametrów wytrzymałościowych dla wybranych modeli konstrukcyjnych.	2
Wy6	Sposoby analizy wyników, wykrywania błędów i modyfikacji modeli obliczeniowych.	2
Wy7	Generowanie raportów i dokumentacji projektowej.	2
Wy8	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Omówienie programu zajęć projektowych. Rozdanie i omówienie zadań projektowych. Opracowanie planu, sposobu i metodologii rozwiązania danego zagadnienia	3
Pr2	Budowa modelu geometrycznego odpowiedniego dla danego zagadnienia projektowego	6
Pr3	Dyskretyzacja modelu geometrycznego, dobór odpowiedniej metody	6

	siatkowania, analiza jakości siatki elementów skończonych. Próba optymalizacji siatki.	
Pr4	Dobór materiałów konstrukcyjnych, wprowadzenie danych materiałowych do programu obliczeniowego.	3
Pr5	Dobór kontaktów i połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami modelu. Analiza wpływu rodzaju kontaktów na wstępne wyniki symulacji.	3
Pr6	Analiza stanów obciążenia wybranej konstrukcji, wybór przypadków obciążenia koniecznych do uwzględnienia w analizie numerycznej. Określenie dopuszczalnych wartości naprężeń i przemieszczeń dla danego przypadku obciążenia.	3
Pr7	Zadawanie warunków brzegowych, określenie sposobów podparcia i obciążenia konstrukcji. Analiza wpływu sposobu podparcia i obciążenia na wstępne wyniki symulacji.	3
Pr8	Przeprowadzenie analizy numerycznej dla wybranych przypadków obciążenia	6
Pr9	Analiza uzyskanych wyników, wprowadzenie modyfikacji w analizowanej konstrukcji.	6
Pr10	Przygotowanie raportów i dokumentacji projektowej.	3
Pr11	Oddanie projektu i zaliczenie.	3
	Suma godzin	<b>45</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.  
N2. Ćwiczenia problemowe.  
N3. Praca własna - przygotowanie modeli obliczeniowych.  
N4. 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_W02	Kolokwium zaliczeniowe

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - projekt

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

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] G Z. Kosma, Metody numeryczne dla zastosowań inżynierskich, Oficyna wydawnicza Politechniki Radomskiej, 1999.
- [2] Krzesiński G., Zagrajek T., Marek P., Borkowski P., Metoda elementów skończonych w mechanice materiałów i konstrukcji: rozwiązywanie wybranych zagadnień za pomocą systemu ANSYS, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
- [3] Rusinski E., Czmochowski J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2000.
- [4] Thompson M. K., Thompson J. M., Ansys Mechanical APDL for Finite Element Analysis, Butterwoth-Heinemann (Imprint of Elsevier), 2017.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [5] Larson M. G., Bengzon F., The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications, Springer Heidelberg, 2010.
- [6] J Madenci E., Guven I., The Finite Element Method and Applications in Engineering Using ANSYS, Springer New York, Second Edition, 2015.

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

Dr inż. Paweł Duda, pawel.duda@pwr.edu.pl



**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Nowoczesne tendencje zarządzania
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Modern tendencies in management
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	ogólnouczelniany
<b>Kod przedmiotu:</b>	W08W09-SM0138
<b>Grupa kursów:</b>	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 prowadzącego (BU)	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 komplementarności i substytucyjności.	14
Wy12-13	Wartości istotne dla współczesnego przedsiębiorstwa uwzględniane w procesie zarządzania (zarządzanie kulturą 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	<b>30</b>

### 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
<b>P=100% F1</b>		

### **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Brillman 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 (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Anna Zabłocka-Kluczka, dr inż., [anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl](mailto:anna.zablocka-kluczka@pwr.edu.pl)**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Operacje dyfuzyjno-ciepłowniczo-energetycznej procesowej
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Thermal and diffusion operations in process engineering
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0042
<b>Grupa kursów:</b>	Nie

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30	15	15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60	60	30
Forma zaliczenia	egzamin		zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę	zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2	2	1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			2	2	1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	1		1,5	1,5	0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Student ma wiedzę i umiejętności z zakresu: podstaw termodynamiki, mechaniki płynów, wymiany ciepła, konstrukcji maszyn i materiałoznawstwa, inżynierii i aparatury procesowej, rysunku technicznego oraz obsługi oprogramowania do projektowania komputerowego 2D i tworzenia prezentacji multimedialnych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – zapoznanie z zagadnieniami równowag fazowych w układach: ciecz-gaz, ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe, ciało stałe-gaz;
- C2 – zapoznanie z zagadnieniem dyfuzyjnego transportu masy oraz realizującymi go operacjami jednostkowymi;
- C3 – zapoznanie z konstrukcją i eksploatacją aparatów służących realizacji operacji dyfuzyjno-ciepłowniczych;
- C4 – opanowanie umiejętności wykonywania projektowych obliczeń bilansowych i materiałów opisowych (w tym sporządzania dokumentacji technicznej);

C5 – wdrożenie do wskazywania i rozwiązywania problemów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych aparatów służących realizacji operacji dyfuzyjno-cieplnych;

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy, student powinien znać:

PEK\_W01 – podstawy teoretyczne dyfuzyjnego transportu masy i realizujących go operacji jednostkowych;

PEK\_W02 – budowę i zasadę działania aparatów służących realizacji operacji dyfuzyjno-cieplnych;

PEK\_W03 – metody rozwiązywania problemów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych tych aparatów;

PEK\_W04 – praktyczne zastosowanie operacji dyfuzyjno-cieplnych.

Z zakresu umiejętności, student powinien potrafić:

PEK\_U01 – obsługiwać aparaturę procesową w zakresie: ekstrakcji krzyżowej/przeciwprądowej, desorpcji gazu rozpuszczonego w cieczy, destylacji prostej/z parą wodną, rektyfikacji ciągłej/okresowej;

PEK\_U02 – sporządzać bilanse jednostkowych operacji dyfuzyjno-cieplnych;

PEK\_U03 – sporządzać i posługiwać się wykresami równowagowymi, wykonywać obliczenia projektowe;

PEK\_U04 – wskazywać i rozwiązywać problemy konstrukcyjne i eksploatacyjne aparatury realizującej operacje dyfuzyjno-cieplne;

PEK\_U05 – wskazywać problemy w przedsiębiorstwie, mogące być rozwiązane za pośrednictwem operacji dyfuzyjno-cieplnych;

PEK\_U06 – pozyskiwać informacje ze zróżnicowanych materiałów źródłowych;

PEK\_U07 – sporządzać spójne opracowanie w postaci prezentacji multimedialnej;

PEK\_U08 – przedstawiać wiedzę zdobytą na podstawie krytycznego przeglądu literatury z zachowaniem reżimu czasowego, kultury wypowiedzi, intonacji głosu.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wiadomości wstępne nt. operacji dyfuzyjno-cieplnych; równowagi międzyfazowe;	2
Wy2÷Wy3	Dyfuzja w fazie gazowej i fazie ciekłej oraz jej szczególne przypadki;	4
Wy4	Wnikanie i przenikanie masy;	2
Wy5	Zasady obliczania wymienników masy;	2
Wy6	Podstawowe zagadnienia z zakresy przenoszenia pędu i ciepła;	2
Wy7÷Wy13	Operacje jednostkowe – szczegóły prowadzenia i obliczania procesów, w tym: destylacji, rektyfikacji, absorpcji i desorpcji, ekstrakcji i ługowania, adsorpcji, suszenia i krystalizacji;	14
W14	Konstrukcja aparatów kolumnowych; hydrodynamika i hydraulika przepływu;	2
Wy15	Praktyczne zastosowanie operacji dyfuzyjno-cieplnych – przykłady.	2
<b>Suma godzin</b>		<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie z przepisami BHP	3

	w laboratorium badawczym oraz użytowaną aparaturą. Omówienie tematyki zajęć i warunków zaliczenia kursu;	
La2	Wyznaczanie wielkości półki teoretycznej w rektyfikacyjnej kolumnie z wypełnieniem (WRPT): linia równowagi oraz linie operacyjne dla górnej i dolnej części kolumny;	3
La3	Ekstrakcja w układzie ciecz-ciecz: zastosowanie trójkąta Gibbsa oraz reguły dźwigni na potrzeby określania stężenia składników w ekstrakcie i rafinacie, wyznaczanie stopnia wyekstrahowania w trójstopniowej ekstrakcji krzyżowej (dla poszczególnych stopni, jak i baterii stopni);	3
La4	Destylacja z parą wodną: obliczanie zapotrzebowania na parę wodną; Wyznaczanie stopnia nasycenia pary wodnej substancją destylowaną, przy różnych prędkościach wypływu pary wodnej z dyszy bełkotki;	3
La5	Rektyfikacja okresowa w kolumnie półkowej: obliczenia wyników rektyfikacji okresowej przy stałym stosunku orosienia, przy ustalonych wartościach stężenia surowca i cieczy wyczerpanej; ustalenie sprawności kolumny wyposażonej w półki sitowe;	3
La6	Linia destylacji: ustalenie liczby składników mieszaniny wieloskładnikowej i identyfikacja tych składników na podstawie pomiaru właściwości fizycznych; wyznaczenie współczynników lotności względnej składników mieszaniny;	3
La7	Destylacja prosta kotłowa: obliczenia wyników destylacji różniczkowej kotłowej na podstawie składów surowca i cieczy wyczerpanej; całka Rayleigha; porównanie wyników obliczeniowych z wynikami eksperymentu;	3
La8	Ekstrakcja w kolumnie rozpyłowej: objętościowy współczynnik i wysokość jednostkowa przenikania masy: wykreślanie linii równowagowej i linii operacyjnej, wyznaczanie liczby stopni teoretycznych, obliczanie objętościowego współczynnika przenikania masy oraz wysokości jednostkowej w kolumnie ekstrakcyjnej;	3
La9	Sprawność półki sitowej w procesie absorpcji/desorpcji gazu: równanie bilansu składnika wymienianego pomiędzy fazami ciekłą i gazową w procesie przeciwnym; wykreślanie linii równowagi i linii operacyjnej; obliczanie sprawności półki;	3
La10	Wpływ energii mieszania na współczynnik wnikania masy w układzie ciało stałe-ciecz: wyznaczanie współczynnika wnikania masy, konfrontacja wartości doświadczalnych z teoretycznymi.	3
	<b>Suma godzin</b>	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zasady projektowania aparatu kolumnowego realizującego wybraną operację dyfuzyjno-cieplną; zapoznanie z danymi projektowymi;	1
Pr2	Sporządzenie bilansu masowego aparatu;	2
Pr3÷Pr5	Obliczenia hydrauliczne aparatu oraz dobór jego geometrii;	6
Pr6	Sporządzenie bilansu cieplnego aparatu;	2
Pr7	Wykonanie rysunku złożeniowego aparatu i rysunków	2

	wykonawczych jego wybranych elementów;	
Pr8	Obrona projektu.	2
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Omówienie zasad tworzenia i wymagań merytorycznych prezentacji, ustalenie harmonogramu indywidualnych wystąpień;	1
Se2÷Se8	Prezentacje indywidualne dotyczące aktualnego stanu wiedzy nt. operacji dyfuzyjno-cieplnych, praktykowanych między innymi w zakresie: usuwania zanieczyszczeń ze spalin kotłowych, spalin samochodowych, gazów przemysłowych, ścieków przemysłowych, ścieków komunalnych, wód, paliw stałych, osadów ściekowych, stałych odpadów poprocesowych, spalania katalitycznego, suszenia paliw stałych na potrzeby ich termicznej konwersji czy ługowania metali z rud.	14
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu;  
 N2. Dyskusja rozwiązań i wyników obliczeń projektowych/badań laboratoryjnych;  
 N3. Obrona projektu. Dyskusja problemu;  
 N4. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia;  
 N5. Konsultacje indywidualne.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ – WYKŁAD

<b>Oceny</b> (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 - LABORATORIUM

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01-PEK_U04	Kartkówki, odpowiedzi ustne
F2	PEK_U01-PEK_U04	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
P=(F1+F2)/2		

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ – PROJEKT

<b>Oceny</b> (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U02-PEK_U04	Aktywność na zajęciach

F2	PEK_U02-PEK_U04	Wykonanie projektu
F3	PEK_U02-PEK_U04	Obrona projektu
P=(F1+F2+F3)/3		

### 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_U05-PEK_U08	Aktywność na zajęciach (dyskusje w grupie seminaryjnej)
F2	PEK_U05-PEK_U08	Wykonanie prezentacji
F3	PEK_U05-PEK_U08	Wygłoszenie prezentacji
P=(F1+F2+F3)/3		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Koch, A. Koziół: Dyfuzyjno-cieplny rozdział substancji, Warszawa 1994;
- [2] Podstawowe procesy inżynierii chemicznej, praca zbiorowa pod redakcją Z. Ziołkowskiego, Warszawa 1982;
- [3] T. Hobler: Dyfuzyjny ruch masy i absorbery, Warszawa 1962;
- [4] Z. Ziołkowski: Destylacja i rektyfikacja w przemyśle chemicznym, Warszawa 1978;
- [5] K. F. Pawłow, P.G. Romankow, A.A. Noskow: Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej, Warszawa 1981;
- [6] Laboratorium Inżynierii Procesowej, cz.I: Przenoszenie pędu i procesy mechaniczne, praca zbiorowa pod redakcją D. Beliny-Freundlich, Wrocław 1981;
- [7] Laboratorium Inżynierii Procesowej, cz.II: Przenoszenie ciepła i masy, praca zbiorowa pod redakcją D. Beliny-Freundlich, Wrocław 1981.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] G.G. Brown: Operacje jednostkowe, Warszawa 1960;
- [2] Materiały pomocnicze do ćwiczeń i projektów z inżynierii chemicznej, praca zbiorowa pod redakcją J. Bandrowskiego, Gliwice 2000;
- [3] Zadania rachunkowe z inżynierii chemicznej, praca zbiorowa pod redakcją R. Zarzyckiego, Warszawa 1980;
- [4] J. Pikoń: Podstawy konstrukcji aparatury chemicznej, Warszawa 1979;
- [5] Atlas konstrukcji aparatury chemicznej, praca zbiorowa pod redakcją J. Pikoń, Warszawa 1981.

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

Anna Kisiela-Czajka (anna.kisiela-czajka@pwr.edu.pl)



**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Operacje dynamiczne w inżynierii procesowej
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Dynamic Operations in Process Engineering
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0038
<b>Grupa kursów:</b>	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30	1	1
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60		60	30	30
Forma zaliczenia	Egzamin		Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę	Zaliczenie na ocenę
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		2	1	1
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		2	1	1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1		1,5	0,75	0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje w zakresie: podstaw mechaniki płynów, podstaw konstrukcji maszyn.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 - Nabycie przez studentów szczegółowej wiedzy w zakresie operacji dynamicznych w inżynierii procesowej.
- C2 - Nabycie szczegółowej wiedzy w zakresie konstrukcji i eksploatacji aparatury służącej do realizacji operacji dynamicznych.
- C3 - Wyrobienie umiejętności w doświadczalnym wyznaczaniu danych dotyczących operacji dynamicznych.
- C4 - Wyrobienie umiejętności wykonania projektu aparatu do realizacji wybranego procesu technologicznego.
- C4 - Zdobycie umiejętności rozwiązywania praktycznych problemów związanych z prowadzeniem operacji dynamicznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01- posiada rozszerzoną i podbudowaną teoretycznie wiedzę dotyczącą parametrów charakteryzujących materiały ziarniste i metod ich określania,

PEK\_W02 – posiada szczegółową wiedzę dotyczącą zagadnień występujących w opisie dynamicznych operacji jednostkowych inżynierii procesowej,

PEK\_W03 – posiada pogłębioną wiedzę w zakresie rozwiązań konstrukcyjnych i eksploatacji aparatury służącej do realizacji dynamicznych operacji jednostkowych inżynierii procesowej oraz jej zastosowania.

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi analizować i mierzyć podstawowe parametry operacji dynamicznych w inżynierii procesowej,

PEK\_U02 – posiada umiejętność praktycznego wykorzystania zasad doboru i projektowania aparatury do realizacji procesów mechanicznych,

PEK\_U03– potrafi przygotować oraz przedstawić w formie prezentacji wybrane zagadnienia dotyczące wybranego procesu jednostkowego.

## TREŚCI PROGRAMOWE

<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Sprawy organizacyjne. Warunki zaliczenia. Cel i zakres kursu. Ogólna charakterystyka procesów mechanicznych.	2
Wy2	Parametry charakteryzujące materiały ziarniste: średnica zastępcza i kształt cząstki, średni rozmiar cząstek, sferyczność, powierzchnia właściwa, porowatość, metody pomiaru rozmiaru cząstek, analiza sitowa, zastosowanie typowych rozkładów statystycznych do opisu materiałów ziarnistych.	2
Wy3	Rozdrabnianie: sposoby i rodzaje rozdrabniania, teorie rozdrabniania, podatność na mielenie ciał stałych, jednostkowy nakład pracy na mielenie, konstrukcja rozdrabniarek.	2
Wy4	Aglomeracja: aglomeracja przez granulowanie i prasowanie, urządzenia do aglomeracji, zastosowanie aglomeracji w przemyśle.	2
Wyk5	Wytwarzanie układów wielofazowych: mieszanie mechaniczne i stosowane urządzenia, modelowanie mocy mieszania, wytwarzanie zawiesin, emulsji, mieszanin ciecz-gaz, mieszanie w układzie ciecz-ciało stałe-gaz, mieszanie w aparatach o działaniu ciągłym.	3
Wy6	Przepływ płynu przez złożę materiału ziarnistego: złożę nieruchome, przepływ przez złożę fluidalne, złożę fluidalne jednorodne i niejednorodne, aparaty ze złożem fluidalnym.	1
Wy7	Przepływ w układzie gaz-ciecz: przepływ dwufazowy gaz-ciecz przez rurociągi poziome i pionowe, przepływy przez wypełnienie nieruchome w aparatach kolumnowych, barbotaż w kolumnie półkowej. Transport hydrauliczny	2
Wy8 Wy9	Ruch fazy rozproszonej w płynie: siły działające na cząstkę opadającą w płynie, współczynnik oporu podczas ruchu fazy rozproszonej i jego zależność od liczby Reynoldsa. Sedymentacja zawiesin: rodzaje sedymentacji, klarowanie, test długiej i krótkiej rury, osadnik z poziomym przepływem, osadniki z wypełnieniem płytowym, zagęszczanie, osadnik z pionowym przepływem cieczy, rozwiązania konstrukcyjne osadników	4
Wy10, Wy11	Filtracja: przepływ cieczy przez nieściśliwy placek filtracyjny, filtracja osadów ściśliwych, przemywanie i odwadnianie osadów filtracyjnych, przepustowość procesu filtracji, filtracja objętościowa, ogólny podział typów filtrów, wyciskanie cieczy oraz stosowana aparatura.	4
Wy12	Odwadnianie osadów przez wyciskanie. Równania procesu. Konstrukcja i eksploatacja stosowanych aparatów	2
Wy13	Rozdzielanie w polu sił odśrodkowych: opis matematyczny separacji cząstek w wirówkach filtracyjnych, sedymentacyjnych, hydrocyklonach i cyklonach, konstrukcja i eksploatacja stosowanych aparatów.	2
Wy14	Magazynowanie i transport materiałów ziarnistych. Przenośniki taśmowe, ślimakowe, transport pneumatyczny.	2
Wy15	Współpraca z przemysłem	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Zajęcia organizacyjne, warunki zaliczenia. Zapoznanie z zasadami bhp w laboratoriach badawczych. Zapoznanie z podstawową aparaturą wykorzystywaną w trakcie trwania kursu.	2
La2	Rozdrabnianie i analiza sitowa.	2
La3 La5	Badanie własności filtracyjnych zawiesin.	6
La6	Rozdział zawiesin przez wirowanie.	2
La7	Proces wyciskania na prasie tłokowej.	2
La8	Kolokwium I	2
La9	Punkt pracy pompy odśrodkowej.	2
La10	Prędkość osadzania w strefie jednostajnego opadania cząstek.	2
La11	Badanie procesu granulacji w granulatorze bębnowym	2
La12	Charakterystyka złoża fluidalnego.	2
La13	Kolokwium I	2
La14 La15	Zajęcia odróbkowe, poprawa kolokwium oraz zaliczenie laboratorium	4
Suma godzin		<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych w projektach. Przydzielenie tematów projektowych studentom	1
Pr2- Pr4	Obliczenia bilansowe i procesowe Dobór geometrii aparatu	6
Pr5	Dobór armatury i aparatury kontrolno-pomiarowej	2
Pr6- Pr7	Wykonanie rysunku złożeniowego i rysunków wykonawczych wybranych elementów	4
Pr8	Zaliczenie, ostateczna obrona projektu.	2
Suma godzin		<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Sprawy organizacyjne, warunki zaliczenia, literatura. Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych na seminarium. Przydzielenie tematów studentom.	1
Se2	Charakterystyka, otrzymywanie i separacja materiałów ziarnistych. Metody pomiaru i sposób przedstawiania wyników analiz granulometrycznych.	2
Se3 Se5	Sposoby i metody wytwarzania układów zdyspergowanych. Stopień zmieszania i parametry charakteryzujące intensywność mieszania. Hydraulika mieszania układów niejednorodnych. Wymiana ciepła w mieszalnikach cieczy. Rozwiązania konstrukcyjne aparatów.	6
Se6	Rozdzielanie zawiesin przez filtrację, wirowanie, odstawanie i wyciskanie	4
Se7 Se8	Przemysłowe zastosowanie procesów dynamicznych: przeróbka kopalin, przemysł metalurgiczny, wytwarzanie nawozów sztucznych, ochrona środowiska itp.	2
Suma godzin		<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji w PowerPoint.
N2. Laboratorium: praca własna – realizacja ćwiczeń laboratoryjnych
N3. Laboratorium: przygotowanie w formie sprawozdania.
N4. Praca własna w trakcie zajęć projektowych.
N5. Przygotowanie projektu w formie sprawozdania.
N6. Seminarium: prezentacja multimedialna i dyskusja problemowa

N7. Konsultacje.

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - 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

### 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	Sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
F2	PEK_U01	Kolokwium 1,
F3	PEK_U01	Kolokwium 2
$P = ((F2+F3)/2 + F1)/2$		

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U02	Aktywność na zajęciach
F2	PEK_U02	Wykonanie projektu
$P = 0,3F1 + 0,7F2$		

### 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_U03	Ocena prezentacji multimedialnej
$P = F1$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] R. Koch, A. Noworyta, Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa, 1995.
- [2] Laboratorium Inżynierii Procesowej cz. I Przenoszenie pędu i procesy mechaniczne, praca zbiorowa pod redakcją Danuty Beliny-Freundlich, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1981.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] M. Serwiński, Zasady inżynierii chemicznej i procesowej, WNT, Warszawa, 1982.
- [2] J. Warych, Aparatura chemiczna i procesowa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1996.
- [3] J. Pikoń, Aparatura chemiczna, PWN, Warszawa, 1978.
- [4] J. Bandrowski, H. Merta, J. Ziolo, Sedymentacja zawiesin. Zasady i projektowanie. Wydawnictwo

Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1995.

- [5] S. Leszczyński, Filtracja w przemyśle, WNT, Warszawa, 1972.
- [6] W. Aleksandrowicz Żużikow, Filtracja. Teoria i praktyka rozdzielania zawiesin, WNT, Warszawa, 1985.
- [7] Z. Nowak, Hydrocyklony w przeróbce mechanicznej kopalni, Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice 1970.
- [8] F. Stręk, Mieszanie i mieszalniki, WNT, Warszawa, 1981.

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

**Janusz Szymków, Janusz.szymkow@pwr.edu.pl**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Palniki i paleniska</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Burners and furnaces
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarne
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	Obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0015
<b>Grupa kursów:</b>	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 kontaktu (BK)	0,5			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu: mechaniki płynów, procesów spalania, konstrukcji kotłowych i zasad projektowania urządzeń energetycznych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zapoznanie studentów z ważniejszymi typami palników gazowych, olejowych i pyłowych oraz zasadami ich projektowania.
- C2. Zaznajomienie studentów z ważniejszymi typami komór spalania i palenisk kotłowych oraz zasadami ich projektowania.
- C3. Wyrobienie przez studentów umiejętności projektowania palników i palenisk do spalania paliw gazowych, ciekłych i pyłowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

#### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – Ma wiedzę o konstrukcjach i eksploatacji podstawowych typów palników gazowych, olejowych i pyłowych

PEK\_W02 – Ma wiedzę o konstrukcjach i eksploatacji podstawowych typów komór spalania i palenisk kotłowych

PEK\_W03 – Posiada wiedzę o emisjach zanieczyszczeń z poszczególnych typów palników i palenisk oraz zna metody ograniczania tych emisji.

#### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – Potrafi dobrać odpowiedni typ palnika do danych zastosowań i zaprojektować go.

PEK\_U02 – Potrafi dobrać i zaprojektować odpowiedni typ komory spalania lub paleniska do danych zastosowań.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie. Zastosowanie palników różnego typu.	1
Wy2	Palniki gazowe	2
Wy3	Palniki olejowe.	2
Wy4	Palniki pyłowe.	2
Wy5	Paleniska pyłowe.	2
Wy6	Paleniska rusztowe i fluidalne.	2
Wy7	Palniki i paleniska niskoemisyjne.	2
Wy8	Zaliczenie kursu.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Sprawy organizacyjne. Prezentacja w laboratorium konstrukcji palników różnego typu.	<b>1</b>
Pr2	Projekt palnika – zasady konstrukcji palników gazowych	<b>2</b>
Pr3	Projekt palnika. – zasady konstrukcji palników olejowych	<b>2</b>
Pr4	Projekt palnika. – zasady konstrukcji palników pyłowych	<b>2</b>
Pr5	Projekt paleniska – zasady konstrukcji palenisk	<b>2</b>
Pr6-8	Omawianie projektów studenckich - dyskusja	<b>6</b>
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

N2. Praca własna – samodzielne wykonanie projektu.

N3. Konsultacje – indywidualny kontakt..

### 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 – W03	Kolokwium zaliczeniowe / test

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - seminarium

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

podsumowująca (na koniec semestru)		
F	PEK_U01 PEK_U02	Ocena wykonanych projektów (ocena średnia z wszystkich projektów)
$P=(F1+F2+F3)/3$		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] „Kotły parowe” - P. Orłowski, W. Dobrzański, WNT, Warszawa, 1979  
 [2] „Kotły”- S. Kruczek, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2001

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] „Modernizacja kotłów energetycznych” - M. Pronobis, WNT, Warszawa, 2002  
 [4] „Spalanie Węgla” J. Tomczek, Politechnika Śląska, Gliwice, 1992  
 [5] „Niskoemisyjne Techniki Spalania w Energetyce”, red. W. Kordylewski, Politechnika  
 Wrocławska, Wrocław, 2000  
 [6] „Boilers and Burners – Design and Theory”, P.Basu, C.Kefa, L.Jestin, Springer, 2000  
 [7] “Industrial Burners handbook”, ed. Ch.E.Baukal, CRC Press, 2003  
 [8] “Combustion Technology – Essential of flames and burners”, V.Raghavan, Wiley Athena  
 Academic, 2016

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

Dr hab. inż. Tomasz Hardy, Prof. PWr    tomasz.hardy@pwr.edu.pl



WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Podstawy teorii drgań</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Basis of the Theory of Vibrations
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0026
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0	2			
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	1	1,5			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje z zakresu matematyki, fizyki i podstaw mechaniki technicznej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z klasyfikacją, ogólną charakterystyką i podstawowymi metodami analizy drgań i modelowania drgających układów fizycznych.
- C2 – Zapoznanie z rodzajami drgań układów fizycznych o jednym i wielu stopniach swobody i układów z ciągłym rozkładem masy.
- C3 – Zapoznanie z rodzajami i przyczynami generowania drgań parametrycznych, samowzbudnych, losowych i nieliniowych układów fizycznych.
- C4 – Zaznajomienie z metodyką pomiarów podstawowych parametrów charakteryzujących drgania układów fizycznych.
- C5 – Przedstawienie podstawowych zasad wibroizolacji i amortyzacji drgających układów fizycznych.
- C6 – Zapoznanie z rodzajami i przyczynami generowania drgań konstrukcji lotniczych.
- C7 – Zaznajomienie z metodyką wstępnych obliczeń drgających układów fizycznych o jednym

stopniu swobody.

C8 – Doskonalenie umiejętności posługiwania się współczesnymi programami wspomagającymi projektowanie inżynierskie.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – opisać ogólną klasyfikację drgań układów fizycznych oraz scharakteryzować ich podstawowe parametry,

PEK\_W02 – objaśnić podstawowe metody analizy drgań i modelowania drgających układów fizycznych,

PEK\_W03 – wymienić i scharakteryzować rodzaje drgań swobodnych i wymuszonych układów fizycznych o jednym stopniu swobody,

PEK\_W04 – objaśnić zasady generowania i podstawowe parametry drgań parametrycznych, samowzbudnych, losowych i nieliniowych układów fizycznych,

PEK\_W05 – wymienić i scharakteryzować rodzaje drgań układów fizycznych o wielu stopniach swobody i układów z ciągłym rozkładem masy,

PEK\_W06 – objaśnić metody pomiaru podstawowych parametrów drgań układów fizycznych,

PEK\_W07 – scharakteryzować zasady wibroizolacji i amortyzacji układów fizycznych,

PEK\_W08 – wymienić i scharakteryzować rodzaje drgań konstrukcji lotniczych.

### Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – stosować poznane prawa dynamiki do analizy ruchu układów punktów materialnych i brył sztywnych.

PEK\_U02 – przeprowadzić obliczenia podstawowych parametrów drgań własnych układów fizycznych o jednym i wielu stopniach swobody.

PEK\_U03 – wyznaczyć przebieg krzywych rezonansowych tłumionych układów o jednym stopniu swobody.

PEK\_U04 – wyznaczyć prędkości krytyczne dywergencji i flutteru dla skrzydła statku powietrznego.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wiadomości wstępne	2
Wy2	Metody analizy drgań. Modelowanie układów drgających	4
Wy3	Drgania układów o jednym stopniu swobody.	4
Wy4	Drgania parametryczne, samowzbudne, losowe i nieliniowe.	4
Wy5	Drgania układów o wielu stopniach swobody.	4
Wy6	Drgania układów z ciągłym rozkładem masy (pręta, wału i belki).	4
Wy7	Pomiary parametrów drgań. Zasady wibroizolacji i amortyzacji.	4
Wy8	Drgania konstrukcji lotniczych.	3
Wy9	Zaliczenie kursu	1
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Zastosowanie równań energii do wyznaczania częstości drgań własnych.	4
Ćw2	Obliczanie częstości i formy drgań własnych układów o jednym stopniu swobody.	4
Ćw3	Obliczanie częstości i formy drgań własnych układów o dwóch stopniach	4

	swobody.	
Ćw4	Obliczanie częstości i formy drgań parametrycznych układów fizycznych.	4
Ćw5	Obliczanie częstości i formy drgań samowzbudnych układów fizycznych.	4
Ćw6	Wyznaczanie częstości rezonansowych drgań skrętnych wału.	4
Ćw7	Wyznaczanie prędkości krytycznej dywergencji i flatteru skrzydła statku powietrznego.	4
Ćw8	Kolokwium zaliczające ćwiczenia.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład:  
 –wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej;  
 –praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu.

N2. Ćwiczenia:  
 –ćwiczenia rachunkowe;  
 –dyskusja rozwiązań zadań;  
 –praca własna – przygotowanie do ćwiczeń.

N3. 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

### 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
P	PEK_U01÷PEK_U04	Kolokwium zaliczające ćwiczenia

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Arczewski K, Pietrucha J., Szuster J. T.: Drgania układów fizycznych. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2008.
- [2] Kaminski E.: Podstawy dynamiki maszyn. Wydawnictwo PW, Warszawa 1980.
- [3] Kurnik W.: Drgania mechaniczne – 15 podstawowych wykładów. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2019.
- [4] MacDuff J. Curreri.: Drgania w technice. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1960.
- [5] Osiński Z.: Teoria drgań. PWN, Warszawa 1978.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [6] Bajkowski J. i inni.: Teoria drgań – zbiór zadań. Wydawnictwo PW, Warszawa 1985.
- [7] Gryboś R.: Drgania konstrukcji wzbudzone przepływem. Wydawnictwo PŚ, Gliwice 2005.
- [8] Rosenbaum S.: Drgania i flatter samolotów. PWN, Warszawa 1964.
- [9] Woroszył S.: Przykłady i zadania z teorii drgań. PWN, Warszawa 1978.
- [10] Osiński Z.: Zbiór zadań z teorii drgań. PWN, Warszawa 1989.

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

Adam Jaroszewicz, adam.jaroszewicz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Pomiary własności roztworów, zawiesin i materiałów ziarnistych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Property Measurements of Solutions, Suspensions and Granular Materials
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień/stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/ specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0041
<b>Grupa kursów:</b>	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 kontaktu (BK)	1		1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza i umiejętności z zakresu inżynierii i aparatury procesowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie szczegółowe ze statystyczną analizą cząstek materiału ziarnistego.
- C2 – Zapoznanie szczegółowo z metodami wyznaczania parametrów charakteryzujących właściwości strukturalne i wytrzymałościowe złoza materiału ziarnistego.
- C3 – Zapoznanie z metodami pomiarowymi własności cieczy, zawiesin i roztworów.
- C4 – Wyrobienie umiejętności praktycznego wyznaczania własności roztworów, zawiesin i materiału ziarnistego.
- C5 – Wykształcenie umiejętności rozwiązywania praktycznych problemów związanych z analizą i pomiarem własności strukturalnych materiału ziarnistego.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

**Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 – Rozumie i objaśnia parametry statystyczne rozkładu granulometrycznego.

PEK\_W02 – Posiada wiedzę w zakresie fizyko-chemicznych i strukturalnych własności materiałów ziarnistych i porowatych.

PEK\_W03 – Wymienia i opisuje metody pomiaru wybranych własności materiałów rozdrobnionych i porowatych

PEK\_W04 – Wymienia i opisuje podstawowe parametry wytrzymałościowe złoża ziarnistego.

PEK\_W05 – Zna metody pomiaru wybranych parametrów cieczy, roztworów i zawiesin w procesach inżynierii chemicznej.

**Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 - Potrafi przeprowadzić analizę rozkładu ziarnowego różnymi metodami.

PEK\_U02 - Oblicza parametry wytrzymałościowe materiału ziarnistego

PEK\_U03 - Potrafi eksperymentalnie wyznaczyć stężenia roztworów

PEK\_U04 – Potrafi zmierzyć i analizować własności strukturalne osadów.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Pomiarów parametrów procesowych w inżynierii chemicznej i procesowej. Modele procesów. Kontrola parametrów procesowych. Sterowanie procesami.	2
Wy2	Techniki i metody pomiarowe podstawowych parametrów w inżynierii procesowej	2
Wy3	Rodzaje błędów pomiarowych. Rachunek błędów. Metoda najmniejszych kwadratów. Regresja liniowa. Prawo błędów Gaussa. Wybrane elementy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej stosowane w miernictwie parametrów w inżynierii procesowej. Wariancja, odchylenie standardowe, mediana, kwantyle	6
Wy4	Średnica zastępcza pojedynczej cząstki. Metoda momentów opisu dowolnego rozkładu wielkości lub parametru kształtu mikroobiektów. Wzajemne przeliczenia rozkładów dla poszczególnych rodzajów wielkości. Metody pomiaru wielkości cząstek w zbiorze. Metody pomiarów kształtu cząstek.	4
Wy5	Metody poboru próbek do badań	2
Wy6	Kolokwium	2
Wy7	Parametry charakteryzujące materiały ziarniste. Struktura przestrzenna złoża. Powierzchnia właściwa. Przykłady zastosowania w inżynierii procesowej	2
Wy8	Parametry wytrzymałościowe złoża materiału ziarnistego. Wytrzymałość na ścinanie. Spójność złoża. Kąt tarcia wewnętrznego. Wpływ wilgoci na parametry wytrzymałościowe złoża.	4
Wy9	Pomiary roztworów i zawiesin. Lepkość. Napięcie powierzchniowe. Potencjał Zeta	2
Wy10	Pomiary natężenia i prędkości przepływów, temperatury i ciśnienia w procesach inżynierii chemicznej.	2
Wy11	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - laboratorium	Liczba godzin
----------------------------	---------------

La1	Zajęcia organizacyjne, warunki zaliczenia. Zapoznanie z zasadami bhp w laboratoriach badawczych. Zapoznanie z podstawową aparaturą wykorzystywaną w trakcie trwania kursu.	2
La2	Wyznaczanie wielkości i kształtu cząstek metodą analizy obrazu.	4
La3	Klasyczna pipeta sedymentacyjna ANDREASENA	2
La4	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych materiału ziarnistego	6
La5	Pomiar gęstości - piknometr cieczowy. Wyznaczanie gęstości usypowej i porowatości	2
La6	Kolokwium	2
La7	Pomiar stężenia – roztworów i zawiesin	4
La8	Wyznaczanie krzywej odwadniania osadów filtracyjnych	2
La9	Wyznaczanie krzywej kapilarnej.	2
La10	Zajęcia odróbkowe	2
La11	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

#### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.  
 N2. Dyskusja dydaktyczna w ramach wykładu.  
 N3. Przygotowanie w formie sprawozdania.  
 N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.  
 N5. 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_W04	Kolokwium

#### 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	Kolokwium ,
F2	PEK_U02 ÷ PEK_U04	Kolokwium
F3	PEK_U01 ÷ PEK_U04	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = (2 \cdot F1 + 2 \cdot F2 + F3) / 5$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] E.Romer, Miernictwo przemysłowe, PWN, Warszawa, 1978.
- [2] R.Koch, A.Noworyta, Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej, WNT, wyd.III., 1997.
- [3] K.Baczewski, M.Hebda, Filtracja płynów eksploatacyjnych, t.2, WKŁ, 1991/92
- [4] J. Malczewski, Mechanika materiałów sypkich. Operacje jednostkowe, Oficyna Wydawnicza Pol. Warszawskiej, 1994.
- [5] Instrukcje do ćwiczeń

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] W.Szczyński, Z.Kotulski, Rachunek błędów. Zastosowania inżynierskie, WNT, Warszawa, 1998
- [2] M.Turkowski, Przemysłowe sensory i przetworniki, Oficyna Wydawnicza Pol.Warszawskiej, 2000

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

**Janusz Szymków, [janusz.szymkow@pwr.wroc.pl](mailto:janusz.szymkow@pwr.wroc.pl)**

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Pompy specjalne i transport hydrauliczny</b>
Nazwa w języku angielskim:	Special pumps and slurry transportation
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Mechanika i Budowa Maszyn
Specjalność (jeśli dotyczy):	Maszyny i Urządzenia Energetyczne
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalistyczny
Kod przedmiotu:	W09MBE-SM0009
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				
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2		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		1,5		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką płynów i mechaniką klasyczną.
2. Znajomość zagadnień związanych z podstawami techniki pompowej.
3. Znajomość podstaw działania maszyn przepływowych.
4. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Szczegółowe zapoznanie studenta z konstrukcjami i sposobami obliczeń podzespołów pomp krętnych.
- C2 – Zapoznanie studenta sposobami obliczeń wybranych podzespołów pomp (krążeniowych, wyporowych i innych).
- C3 – Umiejętność odpowiedniego doboru pompy wirowej i wyporowej do układu przemysłowego.
- C4 – Zapoznanie się z zagadnieniami eksploatacji i diagnostyki pomp i układów pompowych.
- C5 – Zapoznanie studenta z budową, zasadami eksploatacji i badaniami pomp stosowanymi w układach hydrotransportu (pompy wirowe, pompy wyporowe).
- C6 – Przekazanie wiedzy na temat wpływu koncentracji mieszaniny, ciecz nośna- ciało stałe, na parametry energetyczne pomp
- C7 – Zapoznanie studenta z charakterystykami:  
- muszlowymi pomp do hydrotransportu,



- bezwymiarowymi pompy do hydrotransportu,
- energetycznymi zmiennie - i stało-obrotowymi,
- poznanie zasad tworzenia krzywej Lambe'go,
- poznanie zależności współczynnika oporu od liczby Re dla hydromieszanin oraz krzywej płynięcia.

C8 – Poznanie zasad obliczeń układów hydrotransportu materiałów ziarnistych.

C9 – Nabycie umiejętności przygotowania i prowadzenia pomiarów hydromieszanin i pomp.

C10 – Nabycie umiejętności analizy wyników, niepewności pomiarowych i wyciągania wniosków.

## **PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA**

### **Z zakresu wiedzy:**

PEK\_W01 – zna zasady kształtowania linii prądu w przestrzeni, zna teorię odwzorowania konforemnego i przestrzenny zapis linii prądu, zna metody wyznaczania wymiarów elementów przepływowych.

PEK\_W02 – zna metody kształtowania wirników diagonalnych.

PEK\_W03 – zna metodę aerodynamiczną projektowania pomp śmigłowych.

PEK\_W04 – zna specyfikę projektowania pomp wielostopniowych, ma wiedzę na temat sił w pompach wielostopniowych i metod ich kompensacji.

PEK\_W05 – zna konstrukcję pomp krążeniowych i czerpakowych.

PEK\_W06 – zna konstrukcję pomp labiryntowych i innych specjalnych.

zna budowę pomp hermetycznych, sposoby hermetyzacji, chłodzenia i łożyskowania

PEK\_W07 – posiada wiedzę na temat konstrukcji pomp dla energetyki, pompy zasilające pompy kondensatu, pompy wody chłodzącej.

PEK\_W08 – ma podstawową wiedzę na temat pomp wyporowych do transportu masy i pomp do napędów hydrostatycznych.

PEK\_W09 – zna zakres wykorzystania hydro-transportu w procesach technologicznych, zna podstawowe zależności opisujące unoszenie cząstek stałych w cieczy nośnej.

PEK\_W010 – zna właściwości różnych typów hydromieszanin, zna rodzaje przepływu hydromieszaniny w przewodach i pojęcie prędkości granicznych.

PEK\_W011 - zna pojęcie spadku hydraulicznego hydromieszaniny i metody jego wyznaczania.

PEK\_W012 - zna algorytm wyznaczania strat hydromieszaniny o zadanej koncentracji i składzie granulometrycznym w rurociągu.

PEK\_W013 - zna charakterystyki podstawowych typów pomp stosowanych w hydrotransportie i metody przeliczania ich na różne gęstości, lepkości i koncentracje.

PEK\_W014 - zna algorytmy obliczania układów hydrotransportu i analizy ekonomicznej ich pracy.

PEK\_W015 - zna metody i urządzenia pomiarowe stosowane w hydro-transportie.

### **Z zakresu umiejętności:**

#### **W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

PEK\_U01 – zaplanować pomiary, dobrać metodykę oraz przyrządy pomiarowe i przeprowadzić badania powszechnie stosowanych maszyn hydraulicznych, w tym przeznaczonych dla celów transportu hydraulicznego.

PEK\_U02 – określić zależności niezbędne do wyznaczenia wymaganej charakterystyki maszyny hydraulicznej,

PEK\_U03 – sporządzić charakterystyki energetyczne stało- i zmiennie-obrotowe, charakterystykę bezwymiarową, charakterystykę muszlową maszyny pracującej na wodzie czystej i zanieczyszczonej.

PEK\_U04 – poprawnie interpretować otrzymane wyniki doświadczeń, przekładać je na praktyczne zastosowanie.

PEK\_U05 – rozumieć i posiadać umiejętności z zakresu badań podstawowych zjawisk towarzyszących pracy maszyn hydraulicznych.

PEK\_U06 – poprawnie wyznaczyć krzywą uziarnienia, nabyć umiejętności prowadzenia analizy sitowej.

PEK_U07 – poprawnie wyznaczyć krzywą płynięcia cieczy newtonowskich i nienewtonowskich, nabyć umiejętności obsługi reometry rotacyjnego.
PEK_U08 – poprawnie wyznaczyć współczynnik oporu ciała opadającego.
PEK_U09 – przeprowadzić analizę: wyników, niepewności pomiarów.
PEK_U10 – poprawnie zinterpretować wyniki i sformułować wnioski.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie . Przegląd konstrukcji pomp dla energetyki	2
Wy2	Pompy z wirnikami o przestrzennej krzywiźnie.	2
Wy3	Pompy diagonalne.	2
Wy4	Pompy śmigłowe, przepływ powrotny.	2
Wy5	Pompy wielostopniowe, tarcze odciążające.	2
Wy6	Pompy krążeniowe, kanałowe, o swobodnym przepływie i czerpakowe	2
Wy7	Pompy zatapialne, pompy zatapialne z płaszczem chłodzącym, pompy labiryntowe, otworowe, sprzęgła i przekładnie hydrokinetyczne	2
Wy8	Zagadnienia eksploatacyjne pomp i układów pompowych. Kolokwium 1	2
Wy9	Wprowadzenie, układy hydrotransportu. Pojęcia podstawowe, rys historyczny, znaczenie. Zastosowanie w różnych dziedzinach. Układy transportu hydraulicznego, podział, zastosowanie. Przegląd konstrukcji i przykłady układów hydrotransportu. Opadanie cząstek stałych.	2
Wy10	Podział i przepływy hydromieszanin. Własności hydromieszanin, gęstość, koncentracja, lepkość. Podział klasyfikacyjny mieszanin.	2
Wy11	Podstawowe hipotezy dotyczące przepływu hydromieszanin w przewodach. Reżimy, prędkość krytyczna.	2
Wy12	Obliczenia. Spadki hydrauliczne. Modele obliczeniowe. Algorytmy	2
Wy13	Pompy do transportu hydraulicznego. Charakterystyki pomp. Przeliczanie charakterystyk. Współpraca pomp i rurociągów. Obliczenia pomp o swobodnym przepływie. Obliczenia pomp kanałowych	2
Wy14	Rury i armatura, grawitacyjne instalacje hydrotransportu. Metody i algorytmy obliczania podstawowych układów transportu hydraulicznego. Maszyny do transportu hydraulicznego ciał stałych. Przykłady zastosowań - układy robocze pogłębiarek ssąco-refulujących. Zużycie rurociągów i urządzeń, zasady racjonalnej eksploatacji, koszty eksploatacji układów transportu hydraulicznego.	2
Wy15	Parametry pomp. Badanie pomp. Urządzenia pomiarowe w hydrotransportie	2
	Suma godzin	30

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Instrukcja BHP. Wstęp do zagadnienia. Omówienie regulaminu. Sposób zaliczenia.	2
La2	Analiza sitowa materiału sypkiego. Sporządzenie wykresu Lambego.	2
La3	Wyznaczanie współczynnika oporu ciał swobodnie opadających w cieczy.	2
La4	Reometria rotacyjna cieczy newtonowskich i nienewtonowskich (hydromieszaniny).	2
La5	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych pompy wirowej do hydrotransportu pracującej na wodzie brudnej. Charakterystyki zmienno-obrotowe.	2
La6	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych pompy wyporowej do	2

	hydrotransportu pracującej na wodzie czystej. Charakterystyka muszłowa.	
La7	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych pompy wirowej do transportu hydraulicznego. Charakterystyka muszłowa.	2
La8	Badanie pracy studni w transporcie hydraulicznym.	2
La9	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych jednostopniowej pompy wirowej.	2
La10	Wpływ kierunku obrotu wirnika pompy wirowej na osiągnięte parametry energetyczne.	2
La11	Pomiar charakterystyk energetycznych pompy inercyjnej.	2
La12	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych pompy krążeniowej.	2
La13	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych pompy peryferalnej.	2
La14	Wyznaczanie charakterystyk energetycznych wielostopniowej pompy wirowej.	2
La15	Zajęcia odróbkowe. Zaliczenie prac.	2
	Suma godzin	30

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów, animacji i prezentacją oprogramowania.
- N2. Ćwiczenia laboratoryjne poprzedzone wstępem teoretycznym z wykorzystaniem tradycyjnej formy prowadzenia zajęć: tablica, pokaz slajdów i prezentacji. Badania prowadzone są na stanowiskach dydaktycznych o zróżnicowanej tematyce badawczej. Laboratorium zaprojektowano tak, aby zapoznać studentów z możliwie największą liczbą metod pomiarowych maszyn hydraulicznych. Do tego celu wykorzystuje się tradycyjne metody pomiarowe oraz nowoczesną aparaturę badawczą.
- N3. Praca własna:
- przygotowanie się do ćwiczeń na podstawie dostępnej literatury,
  - samodzielne wykonanie badań i sprawozdania zawierającego literaturową analizę badanego zjawiska/maszyny, wykonanie obliczeń, analizy błędów, wyciągnięcie wniosków,
  - porównanie wyników doświadczeń z danymi producentów, literaturą,
  - wykorzystywane programy MathCad/Excel/Epanet/Autocad/Catia/SolidEdge.
- 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
F1	PEK_W01-PEK_W15	Kolokwium.
F2	PEK_Lab.1- PEK_Lab.15	Sprawozdania.
P1 = 0,7*F1 + 0,3*F2 (zaokrąglane w górę)		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] W. Jędrał - Pompy wirowe, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2014.
- [2] A. Korczak, J. Rokita - Pompy i układy pompowe, Gliwice 1998.
- [3] Sz. Łazarkiewicz, A.T. Troskoleński - Pompy wirowe, WNT, Warszawa 1973.
- [4] M. Skowroński - Układu pompowe, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2009 .
- [5] M. Stępniewski - Pompy, WNT, Warszawa 1985.
- [6] J. Palarski - Hydrotransport, WNT Warszawa, 1982.
- [7] J. Sobota -Hydraulika przepływu mieszanin newtonowskich w rurociągach, Zakład narodowy Ossolińskich, 1998.
- [8] Z. Matras -Transport hydrauliczny reologicznie złożonych cieczy nienewtonowskich w przewodach, Kraków, Politechnika Krakowska, 2001.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Pompy Pompownie - czasopismo użytkowników pomp
- [2] World Pumps - czasopismo użytkowników pomp
- [3] J. Plutecki, R. Rohatyński , A. Wajda - Ćwiczenia laboratoryjne z pomp, Skrypt PWr Wrocław 1974
- [4] J. Plutecki - Ćwiczenia laboratoryjne z maszyn hydraulicznych, Skrypt PWr Wrocław 1982
- [5] PN-65/M-44002 Pompy wirowe i wyporowe. Wytyczne pomiarów wielkości charakterystycznych.
- [6] PN-85/M-44005 Pompy wirowe. Pomiary wielkości charakterystycznych
- [7] PN-81/M-44006 Pompy wirowe. Badania odbiorcze wielkości charakterystycznych. Klasa B i C. PN-86/M-44015 Pompy. Ogólne wymagania i badania

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

Przemysław Szulc przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Prawo lotnicze</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Aviation law
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0028
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0				1
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	0,5				0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Brak wymagań

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z podstawowymi pojęciami, ewolucją prawa lotniczego oraz jego strukturą.
- C2 – Zapoznanie z umowami międzynarodowymi. Podkreślenie wagi konwencji międzynarodowych jako wykładni prawa.
- C3 – Zapoznanie z Polskim Prawem Lotniczym.
- C4 – Wskazanie unormowań prawnych związanych z niebezpiecznymi aktami w lotnictwie.
- C5 – Zapoznanie z systemem ratownictwa lotniczego.
- C6 – Zapoznanie z prawnymi aspektami eksploatacji statków powietrznych oraz działalności lotniczej.
- C7 – Wyrobienie umiejętności samodzielnego opracowania i przedstawiania referatów na zadany temat.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

**W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

- PEK\_W01 – omówić strukturę prawa lotniczego stosując pojęcia podstawowe.
- PEK\_W02 – objaśnić powszechne zasady lotniczego prawa międzynarodowego.
- PEK\_W03 – scharakteryzować Polskie Prawo Lotnicze.
- PEK\_W04 – omówić zasady i warunki wykonywania żeglugi powietrznej.
- PEK\_W05 – scharakteryzować aspekty prawne ochrony lotnictwa przed niebezpiecznymi aktami.
- PEK\_W06 – scharakteryzować system ratownictwa lotniczego.

Z zakresu umiejętności:

**W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

- PEK\_U01 – analizować międzynarodowe i krajowe akty prawne.
- PEK\_U02 – interpretować przepisy dotyczące żeglugi powietrznej i eksploatacji statków powietrznych.
- PEK\_U03 – zinterpretować akty prawne dotyczące działalności lotniczej.
- PEK\_U04 – interpretować przepisy prawne dotyczące odpowiedzialności karnej w zakresie dotyczącym inżyniera eksploatacji statków powietrznych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Rozwój prawa lotniczego, krajowe i międzynarodowe organizacje i władze lotnicze.	2
Wy2	Przepisy dotyczące zapewnienia ciągłej zdatności do lotu statków powietrznych.	2
Wy3	Certyfikacja przewoźników lotniczych.	2
Wy4	Certyfikacja statków powietrznych.	2
Wy5	Przepisy PART-M, PART-145, PART-66 i PART-147.	2
Wy6	Podstawowe dokumenty lotnicze.	2
Wy7	Polskie Prawo Lotnicze.	2
Wy8	Zaliczenie przedmiotu..	1
Suma godzin		<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Międzynarodowe konwencje prawa lotniczego.	2
Se2	Międzynarodowe organizacje lotnicze.	2
Se3	Dokumentacja niezbędna do wykonania lotu.	2
Se4	Ratownictwo lotnicze.	2
Se5	Sygnaly stosowane w ruchu lotniczym.	2
Se6	Oznaczenia stosowane na lotniskach.	2
Se7	Władze lotnicze.	2
Se8	Ratownictwo lotnicze.	1
Suma godzin		<b>15</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład:

- wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
- praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia przedmiotu.

N2. Seminarium:

- praca własna – przygotowanie prezentacji oraz konspektu na określony temat.
- wygłoszenie referatu z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

– wysłuchanie referatów wygłoszonych na zajęciach.  
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_W07	Zaliczenie pisemno - ustne
F1	PEK_U01	Se1
F2	PEK_U02	Se2; Se3
F3	PEK_U03	Se4; Se5
F4	PEK_U04	Se6; Se7; Se8

$P = (F1 + F2 + F3 + F4) / 4$ , Warunkiem zaliczenia jest udział we wszystkich zajęciach i aby wszystkie oceny formujące były ocenami pozytywnymi

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Jafern H., Fellner R.: Prawo i procedury lotnicze. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2015
- [2] Polkowska M.: Międzynarodowe konwencje i umowy lotnicze oraz ich zastosowanie – zarys problematyki. Wydział Wydawniczy Akademii Obrony Narodowej, Warszawa 2004,
- [3] Żylicz M.: Prawo lotnicze międzynarodowe, europejskie i krajowe. Wydanie 2. Wydawnictwo Prawnicze LexisNexis, Warszawa 2011,
- [4] Ustawa z dnia 03. 07. 2002r „Prawo lotnicze” z późniejszymi zmianami.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [5] Uaktualnione akty prawne ze strony internetowej: Polskiego Serwera Prawa <http://www.prawo.lex.pl/>,
- [6] Akty wykonawcze podpisane i opublikowane w Dzienniku Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej publikowane na stronie internetowej Urzędu Lotnictwa Cywilnego: [http://www.ulc.gov.pl/index\\_1.php?dzial=prawo&plik=wykazrozp](http://www.ulc.gov.pl/index_1.php?dzial=prawo&plik=wykazrozp).

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

Wiesław Wróblewski, wieslaw.wroblewski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Procesy rozdziału układów wielofazowych</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Separation processes of multiphase systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień/stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/ specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0040
<b>Grupa kursów:</b>	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 mechaniki płynów, inżynierii i aparatury procesowej, umiejętność pracy z arkuszem kalkulacyjnym.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie studentów ze szczegółowym przebiegiem procesów rozdziału zawieszin ciała stałego w cieczy i w gazach.
- C2 – Zapoznanie studentów z rozwiązaniami konstrukcyjnymi stosowanych urządzeń oraz szczegółową ich budową.
- C3 – Przedstawienie problemu doboru urządzeń do realizacji przemysłowych procesów rozdziału zawieszin.
- C4 – Wyrobienie umiejętności obliczania wydajności poszczególnych aparatów oraz podstawowych wymiarów dla procesów przemysłowych.
- C5 - Wyrobienie umiejętności rozwiązywania praktycznych problemów związanych z



projektowaniem i prowadzeniem operacji rozdziału zawiesin.
<b>PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ</b>
Z zakresu wiedzy: PEK_W01 – zna definicję sprawności procesu rozdziału zawiesin. PEK_W02 – ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie przemysłowych metod rozdziału zawiesin cząstek ciała stałego w cieczach i gazach PEK_W03 – zna i rozumie zasady stosowania operacji pomocniczych w procesach rozdziału PEK_W04 – zna rozwiązania aparaturowe i objaśnia działanie węzłów rozdziału zawiesin
Z zakresu umiejętności: PEK_U01 – oblicza i analizuje podstawowe parametry fizykochemiczne zawiesin PEK_U02 – określa podstawowe parametry produktów rozdziału zawiesin. PEK_U03 – szacuje parametry procesowe i wydajność danej metody rozdziału. PEK_U04 – określa podstawowe wymiary urządzeń i aparatów do rozdziału zawiesin dla zadanych warunków procesowych.

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Własności fizyko-chemiczne zawiesin. Sprawność i ostrość rozdziału zawiesin. Stabilność zawiesin. Elementy reologii zawiesin.	2
Wy2- Wy3	Rozdział zawiesin w polu sił grawitacyjnych. Sedymentacja pojedynczych i zgrupowanych cząstek. Rozdział zawiesin przez osadzanie. Osadniki	4
Wy4- Wy6	Rozdział zawiesin w polu sił odśrodkowych. Wirowanie. Klasyfikacja. Konstrukcje wirówek i hydrocyklonów. Zasady doboru i projektowania.	6
Wy7- Wy8	Odpylanie. Konstrukcje aparatów i urządzeń odpylających. Cyklony. Dobór urządzeń	4
Wy9- Wy10	Filtracja zawiesin. Filtracja ciśnieniowa, próżniowa, wgłębna, dynamiczna. Konstrukcje aparatów. Oczyszczanie cieczy roboczych	4
Wy11	Kolokwium	2
Wy12	Operacje pomocnicze procesu filtracji. Przemywanie i odwadnianie osadów filtracyjnych. Pomoce filtracyjne. Flokulacja. Koagulacja	2
Wy13	Wzbogacanie i klasyfikacja. Procesy flotacji. Procesu rozdziału na membranach. Systemy i węzły mechanicznego rozdziału zawiesin	2
Wy14	Metody rozdzielania i oczyszczania roztworów.	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Zakres projektu, warunki zaliczenia, literatura. Omówienie i przybliżenie zagadnień poruszanych w projektach. Przydzielenie tematów projektowych studentom	1
Pr2- Pr4	Obliczenia bilansowe i procesowe Dobór geometrii aparatu	6
Pr5	Dobór armatury i aparatury kontrolno-pomiarowej	2
Pr6- Pr7	Wykonanie rysunku złożeniowego i rysunków wykonawczych wybranych elementów	4
Pr8	Zaliczenie, ostateczna obrona projektu.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

**STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.  
N2. Dyskusja dydaktyczna w ramach wykładu.  
N3. Praca własna w trakcie zajęć projektowych  
N4. Przygotowanie projektu w formie sprawozdania.  
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
F1	PEK_W01 ÷ PEK_W02	Kolokwium
F2	PEK_W03 ÷ PEK_W04	Kolokwium
$P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$	Pod warunkiem uzyskania pozytywnej oceny z kol. 1 i kol2	

**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 ÷ PEK_U04	Aktywność na zajęciach
F2		Wykonanie projektu
$P = 0,2F1 + 0,8F2$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Koch R., Noworyta A., Procesy mechaniczne w inżynierii chemicznej, WNT, 1995
- [2] Żużikow A., Filtracja. Teoria i praktyka rozdzielania zawiesin. WNT, 1985

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Bandrowski J., Merta H., Zioło J., Sedymentacja zawiesin. Zasady i projektowanie, Politechnika Śląska, Gliwice, 1995
- [2] Malinowska T. i inni, Rozdzielanie zawiesin w przemyśle chemicznym, WNT, 1986
- [3] Źródła internetowe, katalogi producentów

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

Janusz Szymków, Janusz.szymkow@pwr.wroc.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Projektowanie kompleksowe systemów technologicznych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Complex Design of Process Engineering Systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0039
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0			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**

Podstawowa wiedza i umiejętności w zakresie: wymiany ciepła, mechaniki płynów, procesów przemian fazowych, reakcji chemicznych, podstaw konstrukcji maszyn, rysunku technicznego, CAD'a, wytrzymałości materiałów, podstaw materiałoznawstwa, inżynierii i aparatury procesowej

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Uzyskanie przez studentów wiedzy dotyczącej kompleksowego projektowania i modyfikacji systemów technologicznych
- C2 – Uzyskanie umiejętności opracowywania kompleksowego projektu instalacji do realizacji wybranego procesu technologicznego
- C3 – Uzyskanie umiejętności projektowania niestandardowych aparatów i urządzeń i ich integracji z systemem technologicznym

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – ma podstawową wiedzę z zakresu opracowywania koncepcji procesu technologicznego oraz jego bilansowania,

PEK\_W02 – ma wiedzę dotyczącą ogólnych zasad technologicznych, sporządzania schematu ideowego i technologicznego procesu technologicznego oraz węzłów technologicznych,

PEK\_W03 – posiada usystematyzowaną wiedzę dotyczącą metod wyznaczania własności fizykochemicznych substancji biorących udział w procesie technologicznym, PEK\_W04 – ma podstawową wiedzę z zakresu procesów z reakcją chemiczną,

PEK\_W05 – ma podstawową wiedzę z zakresu technologii magazynowania energii i wybranych rozwiązań konstrukcyjnych akumulatorów ciepła,

PEK\_W06 – posiada uporządkowaną wiedzę dotyczącą doboru aparatów i urządzeń oraz aparatury kontrolno-pomiarowej do realizacji procesu technologicznego, a także zna kryteria doboru materiałów konstrukcyjnych,

PEK\_W07 – posiada podstawową wiedzę w zakresie sterowania procesem i regulacji

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi opracowywać schemat ideowy oraz technologiczny całej instalacji oraz wybranego węzła technologicznego

PEK\_U02 – potrafi sporządzić bilans materiałowy i energetyczny całej instalacji oraz wybranego węzła technologicznego

PEK\_U03 – potrafi dobrać aparaturę i urządzenia oraz zaprojektować niestandardowe urządzenia i aparaty

PEK\_U04 – potrafi wskazać wielkości mierzone w instalacji, potrafi dobrać aparaturę kontrolno-pomiarową oraz określić ogólny sposób sterowania

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, sprawy organizacyjne. Ogólne informacje dotyczące projektowania systemów technologicznych. Przedstawienie koncepcji procesu technologicznego przewidzianego do zaprojektowania	2
Wy2	Schemat ideowy i zasada działania systemu przewidzianego do zaprojektowania. Dane niezbędne do realizacji projektu, źródła danych, metody pozyskiwania danych. Bilans materiałowy i energetyczny.	2
Wy3	Schemat technologiczny instalacji oraz węzłów technologicznych. Zasady opracowywania schematu technologicznego. Stosowane symbole i oznaczenia.	2
Wy4	Dobór aparatów i urządzeń w systemie technologicznym. Zasady i metodyka projektowania niestandardowych aparatów i urządzeń. Optymalizacja konstrukcji i parametrów pracy aparatu.	2
Wy5	Magazynowanie energii. Systemy technologiczne z magazynami energii – cel, projektowanie, przykłady. Akumulacja ciepła – technologie, materiały akumulujące ciepło, przykłady.	2
Wy6	Obliczenia projektowe i cieplno-przepływowe akumulatorów ciepła.	2
Wy7	Sterowanie procesem technologicznym. Podstawy układów regulacji	2

Wy8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wprowadzenie, sprawy organizacyjne. Analiza koncepcji procesu technologicznego przewidzianego do zaprojektowania. Określenie zadań projektowych do realizacji w ramach projektu.	1
Pr2, Pr3	Opracowanie bilansu materiałowego i energetycznego poszczególnych węzłów technologicznych oraz całej instalacji.	4
Pr4, Pr5	Dobór aparatów i urządzeń w instalacji, określenie wymaganych parametrów technicznych. Obliczenia i projekt aparatów i urządzeń niestandardowych.	4
Pr6, Pr7	Opracowanie schematu technologicznego instalacji. Dobór aparatury kontrolno-pomiarowej oraz określenie sposobu sterowania.	4
Pr8	Opracowanie dokumentacji technicznej instalacji	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1	Wprowadzenie, sprawy organizacyjne.	1
Se2, Se3	Przedstawienie bilansu materiałowego i energetycznego poszczególnych węzłów technologicznych oraz całej instalacji.	4
Se4, Se5	Omówienie aparatów i urządzeń w projektowanej instalacji technologicznej, parametry technicznej. Przedstawienie zaprojektowanych aparatów i urządzeń niestandardowych.	4
Se6, Se7	Przedstawienie schematu technologicznego zaprojektowanej instalacji, aparatury kontrolno-pomiarowej oraz omówienie jej zasady działania i sposobu sterowania.	4
Se8	Przedstawienie dokumentacji technicznej instalacji	2
	Suma godzin	

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji w PowerPoint. N2. Projekt: prezentacja projektu. N2. Seminarium: indywidualna prezentacja multimedialna 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
<b>Forma zajęć – wykład</b>		
P	PEK_W01–PEK_W07	kolokwium pisemne
<b>Forma zajęć – projekt</b>		
P	PEK_U01–PEK_U04	projekt zaliczeniowy
<b>Forma zajęć – seminarium</b>		
P	PEK_W01–PEK_W07	indywidualna prezentacja

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] J. Synowiec, Projektowanie technologiczne dla inżynierów chemików, Skrypt Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1974.
- [2] J. Pikoń, Aparatura chemiczna, Warszawa, PWN, 1978.
- [3] Poradnik fizykochemiczny, Warszawa, WNT, 1974.
- [4] Perry's Chemical Engineers' Handbook, New York, McGraw-Hill, 2008.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] S. Bretsznajder, W. Kawecki, J. Leyko, R. Marcinkowski, Podstawy ogólne technologii chemicznej, Warszawa, WNT, 1973.
- [2] S. Kucharski, J. Głowiński, Podstawy obliczeń projektowych w technologii chemicznej, Wrocław, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2005.
- [3] R. K. Sinnott, Coulson & Richardson's chemical engineering. Volume 6, Chemical engineering design, [Dokument elektroniczny] / R. K. Sinnott, Knowel, 2005.
- [4] H. Silla, Chemical process engineering [Dokument elektroniczny]: design and economics / Harry Silla, MyiLibrary, 2003.
- [5] W.T. Kacperski, J. Kruszewski, R. Marcinkowski, Inżynieria systemów procesowych: elementy analizy procesów technologicznych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002.
- [6] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Weinheim, Wiley-VCH, 2003.
- [7] Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, John Wiley & Sons, Inc., [Dokument elektroniczny], dostęp z sieci PWr.
- [8] CRC Handbook of Chemistry and Physics, Boca Raton, CRC Press, Taylor & Francis
- [9] Pomoce projektowe z inżynierii chemicznej i procesowej, praca zbiorowa pod redakcją M. Palicy i J. Raczka, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2010.
- [10] J. Nývlt, Solid-liquid phase equilibria, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1977.

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

dr inż. Daniel Smykowski, daniel.smykowski@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Projektowanie zespołów napędowych</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Design of propulsion units
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0023
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0	1		1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	1	0,75		0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza i umiejętności z zakresu teorii napędów lotniczych, turbinowych silników lotniczych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z metodyką wstępnych obliczeń gazodynamicznych turbinowych silników lotniczych, w tym doboru podstawowych parametrów ich pracy.
- C2 – Objasnienie metodyki wstępnych obliczeń gazodynamicznych głównych zespołów silników turbinowych.
- C3 – Przedstawienie sposobu obliczeń wytrzymałościowych wybranych elementów konstrukcyjnych silników turbinowych.
- C4 – Doskonalenie umiejętności wykonywania złożonych obliczeń projektowych.
- C5 – Wyrobienie umiejętności analizowania uzyskanych wyników pod kątem optymalizacji konstrukcji projektowanych zespołów silników turbinowych.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – objaśnić metodyki wykonywania wstępnych obliczeń gazodynamicznych lotniczych silników turbinowych oraz wskazać zasadnicze różnice między nimi wynikające z układu konstrukcyjnego silnika,

PEK\_W02 – scharakteryzować metodykę obliczeń gazodynamicznych głównych zespołów silników turbinowych,

PEK\_W03 – zidentyfikować obciążenia działające na wybrane elementy konstrukcyjne silników turbinowych oraz przedstawić metodykę ich obliczeń wytrzymałościowych.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – przeprowadzić obliczenia parametrów strumienia powietrza i spalin w kanałach przepływowych różnych typów silników turbinowych,

PEK\_U02 – stosować poznane wzory do obliczeń gazodynamicznych podstawowych zespołów silników turbinowych oraz interpretować uzyskane wyniki,

PEK\_U03 – przeprowadzić wstępne obliczenia wytrzymałościowe wybranych elementów konstrukcyjnych silników turbinowych.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wstępne obliczenia gazodynamiczne silników jednoprzepływowych.	2
Wy2	Wstępne obliczenia gazodynamiczne silników dwuprzepływowych.	4
Wy3	Metodyka obliczeń gazodynamicznych sprężarek osiowych.	4
Wy4	Metodyka obliczeń gazodynamicznych sprężarek promieniowych.	2
Wy5	Metodyka obliczeń termogazodynamicznych komór spalania.	2
Wy6	Metodyka obliczeń termogazodynamicznych turbin.	4
Wy7	Metodyka obliczeń gazodynamicznych dopalaczy i dysz wylotowych.	2
Wy8	Obliczenia wytrzymałościowe łopatek kierujących.	2
Wy9	Obliczenia wytrzymałościowe łopatek wirnikowych.	2
Wy10	Obliczenia wytrzymałościowe tarcz nośnych sprężarek i turbin.	2
Wy11	Obliczenia wytrzymałościowe wałów wirników silników turbinowych.	2
Wy12	Obliczenia wytrzymałościowe komór spalania i dopalaczy.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Rozwiązywanie zadań dotyczących wstępnych obliczeń gazodynamicznych silników turbinowych.	2
Ćw2	Obliczenia geometrii kanałów przepływowych wlotów powietrza i sprężarek promieniowych.	2
Ćw3	Określanie geometrii kanału przepływowego oraz ilości stopni jednowirnikowej sprężarki osiowej.	2
Ćw4	Wyznaczanie rozkładu strumienia masy powietrza i współczynnika nadmiaru powietrza wzdłuż rury ogniowej.	2
Ćw5	Obliczenia termogazodynamiczne stopnia turbiny reakcyjnej na średnim promieniu.	2
Ćw6	Wyznaczanie sił działających na łopatki wirnikowe turbiny.	2
Ćw7	Obliczanie naprężeń wypadkowych w tarczach płaskich.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczające ćwiczenia.	1
	Suma godzin	<b>15</b>



<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Projekt wstępny silnika turbinowego wybranego typu.	2
Pr2	Projekt wstępny jednowirnikowej, poddźwiękowej sprężarki osiowej.	4
Pr3	Projekt wstępny jednostopniowej sprężarki promieniowej.	2
Pr4	Projekt wstępny pierścieniowej lub rurowo-pierścieniowej komory spalania.	2
Pr5	Projekt wstępny jednostopniowej turbiny reakcyjnej.	2
Pr6	Projekt wstępny układu wylotowego turbinowego silnika odrzutowego.	2
	Zaliczenie kursu.	1
	<b>Suma godzin</b>	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
N2. Ćwiczenia rachunkowe i dyskusja rozwiązań zadań.
N3. Wskazówki do wykonania kolejnych projektów.
N4. Prezentacja wykonanych projektów i dyskusja.
N5. Praca własna – samodzielne studia, przygotowanie do ćwiczeń, wykonanie kolejnych projektów
N6. Konsultacje

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - WYKŁAD**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
P	PEK_W01-PEK_W03	Egzamin pisemny

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - ĆWICZENIA**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	Odpowiedzi ustne, krótkie sprawdziany pisemne
F2		Kolokwium zaliczające ćwiczenia
P = (2 F2+F1)/3		

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT**

<b>Oceny F – formująca</b> (w trakcie semestru), <b>P – podsumowująca</b> (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01	Ocena za projekt nr 1
F2	PEK_U01, PEK_02	Ocena za projekt nr 2
F3		Ocena za projekt nr 3
F4		Ocena za projekt nr 4
F5		Ocena za projekt nr 5
F6		Ocena za projekt nr 6
P=(F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6		
Warunkiem zaliczenia jest aby wszystkie oceny formujące były pozytywne.		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Balicki W. i inni: Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 1. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2010.
- [2] Balicki W. i inni: Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 2. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2012.
- [3] Dzierżanowski P. i inni: Turbinowe silniki odrzutowe. WKŁ, Warszawa 1983.
- [4] Dzygadlo Z. i inni: Zespoły wirnikowe silników turbinowych. WKŁ, Warszawa 1982.
- [5] Gieras M.: Komory spalania silników turbinowych. Organizacja procesu spalania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010.
- [6] Gieras M.: Obliczenia parametrów użytkowych lotniczych silników turbinowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2013.
- [7] Łapucha R.: Komory spalania silników turbinowo-odrzutowych. Procesy, obliczenia, badania. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2004.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Blockley R.: Encyclopedia of Aerospace Engineering. Vol. 2, Propulsion and Power. Wiley, Chichester 2010.
- [2] Cichosz E. i inni: Charakterystyka i zastosowanie napędów. WKŁ, Warszawa 1980.
- [3] Dobrzański L. i inni: Leksykon materiałoznawstwa. Verlag Dshoffer Sp. z o.o., Warszawa 2007.
- [4] Dzierżanowski P. i inni: Konstrukcja silników lotniczych. Projektowanie przejściowe i dyplomowe. WAT, Warszawa 1972.
- [5] Farokhi, S.: Aircraft propulsion. John Wiley & Sons, Hoboken 2008.
- [6] Jeż M.: Silniki spalinowe: zasady działania i zastosowania. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2003.
- [7] Mattingly, Jack D. & others: Aircraft Engine Design [Dokument elektroniczny, <http://www.knovel.com/web/portal/main>].
- [8] Oates, Gordon C.: Aircraft propulsion systems technology and design [Dokument elektroniczny, <http://www.knovel.com/web/portal/main>].

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

Roman Róziecki, roman.roziecki@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 najświetniejsze produkty Apple, Insignis, 2014.  
[7] W. Isaacson, Innowatorzy, Wyd. Insignis 2014.  
[8] Ph. Knight, Sztuka zwycięstwa, Rebis, Poznań 2017.

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Jan Skonieczny jan.skonieczny@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Psychologia komunikacji</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Psychology of communication
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/ogólnouczelniany
<b>Kod przedmiotu</b>	W08W09-SM0113W
<b>Grupa kursów</b>	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

PEK\_HUM\_W02 - zna terminologię nauk humanistycznych dotyczącą zjawisk psychologii społecznej, ze szczególnym uwzględnieniem kategorii komunikacji, autoprezentacji i wywierania wpływu;

### W ZAKRESIE UMIEJĘTNOŚCI

PEK\_HUM\_U01 - potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z wykorzystaniem różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy

PEK\_HUM\_U10 - posiada umiejętność przygotowania wystąpień ustnych dotyczących zagadnień szczegółowych, z wykorzystaniem podstawowych ujęć teoretycznych, a także różnych źródeł

### W ZAKRESIE KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

PEK\_HUM\_K02 - potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

PEK\_HUM\_K03 - 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_K01	Kolokwium
F2	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Prezentacja
F3	PEU_W01 PEU_U01 PEU_K01	Praca na zajęciach
P = (F1+F3 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](mailto:katarzyna.zahorodna@pwr.edu.pl)  
 Anna Kaczmarek, [a.kaczmarek@pwr.edu.pl](mailto:a.kaczmarek@pwr.edu.pl)

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim:	<b>Rurociągi i armatura</b>
Nazwa w języku angielskim:	Pipelines and armature
Kierunek studiów:	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność:	Maszyny i urządzenia energetyczne
Stopień studiów i forma:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny /specjalnościowy
Kod przedmiotu:	<b>W09MBE-SM0013</b>
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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI**

Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, materiałoznawstwa, wytrzymałości materiałów, siłowni cieplnych.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z klasyfikacją rurociągów energetycznych.  
 C2 – Zaznajomienie z rozwiązaniami konstrukcyjnymi, ogólną budową i działaniem kompensatorów oraz zawieszonych rurociągów energetycznych.  
 C3 – Zapoznanie z rozwiązaniami konstrukcyjnymi, ogólną budową i działaniem armatury energetycznej.  
 C4 – Zapoznanie z zasadami obliczeń przepływów płynów rzeczywistych w rurociągach długich oraz przepływów z dużymi prędkościami w rurociągach krótkich,  
 C5 – Zapoznanie z obliczeniami wytrzymałościowymi rurociągów.  
 C6 – Zapoznanie z problemami kompensacji wydłużeń cieplnych rurociągów energetycznych.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### WIEDZA

**W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:**

PEK\_W01 – opisać klasyfikacje rurociągów energetycznych,

PEK\_W02 – opisać budowę i zasady działania kompensatorów i zawieszonych rurociągów energetycznych,

PEK\_W03 – opisać typy zaworów, budowę i zasady pracy zaworów i zasuw energetycznych,

PEK\_W04 – objaśnić zasady bezpieczeństwa związane z eksploatacją armatury oraz rurociągów

PEK\_W05 – objaśnić szczegóły związane z projektowaniem rurociągów

**Z zakresu umiejętności:**

PEK\_U01 – obliczyć przepustowość rurociągu, opór hydrauliczny, straty cieplne rurociągu

PEK\_U02 – obliczyć wytrzymałość rurociągu z uwzględnieniem przestrzennych obciążeń

PEK\_U03 – obliczyć lub dobrać kompensator wydłużeń cieplnych

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Ogólne wymagania i badania dotyczące rurociągów.	2
Wy2	Miejsce, rola oraz znaczenie rurociągów w elektrowni	2
Wy3	Rodzaje i gatunki rur na rurociągi energetyczne.	2
Wy4	Przepływy płynów rzeczywistych w rurociągach, strata ciśnienia	2
Wy5	Straty ciśnienia przy przepływie płynów ściśliwych rurociągach.	2
Wy6	Straty ciepła, izolacje rurociągów.	2
Wy7	Dobór średnicy rurociągu, obliczanie grubości ścianki.	2
Wy8	Naprężenia temperaturowe w ściance rury, naprężenia od obciążeń zewnętrznych.	2
Wy9	Kompensacja wydłużeń cieplnych rurociągów.	2
Wy10	Kompensatory płaskie, układy przestrzenne kompensacji.	2
Wy11	Zawieszania rurociągów	2
Wy12	Armatura energetyczna.	2
Wy13	Zasady eksploatacji rurociągów	2
Wy14	Zakłócenia i awarie w eksploatacji rurociągów	2
Wy15	Podsumowanie, kolokwium zaliczające	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1/2	Przydzielenie danych do projektu. Omówienie zakresu projektu.	2
Pr3/4/5/6	Obliczenia i dobór średnicy rurociągu dla indywidualnych danych projektowych. Dobór odpowiedniego materiału na rurociąg	4
Pr7/8	Obliczenia strat ciśnienia przy przepływie przez rurociąg	2
Pr9/10	Obliczenia i dobór armatury niezbędnej do prawidłowego działania rurociągu	2
Pr11/12	Obliczenia strat ciepła i dobór izolacji	2
Pr13/14	Obliczenia i dobór kompensatorów	2
Pr15	Sprawdzenie projektów – zaliczenie zajęć	1
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. Wykład:
  - wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
  - praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
2. Projekt:
  - algorytm obliczeń projektu, praca własna – przygotowanie do ćwiczeń projektowych, prezentacja projektu.
3. 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_W05	Kolokwium pisemne, odpowiedź ustna

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA - PROJEKT

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
P	PEK_U01÷PEK_U03	Ocena projektu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Bęczkowski W.: Rurociągi energetyczne

#### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Artykuły z literatury przedmiotowej (Energetyka, Gospodarka paliwami i energią, wydawnictwa konferencyjne, Instrukcje fabryczne.

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

Marcin Baranowski, marcin.baranowski@pwr.wroc.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Seminarium dyplomowe magisterskie</b>
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	Inżynieria lotnicza
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09MBE-SM0033S
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

**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	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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dziekan Wydziału**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Seminarium dyplomowe magisterskie</b>
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	Inżynieria i aparatura procesowa
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09MBE-SM0044S
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

**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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dziekan Wydziału**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Seminarium dyplomowe magisterskie</b>
Nazwa w języku angielskim	Master Seminar
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	Maszyny i urządzenia energetyczne
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	W09MBE-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

**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	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 (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

**Dziekan Wydziału**

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim</b>	<b>Silniki ciepłe</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim</b>	Heat engines
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień / stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny / specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu</b>	W09MBE-SM00014
<b>Grupa kursów</b>	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 lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5				0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstaw termodynamiki i procesów spalania

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zdobyć podstawowej wiedzy dotyczącej silników ciepłych:
- C1.1 Budowy i zasad działania silników ciepłych, a w tym silników spalinowych
  - C1.2 Zasilania silników ciepłych i rodzajów paliw
  - C1.3 Realizacji obiegów i parametrów pracy silnika
  - C1.4 Termochemii procesu spalania w silnikach ciepłych
- C2 Zdobyć umiejętności opracowania i prezentacji wystąpienia publicznego
- C3 Zdobyć umiejętności prowadzenia dyskusji i argumentowania zasadności przyjętych rozwiązań

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 Zna budowę i zasady działania silników cieplnych, a w tym tłokowych silników spalinowych

PEU\_W02 Zna rodzaje i charakterystykę paliw stosowanych w silnikach cieplnych, a w tym biopaliw

PEU\_W03 Zna obiegi teoretyczne i rzeczywiste pracy silników cieplnych, a w tym silników spalinowych

PEU\_W04 Zna główne charakterystyki pracy silnika i wartości podstawowych parametrów

PEU\_W05 Zna procesy przygotowania i przebiegu spalania w silnikach

PEU\_W06 Zna sposoby zasilania paliwem i gospodarkę ciepła w silniku

PEU\_W07 Zna przepływy czynników roboczych w silnikach oraz konstrukcyjne metody zwiększania mocy silników

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01 Potrafi przygotować wystąpienie publiczne z użyciem technik wizualnych

PEU\_U02 Ma umiejętność doboru materiału merytorycznego dla osiągnięcia celu prezentacji

PEU\_U03 Potrafi zaprezentować kompletny zakres tematyczny dot. silnika cieplnego

PEU\_U04 Ma umiejętność prowadzenia dyskusji merytorycznej z zakresu silników cieplnych

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 Potrafi racjonalnie wyjaśnić zasadność przyjętych rozwiązań technicznych i organizacyjnych

PEK\_K02 Umie współpracować z grupą w zakresie oceny prezentacji i wypracowania korzystniejszych rozwiązań

PEU\_K03 Potrafi opanowywać stres i doskonalić przekonującą pewność wystąpienia

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Budowa i zasady działania silników cieplnych	2
Wy2	Paliwa silnikowe - wymagania, własności, wytwarzanie	2
Wy3	Obiegi silników cieplnych	2
Wy4	Wskaźniki pracy silników, charakterystyki tłokowych silników spalinowych	2
Wy5	Tworzenie mieszaniny palnej i spalanie w silnikach o zapłonie samoczynnym i iskrowym	2
Wy6	Zasilanie silników o ZS i ZI; odprowadzenie ciepła w silnikach spalinowych	2
Wy7	Układy dolotowe i wylotowe silników z wymianą ładunku w cylindrach, metody doładowania silników	2
Wy8	Test zaliczeniowy	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - seminarium</b>		<b>Liczba godzin</b>
Se1-8	Prezentacja tematu z zakresu silników cieplnych (charakterystyki pracy, nowe konstrukcje silników i technologie spalania, normy emisji, współczesne zastosowania, kierunki i metody badania silników, silniki niekonwencjonalne, tendencje rozwojowe i in.)	15
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Prezentacja multimedialna N2. Dyskusja problemowa N3. Praca własna – przygotowanie do prezentacji N4. Konsultacje

### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))</b>	<b>Numer efektu uczenia się</b>	<b>Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się</b>
P1	PEU_W01÷PEU_W07	Test sprawdzający
F1	PEU_U01	Ocena charakteru prezentacji
F2	PEU_U02	Ocena merytoryczności wystąpienia
F3	PEU_U03	Ocena prezentacji tematu
F4	PEU_U04	Dyskusja po prezentacji
$P2 = [(0,5 \cdot F1) + (0,5 \cdot F2) + F3 + F4] / 3$		

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<p><b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b></p> <p>[1] M. Bernhardt, S.Dobrzyński, E.Loż, Silniki samochodowe, WKŁ, Warszawa, 1988  [2] Luft S., Podstawy budowy silników, WKŁ, Warszawa, 2011  [3] Mitianiec W., Jaroszewski A., Silniki dwusuwowe małej mocy (tom 1 i 2), Ossolineum, Wrocław Warszawa Kraków, 1993-1994  [4] Rychter T., Teodorczyk A., Teoria silników tłokowych, WKŁ, Warszawa, 2006  [5] Struś M., Ocena wpływu biopaliw na wybrane właściwości eksploatacyjne silników o zapłonie samoczynnym. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2012  [6] Wajand J.A., Wajand T., Tłokowe silniki spalinowe średnio i szybkoobrotowe, WNT, 2005</p> <p><b><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></b></p> <p>[1] M.Karczewski, L.Szczech, G.Trawiński, Silniki pojazdów samochodowych, Wyd.SiP 2013  [2] Kordylewski W., Spalanie i paliwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2008  [3] Kowalewicz A., Podstawy procesów spalania, WNT, Warszawa, 2000  [4] Mysłowski J., Doładowanie silników, WKŁ, Warszawa, 2011  [5] Struś M., Kowalski K., Podstawy budowy pojazdów, cz.I Układ konstrukcyjny pojazdów. Tłokowe silniki spalinowe. WSO im.T. Kościuszki</p>



<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Mieczysław Struś , mieczyslaw.strus@pwr.edu.pl
--

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa w języku polskim	<b>Socjologia organizacji i przywództwa</b>
Nazwa w języku angielskim	Sociology of organization and leadership
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Energetyka oraz Mechanika i budowa maszyn energetycznych
Specjalność (jeśli dotyczy)	
Poziom i forma studiów:	II stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny
Kod przedmiotu	W08W09-SM1321W
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				

**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 pracownikom

## 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	<b>15</b>

## 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

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Sprężarki i wentylatory</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Fans and compressors
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0011W
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0			1	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki, mechaniki i wytrzymałości materiałów, podstaw materiałoznawstwa oraz maszyn przepływowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 zaznajomienie studentów z analizą pracy stopnia sprężarki i wentylatora
- C2 zdobycie umiejętności rozumienia i interpretacji pojęcia konwersji energii w stopniach sprężarek i wentylatorów
- C3 zapoznanie studentów z kinematyką stopnia osiowego, promieniowego i diagonalnego
- C4 zaprezentowanie procesu projektowania wirnika maszyny sprężającej

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 ma uporządkowaną wiedzę w zakresie sprężarek i wentylatorów

PEK\_W02 zna i charakteryzuje podstawowe kanały w stopniach sprężarek i wentylatorów

PEK\_W03 umie interpretować proces sprężania w stopniu sprężarki

PEK\_W04 zna zasady projektowania i ograniczenia w konstrukcji sprężarek

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 obliczyć pracę i sprawność sprężarki i wentylatora

PEK\_U02 obliczyć parametry przepływu w przekrojach kontrolnych w stopniu sprężarki

PEK\_U03 obliczyć trójkąty prędkości i wytlumaczyć ich związek z konstrukcją wirnika

PEK\_U04 obliczać podstawowe parametry geometryczne stopnia maszyny sprężającej

PEK\_U05 obliczyć i narysować rozkład ciśnień w instalacji z wentylatorem

PEK\_U06 zaprojektować wirnik maszyny sprężającej

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedstawienie treści programowych oraz warunków zaliczenia kursu. Ciepłne maszyny robocze w środowisku naturalnym człowieka.	1
Wy2	Podstawowe równania termodynamiczne procesu sprężania. Konwersja energii w sprężającym stopniu osiowym i promieniowym w ujęciu jednowymiarowym.	2
Wy3	Analiza budowy i warunków pracy wielostopniowej maszyny sprężającej. Sprężanie bez chłodzenia i z chłodzeniem.	2
Wy4	Elementy konstrukcyjno-przepływowe pojedynczego stopnia sprężarkowego. Udział wirnika w procesie sprężania.	2
Wy5	Trójkąty prędkości na wlocie i wylocie kanału międzyłopatkowego. Analiza warunków pracy układu łopatkowego pojedynczego stopnia sprężarkowego.	2
Wy6	Charakterystyki pracy ciepłych maszyn roboczych - określenie punktu pracy. Analiza budowy oraz warunków pracy wentylatorów i sprężarek do zastosowań specjalnych.	2
Wy7	Układy regulacji wentylatorów i sprężarek, współpraca szeregową i równoległą z urządzeniami odbiorczymi.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Podstawy projektowania pojedynczego stopnia maszyny przepływowej sprężającej.	1
Pr2	Wyznaczenie parametrów termodynamicznych czynnika w charakterystycznych przekrojach maszyny.	2
Pr3	Wykonanie obliczeń termodynamicznych i kinematycznych przepływu czynnika oraz określenie pracy, sprawności i mocy pojedynczego stopnia.	2
Pr4	Analiza budowy oraz charakterystyka konstrukcyjna układu przepływowego instalacji sprężającej gaz bez chłodzenia i z chłodzeniem czynnika.	2
Pr5	Wykonanie obliczeń w zakresie kinematyki przepływu czynnika w układzie międzyłopatkowym pojedynczego stopnia maszyny.	2
Pr6	Optymalizacja konstrukcji układu przepływowego maszyny sprężającej.	2
Pr7	Analiza warunków pracy maszyny sprężającej. Opracowanie dokumentacji	2

	technicznej.	
Pr8	Prezentacja i obrona projektu	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.  
 N2. Prezentacja projektu, dyskusja problemu.  
 N3. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.  
 N4. Konsultacje indywidualne.

### 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 pisemne

### OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ - PROJEKT

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_U06	Wykonanie projektu
F2	PEK_U01-PEK_U06	Prezentacja i obrona projektu
P= (F1+F2)/2		

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Fortuna S., Wentylatory, Tachwent, Kraków 1999
- [2] Tuliszką E., Sprężarki, dmuchawy, wentylatory, WNT, Warszawa 1976
- [3] Walczak J., Termodynamiczno-przepływowe podstawy procesów sprężania, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2005
- [4] Walczak J., Promieniowe sprężarki, dmuchawy i wentylatory, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013
- [5] Witkowski A., Sprężarki wirnikowe: teoria, konstrukcja, eksploatacja, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013
- [6] Aungier R. H., Axial-flow compressors: A strategy for aerodynamic design and analysis, ASME Press., New York, 2003

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Otte J., Badania wysoko sprawnych wentylatorów promieniowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012
- [2] Kryłowicz W., Teoria i praktyka modernizacji sprężarek promieniowych, Monografie Politechniki Łódzkiej, Łódź 2013

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
Konrad Babul (konrad.babul@pwr.edu.pl)



**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Techniki uszczelniania</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Sealings techniques
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i Urządzenia Energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0019
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału prowadzącego (BU)	1		0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Grafika inżynierska, mechanika,

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zaznajomienie studenta z techniką uszczelniania maszyn i urządzeń
- C2 – Zaznajomienie z budową, funkcjonowaniem oraz z zasadami projektowania i doboru uszczelnień
- C3 – wyrobienie umiejętności w konstruowaniu optymalnych uszczelnień w węzłach uszczelniających
- C4 – wyrobienie umiejętności samodzielnej analizy czynników wpływających na szczelność, korzystania z norm, katalogów producentów i doboru uszczelnień

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – znajomość typów i rodzajów uszczelnień stosowanych w przemyśle

PEK\_W02 – znajomość norm, dokumentów normatywnych i ich stosowania

PEK\_W03 – ma wiedzę w doborze różnych typów uszczelnień

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – umiejętność prowadzenia badań w technice uszczelniania

PEK\_U02 – umiejętność wyboru materiałów w zależności od parametrów uszczelnianego medium

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Omówienie treści wykładu. Szczelność i wyciek – wielkości stosowane w technice uszczelniania – normy i dokumenty normatywne – polskie, europejskie i światowe	2
Wy2	Uszczelnienia spoczynkowe – rodzaje i typy uszczelnień spoczynkowych, parametry uszczelnień wg norm. Przykłady obliczeń doboru uszczelnień w zależności od medium, ciśnienia, średnicy i temperatury	2
Wy3	Uszczelnienia spoczynkowe płaskie – rodzaje i typy uszczelnień spoczynkowych, parametry uszczelnień wg norm. Przykłady obliczeń doboru uszczelnień w zależności od medium, ciśnienia, średnicy i temperatury	2
Wy4	Uszczelnienia spoczynkowe. Uszczelnienia wysokociśnieniowe i wysokotemperaturowe stosowane w energetyce – mechanizm uszczelniania rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru uszczelnień wysokociśnieniowych i wysokotemperaturowych	2
Wy5	Kompensatory – wielkogabarytowe uszczelnienia spoczynkowe. Kompensatory tkaninowe, mieszkowe i gumowe – mechanizm uszczelniania, obliczenia kompensatorów, zastosowania.	2
Wy6	Uszczelnienia ruchu obrotowego. Uszczelnienia labiryntowe – mechanizm uszczelniania rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru uszczelnień labiryntowych. Uszczelnienie stopni turbin parowych, pomp, sprężarek. Uszczelnienia szczotkowe.	2
Wy7	Uszczelnienia ruchu obrotowego. Uszczelnienia wargowe – mechanizm uszczelniania, rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru i wyboru rodzaju uszczelnień, uszczelnienia łożysk ślizgowych turbin	2
Wy8	Uszczelnienia ruchu obrotowego. Uszczelnienia sznurowe – mechanizm uszczelniania, rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru i wyboru rodzaju uszczelnień. Przykłady uszczelnienia turbin wodnych i pomp	2
Wy9	Uszczelnienia ruchu obrotowego. Uszczelnienia czołowe – mechanizm uszczelniania rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru i wyboru rodzaju uszczelnień. Uszczelnienia pomp, uszczelnienia mieszadeł, turbin wodnych	2
Wy10	Uszczelnienia ruchu obrotowego. Uszczelnienia czołowe gazodynamiczne – mechanizm uszczelniania rodzaje, typy, zastosowania. Metody doboru i wyboru rodzaju uszczelnień. Uszczelnienia sprężarek	2
Wy11	Uszczelnienia ruchu posuwisto-zwrotnego. Uszczelnienia siłowników hydraulicznych. Rozwiązania konstrukcyjne, parametry pracy	2
Wy12	Uszczelnienia ruchu posuwisto-zwrotnego. Uszczelnienia siłowników	2

	pneumatycznych. Metody doboru i wyboru rodzaju uszczelnień	
Wy13	Konstrukcje i uszczelnienia zaworów. Zawory kulowe, motylkowe, zwrotne	2
Wy14	Materiały konstrukcyjne stosowane w technice uszczelniania. Uszczelniacze i kleje	2
Wy15	Kolokwium	2
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Omówienie zasad bezpieczeństwa podczas zajęć laboratoryjnych	1
La2	Uszczelnienia płaskie. Metody dokręcania śrub na kołnierzu. Określenie wycieku metodą podciśnieniową.	2
La3	Uszczelnienia sznurowe. Badanie mechanizmu ściskania	2
La4	Uszczelnienia sznurowe. Badanie wycieku z zaworu	2
La5	Uszczelnienie sznurowe. Ustawienie uszczelnienia w pompie	2
La6	Uszczelnienie wargowe. Określenie oporu tarcia w uszczelnieniu	2
La7	Uszczelnienie zaworów. Określenie wycieku z zaworu kulowego	2
La8	Uszczelnienie zaworów. Określenie wycieku z zaworu regulacyjnego	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### **STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE**

- N1. Multimedialny wykład problemowy  
N2. Indywidualne konsultacje w trakcie zajęć projektowych  
N3. Praca własna

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ- wykład**

<b>Oceny</b> (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

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ- wykład**

<b>Oceny</b> (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	Odpowiedź ustna
F2	PEK_U01-PEK_U02	kartkówki
P=0,5F1+0,5F2		

## **LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Bogusław Machowski, Włodzimierz Ochoński, Ewa Czachurska „Uszczelnienia”, PWN, Warszawa, 1991
- [2] Robert Flitney „Seals and Sealing Technology, Elsevier, 2007
- [3] Brian Nesbitt “Handbook of valves and Actuators”Elsevier, 2007

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Poradnik mechanika, REA 2008, B. Chicińska (red)
- [2] Katalogi producentów i normy

### **OPIEKUN PRZEDMIOTU:**

**JANUSZ ROGULA, [janusz.rogula@pwr.edu.pl](mailto:janusz.rogula@pwr.edu.pl)**

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Termodynamika procesowa</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Process Engineering Thermodynamics
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i Aparatura Procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny / specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0034
<b>Grupa kursów:</b>	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	egzamin	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 prowadzącego (BU)	0,5	0,75			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje w zakresie matematyki, fizyki oraz podstaw termodynamiki osiągnięte podczas studiów I stopnia.

**CELE PRZEDMIOTU**

C1 – przekazanie podstawowej wiedzy z zakresu termodynamiki wykorzystywanej do obliczeń procesów inżynierskich wykorzystujących jedno- i wieloskładnikowe czynniki termodynamiczne  
 C2 – wykształcenie umiejętności obliczeń własności czynników termodynamicznych oraz ich parametrów procesowych

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – zna metody wyznaczania własności substancji czystych oraz ich stanów równowagi fazowej

PEK\_W02 – posiada wiedzę na temat przemian i obiegów termodynamicznych

PEK\_W03 – zna podstawowe pojęcia dotyczące termodynamiki roztworów i ma wiedzę na temat procesów z wykorzystaniem gazów wilgotnych

PEK\_W04 – ma podstawową wiedzę dotyczącą równowag fazowych

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi obliczać parametry termodynamiczne substancji czystych w układach jedno- i dwufazowych

PEK\_U02 – posiada umiejętność wyznaczania pracy i ciepła przemian i obiegów termodynamicznych oraz sprawności obiegów parowych

PEK\_U03 – potrafi obliczać właściwości roztworów, w tym gazów wilgotnych oraz parametry procesów wykorzystujących powietrze wilgotne

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do przedmiotu. Podstawowe pojęcia z termodynamiki.	1
Wy2	Własności substancji czystych. Równania stanu.	2
Wy3	Przemiany fazowe. Para wodna jako czynnik termodynamiczny.	2
Wy4	Przemiany termodynamiczne gazów.	2
Wy5	Obiegi termodynamiczne. Obiegi parowe.	2
Wy6	Termodynamika roztworów. Gazy wilgotne.	2
Wy7	Procesy z wykorzystaniem powietrza wilgotnego.	2
Wy8	Termodynamika równowag fazowych.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Własności substancji czystych.	1
Ćw2	Własności gazów. Równania stanu.	2
Ćw3	Własności cieczy. Przemiany fazowe.	2
Ćw4	Przemiany termodynamiczne.	2
Ćw5	Obiegi termodynamiczne.	2
Ćw6	Właściwości roztworów. Parametry gazów wilgotnych.	2
Ćw7	Procesy z wykorzystaniem powietrza wilgotnego.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny
- N2. Ćwiczenia rachunkowe
- 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
F	PEK_W01-PEK_W04	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
F	PEK_U01-PEK_U04	Kolokwium sprawdzające

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Michałowski S., Wańkowicz K.: Termodynamika procesowa, WNT, Warszawa 1999.
- [2] Szarawara J.: Termodynamika chemiczna stosowana, WNT, Warszawa 2007.
- [3] Kuciel E.: Termodynamika procesowa, Wrocław : Politechnika Wroclawska, 1987.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Kalinowski E.: Termodynamika. Politechnika Wroclawska, Wrocław 1994
- [2] Kyle B. G.,: Chemical and proces Thermodynamics, Prentice Hall, Ney Jersey, 1984.

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

Adam Ruziewicz, adam.ruziewicz@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Transport mechaniczny i pneumatyczny materiałów rozdrobnionych</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Mechanical and Pneumatically Transportation of Grainy Materials
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i Urządzenia Energetycznych
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0018
<b>Grupa kursów:</b>	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 prowadzącego (BU)	0,5			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza, umiejętności i inne kompetencje z zakresu mechaniki płynów, maszynoznawstwa, podstaw konstrukcji maszyn potwierdzone uzyskanymi zaliczeniami z tych kursów.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przekazanie podstawowej wiedzy na temat właściwości materiałów sypkich wpływających na możliwość ich transportowania przy użyciu środków transportu bliskiego.
- C2 – Przedstawienie systematyki przenośników do transportu bliskiego oraz możliwości stosowania różnych typów przenośników w wybranych gałęziach przemysłu, ze szczególnym uwzględnieniem energetyki.
- C3 – Zaznajomienie z podstawami obliczeń parametrów ruchowych przenośników stosowanych w wybranych zakładach przemysłowych.
- C4 – Wyrobienie umiejętności analizy parametrów konstrukcyjnych przenośników i doboru ich elementów z norm i katalogów.
- C5 – Wyrobienie umiejętności opracowania i przedstawiania w czytelny sposób rozwiązania problemu inżynierskiego, obejmującego wyniki przeprowadzonych obliczeń i dokumentację



rysunkową.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

PEK\_W01 – objaśnia zasadę działania wybranych przenośników mechanicznych i podstawowe zjawiska towarzyszące ich pracy oraz ich matematyczny opis, identyfikuje rozwiązania konstrukcyjne podstawowych elementów i układów stosowanych w tych przenośnikach, wskazuje przykłady ich zastosowań,

PEK\_W02 – objaśnia zasadę działania wybranych przenośników pneumatycznych i podstawowe zjawiska towarzyszące ich pracy oraz ich matematyczny opis, identyfikuje rozwiązania konstrukcyjne podstawowych elementów i układów stosowanych w tych przenośnikach, wskazuje przykłady ich zastosowań,

PEK\_W03 – wskazuje przykłady zastosowania przenośników w układach technologicznych obiektów przemysłowych na przykładzie zakładu energetycznego.

### Z zakresu umiejętności

W wyniku przeprowadzonych zajęć student:

PEK\_U01 – analizuje dane ruchowe obiektu energetycznego w celu określenia godzinowego zapotrzebowania na paliwo, sporządza projekt koncepcyjny składowiska węgla i zasobnika przykotłowego,

PEK\_U02 – przeprowadza analizę danych wstępnych i wykonuje obliczenia wybranych parametrów konstrukcyjnych pochyłego przenośnika taśmowego, dobiera układ napędowy przenośnika,

PEK\_U03 – szacuje wielkość wypadu z odpylacza oczyszczającego spaliny z kotła w celu zaprojektowania układu odbioru popiołu lotnego, w szczególności oblicza zapotrzebowanie mocy silnika napędowego przenośnika ślimakowego,

PEK\_U04 – szacuje straty ciśnienia w instalacji transportu pneumatycznego niskociśnieniowego, określa parametry instalacji sprężonego powietrza,

PEK\_U05 – oblicza straty ciśnienia w instalacji wysokociśnieniowej transportu pneumatycznego, stosuje redukcję średnic rurociągów,

PEK\_U06 – szacuje straty ciśnienia w instalacji młynowej i dobiera zasadnicze elementy układu transportu pneumatycznego (wentylator, filtr).

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie, własności materiałów rozdrobnionych istotne dla możliwości ich transportowania za pomocą przenośników transportu bliskiego, podział przenośników ze względu na ich cechy konstrukcyjne, ogólne zasady doboru przenośników.	2
Wy2	Przenośniki taśmowe: zasada działania, rozwiązania konstrukcyjne elementów i układów stosowanych w tych przenośnikach, przykłady zastosowań	2
Wy3	Przenośniki członowe, kubełkowe, zabierakowe i śrubowe, rozwiązania konstrukcyjne poszczególnych typów urządzeń, obszary ich zastosowań.	2
Wy4	Zastosowania przenośników mechanicznych ze szczególnym uwzględnieniem energetyki: układy nawęglania obiektów energetycznych, układy przygotowania pyłu węglowego oraz układy odzulfania i odpielania	2
Wy5	Systematyka transportu pneumatycznego ze względu na wartość ciśnienia pracy, charakter przepływu, własności materiału transportowanego	2



	pneumatycznego	
Wy7	Zastosowania przenośników pneumatycznych do usuwania odpadów paleniskowych i pyłu wytrąconego w odpylaczach, instalacje młynowe do transportu pyłu węglowego do palników kotła	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Wykonanie obliczeń projektowych składowiska węgla, zasobnika przykotłowego i podstawowych parametrów ruchowych przenośnika taśmowego zasilającego ten zasobnik oraz rysunków zaproponowanych rozwiązań	2
Pr2	Wykonanie obliczeń projektowych (podstawowe obliczenia wytrzymałościowe i ruchowe) przenośnika taśmowego i dobór mocy silnika napędowego oraz określenie wytycznych do sporządzenia projektu, wykonanie rysunków zaproponowanych rozwiązań	2
Pr3	Wykonanie obliczeń projektowych układu odbioru popiołu lotnego wytrąconego w odpylaczu z wykorzystaniem przenośnika ślimakowego oraz wykonanie rysunku instalacji odpopielania.	2
Pr4	Obliczenie strat ciśnienia w niskociśnieniowej instalacji transportu pneumatycznego popiołu lotnego, wykonanie schematu instalacji.	2
Pr5	Określenie strat ciśnienia w wysokociśnieniowej instalacji transportu pneumatycznego pyłu, wykonanie schematu instalacji i rysunków wybranych elementów.	3
Pr6	Określenie strat ciśnienia w instalacji młynowej i dobór głównych elementy układu transportu pneumatycznego (wentylator, filtr, przewody), wykonanie rysunków zaproponowanych rozwiązań.	3
Pr7	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 – wykład informacyjny z wykorzystaniem tradycyjnych środków prezentacji.  
 N2 – projekt: przedstawienie algorytmu rozwiązania postawionego problemu.  
 N3 – projekt: kontrola i dyskusja uzyskiwanych wyników dla obliczeń cząstkowych.  
 N4 – projekt: praca własna sporządzenie projektu złożonego z części obliczeniowej i rysunków wybranych elementów składowych.  
 N5 – 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_W03	Kolokwium zaliczające z wykładów
F1 F6	PEK_U01÷PEK_U06	Oceny formujące wystawiane za każde zadanie
$P=(F1+F2+\dots+F6)/6$		

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] M. Markowski: *Przenośniki* cz. 1 i cz. 2, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1995
- [2] Z. Piątkiewicz: *Transport pneumatyczny*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999
- [3] W. Sikorski, K. Szymocha: *Urządzenia pomocnicze elektrowni parowych*, PWr, Wrocław 1981

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [4] M. Goździecki, H. Świątkiewicz: *Przenośniki*, WNT, Warszawa 1979
- [5] I. M. Razumow, *Fluidyzacja i transport pneumatyczny materiałów sypkich*. WNT, Warszawa 1975
- [6] G. E. Klinzing, *Gas-Solid Transport*. McGraw-Hill, New York 1980
- [7] Materiały ze stron www producentów urządzeń

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

**Arkadiusz Świerczok, arkadiusz.swierczok@pwr.edu.pl**

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Trwałość i niezawodność statków powietrznych</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Durability and Reliability of Aircraft
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0025
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału prowadzącego (BU)	1				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Brak

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z podstawowymi pojęciami teorii niezawodności oraz wskaźnikami niezawodności statków powietrznych.
- C2 – Zidentyfikowanie czynników wpływających na poziom niezawodność statku powietrznego oraz przedstawienie przykładów typowych niesprawności.
- C3 – Zaznajomienie z możliwościami kształtowania, prognozowania i badania niezawodności statków powietrznych.
- C4 – Objaśnienie podstawowych pojęć związanych z trwałością statku powietrznego jako obiektu technicznego oraz metodami jej wyznaczania.
- C5 – Przedstawienie różnic między trwałością i żywotnością, scharakteryzowanie żywotności ogólnej i bojowej statku powietrznego.

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – scharakteryzować zmienną losową oraz wymienić i zdefiniować podstawowe wskaźniki niezawodności,  
PEK\_W02 – wyjaśnić pojęcie struktury niezawodnościowej statku powietrznego oraz opisać typy struktur niezawodnościowych,  
PEK\_W03 – zidentyfikować czynniki determinujące poziom niezawodności statku powietrznego oraz wskazać typowe niesprawności i uszkodzenia występujące na statkach powietrznych,  
PEK\_W04 – zdefiniować pojęcie charakterystyki niezawodnościowej oraz modelu niezawodnościowego,  
PEK\_W05 – opisać proces kształtowania niezawodności statków powietrznych, w tym rodzaje nadmiarowości i rezerwowania  
PEK\_W06 – scharakteryzować czynniki wpływające na niezawodność podstawowych struktur statków powietrznych,  
PEK\_W07 – wskazać możliwości prognozowania niezawodności oraz wyjaśnić cel i etapy badania niezawodności,  
PEK\_W08 – wyjaśnić pojęcia trwałości, zdefiniować jego miary i wskaźniki oraz scharakteryzować metody jej wyznaczania,  
PEK\_W09 – rozróżnić pojęcia trwałości i żywotności statków powietrznych, zdefiniować żywotność ogólną i bojową.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawy teorii niezawodności.	2
Wy2	Wskaźniki niezawodności.	2
Wy3	Struktury niezawodnościowe.	2
Wy4	Niesprawności i uszkodzenia statków powietrznych.	2
Wy5	Charakterystyki niezawodnościowe.	2
Wy6	Modele niezawodnościowe i ryzyko w niezawodności.	2
Wy7	Sterowanie niezawodnością.	2
Wy8	Niezawodność wybranych struktur statku powietrznego.	2
Wy9	Prognozowanie niezawodności statków powietrznych.	2
Wy10	Badanie i ocena niezawodności statków powietrznych.	2
Wy11	Podstawowe pojęcia trwałości.	2
Wy12	Miary i wskaźniki trwałości.	2
Wy13	Metody wyznaczania trwałości i rewersów.	2
Wy14	Żywotność statków powietrznych.	2
Wy15	Kolokwium zaliczające.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład:

- wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
- praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

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
--	--------------------------	---

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Danilecki S.: Eksploatowanie samolotów. Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2004..
- [2] Lewitowicz J., Kustron K.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych, cz.2. Własności i właściwości eksploatacyjne statku powietrznego. ITWL, Warszawa 2003.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [3] Borgoń J., Jaźwiński J.: Modelowanie bezpieczeństwa w lotnictwie. ITWL, Warszawa 1997.
- [4] Danilecki S.: Kształtowanie systemu logistyki statków powietrznych. Zeszyt 162. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1995.
- [5] Jaźwiński J., Ważyńska-Fiok K.: Niezawodność systemów technicznych. PWN, Warszawa 1990.

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

Wiesław Wróblewski, wieslaw.wroblewski@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Turbiny i elektrownie wodne</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Turbines and hydroelectric power plants
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0010
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału prowadzącego (BU)	1			0,75	

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

1. Znajomość zagadnień związanych z mechaniką płynów i mechaniką ciała stałego.
2. Znajomość podstaw działania maszyn przepływowych.
3. Umiejętność posługiwania się arkuszem kalkulacyjnym i programami CAD.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1. Zapoznanie się z podstawowymi turbinami wodnymi i ich specyfiką.
- C2. Zapoznanie się z podstawowymi elektrowniami wodnymi i ich specyfiką.
- C3. Opanowanie podstaw konstruowania turbin reakcyjnych.
- C4. Opanowanie zasad wyboru parametrów instalowanych podstawowych typów elektrowni wodnych.
- C5. Opanowanie zasad doboru turbin wodnych.



## PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

### Z zakresu wiedzy:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEK\_W01 – zna pojęcia: energia odnawialna. Ma wiedzę dotyczącą możliwości wykorzystania wody do wytworzenia energii (mechanicznej i elektrycznej).

PEK\_W02 – zna pojęcia: wykres hydrologiczny, ma wiedzę z zakresu typu rzek i możliwości ich wykorzystania.

PEK\_W03 – zna pojęcie: system energetyczny. Zna podział elektrowni wodnych. Posiada wiedzę na temat ich roli w systemie energetycznym.

PEK\_W04 – zna pojęcia: parametry instalowane, elektrownia wodna przepływowa, elektrownia wodna o regulowaniu dobowym, koszt inwestycyjny. Ma wiedzę dotyczącą sposobu określenia parametrów instalowanych ww. typów elektrowni wodnych.

PEK\_W05 – zna pojęcia: parametry instalowane, elektrownia wodna szczytowo-pompowa, elektrownia wodna na zbiornikach wielozadaniowych,. Ma wiedzę dotyczącą sposobu określenia parametrów instalowanych ww. typów elektrowni wodnych.

PEK\_W06 – ma wiedzę na temat typów turbin, generatorów. Zna ich właściwości i sposób zabudowy.

PEK\_W07 – ma wiedzę dotyczącą podstawowego doboru turbin wodnych i generatorów.

PEK\_W08 – zna zasady doboru poszczególnych elementów składowych elektrowni wodnych, zna ich rolę w przemianie energii. Ma wiedzę dotyczącą podstaw działania turbin wodnych.

PEK\_W09 – zna zasady projektowania wirników turbin Kaplana i śmigłowych

PEK\_W10 – zna zasady projektowania łopatek wirników turbin Kaplana i

śmigłowych PEK\_W11 – zna zasady projektowania wirników turbin Francisa,

PEK\_W12 – zna zasady projektowania łopatek wirników turbin Francisa

PEK\_W13 – zna pojęcie: kierownica turbiny wodnej. Zna podstawowe zasady projektowania kierownic turbin reakcyjnych.

PEK\_W14 – zna pojęcia: derywacja, półspirala, spirala, komora otwarta, kocioł. Zna zasady doboru i podstawowe obliczenia elementów doprowadzających wodę do turbiny wodnej.

PEK\_W15 – zna pojęcia: rura ssąca, rura dzwonowa, dyfuzor prostoliniowy, krzywak ssący. Zna zasady doboru i podstawowe obliczenia elementów odprowadzających wodę z turbiny wodnej.

### Z zakresu umiejętności:

#### W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

PEK\_U01 – potrafi określić możliwości wykorzystania energii zawartej w wodzie.

PEK\_U02 – potrafi czytać i opracowywać wykres hydrologiczny do celów przetworzenia i wykorzystania energii.

PEK\_U03 – potrafi obliczyć parametry instalowane elektrowni przepływowych.

PEK\_U04 – potrafi dobrać turbinę wodną i generator do parametrów instalowanych.

PEK\_U05 – potrafi obliczyć wirnik turbiny Kaplana.

PEK\_U6 – potrafi wyznaczyć łopatki wirnika turbiny Kaplana.

PEK\_U7 – potrafi przeprowadzić wstępne obliczenia kierownicy turbin reakcyjnych.

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do wykładu. Woda jako energia odnawialna.	1
Wy2	Podstawowe wiadomości z hydrologii. Wykresy hydrologiczne, typy rzek, koncentracja energii.	2
Wy3	Podział elektrowni wodnych, ich rola w systemie energetycznym.	2
Wy4	Zasady wyboru parametrów instalowanych elektrowni przepływowych i o regulowaniu dobowym.	2
Wy5	Elektrownie na zbiornikach wielozadaniowych, pompowe z członem pompowym.	2
Wy6	Typy turbin i generatorów, ich własności, zakres stosowania i kompozycje.	2

Wy7	Podstawy doboru turbin wodnych i generatorów.	2
Wy8	Elementy składowe turbin wodnych, ich rola w przemianie energii, podstawy działania turbin wodnych.	2
Wy9	Obliczanie wirników typu Kaplana.	2
Wy10	Kształtowanie łopatek wirników Kaplana.	2
Wy11	Obliczanie wirników typu Francisa.	2
Wy12	Kształtowanie łopatek wirników Francisa.	2
Wy13	Kierownice turbin reakcyjnych.	2
Wy14	Elementy doprowadzające wodę do turbin reakcyjnych.	2
Wy15	Elementy odprowadzające wodę z turbin reakcyjnych.	2
Wy16	<b>ZALICZENIE</b>	1
	Suma godzin	<b>30</b>

<b>Forma zajęć - projekt</b>		<b>Liczba godzin</b>
Pr1	Obliczanie parametrów instalowanych elektrowni przepływowej.	3
Pr2	Dobór turbin wodnych do określonych warunków instalowanych.	4
Pr3	Obliczanie wirnika Kaplana.	4
Pr4	Obliczenia kierownicy turbiny reakcyjnej	4
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem slajdów i animacji. N3. Zajęcia projektowe. N3. Praca własna. N4. Konsultacje.

#### **OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

<b>Oceny</b> (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_W15	Kołokwium pisemne.
P (projekt)	PEK_U01-PEK_U07	Kartkówki, odpowiedź ustna, sprawozdania

<b>LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA</b>
<b><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></b>
[1] Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej i Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Jak zbudować małą elektrownie wodną – przewodnik inwestora, Bruksela/Gdańsk 2010.
[2] M. Hoffmann, „Małe elektrownie wodne – Poradnik”, Wydawnictwo Nabba, Warszawa 1992.
[3] S. Michajłowski, J. Plutecki „Energetyka wodna”, WNT, Warszawa 1975.
[4] K. Jackowski, „Elektrownie wodne”, WNT, Warszawa 1971.
[5] J. Iwan, „Studium badawczo-rozwojowe problemów turbin wodnych małej energetyki”, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2006.
[6] W. A. Krzyżanowski, „Turbiny wodne, konstrukcja, zasady regulacji”, WNT, Warszawa

1971.

[7] A. Łaski, „Elektrownie wodne, rozwiązania i dobór parametrów”, WNT, Warszawa 1971.

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

[8] G. Szczegolew, J. Garkawi, „Turbiny wodne oraz ich regulacja”, PWT, Warszawa 1959

[9] G. Gładysiewicz, „Pompy i turbiny wodne”, PWN, Warszawa 1951

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

Przemysław Szulc, przemyslaw.szulc@pwr.edu.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	Turbiny w układach gazowo-parowych
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Turbines for Gas-steam Systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Maszyny i urządzenia energetyczne
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0012W
<b>Grupa kursów:</b>	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	egzamin	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 udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1	0,75			

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Podstawowa wiedza i umiejętności z zakresu mechaniki płynów, termodynamiki, mechaniki i wytrzymałości materiałów, podstaw materiałoznawstwa oraz maszyn przepływowych

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 zaznajomienie studentów z rolą turbin ciepłych w układach hierarchicznych
- C2 zaznajomienie z konstrukcjami turbin parowych i gazowych oraz działaniem podzespołów
- C3 wykształcenie umiejętności analizowania konwersji energii w turbinach ciepłych
- C4 zapoznanie studentów z podstawami projektowania
- C5 zaznajomienie z podstawami eksploatacji

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 opisać rolę turbin w układach siłowni i rozpoznać główne elementy maszyny
- PEK\_W02 rozumieć procesy konwersji energii w podstawowych podzespołach maszyny
- PEK\_W03 wykazać konieczność stosowania maszyn wielostopniowych
- PEK\_W04 formułować podstawy teorii uszczelnień zewnętrznych i wewnętrznych
- PEK\_W05 wskazać podstawowe problemy dotyczące eksploatacji turbin

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 obliczać przepływ w dyszach Bendemanna i de Lavalą
- PEK\_U02 wykonywać podstawowe obliczenia cieplne prostej turbiny
- PEK\_U03 korzystać z atlasu profili aerodynamicznych
- PEK\_U04 przeprowadzać podstawowe obliczenia kinematyczne i dynamiczne stopnia
- PEK\_U05 ocenić wpływ zmiany obciążenia na kinematykę oraz podstawowe parametry

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przedstawienie treści programowych oraz warunków zaliczenia kursu. Budowa i zasada działania turbin parowych i gazowych.	2
Wy2	Turbiny parowe i gazowe - klasyfikacja, przykłady konstrukcji oraz stosowanie w wybranych gałęziach przemysłu.	2
Wy3	Analiza procesu konwersji energii w cieplnych silnikach wirnikowych.	2
Wy4	Przyrządy rozprężne - dysza Bendemanna i dysza de Lavalą.	2
Wy5	Analiza kinematyki przepływu w kanałach międzyłoptkowych turbin.	2
Wy6	Turbina i jej podstawowe elementy. Przykłady konstrukcji.	2
Wy7	Wpływ stopniowania ciśnienia albo prędkości na budowę i warunki pracy turbiny. Stopień Curtisa, jego konstrukcja i działanie.	2
Wy8	Analiza budowy i warunków pracy układu procesowego na charakterystykę konstrukcyjną turbin wielostopniowych.	2
Wy9	Metodyka projektowania turbin wielostopniowych, straty energii w stopniu i w turbinie.	2
Wy10	Kinematyka przepływu w długich łopatkach, wichrowanie pióra.	2
Wy11	Metodyka kompensacji sił występujących w turbinie. Obroty krytyczne wału.	2
Wy12	Analiza procesu konwersji energii w turbinie gazowej.	2
Wy13	Charakterystyka konstrukcyjno-eksploatacyjna turbin gazowych.	2
Wy14	Turbiny parowe i gazowe - analiza budowy układów procesowych.	2
Wy15	Analiza budowy i warunków pracy turbin w układach gazowo-parowych. Regulacja i układy zabezpieczeń turbin.	2
Suma godzin		<b>30</b>

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Ćw1	Analiza procesu konwersja energii w stopniu turbiny parowej	1
Ćw2	Warunki pracy pojedynczego stopnia turbiny przy zmienionej charakterystyce geometrycznej profili łopatkowych	2
Ćw3	Analiz wpływu wybranych parametrów konstrukcyjnych i procesowych na uzyskiwaną moc stopnia	2
Ćw4	Obliczenia kinematyczne i dynamiczne stopnia turbinowego	2
Ćw5	Przepływ poddźwiękowy i przepływ naddźwiękowy - budowa i warunki pracy pojedynczego stopnia turbiny	2

Ćw6	Analiza procesu konwersja energii w stopniu turbiny gazowej.	2
Ćw7	Wpływ zmiany wybranych parametrów konstrukcyjnych i procesowych na warunki pracy pojedynczego stopnia turbiny gazowej.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe	2
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej, tablicy i kredy. Dyskusja problemu.  
 N2. Ćwiczenia rachunkowe oraz dyskusja rozwiązań i wyników.  
 N3. Praca własna – przygotowanie do zaliczenia.  
 N4. Konsultacje indywidualne.

### 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_W05	Egzamin pisemny lub ustny

### 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
P	PEK_U01-PEK_U05	Kolokwium zaliczeniowe

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Chmielniak T., Turbiny ciepłne – podstawy teoretyczne, Politechnika Śląska, Gliwice 1993
- [2] Nikiel T., Turbiny parowe, WNT, Warszawa 1980
- [3] Schobeiri M. T. , Gas Turbine Design, Components and System Design Integration, Springer, 2018
- [4] Perycz S., Turbiny parowe i gazowe, Ossolineum, Wrocław 1992
- [5] Janicka J., Sadiki A., Schäfer M., Heeger Ch., Flow and Combustion in Advanced Gas Turbine Combustors, Springer, 2013

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Leyzerovich A. S., Steam turbines for modern fossil-fuel power plants, Published by The Fairmont Press Inc., 2008
- [2] Tuliszka E., Turbiny ciepłne, zagadnienia termodynamiczne i przepływowe, WNT, Warszawa 1973
- [3] Gundlach R. W., Podstawy maszyn przepływowych i ich systemów energetycznych, WNT, Warszawa 2008

<b>OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)</b>
--

Konrad Babul (konrad.babul@pwr.edu.pl)
--

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Współczesne materiały inżynierskie</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Modern engineering materials
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0004
<b>Grupa kursów:</b>	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 (BU)	0,5		0,75		0,75

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Kompetencje z przedmiotów: Podstawy materiałoznawstwa

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zapoznanie z metodami kształtowania struktury i własności materiałów inżynierskich.  
 C2 – Przedstawienie wpływu składu chemicznego stopów na strukturę i własności.  
 C3 – Scharakteryzowanie materiałów polimerowych, kompozytowych, ceramicznych i spiekanych.



### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – scharakteryzować metody kształtowania struktury i własności materiałów inżynierskich,

PEK\_W02 – opisać wpływ składu chemicznego stopów na strukturę i własności,

PEK\_W03 – scharakteryzować metale i stopy o szczególnych własnościach,

PEK\_W04 – omówić materiały polimerowe, kompozytowe, ceramiczne i spiekane.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – opisać strukturę i własności różnych metali stosowanych w budowie maszyn,

PEK\_U02 – wyjaśnić wpływ składu chemicznego stopów na strukturę i własności,

PEK\_U03 – o mówić i wykorzystać obróbkę cieplną do uzyskania odpowiednich własności materiału,

PEK\_U04 – scharakteryzować i wykorzystać w praktyce inżynierskiej materiały polimerowe, kompozytowe, ceramiczne i spiekane.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Własności materiałów inżynierskich	2
Wy2	Mikrostruktura materiałów	2
Wy3	Stopy żelaza	2
Wy4	Stopy metali nieżelaznych	2
Wy5	Materiały ceramiczne, szklane i spiekane	2
Wy6	Materiały polimerowe	2
Wy7	Materiały kompozytowe	2
Wy8	Zaliczenie przedmiotu.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Dobór materiałów na wybrane elementy konstrukcyjne.	2
La2	Wpływ obróbki cieplnej na strukturę i własności stali.	2
La3	Mikrostruktury i własności stali stopowych specjalnych.	2
La4	Mikrostruktury i własności stopów aluminium.	2
La5	Mikrostruktury i własności stopów miedzi.	2
La6	Badania mikroskopowe kompozytów o osnowie polimerowej.	2
La7	Badania mikroskopowe materiałów ceramicznych i spiekanych.	2
La8	Podsumowanie i zaliczenie ćwiczeń.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1	Wprowadzenie. Sprawy organizacyjne	1
Se2- Se8	Prezentacje studentów na temat zastosowań współczesnych materiałów inżynierskich w praktyce inżynierskiej z zakresu studiowanych przez nich specjalności	14
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.
- N2. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia.
- N3. Krótkie sprawdziany pisemne.
- N4. Praca własna – realizacja ćwiczeń laboratoryjnych.
- N5. Praca własna – opracowanie tematów indywidualnych.
- N6. Dyskusja nad prezentacjami.
- N7. 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 zaliczające

### 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, F2... F7	PEK_U01-PEK_U04	Oceny za ćwiczenia laboratoryjne
$P=(F1+F2+F3+F4+ F5+F6+F7)/7$		Warunkiem zaliczenia jest, aby wszystkie oceny formujące były ocenami pozytywnymi.

### 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, F2	PEK_U01-PEK_U04	Oceny za prezentacje
$P=(F1+F2)/2$		Warunkiem zaliczenia jest, aby wszystkie oceny formujące były ocenami pozytywnymi.

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Dobrzański L. A.: Materiały inżynierskie i projektowanie materiałowe: podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. WNT 2006.
- [2] Dobrzański L. A.: Metalowe materiały inżynierskie. WNT 2004
- [3] Dobrzański L.A.: Podstawy metodologii projektowania materiałowego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
- [4] Dobrzański L.A.: Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo. WNT, Warszawa 2002.
- [5] Ashby M.F.: Dobór materiałów w projektowaniu inżynierskim, Wydanie polskie pod red. Wojciechowski S.M., WNT, Warszawa 1998.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Ashby M.F., Jones D.R.H.: Materiały inżynierskie 1, WNT, Warszawa 1996
- [2] Ashby M.F., Jones D.R.H.: Materiały inżynierskie 2, WNT, Warszawa 1997.
- [3] Redakcja naukowa Dobrzański L.A.: Zasady doboru materiałów inżynierskich z kartami charakterystyk, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2001.
- [4] Instrukcja użytkownika programu CES EduPack 2007.
- [5] Dudziński W. i inni: Materiały Konstrukcyjne w Budowie Maszyn. PWr. 1994.
- [6] Haimann R.: Metaloznawstwo, cz. 1. PWr 2000.

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

Michał Stanclik, [michal.stanclik@pwr.edu.pl](mailto:michal.stanclik@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Wybrane zagadnienia mechaniki płynów</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Selected Problems on Fluid Mechanics
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0022
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0	1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	0,5	0,75	0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstaw mechaniki płynów, analizy matematycznej i algebry liniowej.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Przekazanie wiedzy dotyczącej pojęć związanych z zaawansowanymi zjawiskami hydrodynamicznymi zachodzącymi w przepływach technologicznych.
- C2 – Wyrobienie umiejętności rozwiązywania zadań związanych z zastosowaniami analizy wymiarowej, podobieństwa przepływów, zasad zachowania masy i pędu, równaniami dotyczącymi warstwy przyściennej. Interpretacja uzyskanych wyników.
- C3 – Zapoznanie z przykładowymi zastosowaniami omawianych problemów (przepływy w przewodach zamkniętych i przepływy otwarte) w oparciu o program FlowLab.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEK\_W01 – Posiada wiedzę z analizy wymiarowej i podobieństwa przepływów.
- PEK\_W02 – Zna podstawowe pojęcia kinematyki płynu.
- PEK\_W03 – Zna zastosowania zasady zachowania masy.
- PEK\_W04 – Zna zastosowania zasady zachowania pędu.
- PEK\_W05 – Zna podstawy teorii warstwy przyściennej. Opisuje warunki oderwania warstwy przyściennej.

Z zakresu umiejętności:

- PEK\_U01 – Korzystając z analizy wymiarowej znajduje zależności pomiędzy wielkościami fizycznymi.
- PEK\_U02 – Stosuje twierdzenie o przepływach podobnych. Posługuje się liczbami kryterialnymi.
- PEK\_U03 – Stosuje zasadę zachowania masy i równanie ciągłości.
- PEK\_U04 – Stosuje zasadę zachowania pędu do wyznaczania reakcji hydrodynamicznej.
- PEK\_U05 – Wyznacza wielkości charakteryzujące warstwę przyścienną. Stosuje wzór całkowy Karmana.
- PEK\_U06 – Wyznacza siłę oporu i współczynnik siły oporu.
- PEK\_U07 – Wykonuje podstawowe obliczenia w programie OpenFoam.
- PEK\_U08 – Interpretuje wyniki uzyskane z symulacji numerycznych..

<b>TREŚCI PROGRAMOWE</b>		
<b>Forma zajęć - wykład</b>		<b>Liczba godzin</b>
Wy1	Wprowadzenie do analizy wymiarowej. Twierdzenie Buckinghama. Przykłady.	2
Wy2	Podobieństwo przepływów. Twierdzenie Reynoldsa o przepływach podobnych.	2
Wy3	Kinematyka płynu.	2
Wy4	Równanie ruchu ośrodka ciągłego – zasada zachowania masy. Równanie ciągłości. Całkowa forma równania ciągłości. Zastosowania.	2
Wy5	Obliczanie reakcji hydrodynamicznej – zasada zachowania pędu.	2
Wy6	Teoria warstwy przyściennej. Równania Prandtla. Przybliżone metody rozwiązywania równań warstwy przyściennej – wzory całkowe von Karmana.	2
Wy7	Oderwanie warstwy przyściennej. Siła oporu na podstawie śladu aerodynamicznego.	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		<b>Liczba godzin</b>
Ćw1	Analiza wymiarowa, zastosowania twierdzenia Buckinghama. Zadania.	2
Ćw2	Podobieństwo przepływów. Liczby kryterialne. Zadania.	2
Ćw3	Kinematyka płynu. Zadania.	2
Ćw4	Zasada zachowania masy i równanie ciągłości. Zadania.	2
Ćw5	Zasada zachowania pędu – reakcja hydrodynamiczna. Zadania.	2
Ćw6	Teoria warstwy przyściennej. Równanie całkowe Karmana. Zadania.	2
Ćw7	Opływ ciał – siła oporu. Współczynnik siły oporu. Zadania.	2
Ćw8	Kolokwium zaliczeniowe.	1
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>Forma zajęć - laboratorium</b>		<b>Liczba godzin</b>
La1	Wprowadzenie do komputerowej mechaniki płynów. Omówienie kolejnych etapów zajęć oraz wykonywania sprawozdań. Prezentacja programu obliczeniowego OpenFOAM – zapoznanie się z jego interfejsem graficznym oraz możliwościami obliczeniowymi.	1
La2	Wprowadzenie do tematu siatek numerycznych, opisanie najistotniejszych parametrów generacji siatki numerycznej. Przybliżenie teorii prawa ściany oraz bezwymiarowej odległości ściany. Wykonanie symulacji „Opływ zewnętrzny profilu lotniczego NACA 0012” dla siatki numerycznej z pełnym odwzorowaniem lepkiej podwarstwy oraz dla siatki numerycznej odwzorowującej region buforowy.	2
La3	Modelowanie numeryczne zagadnienia „Opływ zewnętrzny profilu lotniczego NACA 0012”. Generacja siatek numerycznych o różnych wartościach bezwymiarowej odległości ściany $y^+$ w oprogramowaniu OpenFOAM. Wyjaśnienie pojęcia grubości pierwszej warstwy $y$ . Porównanie wyników z danymi eksperymentalnymi.	2
La4	Wprowadzenie do modeli turbulencji Spalart-Allmaras, $k-\omega$ , $k-\epsilon$ . Przedstawienie różnic i zastosowań. Szczegółowe porównanie modeli turbulencji znajdujących zastosowanie w lotnictwie. Porównanie wyników symulacji opartych na różnych modelach turbulencji z wynikami eksperymentalnymi.	2
La5	Objaśnienie plików tekstowych blockMesh i snappyHexMesh przy pomocy gui Helyx-OS. Przedstawienie możliwości gui Helyx-OS w kontekście generowania domeny obliczeniowej, importowania geometrii oraz opracowywania siatki numerycznej. Nadawanie warunków brzegowych poszczególnym ścianom. Wyjaśnienie zawartości wygenerowanych plików tekstowych.	2
La6	Kształtowanie przypadku obliczeniowego od podstaw na przykładzie profilu NACA 0012. Opracowywanie siatki przy pomocy meshera snappyHexMesh. Szczegółowy opis struktury plików w oprogramowaniu OpenFOAM. Ustawienie przypadku obliczeniowego od podstaw.	2
La7	Modelowanie numeryczne zagadnienia „Opływ zewnętrzny geometrii 3D – skrzydło prostokątne”. Wizualizacja turbulencji w oprogramowaniu ParaView, określenie wartości współczynników siły nośnej i siły oporu oraz krytycznego kąta natarcia przy pomocy pliku forceCoeffs. Przedstawienie możliwości sterowania ilością iteracji obliczeń numerycznych.	2
La8	Zajęcia odróbkowe, zaliczenie.	2
	Suma godzin	<b>15</b>

<b>STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE</b>
N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych.
N2. Ćwiczenia rachunkowe – rozwiązywanie zadań.
N3. Ćwiczenia rachunkowe – 15-minutowe sprawdziany pisemne.
N4. Laboratorium – przygotowanie sprawozdań.
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_W05	Kolokwium z całości materiału

### 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 – PEK_U06	Sprawdziany pisemne
F2	PEK_U01 – PEK_U06	Kolokwium z całości materiału
P = F1 lub P = F2		

### 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, F2, ... F6	PEK_U07 – PEK_U08	Ocena za sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych nr 2 7
$P=(F1+F2+F3+F4+F5+F6)/6$		Warunkiem zaliczenia jest aby wszystkie oceny formujące były ocenami pozytywnymi.

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Landau L.D., Lifsic E.M. *Hydrodynamika*, Warszawa, PWN, 1994.
- [2] Prosnak W.J., *Mechanika płynów*, Warszawa, PWN, 1971.
- [3] White F.M., *Fluid Mechanics*, Boston, McGraw-Hill Higher Education, 2008.
- [4] Cengel Y.A., Cimbala J.M., *Fluid Mechnics: fundamentals and applications*, Boston, McGraw-Hill Higher Education, 2006.
- [5] Jeżowiecka-Kabsch K., Szewczyk H., *Mechanika Płynów*, Wrocław, Oficyna Wydawnicza PWr., 2001.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Chorin A.J., Marsden J.E., *A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics*, Springer, 1979.
- [2] Streeter V.L., Wylie E.B., Bedford K.W., *Fluid Mechanics*, London, McGraw-Hill, 1998.
- [3] Orzechowski Zdzisław, Prywer Jerzy, Zarzycki Roman, *Mechanika płynów w inżynierii środowiska*, Warszawa WNT, 2001.
- [4] Gryboś Ryszard, *Podstawy Mechaniki Płynów*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 1998.
- [5] Burka E., Nałęcz T.J., *Mechanika płynów w zadaniach: teoria, zadania, rozwiązania*, Warszawa, PWN, 2002.

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

dr inż. Katarzyna Strzelecka, katarzyna.strzelecka@pwr.edu.pl



WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Wymienniki ciepła i wyparki</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Heat Exchangers and Evaporators
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria i aparatura procesowa
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień/stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/ specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0035
<b>Grupa kursów:</b>	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)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału prowadzącego (BU)	0,5		0,75		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Wiedza z zakresu termodynamiki,

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – Zaznajomienie z zasadami bilansowania, projektowania i wyboru wymienników ciepła.
- C2 – Zapoznanie z klasyfikacją, konstrukcją i ogólną charakterystyką aparatów do wymiany ciepła, .
- C3 – Przedstawienie problemów związanych z kompensacją wydłużeń cieplnych i z zasadami obliczeń wytrzymałościowych.
- C4 – Zapoznanie z zasadami bilansowania ciepła i masy w procesie zateżania roztworów
- C5 – Zaznajomienie z rozwiązaniami konstrukcyjnymi aparatów i instalacji do zateżania roztworów
- C6 – Wyrobienie umiejętności praktycznego wyznaczania współczynników wnikania i przenikania ciepła.
- C7 - Przygotowanie studentów do realizacji eksperymentów w zakresie badania wymienników ciepła

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU\_W01 – Zna zasady bilansowania wymienników ciepła.

PEU\_W02 – Rozumie istotę średniej różnicy temperatur.

PEU\_W03 – Zna rozwiązania konstrukcyjne aparatów do wymiany ciepła oraz aparatów wyparynych.

PEU\_W04 - Sporządza bilans masy i ciepła wyparek.

Z zakresu umiejętności:

PEU\_U01- potrafi doświadczalnie wyznaczyć współczynniki wnikania i przenikania ciepła dla zmiennych warunków ruchowych w procesach wymiany ciepła.

PEU\_U02- analizuje i porównuje wyniki eksperymentalne z wynikami obliczonymi teoretycznie.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura Podział wymienników ciepła. Charakterystyka nośników ciepła	2
Wy2	Średnia różnica temperatur wymiany ciepła	2
Wy3	Bilans wymiennika ciepła. Obliczanie wymienników ciepła	2
Wy4	Rozwiązania konstrukcyjne wymienników ciepła Kompensacja wydłużeń cieplnych	2
Wy5	Podstawowe pojęcia procesu odparowania.	2
Wy6	Klasyfikacja i rozwiązania konstrukcyjne wyparek.	2
Wy7	Obliczenia cieplne wyparek i baterii wyparynych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Zajęcia organizacyjne, warunki zaliczenia. Zapoznanie z zasadami bhp w laboratoriach badawczych. Zapoznanie z podstawową aparaturą wykorzystywaną w trakcie trwania kursu.	1
La2	Wnikanie ciepła przy podgrzewaniu cieczy w warunkach grawitacyjnego spływu filmowego po pionowej ścianie rury	2
La3	Wnikanie ciepła przy wrzeniu cieczy.	3
La4	Badanie płytowego wymiennika ciepła	3
La5	Wnikanie ciepła przy kondensacji par	3
La6	Wnikanie ciepła w warstwie fluidalnej	3
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej.

N2. Dyskusja dydaktyczna w ramach wykładu.

N3. Przygotowanie w formie sprawozdania.

N4. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych.

N5. 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_W04	Kolokwium

**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	PEU_U01 ÷ PEU_U02	wejściówka, odpowiedzi ustne
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U02	sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych
$P = (F1 + 2 \cdot F2) / 3$		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA****LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Hobler T., „Ruch ciepła i wymienniki”, WNT, Warszawa
- [2] Kubasiewicz A., „Wyparki. Konstrukcja i obliczanie”, WNT, Warszawa
- [3] Pikoń J., „Aparatura chemiczna”, PWN, Warszawa
- [4] Laboratorium Inżynierii Procesowej cz.I Przenoszenie pędu i procesy mechaniczne praca zbiorowa pod redakcją Danuty Beliny-Freundlich, Wrocław 1981.
- [5] Instrukcje do laboratorium

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Bałasiński H., „Aparatura przemysłu chemicznego”, WNT, Warszawa
- [2] Pawłowski K. F. i inni, „Przykłady i zadania z zakresu aparatury i inżynierii chemicznej”, WNT

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

Janusz Szymków, janusz.szymkow@pwr.wroc.pl

**WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY****KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Safety management in aviation
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i Budowa Maszyn Energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	Inżynieria Lotnicza
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	wybieralny/specjalnościowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0031
<b>Grupa kursów:</b>	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 (BK)	1				

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH****CELE PRZEDMIOTU**

- C1 – przedstawić czynniki wpływające na bezpieczeństwo lotu
- C2 – zaprezentować klasyfikację zdarzeń lotniczych oraz miary bezpieczeństwa lotniczego
- C3 – omówić procedury badania wypadków lotniczych
- C4 – przedstawić metody kształtowania bezpieczeństwa w lotnictwie

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – opisać czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo lotnicze

PEK\_W02 – wymienić czynniki wpływające na występowanie uszkodzeń

PEK\_W03 – wskazać miary bezpieczeństwa lotniczego

PEK\_W04 – dokonać klasyfikacji zdarzeń lotniczych

PEK\_W05 – objaśnić zadania komisji badania wypadków lotniczych oraz metodykę badania wypadku lotniczego

PEK\_W06 – wskazać metody kształtowania bezpieczeństwa lotniczego

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe pojęcia z zakresu bezpieczeństwa lotniczego	2
Wy2	Czynniki wpływające na fizyczne starzenie obiektów	2
Wy3	Niezawodność jako istotny czynnik bezpieczeństwa lotniczego	2
Wy4	Czynniki wpływające na bezpieczeństwo lotnicze	2
Wy5	Klasyfikacja zdarzeń lotniczych	2
Wy6	Miary bezpieczeństwa lotniczego	2
Wy7	Komisje badania wypadków lotniczych	2
Wy8	Badanie miejsca wypadku lotniczego	2
Wy9	Określanie parametrów lotu statku powietrznego	2
Wy10	Badania płatowca i silnika	2
Wy11	Badanie układów i wyposażenia statku powietrznego	2
Wy12	Określenie przyczyn wypadku lotniczego	2
Wy13	Przykłady badania wypadków lotniczych	2
Wy14	Kształtowanie poziomu bezpieczeństwa w lotnictwie	2
Wy15	Zaliczenie kursu	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład:

– tradycyjny z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej;

N2. Konsultacje

N3. Praca własna studentów:

– samodzielne studia;

– 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
P	PEK_W01 – W06	Kolokwium

## LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] Badanie wypadków i incydentów lotniczych. Urząd Lotnictwa Cywilnego 2004 r. Podstawy organizacji i metodyki badania wypadków lotniczych w lotnictwie cywilnym RP. Warszawa 2001 r.
- [2] Borgoń J., Jaźwiński J.: Modelowanie bezpieczeństwa w lotnictwie. WITWL, Warszawa 1997
- [3] Milkiewicz A. i inni: Podstawy organizacji i metodyki badania wypadków lotniczych w lotnictwie cywilnym RP. Główny Inspektorat Lotnictwa Cywilnego, Warszawa 2001
- [4] Nadzorowanie bezpieczeństwa lotów- podręcznik. Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego. Wydanie I-1999 r.

### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Lewitowicz J.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych. Tom 1, WITWL, Warszawa 2001 r.
- [2] Lewitowicz J., Kustroń K.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych. Tom 2, WITWL, Warszawa 2003 r.
- [3] Lewitowicz J.: Podstawy eksploatacji statków powietrznych. Tom 3, WITWL, Warszawa 2006 r.

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

Andrzej Gronczewski, andrzej.gronczewski@pwr.edu.pl

<b>WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY</b>	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
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	<b>3</b>				
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

<b>WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b>
Brak wymagań wstępnych

<b>CELE PRZEDMIOTU</b>
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 <sub>2</sub> 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	<b>30</b>

### 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](mailto:adam.swida@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

**KARTA PRZEDMIOTU**

<b>Nazwa przedmiotu w języku polskim:</b>	<b>Zintegrowane systemy produkcji</b>
<b>Nazwa przedmiotu w języku angielskim:</b>	Integrated Production Systems
<b>Kierunek studiów (jeśli dotyczy):</b>	Mechanika i budowa maszyn energetycznych
<b>Specjalność (jeśli dotyczy):</b>	
<b>Poziom i forma studiów:</b>	II stopień, stacjonarna
<b>Rodzaj przedmiotu:</b>	obowiązkowy
<b>Kod przedmiotu:</b>	W09MBE-SM0006
<b>Grupa kursów:</b>	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 udziału (BU)	0,5		1,5		

**WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH**

Znajomość podstawowych zagadnień związanych z procesami wytwarzania. Umiejętność posługiwania się systemem CATIA w zakresie generacji modeli parametrycznych oraz złożeń.

**CELE PRZEDMIOTU**

- C1 Zapoznanie studentów z CIM (Computer Integrated Manufacturing) - zintegrowanym środowiskiem wytwarzania.
- C2 Zaznajomienie studentów z kierunkami rozwoju takich technologii jak: CAD, CFD, MES, CAM, CAPP, MRP, ERP.
- C3 Przedstawienie metod tzw. Rapid Prototyping oraz tzw. Reverse Engineering.
- C4 Wyrobienie umiejętności integracji większości działań inżynierskich w ramach jednego systemu jakim jest CATIA.

### PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 - Zna podstawowe procesy wytwarzania i zasady ich integracji w ramach platformy informatycznej przedsiębiorstwa.

PEK\_W02 - Ma podstawową wiedzę z zakresu CAD, CAE, CAPP, CAM.

PEK\_W03 - Zna metody szybkiego prototypowania oraz inżynierii odwrotnej.

Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Umie opracować kompletny projekt części maszyny w jednym, zintegrowanym pakiecie CATIA od etapu koncepcji do symulacji procesu wytwarzania z wykorzystaniem MES i CAM.

PEK\_U02 - Potrafi korzystać z internetowych zasobów wiedzy w celu selekcji i pozyskania modeli części maszyn oraz potrafi przygotować spójną prezentację, dotyczącą realizowanego projektu.

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do zajęć. Istota CIM.	2
Wy2	Przegląd technik wytwarzania.	2
Wy3	Wprowadzenie do CAD.	2
Wy4	Wprowadzenie do MES	2
Wy5	Wprowadzenie do CFD.	2
Wy6	Wstęp do CAM i CNC	2
Wy7	Rapid prototyping. Inżynieria odwrotna	2
Wy8	Zaliczenie	1
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Sprawy organizacyjne. Wydanie tematów.	2
La2	Wykonanie niezbędnych obliczeń. Opracowanie niezbędnych arkuszy obliczeniowych.	2
La3	Wykonanie niezbędnych obliczeń. Opracowanie niezbędnych arkuszy obliczeniowych.	2
La4	Wykonanie niezbędnych obliczeń. Opracowanie niezbędnych arkuszy obliczeniowych.	2
La5	Wykonanie niezbędnych modeli parametrycznych w systemie CATIA oraz ich integracja z arkuszami obliczeniowymi.	2
La6	Wykonanie niezbędnych modeli parametrycznych w systemie CATIA oraz ich integracja z arkuszami obliczeniowymi.	2
La7	Wykonanie niezbędnych modeli parametrycznych w systemie CATIA oraz ich integracja z arkuszami obliczeniowymi.	2
La8	Wykonanie niezbędnych obliczeń MES w systemie CATIA oraz optymalizacja projektowanych części.	2
La9	Wykonanie niezbędnych obliczeń MES w systemie CATIA oraz optymalizacja projektowanych części.	2
La10	Wykonanie niezbędnych obliczeń MES w systemie CATIA oraz optymalizacja projektowanych części.	2
La11	Wykonanie dokumentacji technicznej w systemie CATIA.	2
La12	Wykonanie dokumentacji technicznej w systemie CATIA.	2
La13	Opracowanie procesu technologicznego wybranej części oraz zapoznanie	2

	się z modułem CAM systemu CATIA.	
La14	Opracowanie procesu technologicznego wybranej części oraz zapoznanie się z modułem CAM systemu CATIA.	2
La15	Prezentacja wyników oraz obrona projektu.	2
	Suma godzin	<b>30</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. Wykład informacyjny z wykorzystaniem technologii multimedialnych.  
 N2. Wprowadzenia do zajęć laboratoryjnych.  
 N3. Przygotowanie w formie prezentacji wyników pracy.  
 N4. Konsultacje.  
 N5. Praca własna - przygotowanie do 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	Praca semestralna
P (laboratorium)	PEK_U01 ÷ PEK_U02	Prezentacja i obrona projektu

### LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

#### **LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [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.

#### **LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [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.

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

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

