

PROGRAM STUDIÓW

WYDZIAŁ: **Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wydział Mechaniczny**

KIERUNEK STUDIÓW: **Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego**

Przyporządkowany do dyscypliny: **D1 Inżynieria lądowa i transport (dyscyplina wiodąca)**

D2 Inżynieria mechaniczna

~~D3*~~

~~D4*~~

POZIOM KSZTAŁCENIA: ~~studia pierwszego stopnia (licencjackie / inżynierskie)~~ / **drugiego stopnia / jednolite magisterskie***

FORMA STUDIÓW: **stacjonarna / niestacjonarna***

PROFIL: **ogólnoakademicki / praktyczny ***

JĘZYK PROWADZENIA STUDIÓW: **angielski**

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

*niepotrzebne skreślić

ZAKŁADANE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Wydział: Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: ZAAWANSOWANA MECHANIKA CIAŁA STAŁEGO

Poziom studiów: studia drugiego stopnia

Profil: ogólnoakademicki

Umiejscowienie kierunku

Dziedzina nauki: dziedzina nauk inżyneryjno-technicznych

Dyscyplina/dyscypliny w przypadku kilku dyscyplin proszę wskazać dyscyplinę wiodącą)

Inżynieria lądowa i transport - wiodąca

Objaśnienie oznaczeń:

P6U – charakterystyki uniwersalne odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia - 6 poziom PRK*

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

P6S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach pierwszego stopnia studiów - 6 poziom PRK *

P7S – charakterystyki drugiego stopnia odpowiadające kształceniu na studiach drugiego stopnia/ jednolitych magisterskich – 7 poziom PRK*

W – kategoria „wiedza”

U – kategoria „umiejętności”

K – kategoria „kompetencje społeczne”

K(symbol kierunku)_W1, K(symbol kierunku)_W2, K(symbol kierunku)_W3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „wiedza”

K(symbol kierunku)_U1, K(symbol kierunku)_U2, K(symbol kierunku)_U3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „umiejętności”

K(symbol kierunku)_K1, K(symbol kierunku)_K2, K(symbol kierunku)_K3, ...- efekty kierunkowe dot. kategorii „kompetencje społeczne”

...._inż – efekty uczenia się umożliwiające uzyskanie kompetencji inżynierskich

Uwaga: efekty z kodem U są uzyskiwane wyłącznie na zajęciach o charakterze praktycznym.

Symbol kierunkowych efektów uczenia się	Opis efektów uczenia się dla kierunku studiów ZAAWANSOWANA MECHANIKA CIAŁA STAŁEGO 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 poziomach 6/7* PRK	Charakterystyki dla kwalifikacji na poziomach 6 i 7 PRK, umożliwiającących uzyskanie kompetencji inżynierskich
WIEDZA (W)				
K2/10_W01	posiada wiedzę z zakresu matematyki niezbędną do opisu i analizy ciał stałych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W02	posiada niezbędną wiedzę teoretyczną oraz podstawy metod numerycznych do modelowania i analizy konstrukcji inżynierskich i mechanicznych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W03	zna zaawansowane zagadnienia z mechaniki teoretycznej i konstrukcji	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W04	posiada niezbędną wiedzę w zakresie mechaniki konstytutywnej i opisu matematycznego związanego z problemami mechaniki i konstrukcji.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W05	posiada ugruntowaną wiedzę w zakresie teoretycznych podstawach praw konstytutywnych.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W06	posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie dynamiki i drgań związanych z mechaniką i inżynierią konstrukcji.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W07	zna klasyfikację i zakres zastosowań programów komputerowych wspomagających analizę i projektowanie	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W08	zna zasady modelowania konstrukcji, analizy i projektowania układów konstrukcyjnych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W09	posiada niezbędną wiedzę dotyczącą interakcji konstrukcji ze środowiskiem	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W10	zna normy, wytyczne i przepisy dotyczące projektowania konstrukcji	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INZ
K2/10_W11	zna aktualnie stosowane, nowoczesne materiały budowlane oraz podstawowe komponenty i technologię produkcji	P7U_W	P7S_WG, P7S_WK	P7S_WG_INZ, P7S_WK_INZ
K2/10_W12	zna charakterystykę analizy i optymalizacji konstrukcji oraz projektowania skomplikowanych układów konstrukcyjnych	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W13	zna metody rozwiązywania problemów z zakresu teorii materiałów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W14	posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą właściwości konstrukcyjnych do projektowania materiałów i wyrobów.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W15	zna podstawy i filozofię projektowania nowoczesnych materiałów inżynierskich.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INZ
K2/10_W16	posiada rozszerzoną wiedzę z zakresu modelowania systemów	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
UMIEJĘTNOŚCI (U)				
K2/10_U01	potrafi posługiwać się zaawansowanymi narzędziami specjalistycznymi wspomagającymi proces projektowania związanymi z dyscypliną inżynieria lądowa i transport oraz inżynieria mechaniczna	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ

K2/10_U02	posiada umiejętność rozwiązywania problemów inżynierskich z wykorzystaniem narzędzi analitycznych lub numerycznych; umie wykorzystywać technologie informatyczne do komunikacji oraz potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi wspomagającymi procesy modelowania i projektowania	P7U_U	P7S_UW	
K2/10_U03	umie ustalić kierunki dalszego kształcenia i postępować zgodnie z procesem samokształcenia	P7U_U	P7S_UK, P7S_UU	
K2/10_U04	potrafi posługiwać się zaawansowanymi metodami mechaniki i teorii konstrukcji	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U05	potrafi krytycznie ocenić wyniki analizy numerycznej	P7U_U	P7S_UW , P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U06	potrafi przygotować graficzną dokumentację projektową	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U07	umie oceniać zagrożenia związane z realizacją projektów i wdrażać odpowiednie zasady bezpieczeństwa, potrafi opracować normy, standardy pracy i jakości	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK, P7S_UO, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U08	rozumie sposoby rozwiązywania złożonych pojęć z zakresu wybranych działów matematyki, będących podstawą zaawansowanych metod analizy konstrukcji	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U09	potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty laboratoryjne prowadzące do oceny jakości stosowanych materiałów, a także oceny wytrzymałości	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U10	potrafi pozyskiwać i wykorzystywać informacje z literatury, baz danych i innych dostępnych źródeł do działalności inżynierskiej w zakresie projektowania, eksploatacji maszyn i technik wytwarzania	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U11	jest w stanie przygotować prezentację na wybrany temat	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK	P7S_UW_INZ
K2/10_U12	umie dokonać doboru materiałów i opracować założenia projektowe na podstawie wymagań eksploatacyjnych elementów konstrukcyjnych lub zespołów maszyn i urządzeń	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U13	potrafi, zgodnie z zasadami naukowymi, wykorzystując wiedzę naukową, formułować i rozwijać prace wstępne o charakterze badawczym prowadzące do rozwiązywania problemów inżynierskich, technologicznych oraz organizacyjnych	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U14	potrafi zaplanować, przygotować i przeprowadzić badania oraz opracować wyniki pracy badawczej	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK , P7S_UU	P7S_UW_INZ
KOMPETENCJE SPOŁECZNE (K)				
K2/10_K01	rozumie potrzebę ciągłego doskonalenia kompetencji zawodowych i osobistych; w formie edukacji formalnej lub nieformalnej uzupełnia i poszerza wiedzę w zakresie nowoczesnych procesów i technologii związanych z inżynierią lądową i transportem oraz budową maszyn	P7U_K	P7S_KK	
K2/10_K02	uświadamia sobie znaczenie i rozumie pozatechniczne aspekty oraz konsekwencje działalności inżynierskiej, a zwłaszcza jej wpływ na środowisko	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO	

	przyrodnicze oraz związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje			
K2/10_K03	potrafi pracować samodzielnie i współpracować w grupie przy wykonywaniu powierzonych zadań; jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo pracy swojej i swojego zespołu	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO	
K2/10_K04	jest świadomy znaczenia profesjonalnego zachowania i przestrzega kodeksu etycznego; prawidłowo identyfikuje i rozwiązuje dylematy związane z wykonywaniem zawodu; potrafi określić priorytety, które pomagają w realizacji zadania postawionego przez siebie lub innych	P7U_K	P7S_KO, P7S_KR	
K2/10_K05	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy	P7U_K	P7S_KO	
K2/10_K06	zdaje sobie sprawę ze społecznej roli absolwentów uczelni technicznych, a zwłaszcza rozumie potrzebę dzielenia się informacjami ze społeczeństwem, np. za pośrednictwem środków masowego przekazu, na temat osiągnięć w inżynierii środowiska i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje próby zrozumiałego dzielenia się takimi informacjami i opiniami, uzasadniając różne punkty widzenia.	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR	
K2/10_K07	nabywa dbałości o styl języka i estetykę wykonywanej pracy, w tym projektów i raportów	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR	

OPIS PROGRAMU STUDIÓW

WYDZIAŁ: Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wydział Mechaniczny

KIERUNEK: *Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego*

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Inżynieria Materiałowa (MMA), Mechanika Konstrukcji (MST)

JĘZYK STUDIÓW: angielski

OBOWIAZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

1. Opis ogólny

1.1. Liczba semestrów:	4
1.2. Całkowita liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów na danym poziomie:	120
1.3. Łączna liczba godzin zajęć:	
Inżynieria Materiałowa (MMA)	1022
Mechanika Konstrukcji (MST)	1022
1.4. Wymagania wstępne (w szczególności w przypadku studiów II stopnia): Kandydat na studia drugiego stopnia na kierunku Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego na Politechnice Wrocławskiej we Wrocławiu musi posiadać kwalifikacje uzyskane na w ramach studiów pierwszego stopnia w dziedzinie nauk ścisłych lub technicznych o minimalnej liczbie 180 ECTS lub równoważny stopień naukowy pierwszego stopnia uzyskany w uznanej uczelni międzynarodowej. Kandydat powinien posiadać kompetencje do kontynuowania kształcenia na studiach drugiego stopnia na tym kierunku. Kandydaci ubiegający się o przyjęcie na studia drugiego stopnia na kierunku Advanced Solid Mechanics muszą: <ul style="list-style-type: none"> - posiadać wiedzę z wybranych dziedzin matematyki i fizyki pozwalającą na zrozumienie fizycznych podstaw konstrukcji oraz formułowanie i rozwiązywanie prostych problemów z zakresu inżynierii lądowej i mechanicznej; - posiadać wiedzę z zakresu chemii umożliwiającą zrozumienie podstaw właściwości chemicznych materiałów stosowanych w inżynierii lądowej i mechanicznej; - umieć czytać i rozumieć rysunki architektoniczne, konstrukcyjne, geodezyjne i mechaniczne oraz sporządzać właściwą dokumentację projektową w środowisku graficznym na wybranym oprogramowaniu CAD; - posiadać wiedzę i kompetencje w zakresie mechaniki konstrukcji i wytrzymałości materiałów; - posiadać wiedzę i umiejętność stosowania zasad mechaniki budowli i analizy konstrukcji prętowych w zakresie statyki, dynamiki i stateczności; - umieć stosować odpowiednie modele obliczeniowe i przeprowadzać analizy mechaniki budowli oraz analizy mechaniczne prostych konstrukcji; - posiadać umiejętności w zakresie interpretacji, prezentacji i dokumentacji prostych eksperymentów, a także w zakresie prezentacji i dokumentacji wyników realizacji zadania o charakterze projektowym. Zasady sprawdzania kompetencji kandydatów określają stosowne uchwały rady wydziału.	
1.5. Tytuł zawodowy nadawany po zakończeniu studiów:	magister inżynier

1.6. Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia:

Po ukończeniu studiów drugiego stopnia na kierunku Zaawansowana mechanika iała stałego absolwent, wykorzystując nabytą wiedzę i umiejętności, jest przygotowany do podejmowania decyzji dotyczących właściwego stosowania materiałów, projektowania konstrukcji i przedsięwzięć budowlanych. Zna aktualne trendy w projektowaniu i realizacji inwestycji budowlanych. Posługuje się zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Potrafi projektować budynki, zna zasady mechaniki budowli oraz potrafi formułować, tworzyć, a następnie wykorzystywać odpowiednie modele obliczeniowe złożonych konstrukcji inżynierskich. Potrafi sporządzać i czytać rysunki techniczne, rozpoznawać dokumentację geodezyjną i kartograficzną oraz kierować robotami budowlanymi. Jest w stanie formułować i rozwiązywać nowe problemy inżynierskie, techniczne i organizacyjne związane z inżynierią lądową i mechaniczną. Potrafi posługiwać się nowoczesnymi technikami wspomaganie komputerowego w procesie projektowania. Potrafi krytycznie dobierać argumenty uzasadniające podejmowanie decyzji zbiorowych związanych z realizacją zadań z zakresu inżynierii lądowej i wodnej. Potrafi formułować i publikować raporty dotyczące postępu prowadzonych prac. Potrafi rozwiązywać złożone problemy, w tym stosować metody samodzielnej obserwacji, pomiarów i modelowania. Potrafi pracować w zespole i nadzorować jego pracę. Jest odpowiedzialny za bezpieczeństwo nadzorowanego zespołu. Ma świadomość konieczności doskonalenia swoich kompetencji zawodowych i osobistych. Postępuje zgodnie z zasadami etyki. Zna i stosuje zasady prawa budowlanego. Posiada umiejętności językowe w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych właściwych dla studiowanego kierunku studiów oraz wymagania dla poziomu B+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego. Jest przygotowany do kontynuowania kształcenia w szkole doktorskiej. Absolwent potrafi: rozwiązywać złożone problemy projektowe, organizacyjne i technologiczne, formułować i realizować programy badawcze, prowadzić projekty o zasięgu międzynarodowym, kontynuować kształcenie i uczestniczyć w badaniach i dyscyplinach bezpośrednio związanych z inżynierią lądową i mechaniczną, stale aktualizować swoje kwalifikacje i wiedzę, a także zarządzać dużymi grupami ludzi. Absolwenci posiadają kwalifikacje do podjęcia pracy w: biurach konstrukcyjno-projektowych, przedsiębiorstwach wykonawczych, instytutach badawczych i ośrodkach rozwojowych, a także instytucjach doradczych upowszechniających wiedzę z zakresu inżynierii lądowej i mechanicznej. Ponadto, absolwenci każdej specjalności uzyskują dodatkowe, rozszerzone kompetencje, nawiązujące do efektów uczenia się danej specjalności.

Absolwent specjalności Inżynieria Materiałów posiada wzbogaconą wiedzę i zaawansowane umiejętności, w tym: potrafi analizować i rozwiązywać problemy matematyczne z zakresu analizy funkcjonalnej, macierzy modalnej dla dyskretnych układów liniowych oraz zasady pracy wirtualnej; stosując zaawansowane techniki obliczeniowe, w tym analizy symulacyjne i dynamiczne, oblicza grupy kinematyki i dynamiki mechanizmów; potrafi oszacować podstawowe parametry mechaniki pęknięcia oraz wykorzystać metody eksperymentalne do prognozowania trwałości zmęczeniowej; posiada umiejętność projektowania materiałów przez wybrane komponenty obiektów w zakresie problemów ogólnobudowlanych oraz prowadzenia badań komponentów; rozumie i wykorzystuje zaawansowane metody badania różnic pomiędzy właściwościami nanomateriałów i nanostruktur.

Absolwent specjalności Mechanika Konstrukcji posiada wzbogaconą wiedzę i zaawansowane umiejętności projektowe, w tym: posiada umiejętność analizowania i rozwiązywania problemów matematycznych z zakresu analizy funkcjonalnej, analizy niezawodnościowej i problemów optymalizacyjnych; potrafi stosować zaawansowane techniki obliczeniowe, w tym optymalizacyjne, do modelowania i obliczania konstrukcji; potrafi projektować wybrane elementy konstrukcji geotechnicznych z uwzględnieniem problemów zmienności gruntu; potrafi projektować i badać komponenty i materiały; potrafi projektować wybrane elementy obiektów z uwzględnieniem problemów budownictwa ogólnego; potrafi formułować i posiada umiejętność rozwiązywania zadań związanych z wybranymi zagadnieniami teoretycznymi do procesu projektowania.

1.7. Możliwość kontynuacji studiów:

możliwość ubiegania się o przyjęcie do szkoły doktorskiej, studia podyplomowe

1.8. Wskazanie związku z misją Uczelni i strategią jej rozwoju:

Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego na studiach drugiego stopnia ze specjalnościami realizowanymi na studiach stacjonarnych: Mechanika Konstrukcji i Inżynieria Materiałów (prowadzone w języku angielskim), prowadzone są zgodnie z misją i strategią rozwoju Politechniki Wrocławskiej. Studia na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego oraz Wydziale Mechanicznym są ściśle związane z pracami naukowo-badawczymi prowadzonymi na obu wydziałach przez katedry i zakłady.

2. Opis szczegółowy

2.1. Całkowita liczba efektów uczenia się w programie studiów:				
kierunkowe	W (wiedza) =	U (umiejętności) =	K (kompetencje) =	W + U + K =
	16	14	7	37
2.2. Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – liczba efektów uczenia się przypisana do dyscypliny:				
D1 Inżynieria lądowa i transport (wiodąca), (liczba ta musi być większa od połowy całkowitej liczby efektów uczenia się)				36
D2 - Inżynieria mechaniczna				32
D3 -				
D4 -				
2.3. Dla kierunku studiów przyporządkowanego do więcej niż jednej dyscypliny – procentowy udział liczby punktów ECTS dla każdej z dyscyplin:				
D1 Inżynieria lądowa i transport (wiodąca)			% punktów ECTS:	54.9%
D2 - Inżynieria mechaniczna				45.1%
D3 -				
D4 -				
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 - DN (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 2.1):				120
2.4b. Dla kierunku studiów o profilu praktycznym - liczba punktów ECTS przypisana zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne (musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 2.1):				-
2.5. Zwięzła analiza zgodności zakładanych efektów uczenia się z potrzebami rynku pracy				
Program kształcenia ma na celu kompleksowe przygotowanie wysoko wykwalifikowanej inżynierskiej kadry technicznej w szeroko pojętej dziedzinie inżynierii lądowej i mechanicznej. Dzięki elastyczności ścieżek mobilności studenci mają autonomię w kształtowaniu procesu kształcenia, co korzystnie wpływa na ich karierę zawodową. Uniwersalna wiedza podstawowa umożliwia absolwentom elastyczne dostosowanie się do zmieniających się potrzeb rynku pracy. Każda ze specjalności (Mechanika Konstrukcji i Inżynieria Materiałów) przygotowuje absolwentów do pracy badawczej i naukowej, a także daje możliwość nawiązania współpracy z międzynarodowymi firmami budowlanymi. Podstawą wszystkich specjalności jest wiedza i umiejętności, które umożliwiają absolwentom uzyskanie odpowiednich kwalifikacji zawodowych.				
2.6. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia i studentów (wpisać sumę punktów ECTS dla kursów/ grup kursów oznaczonych kodem BU1, przy czym dla studiów stacjonarnych liczba ta musi być większa niż 50 % całkowitej liczby punktów ECTS z p. 1.2)				
Inżynieria Materiałowa (MMA)				63.1
Mechanika Konstrukcji (MST)				62.5
2.7. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych				

<i>Liczba punktów ECTS z przedmiotów obowiązkowych:</i>	10
<i>Liczba punktów ECTS z przedmiotów wybieralnych:</i>	0
<i>Łączna liczba punktów ECTS:</i>	10
2.8. Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć o charakterze praktycznym, w tym zajęć laboratoryjnych i projektowych (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem P)	
<i>Inżynieria Materiałowa (MMA)</i>	61.6
<i>Mechanika Konstrukcji (MST)</i>	61.8
2.9. Minimalna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać, realizując bloki kształcenia oferowane na zajęciach ogólnouczeniowych lub na innym kierunku studiów (wpisać sumę punktów ECTS kursów/grup kursów oznaczonych kodem O):	
	10
2.10. Łączna liczba punktów ECTS, którą student może uzyskać, realizując bloki wybieralne (min. 30 % całkowitej liczby punktów ECTS):	
	60

3. Opis procesu prowadzącego do uzyskania efektów uczenia się:

W procesie uzyskania wymaganego zasobu wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych uzyskanych w procesie uczenia się uwzględnia się następujące elementy:

- *różne przedmioty wraz z uwzględnieniem przypisanymi punktów ECTS dla różnych form dydaktycznych,*
- *przedmioty obejmują określone treści tematyczne, realizowane w formie zajęć dydaktycznych, w szczególności w formie wykładu, laboratorium, ćwiczeń, seminarium, praktyki określonych w programie studiów; w skład przedmiotu może wchodzić więcej niż jedna forma zajęć; przedmiot lub grupa przedmiotów może stanowić moduł, dla którego przypisano w programie studiów zakładane efekty uczenia się,*
- *efekty uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych z dostosowaniem kierunku budownictwo WBLiW PWr (dla profilu ogólnoakademickiego) do Charakterystyki Polskiej Ramy Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego,*
- *plan studiów uwzględniający różne specjalności oraz przedmioty obowiązkowe i wybieralne, a także przedmioty z zakresu kształcenia ogólnego, nauk podstawowych, kierunkowych i specjalnościowych,*
- *różne formy weryfikacji i oceny osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów uczenia się (egzaminy, zaliczenia).*

Proces prowadzący do uzyskania efektów uczenia się obejmuje:

- *uczestnictwo studentów w zajęciach zorganizowanych, które zgodnie z Regulaminem studiów jest obowiązkowe. Zajęcia mogą odbywać się w formie tradycyjnej, zdalnej-synchronicznej oraz mieszanej z wykorzystaniem zalecanych przez Uczelnię narzędzi elektronicznych do nauczania na odległość;*
- *korzystanie przez studentów z konsultacji z Prowadzącymi zajęcia, które są przeprowadzane poza terminami zajęć w formie tradycyjnej oraz zdalnej (nie przekraczającej 50% czasu przeznaczanego na konsultacje). Wymiar godzin konsultacji jest określany zgodnie z obowiązującym Zarządzeniem Wewnętrznym. Zestawienie terminów konsultacji są zamieszczane na stronie wydziałowej;*
- *pracę własną studentów, która obejmuje:*
 - *studiowanie zaleconej przez Prowadzących literatury oraz udostępnionych materiałów dydaktycznych,*
 - *opracowywanie projektów, sprawozdań i innych form wymaganych opracowań,*
 - *przygotowywanie się do zajęć oraz do zaliczeń, kolokwium i egzaminów;*

Dla wszystkich przedmiotów (kursów) przypisanych do programu studiów zostały opracowane karty przedmiotu. W każdej z nich są podane efekty uczenia się właściwe dla tego przedmiotu (kursu). Studenci realizując i zaliczając kursy przypisane do programu studiów jednocześnie potwierdzają uzyskanie efektów uczenia się z zakresu nabytej wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, przypisanych do danego przedmiotu (kursu). Realizacja przez studenta wszystkich przedmiotów (kursów) przypisanych do programu studiów oznacza osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się określonych w programie studiów.

Karty przedmiotów, przypisane do nich efekty uczenia się oraz stosowane przez Prowadzących metody oceny ich osiągnięcia są kontrolowane, oceniane i weryfikowane przez:

- *Wydziałową Komisję ds. Oceny i Zapewnienia Jakości Kształcenia,*
- *Wydziałowe Komisje Programowe,*
- *Prodziekana ds. Dydaktyki, przeprowadzającego w każdym semestrze ankietyzację Prowadzących w zakresie stosowanych metod i narzędzi weryfikacji osiągnięcia przez studentów efektów uczenia się.*

4. Lista bloków zajęć:

Oznaczenia:

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

CNPS – całkowity nakład pracy studenta; ZZU – zajęcia zorganizowane; 1 ECTS = 30 h NPS

Uwaga: efekty z kodem U są uzyskiwane wyłącznie na zajęciach o charakterze praktycznym.

Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego (ASM) -lista bloków dla:

Mechanika Konstrukcji (MST)

Inżynieria Materiałowa (MMA)

4.1. Lista bloków zajęć obowiązkowych

4.1.2. Lista bloków z zakresu nauk podstawowych

4.1.2.1. Blok *Matematyka*

(min. 5 ECTS)

L.p.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dział. Nauk ⁵	o char. praktycz. p ⁶	rodzaj ⁷	typ
1		Mathematical Tools for Engineering	1.33333					K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	20	60	2	2	1.0	T, Z	Z	O	2		PD	Ob.
				1.3333					20	60	2	2	1.3	T, Z	Z	O	2	1.3	PD	Ob.
					0.667				10	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	0.7	PD	Ob.
		Razem	1.33333	1.3333	0.667	0	0		50	150	5	5	3.0				5	2		

4.1.2.2. Blok Numerical Methods

(min. 5 ECTS)

L.p.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dzial. Nauk ⁵	o char. praktycz. P ⁶	rodzaj ⁷	typ
1		Numerical Methods in Engineering	1.06667					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.8	T, Z	Z	O	2		PD	Ob.
				1.0667					16	30	1	1	0.8	T, Z	Z	O	1	0.6	PD	Ob.
						1.2			18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	PD	Ob.
		Razem	1.06667	1.0667	0	1.2	0		50	150	5	5	2.7				5	1.3		

Razem dla bloków obowiązkowych kształcenia podstawowego:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
2.4	2.4	0.667	1.2	0	100	300	10	10	5.7

Liczba punktów ECTS zajęć P
3,3

4.1.3. Lista bloków kierunkowych

L.p.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów				
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dzial. Nauk ⁵	o char. praktycz. p ⁶	rodzaj ⁷	typ
1		Continuum Mechanics	1.06667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2		K	Ob.
				1.6					24	60	2	2	1.6	T, Z	Z		2	1.3	K	Ob.
					0.533				8	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.
2		Constitutive Laws	1.46667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	22	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2		K	Ob.
				1.2					18	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	0.4	K	Ob.
					0.6667				10	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.
3		Dynamics and Vibrations	1.06667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K	Ob.
				0.9333					14	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	0.7	K	Ob.
						1.2			18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	K	Ob.
4		Experimental Mechanics	0.8					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	12	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1		K	Ob.
				0.5333					8	30	1	1	0.5	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
					0.8				12	60	2	2	0.8	T, Z	Z		2	1.3	K	Ob.
						1.6			24	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.
5	ASB000152	Functional Analysis - Applications To Boundary Value Problems (CE) Analiza funkcjonalna – zastosowania do problemów wartości brzegowych	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	E		3		K	Ob.
				2					30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	K	Ob.
6	ASM003002	Analytical Mechanics (ME) Mechanika Analityczna	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	30	60	2	2	1.6	T, Z	E		2		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	2	K	Ob.
					1					15	60	2	2	1.1		Z		2	2	K
7	ASM003006	Modeling of Multibody Systems (ME) Modelowanie układów wielczłonowych				4		K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	60	150	5	5	3.6	T, Z	Z		5	3	K	Ob.
8	ASM003003	Design of Engineering Materials (ME) Projektowanie Materiałów Inżynierskich	2					K2/10_W01, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
						2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1	K	Ob.
9	ASB000252	Probabilistic Methods in Engineering (CE) Metody probabilistyczne w inżynierii	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
							1			15	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K
10	ASB000352	Artificial Intelligence in Engineering (CE) Sztuczna inteligencja w inżynierii	2					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01,	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.

				2			K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	2	K	Ob.
		Razem	14.4	8.2667	4.333	9.4667	1	562	1500	50	50	31.5				50	19.5		

4.2. Lista bloków wybieralnych

4.2.4. Lista bloków specjalnościowych

Specjalność **Mechanika Konstrukcji (MST)**

L.p.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącзна	zajęc DN ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴	zw. z dzial. Nauk ⁵	o char. praktycz. P ⁶	rodzaj ⁷	typ	
1	ASB030553	Risk Assessment in Geotechnics - Implementation of Random Field Theory (CE) Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych	3					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	45	90	3	3	2.3	T, Z	Z		3		S	Ob.	
					1				15	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.	
2	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
					2					30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
3	ASB030653	Advanced Geoenvironmental Engineering (CE) Zaawansowana Geoinżynieria	2					K2/10_W04, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1		S	Ob.	
							1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
								1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1.2	S
4	ASM003004	Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
					1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
						1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S
5	ASB030753	Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE) Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe	2					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
								2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S
6	ASB030853	Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE) Zaawansowana Mechanika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem	2					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
								2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S
7	ASB029954	Master thesis (MSc)								900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	S	Ob.	
		Razem	13	1	6	1	3		360	1800	60	60	25.9				60	38.8			

Specjalność Inżynieria Materiałowa (MMA)

L.p.	Kod kursu / grupy kursów	Nazwa kursu / grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego 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 ⁵	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ¹	zw. z dzial. Nauk ⁵	o char. praktycz. P ⁶	rodzaj ⁷	typ
1	ASB020553	Laboratory Identification of Composite Microstructure Properties (CE) Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów	1					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1		S	Ob.
					2				30	90	3	3	2.2	T, Z	Z		3	2	S	Ob.
							1			15	30	1		0.9	T, Z	Z				S
2	ASM003001	Advanced Nano-Materials (ME) Zaawansowane nanomateriały	2				K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
					2				30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
								2		30	30	1	1	1.0				1	1	S
3	ASM003007	Reliability and Maintenance Theory and Engineering (ME) Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji	2				K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
						1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
4	ASM003004	Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2				K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
					1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
						1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S
5	ASM003005	Inventive Engineering (ME) Inżynieria wynalazczości	2				K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2		S	Ob.	
						1			15	90	3	3	0.9	T, Z	Z		3	1	S	Ob.
6	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2				K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
						2			30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
7	ASB029954	Master thesis (MSc)							900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	S	Ob.	
Razem			11	1	7	4	1	360	1800	60	59	25.3				59	39			

4.3. Blok praktyk

nie dotyczy	-
-------------	---

4.4. Blok praca dyplomowa (uchwała Rady Wydziału w sprawie regulaminów realizacji prac dyplomowych oraz dyplomowania KSIĘGA PROCEDUR na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Procedura dyplomowania Pr 8/4. Zatwierdzona przez Dziekana Wydziału BLiW PWr w dniu 22.09.2020

Typ pracy dyplomowej	magisterska	
Liczba semestrów pracy dyplomowej	Liczba punktów ECTS	Kod
1	30	ASB029954
Charakter pracy dyplomowej		
Praca dyplomowa magisterska realizowana na studiach II stopnia może być studialna, studialno-projektowa lub eksperymentalno-projektowa. Powinna ona wykazać umiejętności dyplomanta nabyte w czasie studiów, jej zakres nie powinien wykraczać poza zagadnienia zawarte w programach poszczególnych przedmiotów, zarówno kierunkowych, jak i specjalnościowych z uwzględnieniem zagadnień zawartych w efektach uczenia się dla studiów I stopnia.		
Liczba punktów ECTS BU ¹	7	
Liczba punktów ECTS DN ⁵	30	

5. Sposób weryfikacji zakładanych efektów kształcenia

Typ zajęć	Sposoby weryfikacji zakładanych efektów kształcenia
wykład	np. egzamin, kolokwium
ćwiczenia	np. test, kolokwium, prezentacja
laboratorium	np. wejściówka, sprawozdanie z laboratorium, prezentacja
projekt	np. obrona projektu
seminarium	np. udział w dyskusji, prezentacja tematu, esej
praktyka	np. raport z praktyki
praca dyplomowa	przygotowana praca dyplomowa, obrona, egzamin dyplomowy

6. Zakres egzaminu dyplomowego

Ogólne zasady organizowania i przebiegu egzaminu dyplomowego określa §25 Regulaminu studiów wyższych w Politechnice Wrocławskiej. Szczegółowe zasady dotyczące organizacji, przebiegu oraz zakresu egzaminu dyplomowego na kierunku budownictwo określa wydziałowa procedura dyplomowania zamieszczona na stronie wydziałowej.

Egzamin składa się z dwóch części:

- a) przedstawienie tematyki pracy dyplomowej, metod jej realizacji i uzyskanych wyników oraz obrona pracy dyplomowej poprzez udzielenie przez studenta odpowiedzi (ustnej lub rysunkowej) na ustne pytania członków Komisji Egzaminów Dyplomowych zadawane w trakcie lub bezpośrednio po prezentacji pracy, a dotyczące wyłącznie treści pracy oraz zastosowanej metodyki;
- b) egzamin ustny z zakresu przedmiotów kierunkowych i specjalnościowych, dotyczący sprawdzenia wiedzy studenta w zakresie podanym w programie nauczania danej specjalności studiów drugiego stopnia. Studentowi podczas egzaminu zadawane są co najmniej trzy pytania, z których dwa dotyczą przedmiotów kierunkowych, a co najmniej jedno z przedmiotów specjalizujących.

Zakres pytań egzaminacyjnych dotyczy wiedzy i umiejętności studenta z zakresu wszystkich przedmiotów objętych programem nauczania danej specjalności. W szczególności pytania egzaminacyjne mogą się odnosić do poszczególnych punktów treści programowych zamieszczonych na kartach przedmiotów danego programu nauczania. Program nauczania oraz zestaw kart przedmiotów są zamieszczone na stronie internetowej Wydziału. Pytania egzaminacyjne są formułowane przez członków komisji wskazanych przez przewodniczącego Komisji egzaminu dyplomowego. Egzamin nie może obejmować pytań z zagadnień, które nie znajdowały się w programie studiów kończonych przez egzaminowanego studenta.

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

Zgodnie z regulaminem studiów wyższych w Politechnice Wrocławskiej.

8. Plan studiów (załącznik nr 3)

Zaopiniowane przez właściwy organ uchwałodawczy Samorządu Studenckiego:

.....

Data

.....

Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

.....

Data

.....

Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

PLAN STUDIÓW

WYDZIAŁ: Budownictwa Lądowego i Wodnego, Wydział Mechaniczny

KIERUNEK: *Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego*

POZIOM KSZTAŁCENIA: II stopień, studia magisterskie

FORMA STUDIÓW: stacjonarna

PROFIL: ogólnoakademicki

SPECJALNOŚĆ: Inżynieria Materiałowa (MMA), Mechanika Konstrukcji (MST)

JĘZYK STUDIÓW: angielski

OBOWIĄZUJE OD CYKLU KSZTAŁCENIA: 2022/2023

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

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

²Tradycyjna – T, zdalna – Z

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

⁴Kurs/ grupa kursów Ogólnouczelniany – O

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

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

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

W – wybieralny, Ob – obowiązkowy

CNPS - całkowity nakład pracy studenta; ZZU - zajęcia zorganizowane; 1 ECTS = 30 h NPS

Uwaga: efekty z kodem U są uzyskiwane wyłącznie na zajęciach o charakterze praktycznym.

Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego (ASM) -lista bloków dla:

Mechanika Konstrukcji (MST)

Inżynieria Materiałowa (MMA)

Semestr 1 * WYMIAR GODZIN PRZELICZONY NA SYSTEM 15 TYGODNI

Kursy obowiązkowe

liczba punktów ECTS 30

L.p.	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego 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	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ²	zw. z dzial. Nauk ⁵	o char. praktycz. P ⁶	rodzaj ⁷	typ	
1	Mathematical Tools for Engineering	1.3333					K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	20	60	2	2	1.0	T, Z	Z	O	2			PD	Ob.
			1.333					20	60	2	2	1.3	T, Z	Z	O	2	1.3		PD	Ob.
				0.667				10	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	0.7		PD	Ob.
2	Numerical Methods in Engineering	1.0667					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.8	T, Z	Z	O	2			PD	Ob.
			1.067					16	30	1	1	0.8	T, Z	Z	O	1	0.6		PD	Ob.
					1.2			18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7		PD	Ob.
3	Continuum Mechanics	1.0667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2			K	Ob.
			1.6					24	60	2	2	1.6	T, Z	Z		2	1.3		K	Ob.
				0.533				8	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7		K	Ob.
4	Constitutive Laws	1.4667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	22	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2			K	Ob.
			1.2					18	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	0.4		K	Ob.
					0.667			10	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7		K	Ob.
5	Dynamics and Vibrations	1.0667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1			K	Ob.
			0.933					14	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	0.7		K	Ob.
					1.2			18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7		K	Ob.
6	Experimental Mechanics	0.8					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	12	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1			K	Ob.
			0.533					8	30	1	1	0.5	T, Z	Z		1	1		K	Ob.
					0.8			12	60	2	2	0.8	T, Z	Z		2	1.3		K	Ob.
					1.6			24	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	0.7		K	Ob.
	Razem	6.8	6.667	2	4.667	0		302	900	30	30	17.4				30	10.8			

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
10	4	3	6	1					

Liczba punktów ECTS zajęć P
12.0

Razem narastająco:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
16.8	10.67	5	10.67	1					

Liczba punktów ECTS zajęć P
22.8

Specjalność Mechanika Konstrukcji (MST)

Semestr 3

Kursy wybieralne

liczba punktów ECTS 30

L.p.	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów									
		w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólnie-uczelniany ²	zw. z dzial. 5	o char. praktycz. p ⁶	rodzaj ⁷	typ					
		1	ASB030553 Risk Assessment in Geotechnics - Implementation of Random Field Theory (CE) Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych	3																				
				1				15	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.					
2	ASB000453 Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2																						
				2				30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.					
								30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.					
3	ASB030653 Advanced Geoen지니어ing (CE) Zaawansowana Geoinżynieria	2																						
					1			30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1		S	Ob.					
						1		15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.					
							1	15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.					
4	ASM003004 Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2																						
				1				30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.					
								15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.					
					1			15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.					
5	ASB030753 Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE) Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe	2																						
								30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.					
					2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.					
6	ASB030853 Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE) Zaawansowana Mechnika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem	2																						
								30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.					
					2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.					

Razem	13	1	6	1	3	360	900	30	30	18.9				30	8.8		
-------	----	---	---	---	---	-----	-----	----	----	------	--	--	--	----	-----	--	--

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZUZ	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
13	1	6	1	3					

Liczba punktów ECTS zajęć P
8.8

Razem narastająco:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZUZ	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
29.8	11.67	11	11.67	4					

Liczba punktów ECTS zajęć P
31.6

Semestr 4

Kursy wybieralne

liczba punktów ECTS 30

L.p.		Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
			w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łączna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ² zw. z dzial.	Nauk ³	o char. praktycz. P ⁴	rodzaj ⁷	byp	
			1	ASB029954	Master Thesis (MSc)								900			30	30	7.0	T, Z	Z	
		Razem	0	0	0	0		0	900	30	30	7.0				30	30				

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZUZ	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
0	0	0	0	0					

Liczba punktów ECTS zajęć P
30.0

Razem narastająco:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZUZ	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
29.8	11.67	11	11.67	4					

Liczba punktów ECTS zajęć P
61.6

Razem godzin ZUZ: 1022

Godziny - wykłady: 43.7%

Godziny - pozostałe zajęcia: 56.3%

ECTS - BU: 52.6%

ECTS - P: 51.3%

Specjalność Inżynieria Materiałowa (MMA)

Semestr 3

Kursy wybieralne

liczba punktów ECTS 30

L.p.	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób ³ zaliczenia	Kurs/grupa kursów					
		w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęc DN ²	zajęc BU ¹			ogólno-uczelniany ⁴ zw. z uznan. 2	Nauk ⁵	o char. praktycz. 6	rodzaj ⁷	ty p	
1	ASB020553 Laboratory Identification of Composite Microstructure Properties (CE) Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów	1					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		2			S	Ob.
				2				30	90	3	3	2.2	T, Z	Z		3	2		S	Ob.
						1		15	30	1		0.9	T, Z	Z					S	Ob.
2	ASM003001 Advanced Nano-Materials (ME) Zaawansowane nanomateriały	2					K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3			S	Ob.
				2				30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1	1		S	Ob.
					2			30	30	1	1	1.0				1	1		S	Ob.
3	ASM003007 Reliability and Maintenance Theory and Engineering (ME) Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3			S	Ob.
					1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1		S	Ob.
4	ASM003004 Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3			S	Ob.
			1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1		S	Ob.
				1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1		S	Ob.

5	ASM003005	Inventive Engineering (ME) Inżynieria wynalazczości	2					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03,	30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2		S	Ob.
									15	90	3	3	0.9	T, Z	Z		3	1	S	Ob.
6	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.
									30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
Razem			11	1	7	4	1		360	900	30	29	18.3			30	9.0			

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
11	1	7	4	1	360	900	30	29	18.3

Liczba punktów ECTS zajęć P
9.0

Razem narastająco:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
27.8	11.67	12	14.67	2	1022	2700	90	89	55.5

Liczba punktów ECTS zajęć P
31.8

Semestr 4

Kursy wybieralne

liczba punktów ECTS 30

L.p.	Nazwa kursu/grupy kursów (grupę kursów oznaczyć symbolem GK)	Tygodniowa liczba godzin					Symbol kierunkowego efektu uczenia się	Liczba godzin		Liczba pkt. ECTS			Forma kursu/ grupy kursów	Sposób zakreślenia	Kurs/grupa kursów				
		w	ć	l	p	s		ZZU	CNPS	łącna	zajęć DN ⁵	zajęć BU ¹			ogólno-uczelniany ² zw. z dzial.	Nauk ⁵	o char. praktycz. P ⁶	rodzaj ⁷	typ
1	ASB029954	Master Thesis (MSc)							900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	S	Ob.
		Razem						0	900	30	30	7.0			30	30			

Razem w semestrze:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
0	0	0	0	0	0	900	30	30	7.0

Liczba punktów ECTS zajęć P
30.0

Razem narastająco:

Łączna liczba godzin					Łączna liczba godzin ZZU	Łączna liczba godzin CNPS	Łączna liczba punktów ECTS	Łączna liczba punktów ECTS zajęć DN ⁵	Liczba punktów w ECTS zajęć BU ¹
w	ć	l	p	s					
27.8	11.67	12	14.67	2	1022	3600	120	119	62.5

Liczba punktów ECTS zajęć P
61.8

Razem godzin ZZU: 1022
Godziny - wykłady: 40.8%
Godziny - pozostałe zajęcia: 59.2%
ECTS - BU: 52.1%
ECTS - P: 51.5%

2. Zestaw egzaminów w układzie semestralnym

Lp.	Kod kursu	Nazwa kursów kończących się egzaminem	Semestr
1	ASB000152	Functional Analysis - Applications To Boundary Value Problems (CE)	2
2	ASM003002	Analytical Mechanics (ME)	2
3	ASM003004	Fracture Mechanics (ME)	3
4	ASB030753	Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE)	3
5	ASB030853	Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE)	3

3. Liczby dopuszczalnego deficytu punktów ECTS po poszczególnych semestrach

Semestr	Dopuszczalny deficyt punktów ECTS po semestrze	Wymagana suma punktów do wpisu na kolejny semestr
1	15	15
2	13	47
3	17	64

Opinia właściwego organu Samorządu Studenckiego

Data Imię, nazwisko i podpis przedstawiciela studentów

Data Podpis Dziekana Wydziału / Dyrektora Filii

KATALOG KURSÓW

KARTY PRZEDMIOTÓW

WYDZIAŁ: Budownictwa Lądowego i Wodnego

KIERUNEK: **Zaawansowana Mechanika Ciała Stałego**

z obszaru nauk technicznych

POZIOM KSZTAŁCENIA: ~~I~~ II * stopień, studia ~~licencjackie / inżynierskie~~ / magisterskie*

FORMA STUDIÓW: stacjonarna / ~~niestacjonarna~~*

PROFIL: ogólnoakademicki / ~~praktyczny~~ *

JĘZYK STUDIÓW: angielski

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Analiza funkcjonalna – zastosowania do problemów wartości brzegowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Functional analysis – applications to boundary value problems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB000152
Grupa kursów:	TAK / 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*	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	3	2			
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)	1.6	1.5			

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowy kurs rachunku różniczkowego
2. Podstawowa wiedza z równań różniczkowych zwyczajnych

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Wprowadzenie elementów teorii zagadnień brzegowych
- C2. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami analizy funkcjonalnej
- C3. Zaprezentowanie matematycznych podstaw numerycznych rozwiązań problemów brzegowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

<p>Z zakresu wiedzy:</p> <p>PEU_W01 Poznanie podstawy teorii cząstkowych równań różniczkowych</p> <p>PEU_W02 Poznanie współczesnych metod rozwiązywania problemów brzegowych</p> <p>PEU_W03 Poznanie podstawy analizy funkcjonalnej</p> <p>Z zakresu umiejętności:</p> <p>PEU_U01 Prawidłowo rozróżnia typy równań różniczkowych i problemy brzegowe</p> <p>PEU_U02 Zna podstawy różniczkowania rozdzielczego</p> <p>PEU_U03 Zdobywa umiejętności formułowania i rozwiązywania złożonych numerycznie problemów brzegowych</p> <p>PEU_U04 Ma świadomość wagi przyjętych założeń</p> <p>PEU_U05 Zna podstawy matematyczne metody elementów skończonych (MES) i metody elementów brzegowych (BEM)</p> <p>PEU_U06 Potrafi rozpoznać pojęcie teorii przestrzeni metrycznych w różnych zagadnieniach inżynierskich.</p> <p>PEU_U07 Rozumie sformułowania słabe i sformułowania wariacyjne</p> <p>Z zakresu kompetencji społecznych:</p> <p>PEU_K01 Uczy się myśleć analitycznie, precyzyjnie formułować problemy i rozwiązywać je w ramach określonej teorii i przy określonych założeniach</p> <p>PEU_K02 Potrafi pracować nad rozwiązywaniem problemów w zespole</p>
--

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przykłady klasycznych problemów brzegowych. Równania liniowe: formy kanoniczne, rozdział zmiennych (metoda Fouriera). Ograniczenia metod klasycznych w kontekście współczesnych problemów mechaniki.	4
Wy2	Równanie Laplace'a. Funkcje harmoniczne	2
Wy3	Przestrzenie metryczne: przykłady, zbieżność w przestrzeniach metrycznych, zupełne przestrzenie metryczne, twierdzenie Banacha o punkcie stałym.	2
Wy4	Przestrzenie znormalizowane, przestrzenie Banacha, operatory i funkcjonały liniowe, operatory ograniczone (twierdzenie Banacha).	4
Wy5	Przestrzenie unitarne i ich własności geometryczne (twierdzenie Pitagorasa), przestrzenie Hilberta, rozwinięcia ortogonalne, twierdzenie o rzucie ortogonalnym.	6
Wy6	Ciągłe funkcjonały liniowe w przestrzeniach Hilberta – twierdzenie Riesz.	6
Wy7	Przestrzenie Sobolewa. Funkcje podpory zwartej, rozkłady, pochodne dystrybucji, własności przestrzeni H^1 i H^2 .	2
Wy8	Uogólnione rozwiązania równań eliptycznych. Słabe sformułowanie zagadnień brzegowych, twierdzenie Laxa-Milgrama, zastosowania twierdzenia Laxa-Milgrama.	2
Wy9	Metody rozwiązywania równań wariacyjnych. Metoda najmniejszych kwadratów, metoda rzutowania prostopadłego, metoda Galerkina, metoda Ritza.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
CI1	Najprostsze metody całkowania równań różniczkowych cząstkowych.	1
CI2	Redukcja liniowego równania różniczkowego cząstkowego drugiego rzędu do postaci kanonicznych. Aplikacje do rozwiązywania problemów brzegowych.	4
CI3	Rozwiązywanie problemów brzegowych metodą zmiennej separacji.	2
CI4	Rozwiązywanie problemów brzegowych typu eliptycznego.	2
CI5	Rozwiązywanie problemów dotyczących odległości w różnych przestrzeniach metrycznych. Znajdowanie geometrii kul otwartych i zamkniętych w różnych przestrzeniach metrycznych.	2
CI6	Zastosowania twierdzenia Banacha o punkcie stałym.	2
CI6	Rozwiązywanie problemów dotyczących przestrzeni unormowanych i Banacha.	3
CI7	Rozwiązywanie problemu dotyczącego ograniczonych operatorów liniowych i ograniczonych funkcyjałów liniowych.	2
CI8	Zagadnienia własności iloczynów skalarnych i geometrii przestrzeni unitarnych.	3
CI9	Aproksymacja różnych funkcji za pomocą twierdzenia o rzucie ortogonalnym.	2
CI10	Rozwiązywanie problemów z dystrybucjami i ich pochodnymi.	3
CI11	Zastosowania twierdzenia Laxa-Millgrama.	2
CI12	Rozwiązywanie problemów z zastosowaniami metody Galerkina i metody Ritza. Kolokwium zaliczające ćwiczenia (45 minut)	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1		

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja multimedialna
N2.	komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

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(wykłady)	PEU_W01	Egzamin pisemnt

	PEU_W02 PEU_W03	
F2 (Ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_U07	Test
P = 0.7*F1 + 0.3*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] R.V. Churchill, J.W.Brown, Fourier Series and Boundary Value Problems, McGraw-Hill Book Company, New York 1978.
- [2] K. Yosida, Functional Analysis, Springer 1995.
- [3] D. Farenick, Fundamentals fo Functional Analysis, Springer, 2016.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [4] J.T. Odden and J.N. Reddy, An Introduction to Mathematical Theory of Finite Elements, J. Wiley & Sons, 1976.

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W2/K09, Wojciech.pula@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Metody probabilistyczne w inżynierii
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Probabilistic methods in engineering
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASB000252
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15			15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30			30
Forma zaliczenia	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	3	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)	1.6	0.8			0.9

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowy kurs matematyki.
2. Podstawowy kurs mechaniki.

CELE PRZEDMIOTU

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

C1. Zapoznanie studentów z narzędziami probabilistycznymi.
C2. Umożliwienie studentom wykorzystania metod probabilistycznych w ich przyszłej pracy.

PEU_W01 Poznanie koncepcji prawdopodobieństwa z uwzględnieniem współczesnego podejścia opartego na teorii miary.

PEU_W02 Zmienne i procesy losowe.

PEU_W03 Korzystanie z narzędzi statystycznych w powiązaniu z teorią prawdopodobieństwa.

PEU_W04 Budowanie modelu probabilistycznego do zastosowań inżynierskich.

PEU_U01 Rozumie podstawowe pojęcia z zakresu dyskretnej i ciągłej teorii prawdopodobieństwa.

PEU_U02 Zna zasady szacowania prawdopodobieństwa.

PEU_U03 Potrafi formułować proste modele statystyczne dotyczące problemów inżynierskich.

PEU_U04 Potrafi testować różne hipotezy statystyczne.

PEU_U05 Potrafi wykorzystać podejścia niezawodnościowe w procesie projektowania.

PEU_K01 Uczy się pracować w zespole.

PEU_K02 Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy w zakresie nowoczesnych technik rozwiązywania problemów inżynierskich.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Number of hours
1	Podstawy teorii prawdopodobieństwa.	1
2	Podstawowe pojęcia teorii miary opartej na prawdopodobieństwie.	2
3	Zmienne losowe, rozkłady prawdopodobieństwa, wartość oczekiwana, wariancja, momenty wyższego rzędu. Wektory losowe, niezależność stochastyczna, kowariancja/korelacja.	3
4	Rozkłady dyskretne i ciągłe.	2
5	Rozkłady wielowymiarowe.	2
6	Zbieżność rozkładów prawdopodobieństwa. Twierdzenia graniczne.	2
7	Procesy losowe - podstawowe fakty.	3
8	Procesy losowe stacjonarne - teoria korelacji.	2
9	Probabilistyczne modelowanie problemów inżynierskich - przykłady.	2
10	Teoria estymacji. Przedziały ufności.	2
11	Testowanie hipotez statystycznych.	2
12	Podejście bayesowskie.	2
13	Podstawowe pojęcia teorii decyzji.	2
14	Koncepcje niezawodności strukturalnej.	3

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
1	Rozwiązywanie prostych zadań z zakresu prawdopodobieństwa.	1
2	Rozwiązywanie zadań dotyczących oceny prawdopodobieństwa,	4

	obliczanie momentów statystycznych dla przypadku dyskretnego i ciągłego.	
3	Rozwiązywanie zadań dotyczących wielowymiarowych rozkładów normalnych.	2
4	Zastosowania twierdzeń granicznych.	2
5	Rozwiązywanie zadań dotyczących struktury korelacyjnej procesów losowych.	2
6	Proste modelowanie problemów inżynierskich. Randomizacja.	2
7	Przeprowadzanie prostych testów statystycznych.	2

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin

Forma zajęć - projektu		Liczba godzin

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
1	Probabilistyczne modelowanie właściwości materiałów.	2
2	Probabilistyczne modelowanie obciążeń w inżynierii lądowej i wodnej.	2
3	Wybrane problemy stochastyczne.	4
4	Kriging.	2
5	Zastosowania teorii niezawodności.	3
6	Projektowanie oparte na niezawodności.	2

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1. klasyczny wykład / prezentacja / praca wspomaganą komputerem	

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(wykład)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Egzamin pisemny
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05	Test

F5 (seminarium)	PEU_W04	Prezentacja
$P = 0.6 * F1 + 0.3 * F2 + 0.1 * F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

- | |
|---|
| [1] FISZ M. (1980), <i>Probability theory and mathematical statistics</i> . Krieger Publ. Co.
[2] CHUNG K.L. (1974). <i>A course in Probability Theory</i> . Academic Press, New York.
[3] BENJAMIN J.R, CORNELL C.A. (2014). <i>Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers</i> , Dover Publications.
[4] FELLER W., <i>An Introduction to Probability Theory and its Applications</i> , vol.1 , vol. 2, J. Wiley and Sons. |
|---|

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W-2/K09, wojciech.pula@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Laboratory identification of composite microstructure properties
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB020553
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		30		15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		90		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	1		3		1
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)	0.6		1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość mechaniki ośrodka ciągłego.
2. Znajomość wytrzymałości materiałów.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobycie podstawowej wiedzy i umiejętności w zakresie laboratoryjnych badań mikrostrukturalnych.

- C2. Rozwijanie umiejętności w zakresie analizy materiałów kompozytowych.
 C3. Poszerzenie wiedzy z zakresu mechaniki ośrodka ciągłego i wytrzymałości materiałów.
 C4. Ugruntowanie umiejętności pracy nad powierzonym zadaniem oraz świadomości konieczności poszukiwania nowych rozwiązań teoretycznych i praktycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

- PEU_W01 Student zna podstawowe założenia matematycznej homogenizacji i mikromechaniki.
 PEU_W02 Student zna i rozumie zasady podejścia analitycznego i numerycznego w ramach mikromechaniki.
- PEU_U01 Student poprawnie formułuje problemy z zakresu matematycznej homogenizacji i mikromechaniki oraz stosuje do ich rozwiązania metody analityczne lub numeryczne.
 PEU_U02 Student potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi do rozwiązywania różnych zagadnień brzegowych; potrafi prawidłowo przygotować dane do obliczeń; potrafi interpretować i krytycznie oceniać wyniki analiz.
- PEU_K01 Student potrafi pracować w grupie nad określonym zadaniem, prowadząc dyskusję w celu wypracowania skutecznej i efektywnej metody znalezienia poprawnego rozwiązania.
 PEU_K02 Student ma świadomość konieczności weryfikacji zastosowanego podejścia obliczeniowego i poprawności otrzymanych wyników .

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W1	Wprowadzenie	1
W2	Fizyczne i matematyczne podstawy rentgenowskiej tomografii komputerowej: transformata Radona, procedura rekonstrukcji (algorytm Feldkampa).	2
W3	Statystyczne deskryptory cyfrowej reprezentacji mikrostruktury: porowatość objętościowa, udział porów otwartych i zamkniętych, rozkład wielkości porów, rozkład kształtu porów, krętość.	2
W4	Zasady badań nanoindentacyjności: roztwór Sneddon, ścieżki obciążenia, ocena głębokości wgnięcia, obszar odcisku.	2
W5	Technika wcięcia siatki: histogramy, segmentacja, złożone ścieżki obciążenia, skale obserwacji, efekt skali.	2
W6	Praktyczne zastosowania techniki nanoindentacji.	2
W7	Zasady skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM), ocena deskryptorów morfologii powierzchni.	2
W8	Praktyczne zastosowania łącznego zastosowania nanoindentacji, X-Ray i SEM. Ukończenie kursu przez studentów.	2
Łącznie godzin		15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie.	2
Lab2	Prezentacja i omówienie sprzętu do badań laboratoryjnych: RTG mCT	2
Lab3	Prezentacja i omówienie sprzętu do badań laboratoryjnych: Nanoindentation	2
Lab4	Prezentacja i omówienie sprzętu do badań laboratoryjnych: SEM	2
Lab5	Przygotowanie próbek do badań	2

Lab6	Obrazowanie mikrostruktury materiałów mikroheterogenicznych za pomocą rentgenowskiego mCT	2
Lab7	Rekonstrukcja mikrostruktury z uzyskanych obrazów płaskich	2
Lab8	Wyznaczanie morfologii mechanicznej materiałów mikroheterogenicznych: testy nanoindentacyjne	2
Lab9	Wyznaczanie morfologii mechanicznej materiałów mikroheterogenicznych: testy nanoindentacyjne	2
Lab10	Analiza numeryczna wyników nanoindentacji. Dekonwolucja	2
Lab11	Oznaczenie morfologii powierzchni metodą SEM	2
Lab12	Oznaczenie morfologii powierzchni metodą SEM	2
Lab13	Prezentacja raportów studentów.	2
Lab14	Prezentacja raportów studentów.	2
Lab15	Prezentacja raportów studentów.	2
	Łącznie godzin	30

Forma zajęć - Seminar		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie	1
Sem2	Prezentacje studentów	2
Sem3	Prezentacje studentów	2
Sem4	Prezentacje studentów	2
Sem5	Prezentacje studentów	2
Sem6	Prezentacje studentów	2
Sem7	Prezentacje studentów	2
Sem8	Prezentacje studentów	2
	Łącznie godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Prezentacje multimedialne
N2. Komputer, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)
N3. Sprzęt laboratoryjny

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin pisemny
F2 (seminarium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Prezentacja
F2 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena za sprawozdanie

$$P=0.3*F1+0.3*F2+0.4*F3$$

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Milton G. W.: The Theory of Composites, Cambridge Univ. Press, 2002.
- [2] Torquato S.: Random heterogeneous materials, Springer, 2000.
- [3] Stock, S. R. (2019). Microcomputed tomography: methodology and applications. CRC press.
- [4] Fischer-Cripps, A. C. (2009). Handbook of nanoindentation. Fischer-Cripps Laboratories Pty Ltd, Forestville, Australia.
- [5] Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W., Scott, J. H. J., & Joy, D. C. (2017). Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Scrivener, K., Snellings, R., & Lothenbach, B. (Eds.). (2018). A practical guide to microstructural analysis of cementitious materials. Crc Press.

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

Prof. Dariusz Łydźba, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl

Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Sztuczna inteligencja w inżynierii
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Artificial intelligence in engineering
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASB000352
Grupa kursów: TAK / 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*	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	3		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)	1.6		1.5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z zakresu inżynierii lądowej i wodnej – rodzaje konstrukcji i procesów
2. Umiejętność stosowania podstawowych technik komputerowych

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie podstawowych technik stosowanych w narzędziach komputerowych z elementami sztucznej inteligencji – stosowanych w inżynierii lądowej i wodnej
- C2. Rozwój umiejętności projektowania, komputerowego wdrażania i testowania prostych narzędzi eksperckich z elementami sztucznej inteligencji

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ	
Z zakresu wiedzy:	
PEU_W01	Student zna i rozumie metody pozyskiwania wiedzy i reprezentacji w systemach eksperckich
PEU_W02	Student zna metodykę projektowania, komputerowego wdrażania i testowania opartych na wiedzy systemów eksperckich z elementami sztucznej inteligencji
Z zakresu umiejętności:	
PEU_U01	Student posiada umiejętność samodzielnego zdobywania wiedzy z zakresu inżynierii lądowej i wodnej
PEU_U02	Student posiada umiejętność projektowania, komputerowego wdrażania i testowania prostych narzędzi eksperckich z elementami sztucznej inteligencji, wspomagających decyzje w inżynierii lądowej i wodnej
Z zakresu kompetencji społecznych:	
PEU_K01	Student jest w stanie samodzielnie rozwiązywać problemy, a także jest przygotowany do pracy zespołowej (raporty laboratoryjne, ćwiczenia laboratoryjne)

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Wprowadzenie do wykładów: cele, zakres i plan kursu. Literatura podstawowa i zasady egzaminów.	2
Lec2	Sztuczna inteligencja (AI) – co to jest? Podstawowe terminy i definicje. Krótka historia rozwoju.	2
Lec3	Sztuczna inteligencja w inżynierii i społeczeństwie. Inżynier sztucznej inteligencji. Główne obszary zastosowań. Przykłady.	2
Lec4	Sztuczna inteligencja w systemach eksperckich – klasyfikacja, architektura, ewolucja, kierunki rozwoju. Systemy eksperckie i zakres ich zastosowania w inżynierii.	2
Lec5	Technologie pozyskiwania i reprezentacji wiedzy w systemach komputerowych. Bazy wiedzy i bazy danych. Inżynier wiedzy w procesie pozyskiwania wiedzy.	2
Lec6	Sztuczne sieci neuronowe (ANN) – inspiracja i koncepcja, historia rozwoju. Architektura ANN, techniki szkoleniowe i testowe, kryteria walidacji.	2
Lec7	Zastosowania sztucznych sieci neuronowych w inżynierii. Modelowanie, rozpoznawanie wzorców, klasyfikacja, prognozowanie, szacowanie.	2
Lec8	Logika rozmyta – problemy rozmyte, zmienne językowe, procedury rozumowania rozmytego, operatory podstawowe, testowanie i walidacja.	2
Lec9	Logika rozmyta – historia rozwoju i przykłady zastosowań w inżynierii.	2
Lec10	Algorytmy genetyczne – inspiracja, koncepcja, podstawowe operatory. Zastosowania algorytmów ewolucyjnych w optymalizacji i problemach wyszukiwania. Funkcja i procedura heurystyczna.	2
Lec11	Ekspertki i inteligentne systemy stosowane w inżynierii. Systemy eksperckie oparte na wiedzy – procedury projektowe i wdrożeniowe.	2
Lec12	Technologia sieci hybrydowych w systemach inteligentnych – koncepcja, komponenty, procedury projektowania i tworzenia, testowanie i walidacja.	2
Lec13	Aplikacje sztucznej inteligencji w inżynierii – eksperckie narzędzia wspomagające analizę konstrukcji i zarządzanie infrastrukturą.	2
Lec14	Przyszłość sztucznej inteligencji. Sztuczna inteligencja i autonomiczne systemy inteligentne – kierunki rozwoju. Szanse i zagrożenia.	2
Lec15	Kolokwium	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
CI1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Zajęcia wprowadzające. Prezentacja zasad zaliczenia kursu. Omówienie idei przykładowych projektów.	2
Lab2	Wprowadzenie do sztucznej inteligencji. Podstawy teoretyczne i praktyczne niezbędne do wykonania pierwszego ćwiczenia.	2
Lab3	Prezentacja programu do budowy sieci neuronowych i nauki korzystania z niego.	2
Lab4	Przegląd koncepcji pierwszego ćwiczenia. Gromadzenie danych.	2
Lab5	Wdrożenie sieci neuronowej rozwiązującej dany problem.	2
Lab6	Sprawdzanie, testowanie i ocena sieci neuronowej nr 1. Omówienie treści pierwszego sprawozdania.	2
Lab7	Przegląd koncepcji drugiego ćwiczenia. Podstawy teoretyczne niezbędne do wykonania drugiego ćwiczenia.	2
Lab8	Opracowanie koncepcji rozwiązania problemu ćwiczenia 2.	2
Lab9	Przygotowanie architektury danych i sieci neuronowych.	2
Lab10	Wdrożenie sieci neuronowej rozwiązującej dany problem.	2
Lab11	Sprawdzanie, testowanie i ocena sieci neuronowej nr 2. Omówienie treści drugiego sprawozdania.	2
Lab12	Omówienie koncepcji trzeciego ćwiczenia. Podstawy teoretyczne niezbędne do wykonania trzeciego ćwiczenia 3.	2
Lab13	Opracowanie koncepcji rozwiązania problemu. Gromadzenie danych i wdrażanie sieci neuronowej.	2
Lab14	Sprawdzanie, testowanie i ocena sieci neuronowej nr 3. Przegląd treści trzeciego sprawozdania.	2
Lab15	Ukończenie kursu. Wprowadzanie ocen.	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - Project		Liczba godzin
Proj1		
...		
	Suma godzin	

Forma zajęć - Seminar		Liczba godzin
Sem1		
...		
	Suma godzin	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Wykład: prezentacje multimedialne wszystkich części programu kursu, prezentacja oprogramowania komputerowego wspomagającego zarządzanie mostami.

- N2. Laboratorium: prezentacje multimedialne, prezentacje oprogramowania, przygotowanie danych, wprowadzanie i przetwarzanie danych za pomocą systemów komputerowych, analiza i omówienie wyników.
- N3. Indywidualne 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 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Kolokwium
P (laboratory)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Końcowy raport laboratoryjny, aktywna praca w laboratorium.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] 1. Russell S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2009.
- [2] Samarasinghe S., Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals Complex Pattern Recognition, Auerbach Publications – Taylor & Francis Group, 2006.
- [3] Wang P. P., Ruan D., Kerre E. E., Fuzzy Logic: A Spectrum of Theoretical and Practical Issues, Springer, 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] 1. Gurney K., An Introduction to Neural Networks, Taylor & Francis e-Library, 2005.
- [2] Liebowitz J., The Handbook of Applied Expert Systems, CRC Press, 1999.
- [3] Nguyen H. T., Prasad N. R., Walker C. L., Walker E. A., A First Course in Fuzzy and Neural Control, CHAPMAN & HALL/CRC, 2003.

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

Katedra Dróg, Mostów, Kolei i Lotnisk
 prof. dr hab. inż. Jan Bień, jan.bien@pwr.edu.pl
 dr inż. Mieszko Kużawa, mieszko.kuzawa@pwr.edu.pl
 mgr inż. Aleksander Mróz, aleksander.mroz@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Matematyczna homogenizacja i mikromechanika
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Mathematical Homogenization and Micromechanics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouniversytecki*
Kod przedmiotu:	ASB000453
Grupa kursów:	TAK / 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*	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	3		2		
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)	1.5		1.5		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość mechaniki ośrodka ciągłego.
2. Znajomość wytrzymałości materiałów.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć podstawowej wiedzy i umiejętności w zakresie modelowania wieloskalowego.
- C2. Rozwijanie umiejętności w zakresie analizy materiałów kompozytowych.
- C3. Poszerzenie wiedzy z zakresu mechaniki ośrodka ciągłego i wytrzymałości materiałów.
- C4. Ugruntowanie umiejętności pracy nad powierzonym zadaniem oraz świadomości konieczności

poszukiwania nowych rozwiązań teoretycznych i praktycznych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

PEU_W01 Student zna podstawowe założenia matematycznej homogenizacji i mikromechaniki.
PEU_W02 Student zna i rozumie zasady podejścia analitycznego i numerycznego w ramach mikromechaniki.
PEU_U01 Student poprawnie formułuje problemy z zakresu matematycznej homogenizacji i mikromechaniki oraz stosuje do ich rozwiązania metody analityczne lub numeryczne.
PEU_U02 Student potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi do rozwiązywania różnych zagadnień brzegowych; potrafi prawidłowo przygotować dane do obliczeń; potrafi interpretować i krytycznie oceniać wyniki analiz.
PEU_K01 Student potrafi pracować w grupie nad określonym zadaniem, prowadząc dyskusję w celu wypracowania skutecznej i efektywnej metody znalezienia poprawnego rozwiązania.
PEU_K02 Student ma świadomość konieczności weryfikacji zastosowanego podejścia obliczeniowego i poprawności otrzymanych wyników .

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
W1	Wprowadzenie	1
W2	Zasady matematycznej teorii homogenizacji; Zbieżność H, zbieżność dwuskalowa, zbieżność Γ	2
W3	Metoda rozwoju asymptotycznego: problem sprężystości liniowej, problem przepływu ciepła	2
W4	Ocena efektywnych właściwości kompozytu o mikrostrukturze okresowej. Numeryczna realizacja okresowych warunków brzegowych	2
W5	Zasady mikromechaniki. Problemy bezpośrednie i odwrotne. Symulowane podejście do wyżarzania.	2
W6	Metody obliczeniowe i analityczne	2
W7	Metody analityczne: rozwiązanie Eshelby'ego problemu pojedynczej inkluzji, ograniczenia własności efektywnych	2
W8	Metody analityczne: schemat aproksymacyjny Maxwella, schemat aproksymacyjny Mori-Tanaki	2
W9	Metody analityczne: samospójny schemat aproksymacji, podejście różniczkowego środka efektywnego	2
W10	Metody analityczne: parametr stężenia, średni kształt, podejście równoważnej mikrostruktury	2
W11	Mikromechanika obliczeniowa: statystyczne deskryptory mikrostruktury, pojęcie reprezentatywnego elementu objętości (RVE), minimalna wielkość RVE	2
W12	Mikromechanika obliczeniowa: Zasady symulacji Monte Carlo, wystarczająca liczba realizacji (Centralne Twierdzenie Graniczne, Nierówność Czebyszewa)	2
W13	Mikromechanika obliczeniowa: metody numeryczne – metoda objętości skończonych, metoda elementów skończonych	2
W14	Estymacja efektywnych właściwości na podstawie cyfrowego obrazu mikrostruktury: sprężystość liniowa i problemy z przepływem ciepła	2
W15	Przykłady zastosowań mikromechaniki w problemach inżynierskich	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wstęp. Omówienie treści laboratoryjnych i przedstawienie zasad zaliczenia przedmiotu	2
Lab2	Mikromechanika obliczeniowa. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur okresowych – problemy transportowe	2
Lab3	Mikromechanika obliczeniowa. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur okresowych – zagadnienia sprężystości liniowej	2
Lab4	Mikromechanika obliczeniowa. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur losowych – problemy transportowe	2
Lab5	Mikromechanika obliczeniowa. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur losowych – zagadnienia sprężystości liniowej	2
Lab6	Mikromechanika analityczna. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur losowych – problemy transportowe.	2
Lab7	Mikromechanika analityczna. Rozwiązywanie prostych przykładów obliczeniowych do wyznaczania efektywnych parametrów mikrostruktur losowych – zagadnienia sprężystości liniowej.	2
Lab8	Wyznaczanie statystycznych deskryptorów mikrostruktury.	2
Lab9	Wyznaczanie statystycznych deskryptorów mikrostruktury.	2
Lab10	Wyznaczanie statystycznych deskryptorów mikrostruktury.	2
Lab11	Rozwiązywanie prostych zagadnień odwrotnych mikromechaniki: wyznaczanie parametru stężenia.	2
Lab12	Rozwiązywanie odwrotnych problemów mikromechaniki: rekonstrukcja geometrii mikrostruktury.	2
Lab13	Rozwiązywanie odwrotnych problemów mikromechaniki: rekonstrukcja geometrii mikrostruktury.	2
Lab14	Prezentacja raportów studenckich.	2
Lab15	Ukończenie kursu. Prezentacja raportów studenckich.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacje multimedialne
N2.	Komputer, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)
N3.	Wyposażenie laboratoryjne

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin pisemny
F2 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Ocena za sprawozdanie

$P=0.6*F1+0.4*F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
--

<u>PRIMARY LITERATURE:</u>

- | |
|--|
| <p>[1] Milton G. W.: The Theory of Composites, Cambridge Univ. Press, 2002.</p> <p>[2] Torquato S.: Random heterogeneous materials, Springer, 2000.</p> <p>[3] Hornung U.: Homogenization and porous media, Springer, 1997.</p> <p>[4] Łydźba D.: Effective properties of composites, Wrocław, 2011.</p> |
|--|

<u>SECONDARY LITERATURE:</u>

- | |
|--|
| <p>[1] Cherkaev A.: Variational methods for structural optimization, Springer, 2000.</p> |
|--|

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

Prof. Dariusz Łydźba, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl

Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology
--

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Zaawansowane nanomateriały
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Advanced Nano-materials
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASM003001
Grupa kursów: TAK / NIE**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30		30	30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		30	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	3		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)	1.5		1.0	1.0	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość mechaniki i materiałoznawstwa.
2. Znajomość chemii i fizyki przynajmniej na poziomie zaawansowanym liceum
3. Znajomość podstaw mechaniki eksperymentalnej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nauczyć się wytwarzania stopów amorficznych i nanokrystalicznych różnymi metodami szybkiego hartowania
- C2. Znajomość eksperymentalnych metod wyznaczania kinetyki krystalizacji amorficznych materiałów metalicznych
- C3. Nauczyć się analizować właściwości mechaniczne i magnetyczne amorficznych i

nanokrystalicznych stopów metali
C4. Nauczyć się analizować wpływ wybranych parametrów strukturalnych na zastosowanie nanomateriałów
C5. Potrafić wskazać formę materiału do konkretnego zastosowania
C6. Nabycie umiejętności współpracy naukowej w zespole pozyskującym i analizującym różne formy materiałów zol-żelowych.
C7. Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie opracowywania ekspertyz naukowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy: PEU_W01 Posiada szeroką wiedzę z zakresu obsługi systemów pomiarowych.
Z zakresu umiejętności: PEU_U01 Potrafi stosować różne metody pomiaru właściwości materiałów (np. zwilżalności, spektroskopii, elektrochemii, mechanicznej) PEU_U02 Potrafi analizować wyniki wybranych pomiarów właściwości nanomateriałów (np. zwilżalności, spektroskopii, elektrochemii, mechanicznych)
Z zakresu kompetencji społecznych: PEU_K01 Potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy. Potrafi odpowiednio określić priorytety w celu realizacji zadań i problemów zdefiniowanych przez siebie lub innych PEU_K02 Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Produkcja amorficznych i nanokrystalicznych stopów metali metodami szybkiego hartowania	2
Lec2	Badania mikrostruktury i kinetyki krystalizacji stopów amorficznych	2
Lec3	Właściwości magnetyczne miękkie i twarde ferromagnetycznych stopów amorficznych i nanokrystalicznych. Stopy magnetokaloryczne iz pamięcią kształtu.	2
Lec4	Analiza właściwości mechanicznych stopów wielofunkcyjnych	2
Lec5	Zaawansowane, funkcjonalne nanomateriały otrzymywane metodą zol-żel – przegląd ogólny	2
Lec6	Różnice w wytwarzaniu różnych form nanomateriałów zol-żel i sposobach ich aplikacji.	2
Lec7	Różnorodność metod funkcjonalizacji bazowych matryc zol-żel	2
Lec8	PROSZKI - unikalne właściwości i metody pomiaru zaawansowanych nanomateriałów zol-żel	2
Lec9	THIN FILMS - unikalne właściwości i metody pomiaru zaawansowanych nanomateriałów zol-żel	2
Lec10	AEROGELE - unikalne właściwości i metody pomiaru zaawansowanych nanomateriałów zol-żel	2
Lec11	Zaawansowane techniki pomiarowe w określaniu właściwości mechanicznych nanomateriałów zol-żel	2
Lec12	Zaawansowane właściwości mechaniczne złożonych materiałów zol-żel	2
Lec13	Skutki magnetostrykcji, elektrostrykcji i fotostrykcji w zaawansowanych materiałach	2
Lec14	Kiedy MEMS przechodzi do NEMS	
Lec15	Studium przypadku - analiza właściwości strukturalnych,	2

	powierzchniowych i mechanicznych wybranego typu materiałów zol-żelowych i poszukiwanie potencjalnych zastosowań	
	Total hours	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Produkcja amorficznych taśm metalicznych i stopów metali luzem	3
Lab2	Badania efektu magnetokalorycznego i innych właściwości magnetycznych w szerokim zakresie temperatury i pola magnetycznego	3
Lab3	Badania parametrów mechanicznych wielofunkcyjnych materiałów metalicznych o różnej wielkości ziarna	3
Lab4	Różne sposoby syntezy proszków, cienkich warstw i aerożeli	3
Lab5	Metody aplikacji cienkich warstw	3
Lab6	Analiza strukturalna i porowatości różnych form tlenków zol-żel	3
Lab7	Właściwości ochronne materiałów zol-żel	3
Lab8	Właściwości optyczne materiałów zol-żel	3
Lab9	Inny sposób określania właściwości mechanicznych nanomateriałów zol-żel	3
Lab10	Efekt krzyżowy w zaawansowanych materiałach	3
	Total hours	30

Forma zajęć - Project		Liczba godzin
Pro1	Dobór parametrów produkcyjnych amorficznych taśm metalicznych i stopów metali luzem	3
Pro2	Analiza badań efektu magnetokalorycznego i innych właściwości magnetycznych w szerokim zakresie temperatury i pola magnetycznego oraz ich wpływu na potencjalne zastosowania	3
Pro3	Analiza parametrów mechanicznych wielofunkcyjnych materiałów metalicznych o różnej wielkości ziarna i ich wpływu na potencjalne zastosowania	3
Pro4	Wpływ wybranych parametrów wytwarzania na właściwości otrzymanych materiałów i ich ostateczne zastosowanie	3
Pro5	Analiza wpływu struktury i porowatości na właściwości izolacyjne materiałów zol-żel	3
Pro6	Dobór parametrów ochronnych materiałów zol-żel do wybranej aplikacji	3
Pro7	Zaawansowane metody określania właściwości mechanicznych nanomateriałów zol-żel	3
Pro8		3
Pro9	Projektowanie i rozwój urządzenia w oparciu o zaawansowane materiały	3
Pro10	Efekty krzyżowe dla technik pomiarowych w nanotechnologii	3
	Total hours	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja multimedialna
N2.	Komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin pisemny
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Test
F3 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Raport
$P=0.6*F1+0.2*F2+0.2*F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>PRIMARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] K.H.J. Buschow, Handbook of Magnetic Materials, vol. 12, Elsevier Science</p> <p>[2] M. Miller, P. Liaw, Bulk Metallic Glasses – An Overview, Springer</p> <p>[3] Muhammed Musaddique Ali Rafique, Bulk metallic glasses and their composites, Momentum Press</p> <p>[4] C. J. Brinker and G. W. Scherer, Sol-gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing. San Diego: Gulf Professional Publishing, 1990</p> <p>[5] D. Levy and M. Zayat, Eds., The Sol-Gel Handbook - Synthesis, Characterization, and Applications: Synthesis, Characterization and Applications. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2015</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] P. W. Atkins, J. de Paula, and J. Keeler, Atkins' Physical Chemistry, 11th ed. Oxford: Oxford University Press, 2018</p> <p>[2] Gross, D., & Seelig, T. (2017). <i>Fracture mechanics: with an introduction to micromechanics</i>. Springer.</p> <p>[3] current literature in international journals, e.g. from <i>sciencedirect.com</i> database</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
<p>PROF. JERZY KALETA <u>Jerzy.Kaleta@pwr.edu.pl</u> Department of Mechanics, Materials Science and Biomedical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology</p>

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Praca dyplomowa
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Master (MSc) thesis
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB029954
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)					
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				900	
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				30	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				30	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				7,0	

* delete as appropriate

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiada zaawansowaną wiedzę teoretyczną i umiejętności zgodne z wymaganiami kierunku studiów Zaawansowana Mechanika Stałych II stopnia studiów, w tym specjalność Mechanika Konstrukcji (MS)/Mechanika Materiałów (MM).
2. Potrafi kształtować, modelować, analizować i mierzyć złożone elementy konstrukcyjne.
3. Zna obowiązujące normy, wytyczne i przepisy dotyczące projektowania budynków, w tym rozszerzonych w zakresie konstrukcji.
4. Posiada umiejętność i sprawność obliczeniową projektowania, w tym komputerowego wspomaganie obliczeń i kreślenia.
5. Posiada umiejętność samodzielnego pozyskiwania, wykorzystywania i analizy informacji naukowo-technicznych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Synteza wiedzy z całości studiów II stopnia i doświadczenia praktycznego, zwłaszcza w wybranej specjalności dyplomowej.
- C2. Zdobycie wiedzy z zakresu planowania i realizacji różnorodnych, złożonych badań technicznych, naukowo-technicznych.
- C3. Wzmocnienie znajomości zasad programowania, modelowania i rozwiązywania złożonych inżynierskich zadań projektowych.
- C4. Nauczenie studentów wyboru i korzystania z zaawansowanych narzędzi obliczeniowych, w tym programów komputerowych.
- C5. Wzmocnienie umiejętności opracowywania wyników i wyciągania wniosków.
- C6. Wzmocnienie umiejętności wykorzystywania i krytycznej analizy informacji naukowej i technicznej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

- PEU_W01 Posiada ugruntowaną i rozszerzoną wiedzę z zakresu zagadnień branży budowlanej, mechaniki, w szczególności w obszarze specjalizacji dyplomowej.
- PEU_W02 Ma podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu programowania, modelowania i rozwiązywania złożonych zadań projektowych inżynierskich.
- PEU_W03 Zna zasady stosowania zaawansowanych technik i programów komputerowych wspomagających procesy projektowe i badawcze.

Z zakresu umiejętności:

- PEU_U01 Posiada szczegółowe, rozwinięte umiejętności rozwiązywania problemów w branży budowlanej, mechaniki w szczególności na kierunku studiów.
- PEU_U02 Posiada umiejętność zbierania i krytycznej analizy, z różnych źródeł, informacji z zakresu budownictwa, mechaniki, zwłaszcza kierunku studiów.
- PEU_U03 Potrafi dobierać metody i narzędzia do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich i podstawowych problemów badawczych.
- PEU_U04 Posiada umiejętność dokumentowania wykonanych przez siebie prac lub projektów badawczych oraz ich prezentacji.
- PEU_U05 Potrafi wyznaczać kierunki dalszego kształcenia i śledzić proces samokształcenia.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEU_K01 Potrafi wyznaczać priorytety realizacji określonych przez siebie lub innych zadań lub projektów badawczych i odpowiada za swoje decyzje.
- PEU_K02 Ma wewnętrzne przekonanie o potrzebie ciągłego samorozwoju, w tym związanego z wykonywanym zawodem.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1		
...		
Total hours		

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
C11		
...		
Total hours		

Forma zajęć - laboratorium		Liczba

		godzin
Lab1		
...		
	Total hours	

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Proj1		
...		
	Total hours	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sem1		
...		
	Total hours	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Studia literaturowe i inne źródła informacji.
N2.	Przygotowanie i wykonanie obliczeń i/lub analizy eksperymentalnej i/lub studium przypadku.
N3.	Analiza wyników porównań, podsumowanie, sformułowanie wniosków, redakcyjne przygotowanie pracy dyplomowej.
N4.	Udział w konsultacjach związanych z pracą dyplomową, dyskusje podsumowujące.

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, P2, P3, P4	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01, PEU_K02	Ocena pracy przez promotora i recenzenta. Obrona pracy dyplomowej. Egzamin dyplomowy.
P1 – ocena pracy przez promotora i recenzenta P2 – obrona pracy P3 – ocena egzaminu dyplomowego		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA	
Literatura w zależności od specjalności, w której realizowany jest dyplom. Literatura związana z tematem pracy, wybrana samodzielnie przez studenta i pod kierunkiem promotora.	
OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)	
Opiekun pracy	

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Risk assessment in geotechnics - implementation of Random Field Theory
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB030553
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	45		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90		60		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1.2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	2.3		1.2		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Kurs podstawowy z inżynierii geotechnicznej lub kurs podstawowy z mechaniki gruntów
2. Podstawowy kurs statystyki i prawdopodobieństwa
3. Rachunek – poziom inżynierski

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Aby umożliwić studentom rozpoznanie źródeł niepewności w geotechnice
 C2. Umożliwienie uczniom korzystania z metod probabilistycznych w przyszłej pracy
 C3. Umożliwienie studentom korzystania z wybranych narzędzi komputerowych do analizy ryzyka w geoinżynierii
 C4. Nauczenie studentów podstaw projektowania opartego na niezawodności w geoinżynierii

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

w zakresie wiedzy:

PEU_W01 Poznaj rozkłady prawdopodobieństwa stosowane do opisu parametrów geotechnicznych

PEU_W02 Poznaj podstawy generowania losowych zbiorów

PEU_W03 Zna parametry charakteryzujące pola losowe (skala fluktuacji, macierz korelacji, funkcja autokorelacji)

PEU_W04 Poznaj podstawy stochastycznej metody elementów skończonych

w zakresie umiejętności:

PEU_U01 Potrafi zastosować pola losowe do charakterystyki przestrzennej zmienności gleby

PEU_U02 Zna technikę krigingu i potrafi posługiwać się oprogramowaniem krigingowym

PEU_U03 Potrafi obsługiwać oprogramowanie dedykowane do oceny niezawodności dostępne w postaci arkuszy kalkulacyjnych

PEU_U04 Potrafi zastosować stochastyczną metodę elementów skończonych do problemów inżynierskich

PEU_U05 Potrafi zastosować podejścia niezawodnościowe w procesie projektowania

w zakresie kompetencji społecznych:

PEU_K01 Naucz się pracy w zespole

PEU_K02 Ma świadomość konieczności poszerzania wiedzy o nowoczesnych technikach w inżynierii geotechnicznej

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec 1	Ogólne uwagi dotyczące niepewności w analizach geotechnicznych. Źródła i rodzaje niepewności właściwości geomechanicznych.	1
Lec 2	Procesy stochastyczne i pola losowe – podstawy teorii.	6
Lec 3	Typowe modele pól losowych.	3
Lec 4	Modelowanie probabilistyczne właściwości geomechanicznych. Uśrednianie przestrzenne.	4
Lec 5	Regresja liniowa. Najlepsza liniowa bezstronna estymacja. Geostatystyka-Kriging.	4
Lec 6	Podstawy technik symulacyjnych.	4
Lec 7	Symulacja pól losowych.	2
Lec 8	Oceny niezawodności w geotechnice na przykładach.	3
Lec 9	Zastosowania w problemach nośności.	2
Lec 10	Metoda losowych elementów skończonych (RFEM). Przegląd.	4
Lec 11	Zastosowania programu RFEM w problemach przenikania 2D i modelowaniu zapór ziemnych.	2

Lec 12	Aplikacja RFEM do płytkiego osiadania fundamentów.	2
Lec 13	Zastosowania programu RFEM do problemu parcia gruntu i analizy stateczności skarp	2
Lecture 14	Projekt oparty na niezawodności.	6
	Total hours	45

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cl1	Not applicable	
	Total hours	

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Ocena miar niezawodności metodami FORM/SORM za pomocą dedykowanego oprogramowania	7
Lab 2	Analiza ryzyka nośności fundamentu metodą FREM – oceny numeryczne	8
	Total hours	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Proj1	Not applicable	
	Total hours	

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sem1	Not applicable	
	Total hours	

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	prezentacja multimedialna
N2.	komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

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_W03	Egzamin ustny
F2		
F3	PEU_U03 PEU_U04	
$P=0.7 * F1 + 0.3 * F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA:
[1] FENTON G.A., GRIFFITHS D.V. (2008), <i>Risk assessment in geotechnical engineering</i> . John

Wiley & Sons, Hoboken, N.J.

[2] BAECHER G.B., CHRISTIAN J.T. (2003), *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering*. J. Wiley & Sons, Chichester.

[3] FISZ M. (1980), *Probability theory and mathematical statistics*. Krieger Publ. Co.

LITERATURA UZUPEŁNIAJACA:

[1] Probabilistic methods in geotechnical engineering. Ed. by D. V. Griffiths, Gordon A. Fenton. Wien; New York: **Springer**, cop. 2007. s. 127-145. ISBN: 978-3-211-73365-3.

[2] *Eurocode 7 and reliability-based design*. In: *Reliability Based Design in Geotechnical Engineering*, Taylor and Francis, London–New York.

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W-2/K09, wojciech.pula@pwr.edu.pl

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Zaawansowana Mechnika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Advanced Soil Mechanics and Soil – Structure Interaction
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB030853
Grupa kursów:	TAK / 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*	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	3		2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)			1.2		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5		1.8		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość mechaniki konstrukcji, wytrzymałości materiałów i ogólnych zasad projektowania konstrukcji
2. Znajomość geologii w podstawowym zakresie

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie się studentów z metodami obliczania naprężeń i deformacji podłoża gruntowego.
- C2. Zdobycie wiedzy w zakresie teoretycznego opisu filtracji wody w ośrodku gruntowym.
- C3. Zapoznanie się z podstawami sprzężenia hydromechanicznego i jego zastosowaniem w problemach praktycznych.
- C4. Poznanie podstaw plastyczności gruntów, teorii stanów granicznych, metod wyznaczania nośności fundamentów oraz analizy stateczności skarp.
- C5. Zdobycie umiejętności poprawnego formułowania modeli obliczeniowych typowych problemów geotechniki, ich rozwiązywania oraz interpretacji uzyskanych wyników.
- C6. Poznanie podstaw modelowania interakcji pomiędzy konstrukcjami inżynierskimi a podłożem gruntowym.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

W zakresie wiedzy:

PEU_W01 Student zna podstawowe założenia i prawa konstytutywne stosowane w mechanice gruntów.

PEU_W02 Student zna i rozumie zasady komputerowego wspomaganie modelowania i obliczeń konstrukcji geotechnicznych

W zakresie umiejętności:

PEU_U01 Student poprawnie formułuje problemy dotyczące interakcji konstrukcji z podłożem i posługuje się odpowiednimi programami komputerowymi do ich rozwiązywania.

PEU_U02 Student potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi wspomagającymi modelowanie konstrukcji geotechnicznych; umie poprawnie przygotować dane do obliczeń; potrafi interpretować i krytycznie oceniać wyniki analizy numerycznej.

W zakresie kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student potrafi pracować w grupie nad zadaniem, prowadząc merytorycznie dyskusję w celu wypracowania skutecznej i efektywnej metody znalezienia właściwego rozwiązania.

PEU_K02 Student ma świadomość konieczności weryfikacji zastosowanego podejścia obliczeniowego oraz poprawności uzyskanych wyników.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Geneza i klasyfikacja gruntów	2
Wy2	Podstawowe relacje w teorii sprężystości. Jednoosiowy oraz płaski stan odkształcenia. Rozwiązania analityczne dla jednorodnej półprzestrzeni gruntowej.	2
Wy3	Osiadania w jednoosiowym stanie odkształcenia. Ściśliwość wtórna i pierwotna. Wskaźnik ściśliwości.	2
Wy4	Naprężenia pierwotne w podłożu gruntowym. Pojęcie naprężeń efektywnych.	2
Wy5	Prawo Darcy'ego. Ogólne równanie przepływu wody w gruncie. Krzywa retencji.	2
Wy6	Konsolidacja jednowymiarowa. Sprzężenie hydromechaniczne.	2
Wy7	Kryterium wytrzymałości Coulomba-Mohra. Koło Mohra. Czynne i bierne parcia gruntu.	2
Wy8	Twierdzenia teorii stanów granicznych. Dolne i górne oszacowanie nośności fundamentu pasmowego. Nośność graniczna w ujęciu metody elementów skończonych.	2

Wy9	Teoria płycizności w świetle metod numerycznych.	2
Wy10	Stateczność skarp i zboczy. Kąt stoku naturalnego. Metoda kinematyczna oceny stateczności. Przykłady.	2
Wy 11	Metody Felleniusa i Bishopa. Technika redukcji wytrzymałości na ścinanie. Przykłady.	2
Wy 12	Modele strefy kontaktowej grunt-konstrukcja w świetle metod numerycznych.	2
Wy13	Przykłady obliczeń numerycznych w praktycznych zagadnieniach geotechnicznych.	2
Wy14	Przykłady obliczeń numerycznych w praktycznych zagadnieniach geotechnicznych - kontynuacja.	2
Wy15	Przykłady obliczeń numerycznych w praktycznych zagadnieniach geotechnicznych - kontynuacja. Podsumowanie wykładu.	2
	Łącznie godzin	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Modelowanie podłoża gruntowego. Zmienność miąższości warstw gruntu. Przestrzenna zmienność parametrów.	2
Lab2	Sprężystość. Sformułowanie problem brzegowego.	2
Lab3	Rozwiązywanie problemów geotechnicznych przy zastosowaniu modelu sprężystego.	2
Lab4	Rozwiązywanie problemów geotechnicznych w opraciu o koncepcję naprężeń efektywnych.	2
Lab5	Rozwiązywanie przez studentów przypisanych im indywidualnie problemów i sporządzenie raportu Nr. I	2
Lab6	Przepływ wody w gruncie. Sformułowanie problemu brzegowo-początkowego.	2
Lab7	Modelowanie zadań ze zmiennym zwierciadłem wód gruntowych.	2
Lab8	Problem konsolidacji	2
Lab9	Rozwiązywanie przez studentów przypisanych im indywidualnie problemów i sporządzenie raportu Nr. II	2
Lab10	Ocena stateczności sarkpy metodą równowagi granicznej	2
Lab11	Ocena stateczności skarpy metodą redukcji wytrzymałości na ścinanie. Omówienie różnic między metodami.	2
Lab12	Rozwiązywanie przez studentów przypisanych im indywidualnie problemów i sporządzenie raportu Nr. III	2
Lab13	Modelowanie konstrukcji zagłębionej w gruncie z uwzględnieniem wzajemnego oddziaływania konstrukcji i gruntu.	2
Lab14	Modelowanie konstrukcji zagłębionej w gruncie z uwzględnieniem wzajemnego oddziaływania konstrukcji i gruntu, kontynuacja.	2
Lab15	Rozwiązywanie przez studentów przypisanych im indywidualnie problemów i sporządzenie raportu Nr. IV	2
	Łącznie godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	prezentacje multimedialne
N2.	komputer, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opis)

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Egzamin pisemny
F1 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Sprawozdania
$P=0.6 * F1 + 0.4 * F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Verruijt, A. (2001). Soil mechanics. Delft: Delft University of Technology.
- [2] Das, B.M. (2019). Advanced soil mechanics. CRC Press. 5th Ed.
- [3] Derski, W., Izbicki, R., Kisiel, I., Mróz, Z. (1988). Rock and soil mechanics. PWN/Elsevier
- [4] Commend, S., Kivell, S., Obrzud, R.F., Podleś, K., Truty, A., & Zimmermann, T. (2018). Computational geomechanics. Getting started with ZSOIL. PC. Rossolis Editions. V Ed.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules
- [2] Fredlund, D.G., Rahardjo, H., Fredlund, M.D. (2012). Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley
- [3] de Vallejo, L.G., Ferrer, M. (2011). Geological engineering. CRC Press/Balkema.
- [4] FlexPDE User Manual
- [5] Itasca Flac User Manual
- [6] ZSoil User Manual

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

DR INŻ. MAREK KAWA
DR INŻ. MACIEJ SOBÓTKA

Katedra geotechniki, Hydrotechniki, Budownictwa Podziemnego i Wodnego
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Advanced steel-concrete composite constructions
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB030753
Grupa kursów:	TAK / 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*	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	3				2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					1.2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.5				1.8

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zaawansowana wiedza z zakresu mechaniki konstrukcji i inżynierii lądowej
2. Znajomość konstrukcji stalowych i betonowych.
3. Podstawowa znajomość konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych.
4. Znajomość MES

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie ze współczesnymi konstrukcjami zespolonymi stalowo-betonowymi.
- C2. Zapoznanie z zaawansowanymi metodami badań laboratoryjnych konstrukcji zespolonych

<p>stalowo-betonowych.</p> <p>C3. Zapoznanie z zaawansowanymi metodami numerycznej symulacji zachowania się konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych.</p> <p>C4. Zapoznanie z połączeniem ścinanym „composiye dowels”.</p>
--

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
<p>w zakresie wiedzy:</p> <p>PEU_W01 Student zna i rozumie rozwiązania stosowane w nowoczesnych konstrukcjach zespolonych stalowo-betonowych.</p> <p>PEU_W02 Student zna metodykę projektowania i badań laboratoryjnych.</p> <p>w zakresie umiejętności:</p> <p>PEU_U01 Posiada umiejętność budowania globalnego modelu obliczeniowego konstrukcji zespolonej.</p> <p>PEU_U02 Posiada umiejętność budowania lokalnego modelu węzła złożonego i połączenia.</p> <p>w zakresie kompetencji społecznych:</p> <p>PEU_K01 Student jest przygotowany do pracy zespołowej.</p>

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Przedmiot i zakres wykładu, literatura, zasady zaliczenia. Podsumowanie stanu rozwoju klasycznych konstrukcji zespolonych stalowo-betonowych. Wprowadzenie pojęcia przekroju hybrydowego.	2
Lec2	Wprowadzenie do historii teorii konstrukcji. Postępowanie z istniejącymi konstrukcjami: wzmacnianie i sprężanie zewnętrzne konstrukcji zespolonych.	2
Lec3	Konstrukcje zespolone w budynkach i mostach: główne różnice. Budownictwo mostowe – siła napędowa w rozwoju konstrukcji zespolonych.	2
Lec4	Ewolucja mostów zespolonych. Podstawy projektowania mostów zespolonych. Analiza modelu zarysowanego i niezarysowanego.	2
Lec5	Od spawanych sworzni do doweli zespolonych: ewolucja połączenia ścinanego. Podstawy Eurokodu 4: “szkielet stalowy”.	2
Lec6	Ewolucja doweli zespolonych: od VFT do VFT-WIB.	2
Lec7	Dowełe zespolone: poszukiwanie kształtu i budowa pierwszych mostów. Pierwsza generacja mostów z wykorzystaniem doweli zespolonych.	2
Lec8	Dowełe zespolone: poszukiwanie procedur projektowych i technologii produkcji części stalowej.	2
Lec9	Dowełe zespolone: produkt końcowy. Formalne procedury projektowe. Druga generacja mostów z wykorzystaniem doweli zespolonych.	2
Lec10	Pojęcie ogólnego przekroju zespolonego (przekrój hybrydowy). Trzecia generacja mostów z wykorzystaniem doweli zespolonych. Formy konstruowane dziś i przewidywalna przyszłość.	2
Lec11	Badania laboratoryjne konstrukcji zespolonych: badania pod obciążeniami statycznymi.	2
Lec12	Badania laboratoryjne konstrukcji zespolonych: badania pod obciążeniami cyklicznymi.	2
Lec13	MES na potrzeby badań laboratoryjnych.	2
Lec14	MES na potrzeby projektowania konstrukcji. Rozwój Eurokodu 4.	2

Lec15	Kolokwium.	2
	Razem godziny	30

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wprowadzenie ogólne: organizacja, zasady zaliczania. Podział poszczególnych zadań, omówienie każdego zadania.	1
Sem2	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem3	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem4	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem5	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem6	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem7	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem8	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem9	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem10	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem11	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem12	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem13	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem14	Prezentacja wybranej konstrukcji zespolonej przez grupę studentów, omówienie szczegółów konstrukcyjnych oraz omówienie możliwych modeli, założeń i metod jej projektowania.	2
Sem15	Ocena seminarium.	2
	Razem godziny	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja multimedialne
N2.	Laptop, whiteboard, (obliczenia, rysunki, opisy)

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
E 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_W02	Kolokwium
F (seminarium)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Aktywna praca podczas seminarium.

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u>
[1] Kurrer K-E. The History of the Theory of Structures: Searching for Equilibrium. Ernst & Sohn 2018.
[2] Lorenc, W. Composite dowels: the way to the new forms of steel-concrete composite structures. IABSE Symposium 20-22.05.2020, Poland.
[3] Jacques Berthelley, Günter Seidl, Wojciech Lorenc Recent structures and bridges built with the CL steel-concrete connection. W: Tomorrow's Megastructures : 40th IABSE Symposium 2018, Nantes, France, 19-21 September 2018. Zurich : IABSE, 2018. art. S2-51, s. 1-9.
[4] Dennis Rademacher, Wojciech Ochojski, Wojciech Lorenc, Maciej P. Kożuch Advanced solutions with hot-rolled sections for economical and durable bridges. Steel Construction. 2018, vol. 11, nr 3, s. 196-204.
[5] Wojciech Lorenc Nośność ciągłych łączników otwartych w zespolonych konstrukcjach stalowo-betonowych. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010. 131, [2] s.
[6] Wojciech Lorenc The model for a general composite section resulting from the introduction of composite dowels. Steel Construction. 2017, vol. 10, nr 2, s. 154-167.
[7] Wojciech Lorenc Non-linear behaviour of steel dowels in shear connections with composite dowels: design models and approach using finite elements. Steel Construction. 2016, vol. 9, nr 2, s. 98-106.
[8] Wojciech Lorenc The design concept for the steel part of a composite dowel shear connection. Steel Construction. 2016, vol. 9, nr 2, s. 89-97.
<u>LITERATURA DODATKOWA:</u>
[9] Wojciech Lorenc. Nowe technologie budowy mostów zespolonych. W: Mosty hybrydowe : Seminarium Naukowo-Techniczne Wrocławskie Dni Mostowe, Wrocław, 29-30 listopada 2018 / [red. Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk]. Wrocław : Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, [2018]. s. 101-118.
[10] Günter Seidl, Wojciech Lorenc Innovative Konstruktionen im Verbundbrückenbau mit Verbunddübeln. Stahlbau. 2018, Jg. 87, H. 6, s. 547-554.
[11] Wojciech Lorenc, Tomasz Kołakowski, Andrzej Hukowicz, Günter Seidl Verbundbrücke bei Elbląg : Weiterentwicklung der VFT-WIB-Bauweise. Stahlbau. 2017, Jg. 86, H. 2, s. 167-174.

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIĘ, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
Wojciech Lorenc Wojciech.Lorenc@pwr.edu.pl Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Zaawansowana Geoinżynieria
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Advanced Geoen지니어ing
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Structure (MS)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASB030653
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	15
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	60
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1			2	2
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				1	1.2
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.0			0.9	0.9

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawy konstrukcji nośnych w inżynierii lądowej i wodnej, podstawy wytrzymałości materiałów i mechaniki gruntów.
2. Podstawowe rodzaje fundamentów dla różnych prostych warunków geoinżynierskich, kategorie geotechniczne GC1 i GC2, procesy budowlane fundamentów, aspekty funkcjonalne i środowiskowe fundamentów w zależności od rodzaju obiektu, obciążeń, warunków gruntowych i wody w gruntach.
3. Zasady wzajemnego oddziaływania grunt-konstrukcja dla fundamentów nieodkształcalnych, pali, ścian osadzonych, konstrukcji oporowych; obliczanie nośności, stateczności skarp, obliczanie parcia gruntu i wody.
4. Projektowanie podstawowych elementów betonowych, takich jak belki, stopy i słupy; obliczanie zbrojenia.
5. Rozwiązywanie najprostszych liniowych równań różniczkowych zwyczajnych o stałych współczynnikach.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Znajomość szerokiego zakresu metod wzmacniania podłoża w celu stworzenia lepszych warunków kontaktowych.
- C2. Rozwijanie wiedzy na temat spektrum metod fundamentowania, od fundamentowania bezpośredniego poprzez metody wzmacniania podłoża gruntowego do pośrednich konstrukcji geotechnicznych.
- C3. Umiejętność modelowania interakcji pomiędzy gruntem a konstrukcją.
- C4. Budowanie intuicji inżynierskiej w zakresie przewidywania sił wewnętrznych w fundamentach oraz racjonalnej analizy konstrukcji oddziałujących z podłożem.
- C5. Zdobycie wiedzy w zakresie bardziej złożonych problemów wytwarzania energii z geotechnicznych źródeł odnawialnych.
- C6. Rozwinięcie umiejętności projektowania posadowienia pod obiektami przestrzennymi takimi jak turbiny wiatrowe, pale energetyczne czy tunele energetyczne.
- C7. Zrozumienie podstaw podejścia do projektowania z częściowymi współczynnikami bezpieczeństwa według Eurokodu 7.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student uzyskuje wiedzę teoretyczną w zakresie obliczania belek fundamentowych, a także pali i ścian osadzonych w gruncie oraz lepsze zrozumienie metody wzmacniania podłoża gruntowego,

PEU_W02 rozumie podstawy teoretyczne metody częściowych współczynników bezpieczeństwa w geoinżynierii, stosuje metody projektowania wymagane przez Eurokod EC7-1 - kryteria stateczności GEO w tej grupie,

PEU_W03 rozumie problemy interakcji grunt-konstrukcja na przykładzie słabo nośnych podłoży, wie, jak projektować konstrukcje palowe przenoszące duże obciążenia na grunt i wytwarzające energię

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi zdefiniować i zastosować odpowiednie modele obliczeniowe dla fundamentów i gruntów, analizuje siły wewnętrzne w fundamentach oraz kombinacje tych oddziaływań (także dla wymuszeń górniczych),

PEU_U02 potrafi wybrać odpowiednią technologię w oparciu o charakterystykę materiału oraz warunki gruntowo-wodne,

PEU_U03 potrafi interpretować i wykorzystywać w projektowaniu wiedzę wynikającą z wyników badań geotechnicznych

PEU_U04 nabiera wprawy w modelowaniu problemów związanych z interakcją grunt-struktura, może obliczać bardziej złożone fundamenty w ramach kategorii geotechnicznej 2 i 3,

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 uczeń doskonali umiejętność pracy samodzielnej i w grupie projektantów (dzięki dyskusjom z innymi uczniami podczas realizacji projektów oraz z nauczycielem),

PEU_K02 ćwiczenia w logicznym myśleniu, jasnym formułowaniu tez i wymagań, koncentracji na zadanych zadaniach - w ramach określonej teorii i ustalonych założeń.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Wprowadzenie. Informacje wstępne. Podstawowe definicje.	2
Lec 2	Metody badania gruntu	2
Lec3-4	Rodzaje powierzchni kontaktowych między konstrukcją a gruntem. Rodzaje metod posadowienia bezpośredniego.	4
Lec5-7	Geotechniczne warunki stosowania technik wzmacniania podłoża gruntowego. Spektrum metod wzmacniania podłoża gruntowego oraz metody posadowienia pośredniego.	6
Lec8-9	Ochrona ścian głębokich wykopów: rodzaje i stosowane technologie.	4
Lec10	Posadowienie obiektów specjalnych, takich jak np. turbiny wiatrowe, pale energetyczne czy mosty.	2
Lec11-13	Zastosowanie technologii geotechnicznych w procesie produkcji energii ze źródeł odnawialnych.	6
Lec14	Oddziaływanie drgań wywołanych pracami geotechnicznymi na różnego rodzaju obiekty.	2
Lec15	Test końcowy	2
Suma godzin		30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1	Wstęp	1
Pr2-4	Projekt wzmocnienia gruntu	6
Pr5-7	Projekt geostruktury energetycznej	6
Pr8	Ocena raportów - ocena noty końcowej	2
Suma godzin		15

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Sem1	Wstęp	1
Sem2-8	Prezentacje Studentów	14
Total hours		15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	prezentacja multimedialna
N2.	komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03	Test końcowy
F2 (projekt)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02	Ocena z końcowego raportu
F3 (seminarium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02	Wystąpienie oraz raport z prezentacji
$P=0.4 \cdot F1 + 0.3 \cdot F2 + 0.3 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Salgado, R. (2008). <i>The engineering of foundations</i> (Vol. 888). New York: McGraw Hill.</p> <p>[2] Budhu, M. (2008). <i>Foundations and earth retaining structures</i>. John Wiley & Sons Incorporated..</p> <p>[3] Eslami, A., Moshfeghi, S., Molaabasi, H., & Eslami, M. M. (2019). <i>Piezcone and Cone Penetration Test (CPTu and CPT) Applications in Foundation Engineering</i>. Butterworth-Heinemann.</p> <p>[4] Laloui, L., & Di Donna, A. (2013). <i>Energy geostructures. ISTE and John Wiley & Sons</i>.</p> <p>[5] Laloui, L., & Loria, A. F. R. (2019). <i>Analysis and design of energy geostructures: theoretical essentials and practical application</i>. Academic Press.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Keller promotional materials</p> <p>[2] A. Jarominiak, <i>Lekkie konstrukcje oporowe</i>, WKŁ, W-wa, 1999</p> <p>[3] EN 1997-1:2004</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
<p>PHD. DSC. JOANNA PIECZYŃSKA-KOZŁOWSKA, joanna.pieczynska-kozłowska@pwr.edu.pl Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology</p>

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Reliability and Maintenance Theory and Engineering
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASM003007
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90			60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3			2	
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)	1.5			0.9	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma wiedzę podstawową z zakresu projektowania i badania procesów/systemów technicznych
2. Posiada podstawową wiedzę z zakresu matematyki stosowanej
3. Posiada podstawową znajomość arkusza kalkulacyjnego, np. Excel

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie pogłębionej wiedzy z zakresu zarządzania eksploatacją i niezawodnością systemów technicznych oraz systemów je wspierających.
- C2. Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie metod, narzędzi, technik i materiałów stosowanych przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu niezawodności, utrzymania i zarządzania ryzykiem systemów technicznych.
- C3. Nabycie umiejętności rozwiązywania problemów w praktyce, jakie mogą zakłócać efektywne funkcjonowanie systemów technicznych.
- C4. Nabycie umiejętności projektowania procesów eksploatacji przy uwzględnieniu konieczności zapewnienia pożądanego poziomu gotowości operacyjnej oraz efektywności finansowej.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student ma pogłębioną wiedzę na temat eksploatacji, niezawodności i bezpieczeństwa systemów/obiektów technicznych

PEU_W02 Zapoznanie się z trendami rozwojowymi w technologii oraz organizacją pracy i utrzymania obiektów/systemów technicznych

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne do analizy i projektowania niezawodnych systemów/obiektów technicznych

PEU_U02 Potrafi podejmować racjonalne decyzje w aspekcie zarządzania eksploatacją systemów technicznych.

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Potrafi właściwie ustalać priorytety realizacji zadań określonych przez siebie lub innych

PEU_K02 Potrafi pracować w grupie. Potrafi kierować małym zespołem, biorąc odpowiedzialność za efekty swojej pracy

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Wprowadzenie do inżynierii niezawodności. Systemy zarządzania niezawodnością	2
Lec2	Procesy prowadzące do uszkodzeń i awarii. Klasyfikacja i przyczyny powstawania uszkodzeń	2
Lec3	Modelowanie niezawodności nienaprawialnych obiektów technicznych. Charakterystyki i wskaźniki niezawodności. Fizyczna i statystyczna interpretacja wskaźników niezawodności	2
Lec4	Modelowanie niezawodności nienaprawialnych systemów technicznych. Podstawowe struktury niezawodnościowe	2
Lec5	Modelowanie niezawodności nienaprawialnych systemów technicznych. Złożone struktury niezawodnościowe	2
Lec6	Procesy stochastyczne w niezawodności. Proces Poissona oraz urodzeń i śmierci	2
Lec7	Procesy Markowa	2
Lec8	Problemy związane z eksploatacją i utrzymaniem obiektu technicznego - główne pojęcia i definicje. System eksploatacji i jego modele	2
Lec9	Strategie utrzymania ruchu oraz odnowa profilaktyczna. Potencjał eksploatacyjny	2

Lec10	Strategie utrzymania ruchu – LCC, RCM, RBM	2
Lec 11	Wprowadzenie do zarządzania ryzykiem i bezpieczeństwem systemów technicznych	2
Lec 12	Narzędzia i metody analizy uszkodzeń obiektów/systemów technicznych (FMEA/FMECA)	2
Lec13	Metody analizy ryzyka (FTA, ETA, PHA, PSA, HAZOP)	2
Lec14	Koszty w eksploatacji. Niezawodność – koszty czy zyski?	2
Lec15	Ewolucja teorii niezawodności i teorii bezpieczeństwa – kierunki rozwoju	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - Project		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do zajęć projektowych. Analiza niezawodności obiektów technicznych (np. wyznaczenie funkcji niezawodności, zawodności, intensywności uszkodzeń)	3
Proj2	Wykorzystanie testów zgodności do oceny niezawodności obiektów technicznych	2
Proj3	Analiza struktury niezawodnościowej obiektu technicznego, określenie optymalnego okresu gwarancji przy określonych założeniach	2
Proj4	Wybór strategii obsługiwanego obiektu technicznego przy uwzględnieniu kryteriów ekonomicznego i niezawodnościowego	2
Proj5	Zagadnienie konserwatora	2
Proj6	Analiza uszkodzeń obiektów technicznych z wykorzystaniem metody FMEA	2
Proj7	Analizy utrzymania ruchu. Wpływ warunków eksploatacji na parametry niezawodnościowe	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
N2. komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	kolokwium
F2 (projekt)	PEU_U01 PEU_U02	kolokwium
F3 (Projekt)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Aktywna praca podczas realizacji zadań projektowych
$P=0.6*F1+0.3*F2+0.1*F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] [1] Aven, T. Quantitative risk assessment: the scientific platform. New York: Cambridge University Press, 2011.
- [2] De Almeida, A.T. Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis. Springer, 2015
- [3] Dhillon, B.S. Maintainability, maintenance, and reliability for engineers. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2006
- [4] Frenkel, I.B., Karagrigoriou, A., Lisnianski, A. (eds.) Applied reliability engineering and risk analysis: probabilistic models and statistical inference. Chichester, West Sussex: Wiley, 2014.
- [5] Jardine, A.K.S., Tsang, A.H.C. Maintenance, replacement, and reliability: theory and applications. Boca Raton : CRC Press/Taylor & Francis Group, 2017
- [6] Nash, F.R. Reliability assessments: concepts, models and case studies. Boca Raton etc.: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2016
- [7] Stapelberg, R.F., Handbook of reliability, availability, maintainability and safety in engineering design. London: Springer Verlag London Limited, 2009.
- [8] Verma, A.K., Srividya, A., Karanki, D.R. Reliability and safety engineering. London etc.: Springer-Verlag, 2016

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Jin, T. Reliability engineering and services. Hoboken : Wiley & Sons, 2019
- [2] Nakagawa, T. Random maintenance policies. Springer Series in Reliability Engineering, 2014
- [3] Werbińska-Wojciechowska, S. Technical System Maintenance. Delay-Time-Based Modelling, Springer, 2019
- [4] Zio, E., Baraldi, P., Cadini, F. Basics of reliability and risk analysis: worked out problems and solutions. New Jersey etc.: World Scientific, 2011.

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

DR HAB. INŻ. SYLWIA WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, PROF. UCZELNI

sylwia.werbinska@pwr.edu.pl

Katedra Eksploatacji Systemów Technicznych, Wydział Mechaniczny, Politechnika Wroclawska

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Projektowanie Materiałów Inżynierskich
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Design of Engineering Materials
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy): Mechanics of Structure (MS) /
 Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASM003003
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	3			2	
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)	1.6			1.8	

* niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z zakresu dyscyplin takich jak: Materiałoznawstwo, Wytrzymałość materiałów, Technologia wytwarzania, przetwarzanie i recykling materiałów, projektowanie i metody badania struktury i właściwości materiałów
2. Umiejętność posługiwania się danymi technicznymi i specjalistycznym oprogramowaniem komputerowym.
3. Umiejętność współpracy z inżynierami z zakresu materiałów inżynierskich oraz specjalistami w zakresie projektowania, wytwarzania, przetwarzania i stosowania materiałów.

CELE PRZEDMIOTU
C1. Uzyskanie umiejętności projektowania składu chemicznego i struktury materiałów inżynierskich w celu wytworzenia wyrobów o pożądanych właściwościach mechanicznych i eksploatacyjnych.
C2. Uzyskanie umiejętności doboru materiałów do zastosowań technicznych).
C3. Uzyskanie umiejętności analizy uszkodzeń materiałów i projektowania procesów naprawczych w celu poprawy trwałości wyrobów.
C4. Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie rozwoju ekspertyz naukowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ
W odniesieniu do wiedzy: PEU_W01 - Ma zaawansowaną wiedzę o zależnościach struktura-właściwości oraz o mechanizmach umocnienia w materiałach i ich praktycznym wykorzystaniu do projektowania materiałowego wyrobów. PEU_W02 - Zna kryteria i metodykę doboru materiałów i potrafi uczestniczyć w projektowaniu inżynierskim wyrobów.
W odniesieniu do umiejętności: PEU_U01 - Potrafi zaprojektować strukturę materiałów w celu uzyskania pożądanych właściwości użytkowych wyrobu. PEU_U02 - Potrafi przeprowadzić analizę awaryjności materiału i zaprojektować proces naprawy w celu zwiększenia trwałości wyrobu
W odniesieniu do kompetencji społecznych: PEU_K01 - Posiada umiejętności współpracy i potrafi kierować zespołami badawczymi w procesie projektowania inżynierskiego. PEU_K02 - Jest przygotowany do prowadzenia badań w zakresie projektowania materiałowego wyrobów.

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Wprowadzenie do projektowania materiałów metalicznych. Wpływ składu chemicznego, obróbki i mikrostruktury na właściwości materiałów.	2
Wy2	Rola i znaczenie diagramów fazowych stopów w projektowaniu materiałów.	2
Wy3	Mechanizmy umacniania w metalach i stopach - teoria i praktyka	2
Wy4	Wpływ technologii wytwarzania na wybrane właściwości stopów metali	2
Wy5	Dostosowane właściwości materiałów do zastosowań inżynierskich z wykorzystaniem technik przyrostowych - techniki, właściwości - analiza wytrzymałościowa	2
Wy6	Rola wad produkcyjnych na wytrzymałość rezydualną materiałów	2
Wy7	Projektowanie materiałów niemetalicznych - wprowadzenie do kompozytów włóknistych	2
Wy8	Technologie wytwarzania materiałów kompozytowych	2
Wy9	Kształtowanie części maszyn z materiałów kompozytowych - filozofia projektowania	2
Wy10	Kompozyty o osnowie termoplastycznej - przykłady wytwarzania i ukierunkowanie wytrzymałościowe struktur dostosowanych do wymagań użytkownika	2
Wy 11	Kompozyty o osnowie duroplastycznej - przykłady wytwarzania i ukierunkowanie wytrzymałościowe struktur dostosowanych do wymagań użytkownika	2

Wy 12	Przykład zindywidualizowanego projektowania materiałów do zastosowań inżynierskich - analiza studium przypadku	2
Wy13	Materiały hiperelastyczne i modelowanie zachowania mechanicznego	2
Wy14	Kompozyty o osnowie metalowej - podstawy projektowania.	2
Wy15	Kryteria i metody ilościowe doboru materiałów w projektowaniu inżynierskim.	2
	Całkowita liczba godzin	30

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Lab1	Dobór materiału na wybrany element konstrukcyjny - projekt - część I.	2
Lab2	Projektowanie składu chemicznego stali o pożądanej hartowności.	2
Lab3	Projektowanie mikrostruktury stali w procesie obróbki cieplnej - część I.	2
Lab4	Projektowanie mikrostruktury stali w procesie obróbki cieplnej - część II.	2
Lab5	Dobór materiału na wybrany element konstrukcyjny - projekt - część II.	2
Lab6	Metody wytwarzania prototypów i serii prototypowych. Technologie wytwarzania addytywnego. Szybkie prototypowanie.	2
Lab7	Szybkie prototypowanie produktów wykonanych z polimerów, metali i ceramiki	2
Lab8	Rapid Manufacturing - Szybkie wytwarzanie	2
Lab9	Metody wytwarzania addytywnego zaawansowanych materiałów funkcjonalnych	2
Lab10	Laminowanie ręczne. Przygotowanie formy oraz niezbędnych materiałów i narzędzi, przygotowanie składu żywicy, laminowanie, utwardzanie, demontaż, itd.	2
Lab11	Pultruzja. Zasada działania maszyny do pultruzji, najważniejsze parametry procesu pultruzji ciągłej, przeprowadzanie procesu pultruzji kompozytowego kształownika litego na urządzeniu znajdującym się w laboratorium, dobór parametrów.	2
Lab12	Metoda nawijania włókien - zasada działania maszyny do nawijania włókien, najważniejsze parametry, metody przyspieszania procesu, omówienie najważniejszych urządzeń towarzyszących, przeprowadzenie nawijania włókna rury kompozytowej na nawijarce laboratoryjnej, dobór parametrów.	2
Lab13	Wytwarzanie kompozytowych struktur warstwowych. Przygotowanie materiałów i sprzętu towarzyszącego dla trzech rodzajów technik wytwarzania, montaż systemu, kontrola szczelności, montaż w autoklawie, kontrola szczelności, wytwarzanie elementu, utwardzanie, demontaż, usuwanie zadziorów, badanie wytrzymałości.	2
Lab14	Laminowanie ręczne c.d.. Przygotowanie formy oraz niezbędnych materiałów i narzędzi, przygotowanie składu żywicy, laminowanie, utwardzanie, demontaż, gratowanie .	2
Lab15	Przygotowanie raportów i omówienie wybranego zagadnienia - zaprojektowanie produkcji materiału dostosowanego do wymagań operacyjnych	
	Całkowita liczba godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	Prezentacja multimedialna
N2.	komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)
N3	samodzielna nauka - przygotowanie do zajęć laboratoryjnych

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	Egzamin
F2 (projekt)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Raport końcowy
P=0.6*F1+0.4*F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA:</u></p> <p>[1] Ashby, M. F., & Jones, D. R. (2012). <i>Engineering materials 1: an introduction to properties, applications and design</i> (Vol. 1). Elsevier.</p> <p>[2] Barbero, E. J. (2017). <i>Introduction to composite materials design</i>. CRC press.</p> <p>[3] Ashby, M. F., Shercliff, H., & Cebon, D. (2018). <i>Materials: engineering, science, processing and design</i>. Butterworth-Heinemann.</p> <p>[4] BROCKS, Wolfgang. <i>Plasticity and Fracture</i>. Springer International Publishing, 2018.</p> <p>[5] Bank, L. C. (2006). <i>Composites for construction: structural design with FRP materials</i>. John Wiley & Sons.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</u></p> <p>[1] Mueller, B. (2012). Additive manufacturing technologies–Rapid prototyping to direct digital manufacturing. <i>Assembly Automation</i>.</p> <p>[2] Gu, D. (2015). <i>Laser additive manufacturing of high-performance materials</i>. Springer.</p> <p>[3] Bart, J. C. (2005). „Additives in polymers. <i>Industrial analysis and application</i>.</p> <p>[4] Chua, C. K., Wong, C. H., & Yeong, W. Y. (2017). <i>Standards, quality control, and measurement sciences in 3D printing and additive manufacturing</i>. Academic Press.</p> <p>[5] Campbell Jr, F. C. (Ed.). (2003). <i>Manufacturing processes for advanced composites</i>. elsevier..</p>

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

Dr hab. inż. Grzegorz Lesiuk, prof. uczelni., Grzegorz.Lesiuk@pwr.edu.pl

MEMBERS OF THE EDUCATIONAL TEAM (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Patrycja Szymczyk-Ziółkowska (patrycja.e.szymczyk@pwr.edu.pl)

Grzegorz Ziółkowski (Grzegorz.Ziolkowski@pwr.edu.pl)

Michał Barcikowski (Michal.Barcikowski@pwr.edu.pl)

Paweł Stabła (Pawel.Stabla@pwr.edu.pl)

Konrad Gruber (Konrad.Gruber@pwr.edu.pl)

Grzegorz Lesiuk (Grzegorz.Lesiuk@pwr.edu.pl)

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Mechanika Pękania
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Fracture mechanics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy): Mechanics of Structure (MS) /
 Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASM003004
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	90	30	30		
Forma zaliczenia	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	3	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)	1.5	0.8	0.8		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość zasad mechaniki i wytrzymałości materiałów.
2. Znajomość równań różniczkowych i podstawowej algebry liniowej.
3. Znajomość podstaw mechaniki eksperymentalnej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Aby poznać parametry pola naprężeń przed wierzchołkiem pęknięcia
- C2. Znajomość eksperymentalnych metod mechaniki pęknięcia w tym wyznaczanie miar odporności na

- pękanie materiałów inżynierskich (metale, kompozyty, polimery)
- C3. Aby nauczyć się identyfikacji modelu propagacji pęknięć zmęczeniowych i analizy wzrostu pęknięć zmęczeniowych - obliczanie trwałości zmęczeniowej
- C4. Naucz się analizować proces pękania i wzrostu pęknięć w złożonych warunkach naprężeń
- C5. Być w stanie poznać schemat pękania i określić przyczynę uszkodzenia elementów konstrukcyjnych
- C6. Zdobyć umiejętność współpracy naukowej w zespole analizującym uszkodzenia zmęczeniowe.
- C7. Nabycie podstawowej wiedzy w zakresie opracowywania ekspertyz naukowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

w zakresie wiedzy:

PEU_W01 Znajomość liniowych i nieliniowych modeli mechaniki pękania.

PEU_W02 Znajomość metod obliczania trwałości narastania pęknięć zmęczeniowych w warunkach obciążenia jednoosiowego i wieloosiowego

w zakresie umiejętności:

PEU_U01 Potrafi oszacować podstawowe parametry mechaniki pękania, takie jak K, J, G dla elementów konstrukcyjnych

PEU_U02 Potrafi zastosować metody matematyczne i eksperymentalne do prognozowania trwałości zmęczeniowej

w zakresie kompetencji społecznych:

PEU_K01 Potrafi obiektywnie ocenić argumenty oraz racjonalnie wyjaśnić i uzasadnić własny punkt widzenia.

PEU_K02 Potrafi wyszukiwać informacje i krytycznie je przeglądać

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Lec1	Teoretyczna wytrzymałość materiałów – wady materiałów	2
Lec2	Teoria Griffitha i pole naprężeń sprężystych – Definicja współczynnika intensywności naprężeń	2
Lec3	Strefy plastyczne przed wierzchołkiem pęknięcia, nieliniowa mechanika pękania (CTOD, J)	2
Lec4	Kruche i ciągliwe pękanie metali, polimerów i kompozytów – analiza fraktograficzna	2
Lec5	Metody doświadczalne w mechanice pękania i zmęczeniu materiałów – wyznaczanie charakterystyk w stanie jednoosiowego obciążenia	2
Lec6	Inicjacja pęknięć zmęczeniowych materiału – mikrostrukturalne aspekty procesu zmęczeniowego. Zmęczenie nisko- i wysokocyklowe	2
Lec7	Wzrost pęknięć zmęczeniowych (tryb I); krzywa wzrostu pęknięć zmęczeniowych, mechanizmy wzrostu mikropęknięć.	2
Lec8	Czynniki wpływające na tempo wzrostu pęknięć zmęczeniowych	2
Lec9	Podstawy teorii degradacji i jej wpływ na właściwości zmęczeniowe i pękające materiałów i konstrukcji	2
Lec10	Wieloosiowy stan naprężenia; charakterystyka odporności na pękanie	2
Lec 11	Wzrost pęknięć zmęczeniowych w trybie mieszanym. Przewidywanie ścieżek pęknięć zmęczeniowych i szacowanie trwałości zmęczeniowej	2
Lec 12	Zmęczenie wieloosiowe - przegląd istniejących rozwiązań dla obciążeń	2

	proporcjonalnych i nieproporcjonalnych	
Lec13	Obciążenia zmienne i losowe – metody obliczeń i zasady uszkodzeń zmęczeniowych	2
Lec14	Studium przypadku - analiza rozwoju pęknięć zmęczeniowych w elementach konstrukcyjnych i analiza uszkodzeń - przykład opracowania ekspertyzy - opis powierzchni pęknięcia	2
Lec15	Podejście probabilistyczne w mechanice pękania i modelowaniu tolerancji defektów	2
	Total hours	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cl1	Rozwiązywanie ćwiczeń z ciałem stałym zawierającym pęknięcia z wykorzystaniem liniowo elastycznej mechaniki pękania	2
Cl2	Rozwiązywanie ćwiczeń z ciałem stałym zawierającym pęknięcia z wykorzystaniem elastoplastycznej mechaniki pękania	2
Cl3	Obliczenia czasu życia zmęczenia zgodnie z prawem paryskim przy użyciu znormalizowanych próbek i rozwiązań SIF	2
Cl4	Obliczenia czasu życia zmęczenia zgodnie z prawem paryskim przy użyciu elementów konstrukcyjnych o złożonej geometrii	2
Cl5	Obliczenia trwałości zmęczeniowej w warunkach obciążenia o zmiennej amplitudzie	2
Cl6	Obliczenia trwałości zmęczeniowej i analiza ścieżek pęknięć w warunkach obciążenia mieszanego	2
Cl7	Analiza obliczeniowa studium przypadku – rozwiązanie złożonego problemu elementów konstrukcyjnych i konstrukcji w zakresie zmęczenia i pękania	2
Cl8	Test i analiza własna wybranego problemu	1
	Total hours	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Odporność na pękanie – oznaczanie K dla metali i niemetali	2
Lab2	Odporność na pękanie – wyznaczenie G dla materiałów kompozytowych	2
Lab3	Wyznaczanie nieliniowych parametrów sprężysto-plastycznych (J, CTOD) dla metali	2
Lab4	Charakterystyka pękania polimerów (Essential Work of Fracture)	2
Lab5	Charakterystyka materiałów pod kątem odporności na pękanie w trybie mieszanym	2
Lab6	Pomiar szybkości wzrostu pęknięć zmęczeniowych i ocena zamykania pęknięć	2
Lab7	Wzrost pęknięć zmęczeniowych w trybie mieszanym	2
Lab8	Ocena raportów – ocena noty raportu końcowego	1
	Total hours	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	
N1.	prezentacja multimedialna
N2.	komputer osobisty, tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)

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 (wykład)	PEU_W01, PEU_W02	rgzamin pisemny
F2 (ćwiczenia)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Test
F3 (laboratorium)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Raport końcowy
P=0.6*F1+0.2*F2+0.2*F3		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p>LITERATURA PODSTAWOWA:</p> <p>[1] Anderson T.L. Fracture Mechanics. Fundamentals and Applications, Fourth Edition. — CRC Press, [2] Gdoutos, E. E. (2020). Fracture mechanics: an introduction (Vol. 263). Springer Nature. [3] Farahmand, B., Bockrath, G., & Glassco, J. (2012). <i>Fatigue and fracture mechanics of high risk parts: application of LEFM & FMDM theory</i>. Springer Science & Business Media. [4] BROCKS, Wolfgang. Plasticity and Fracture. Springer International Publishing, 2018. [5] Avellar, L., & Mac Donald, K. (2019). Mechanics of Materials and Fracture for High School Students. In Fracture, Fatigue, Failure and Damage Evolution, Volume 6 (pp. 111-114). Springer, Cham.</p> <p>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:</p> <p>[1] Lesiuk, G., Correia, J.A.F.O., Krechkovska, H.V., Pekalski, G., Jesus, A.M.P. de, Student, O., Degradation Theory of Long Term Operated Materials and Structures, Springer, 2021 [2] Saxena, A. (2019). Advanced Fracture Mechanics and Structural Integrity. CRC Press. [3] BROEK, David. <i>The practical use of fracture mechanics</i>. Springer Science & Business Media, 2012. [4] Moore, D. R., Williams, J. G., & Pavan, A. (2001). <i>Fracture mechanics testing methods for polymers, adhesives and composites</i>. Elsevier. [5] Gross, D., & Seelig, T. (2017). <i>Fracture mechanics: with an introduction to micromechanics</i>. Springer.</p>

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)
<p>PHD. DSC. GRZEGORZ LESIUK, ASSOC. PROF., Grzegorz.Lesiuk@pwr.edu.pl Department of Mechanics, Materials Science and Biomedical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology</p>

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim: Modelowanie układów wielczłonowych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim: Modeling of multibody systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy): *Advanced Solid Mechanics*
Specjalność (jeśli dotyczy):
Stopień studiów i forma: I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu: obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu: ASM003006
Grupa kursów: TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				60	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				150	
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				5	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)				3.6	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość teorii maszyn i mechanizmów
2. Umiejętność analizy kinematyki klasycznej i kinetostatyki
3. Elementarna wiedza z zakresu modelowania bryłowego z wykorzystaniem systemów CAD/CAE

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zrozumienie budowy dyskretnych modeli obliczeniowych systemów wielczłonowych
- C2. Znajomość i zrozumienie zasad planowania badań z uwzględnieniem warunków pracy (np. wymuszeń kinematycznych, obciążeń dynamicznych, obciążeń - w tym masowych) układów wielczłonowych w komputerowych analizach dynamicznych
- C3. Nabycie przez studenta umiejętności krytycznej oceny uzyskanych wyników symulacji maszyn w

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Umiejętność zastosowania profesjonalnego systemu komputerowego do symulacji i analizy dynamicznej układów wieloczłonowych

PEK_U02 Umiejętność modelowania warunków obciążenia i charakteru pracy mechanizmu oraz umiejętność analizy uzyskanych wyników z symulacji pracy układu wieloczłonowego

PEK_U03 Umiejętność obliczania kinematyki i dynamiki wybranych grup mechanizmów

Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 nabycie umiejętności wzięcia odpowiedzialności za własną pracę

PEK_K02 przejmując dbałość o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Proj 1	Wprowadzenie do zasad budowy modeli wieloobiektowych	2
Proj 2	Podstawy modelowania mechanizmów w MD.Adams – modelowanie ogniów, par kinematycznych, więzów kinematycznych i wymuszeń kinematycznych	6
Proj 3	Podstawy modelowania mechanizmów w MD.Adams – modelowanie obciążeń, wykonywanie obliczeń i analiza wyników	6
Proj 4	Test modelowania układu wieloczłonowego	4
Proj 5	Analiza kinematyczna i kinetostatyczna mechanizmów sprzężeń - budowa modeli wirtualnych	4
Proj 6	Analiza właściwości kinematycznych i dynamicznych mechanizmu dźwigni (projekt)	4
Proj 7	Analiza przekładni zębatych (stała, planetarna i różnicowa) – zasady budowy modeli wirtualnych	4
Proj 8	Analiza kinematyki i dynamiki przekładni (projekt)	6
Proj 9	Budowa modeli manipulatorów przestrzennych do zadania kinematyki bezpośredniej i odwrotnej	4
Proj 10	Badania symulacyjne manipulatora przestrzennego (projekt)	6
Proj 11	Budowanie modeli układów przestrzennych - więzy, wzbudzenia, obciążenia	6
Proj 12	Modelowanie i symulacje układów przestrzennych (projekt)	6
Total hours		60

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. samokształcenie - przygotowanie do projektu
- N2. prezentacja multimedialna
- N3. tablica interaktywna (obliczenia, rysunki, opisy)
- N4. prezentacja projektu
- N5. konsultacje i tutoriale

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
F1	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	test ewaluacyjny
F2	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	średnia z oceny projektu
P = 0,2·F1+0,8·F2		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003.
- [2] Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007
- [4] MD. Adams – Reference Manual, 2008.
- [5] Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 1989
- [6] Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines. WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999.
- [7] WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999.
- [8] Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, New York, 1994.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996.
- [2] Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999

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

PhD Artur Handke, artur.handke@pwr.edu.pl

Department of Fundamentals of Machine Design and Mechatronics Systems - W10 / K61;

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Inżynieria wynalazczości
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Inventive Engineering
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	Mechanics of Materials (MM)
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASM003005
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			90	
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			3	
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)	1.5			0.9	

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność projektowania obiektów technicznych.
2. Umiejętność modelowania części i złożeń geometrycznych CAD.
3. Umiejętność pracy w zespole.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć wiedzy o metodach projektowania wynalazków o wysokim potencjale innowacyjnym z wykorzystaniem metod systematycznych i heurystycznych.
- C2. Nabycie wiedzy z zakresu oceny innowacyjności metodami obiektywnymi.
- C3. Pozyskiwanie wiedzy z zakresu budowania zespołów wynalazczych i zdobywania wiedzy

- C4. Nabycie umiejętności projektowania koncepcyjnego z wykorzystaniem prototypowania
 C5. Nabycie umiejętności planowania i prowadzenia warsztatów wynalazczych z wykorzystaniem metod heurystycznych i systematycznych takich jak TRIZ, Synectics, Design Thinking
 C6. Zdobywanie umiejętności w zakresie komercjalizacji wynalazków i finansowania inżynierii

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

z zakresu wiedzy:

PEU_W01 Student zna i rozumie cykl projektowania koncepcyjnego według metodologii wynalazczej Inżynieria.

PEU_W02 Student posiada wiedzę z zakresu projektowania koncepcyjnego oraz prototypowania produktów i usług

PEU_W03 Student posiada wiedzę z zakresu opracowania koncepcji projektowej oraz inżynierii finansowania komercjalizacji wynalazków

z zakresu umiejętności:

PEU_U01 Student potrafi zaprojektować prototyp gotowego produktu oraz przeprowadzić sesje wynalazcze.

PEU_U02 Student potrafi generować rozwiązania pojęciowe w oparciu o metody heurystyczne i systematyczne

PEU_U03 Student potrafi opracować koncepcję projektową w gotowy produkt z wykorzystaniem modelowania CAD

z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 Student rozumie potrzebę ciągłego samodoskonalenia w pracy inżyniera.

PEU_K02 Student potrafi wykorzystywać kreatywność w codziennej pracy i czerpać z niej inspiracje do rozwiązywania problemów technicznych

PEU_K03 Student potrafi zaplanować działania mające na celu przeprowadzenie pełnego cyklu rozwoju produktu w oparciu o metodykę Inventive Engineering.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Number of hours
Lec1	Metody i narzędzia projektowania wynalazczego	2
Lec2	Przegląd metodologii Inżynierii Wynalazczej	2
Lec3	Ocena innowacyjności produktów i usług	2
Lec4	Prognozowanie rozwoju produktów i usług – faza „Za”	2
Lec5	Prognozowanie rozwoju produktów i usług – faza „Model”	2
Lec6	Prognozowanie rozwoju produktów i usług - analizy fazowe"	2
Lec7	Prognozowanie rozwoju produktów i usług – faza „Transfer”	2
Lec8	Budowanie innowacyjnych zespołów	2
Lec9	Heurystyczne i systematyczne pozyskiwanie wiedzy	2
Lec10	Projekt koncepcyjny z wykorzystaniem metod heurystycznych	2
Lec11	Projekt koncepcyjny z wykorzystaniem systematycznych metod	2
Lec12	Opracowanie koncepcji projektowej pod kątem zmian TEES: techniczno-technologicznych, ekonomicznych, środowiskowych i społecznych	2
Lec13	Finansowanie inżynierskie – przygotowanie budżetu na rozwój i komercjalizację wynalazków oraz pozyskiwanie środków na rozwój wynalazków i ich komercjalizację. Część 1	2
Lec14	Finansowanie inżynierskie – przygotowanie budżetu na rozwój i komercjalizację wynalazków oraz pozyskiwanie środków na rozwój wynalazków i ich komercjalizację. Część 2	2

Lec15	Zajęcia zaliczeniowe	2
	Total hours	30

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Proj1	Omówienie organizacji i harmonogramu działań. Wybór studium przypadku do dalszej analizy	2
Proj2	Ocena innowacyjności wybranego produktu lub usługi	2
Proj3	Prognozowanie rozwoju wybranego produktu lub usługi – faza „Dla” i „Model”	2
Proj4	Prognozowanie rozwoju wybranego produktu lub usługi – faza „Analizy” i „Transfer”	2
Proj5	Definicja problemu w kontekście skutku i przyczyny, projekt koncepcyjny	2
Proj6	Heurystyczne i systematyczne pozyskiwanie wiedzy	2
Proj7	Opracowanie koncepcji projektowej i jej komercjalizacja	2
Proj8	Ocena raportów – ocena noty raportu końcowego	1
	Total hours	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem przezroczycy i slajdów N2. dyskusja o problemach N3. studium przypadku N4. samokształcenie - przygotowanie do zajęć projektowych N5. prezentacja multimedialna

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (wykład)	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	Test
F2 (projekt)	PEK_U01, PEK_U02, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03	Project preparation evaluation, project defense
P=F1		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
PRIMARY LITERATURE: [1] S. Koziółek. Inventiveness Engineering. Methodology of designing innovative technical systems. Publishing house of Wrocław University of Technology, first edition. Wrocław 2019. [2] T. Arciszewski, Inventive Engineering: Knowledge and Skills for Creative Engineers. Taylor&Francis, 2016. [3] W. J. J. Gordon, SYNECTICS. The Development of Creative Capacity. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1961.
SECONDARY LITERATURE: [1] S. Koziółek i T. Arciszewski, „Syntectical Building of Representation Space: a Key to Computing Education”, w Computing in Civil Engineering, 2011, ss. 1–15.

[2] L. Haines-Gadd, TRIZ For Dummies. Wiley, 2016.

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

SEBASTIAN KOZIOŁEK, Professor WUST, Sebastian.koziolek@pwr.edu.pl
Wroclaw University of Science and Technology
Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Design and Research

WYDZIAŁ BUDOWNICTWA LĄDOWEGO I WODNEGO**KARTA PRZEDMIOTU**

Nazwa przedmiotu w języku polskim:	Mechanika Analityczna
Nazwa przedmiotu w języku angielskim:	Analytical Mechanics
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	Advanced Solid Mechanics
Specjalność (jeśli dotyczy):	
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu:	ASM003002
Grupa kursów:	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30	15	15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60	30	60		
Forma zaliczenia	Egzamin	zaliczenie na ocenę*	zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	2	1	2		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)		1	1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	1.6	0.7	1.1		

*niepotrzebne skreślić

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Analiza matematyczna (rachunek różniczkowy i całkowy)
2. Algebra liniowa (macierze, wyznaczniki), geometria, trygonometria
3. Mechanika I i mechanika II w zakresie stopnia I studiów

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania mechaniki Lagrange'a w dynamice mechanicznych układów holonomicznych: skleronomicznych i reonomicznych i znajomość analizy ich drgań w przypadku układów zachowawczych o wielu stopniach swobody.
- C2. Umiejętność samodzielnej analizy złożonych mechanicznych układów z więzami holonomicznymi typu stacjonarnego do wyznaczania ich: równań różniczkowych ruchu, widma

częstości drgań własnych, macierzy modalnej.

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

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEU_W01 - Potrafi zdefiniować dyskretny układ mechaniczny holonomiczny oraz jego przemieszczenia możliwe i wirtualne. Zna podstawowe zagadnienie dynamiki. Zna klasyfikację układów dynamicznych ze względu na rodzaje więzów. Zna ogólne równanie dynamiki i zasadę prac przygotowanych.

PEU_W02 - Zna pojęcie współrzędnych uogólnionych i przestrzeni konfiguracji układu dynamicznego. Zna pojęcie uogólnionych sił (aktywnych i bezwładności). Zna równania Lagrange'a II rodzaju.

PEU_W03 - Zna teorię drgań liniowych układów z wieloma stopniami swobody w zakresie drgań swobodnych

II. Z zakresu umiejętności:

PEU_U01 - Potrafi stosować zasadę prac przygotowanych i zasadę d'Alemberta dla układów holonomicznych.

PEU_U02 - Potrafi wyprowadzać równania różniczkowe ruchu dyskretnych układów dynamicznych z zastosowaniem równań Lagrange'a i z zasady zachowania energii dla układów zachowawczych holonomicznych.

PEU_U03 - Potrafi obliczać widmo częstości drgań własnych i wyznaczać macierz modalną dla dyskretnych układów liniowych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEU_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie

PEU_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia

PEU_K03 - Potrafi przestrzegać obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Program. Wymagania. Przykłady układów dynamicznych. Więzy i ich rodzaje, klasyfikacja układów ze względu na rodzaje więzów (ukł. holonomiczne), prędkości i przemieszczenia możliwe.	2
Wy2	Podstawowe zagadnienie dynamiki, przemieszczenia wirtualne, pojęcie więzów idealnych, ogólne równanie dynamiki, zasada prac przygotowanych.	2
Wy3	Ogólne równanie dynamiki w przypadku ruchu obrotowego i płaskiego ciała sztywnego (przykłady).	2
Wy4	Współrzędne uogólnione, wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii wyrażonej we współrzędnych uogólnionych (przykłady).	2
Wy5	Siły uogólnione. Przestrzeń konfiguracji. Równania Lagrange'a (II rodzaju).	2
Wy6	Równania Lagrange'a (c.d. przykłady, zastosowania). Funkcja Lagrange'a.	2
Wy7	Układy liniowe o skończonej liczbie stopni swobody, zapis macierzowy, układy zachowawcze.	2
Wy8	Drgania swobodne układów zachowawczych: częstości drgań własnych, macierze modalne, formy drgań.	2

Wy9	Drgania wymuszone harmonicznie, charakterystyki częstotliwościowe, przykład analizy układu drgającego o 2-ch stopniach swobody.	2
Wy10	Dynamika ciała sztywnego w ruchu ogólnym: założenia, ujęcie problematyki. Kinematyka i dynamika ruchu kulistego (przypomnienie z kursu Mechaniki II), kręt w ruchu ogólnym.	2
Wy11	Równania dynamiki w ruchu ogólnym i kulistym ciała sztywnego (równania Eulera).	2
Wy12	Żyroskop (teoria przybliżona).	2
Wy13	Zarys teorii zderzenia cząstek liniowo sprężystych, współczynnik zderzenia niesprężystego	2
Wy14	Wariacyjne ujęcie mechaniki Lagrange'a.	2
Wy15	Podstawowa zasada całkowita mechaniki (zasada Hamiltona)	2
	Suma godzin	30

Forma zajęć - ćwiczenia		Liczba godzin
Cl1	Wprowadzenie. Wyprowadzanie równań na prędkości możliwe i przemieszczenia wirtualne.	2
Cl2	Rozwiązywanie zagadnień statycznych z wykorzystaniem zasady prac przygotowanych	2
Cl3	Rozwiązywanie zadań dynamiki z wykorzystaniem ogólnego równania dynamiki (zasady d' Alemberta).	2
Cl4	Rozwiązywanie wybranych zadań z dynamiki ciała sztywnego w ruchu płaskim z wykorzystaniem ogólnego równania dynamiki.	2
Cl5	Wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii oraz równań Lagrange'a (porównanie metod i wyników) dla układów o 1 i 2 stopniach swobody.	2
Cl6	Wyznaczanie częstości drgań własnych i parametrów modalnych dla układów zachowawczych o 2-ch stopniach swobody.	2
Cl7	Kolokwium zaliczeniowe	2
Cl8	Zaliczenia. Poprawa ocen	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
Lab1	Wprowadzenie. Zapoznanie się z oprogramowaniem Matlab i Simulink.	2
Lab2	Analiza komputerowa układów dynamicznych poruszających się ruchem płaskim z zastosowaniem równań dynamiki mechaniki analitycznej.	2
Lab3	Zaprojektowanie w Simulinku układu dynamicznego o jednym stopniu swobody i komputerowa analiza jego drgań swobodnych i wymuszonych.	2
Lab4	Analiza drgań swobodnych i wymuszonych dla liniowego układu dwumasowego o dwóch stopniach swobody z zastosowaniem oprogramowania Simulink	2
Lab5	Badania symulacyjne własnego układu dynamicznego zaproponowanego przez studentów i zatwierdzonego przez prowadzącego zajęcia.	2
Lab6	Badania eksperymentalne drgań wybranych układów rzeczywistych o skończonej liczbie stopni swobody (1 lub/i 2). Zapoznanie się z aparaturą pomiarową, czujnikami drgań, sposobami wymuszeń, analizatorami drgań i.t.p.	2

Lab7	Eksperymentalne badania dynamiczne pewnego układu ciągłego (belka lub/i płyta). Częstotliwości rezonansowe, formy drgań.	2
Lab8	Ocena efektów zajęć, sprawozdań. Zaliczenia.	1
	Suma godzin	15

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
Pr1		

Forma zajęć - seminarium		Liczba godzin
Se1		

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów N2. ćwiczenia rachunkowo-problemowe N3. konsultacje N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium N5. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

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 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Egzamin pisemno-ustny
F2 (Classes)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Kolokwium zaliczeniowe, odpowiedź ustna
F3 (laboratory)	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	raporty z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne
$P=0.6 \cdot F1 + 0.2 \cdot F2 + 0.2 \cdot F3$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
LITERATURA PODSTAWOWA: [1] Jerry Ginsberg, Engineering Dynamics, Cambridge [2] Meriam, Kraige, Dynamics [3] Gross D., Hauger W., Schroder J., Wall W.A., Govindjee S., Engineering Mechanics

3, Springer

[4] Housner G.W., Hudson D.E., Applied Mechanics – Dynamics

[5] M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991.

LITERATURA UZUPEŁNIAJACA:

[1] J. Zawadzki, W. Siuta, "General Mechanics", PWN, Warsaw, 1971;

[2] B. Skalmierski, "Mechanics", PWN, Warsaw, 1982;

[3] M. Kulisiewicz St. Piesiak, "Methodology of modeling and identification of mechanical dynamical systems", WUT. , 1994;

[4] J. Leyko, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980;

[5] J. Giergiel, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980.

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

dr inż. PIOTR KOTOWSKI, email: piotr.kotowski@pwr.edu.pl

dr inż. Mirosław Bocian, Assoc. Prof. tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

PROGRAM OF STUDIES

FACULTY: Civil Engineering, Mechanical Engineering

MAIN FIELD OF STUDY: Advanced Solid Mechanics

DISCIPLINES:

D1 Civil engineering and transport (major discipline)

D2* Mechanical engineering

~~D3*~~

~~D4*~~

EDUCATION LEVEL: ~~first-level (licencjat/inżynier) studies~~ / second-level studies / ~~magister uniform studies~~*

FORM OF STUDIES: full-time studies / ~~part-time studies~~*

PROFILE: general academic / ~~practical~~ *

LANGUAGE OF STUDY: English

Content:

1. Assumed learning outcomes – Attachment no. 1 to the program of studies
2. Description of the program of studies – Attachment no. 2 to the program of studies
3. Plan of studies – Attachment no. 3 to the program of studies

Resolution no. ... of the Senate of Wrocław University of Science and Technology

Since academic year 2022/2023

*delete as applicable

ASSUMED LEARNING OUTCOMES

Faculty: **Civil Engineering, Mechanical Engineering**

The main field of study: **Advanced Solid Mechanics**

Education level: **second-level studies**

Profile: **general academic profile**

Location of the field of study

Branch of science: engineering and technical sciences

Discipline/discipline for several disciplines, please indicate the leading discipline)

Civil engineering and transport (major discipline)

Explanation of the markings:

P6U – universal first degree characteristics corresponding to education at the first-level studies - 6 PRK level *

P7U – universal first degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level *

P6S – second degree characteristics corresponding to education at the first-level studies - 6 PRK level *

P7S – second degree characteristics corresponding to education at the second-level studies - 7 PRK level *

W - category "knowledge"

U - category "skills"

K - category "social competences"

K (*faculty symbol*) _W1, K (*faculty symbol*) _W2, K (*faculty symbol*) _W3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "knowledge"

K (*faculty symbol*) _U1, K (*faculty symbol*) _U2, K (*faculty symbol*) _U3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "skills"

K (*faculty symbol*) _K1, K (*faculty symbol*) _K2, K (*faculty symbol*) _K3, ... - main-field-of study learning outcomes related to the category "social competences"

Note: the effects with the U code are obtained only during practical classes.

The main field of study learning outcomes	Description of learning outcomes for the main-field-of study	Reference to PRK characteristics		
		Universal first-degree characteristics (U)	Second-degree characteristics typical for qualifications obtained in higher education (S)	
			Characteristics for qualifications on 7 levels PRK	Characteristics for qualifications on 6 and 7 levels of PRK, enabling acquiring engineering competences
KNOWLEDGE (W)				
K2/10_W01	possess the bordered knowledge in the area of mathematics necessary to description and analysis of solid materials.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W02	possess the necessary knowledge about the theoretical basis of numerical methods for modelling and analysis of engineering structures and mechanics	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W03	knows the advanced topics in theoretical mechanics and structures	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W04	possess the essential knowledge in the area of continuum mechanics concept and mathematical description related to the mechanics and structure problems.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W05	possess grounded knowledge about the theoretical basis of constitutive laws.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W06	possess advanced knowledge in the area of dynamics and vibration aspects related to mechanics and structural engineering.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W07	knows the classification and the range of applications of computer programs supporting the analysis and design	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W08	know principles of structure models, analysis and design of structural systems	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W09	possesses the necessary knowledge about the interaction of structure with the environment	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W10	knows standard, guidelines and regulations relevant to the structure design	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INZ
K2/10_W11	knows currently used, modern building materials and essential components of technologies and their production	P7U_W	P7S_WG, P7S_WK	P7S_WG_INZ, P7S_WK_INZ
K2/10_W12	knows the characteristics of analysis and structure optimisation as well as intricate structure system design	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W13	knows the method of solving problems related to the theory of materials	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W14	possessing advanced knowledge on structure-properties relationship for material design of products.	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
K2/10_W15	knows the fundamentals and design philosophy of modern engineering materials.	P7U_W	P7S_WK	P7S_WK_INZ
K2/10_W16	extended knowledge of systems modelling	P7U_W	P7S_WG	P7S_WG_INZ
SKILLS (U)				
K2/10_U01	can use advanced specialist tools that support the design process related to the discipline of civil engineering and transport as well as mechanical engineering; know how to use information technologies for communication and knows how to choose software that supports the work of a designer	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U02	have the ability to solve engineering problems using the analytical or numerical tools	P7U_U	P7S_UW	

K2/10_U03	know how to establish directions for further education and follow the process of self-learning	P7U_U	P7S_UK, P7S_UU	
K2/10_U04	can use advanced methods of mechanics and the theory of structures	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U05	can critically assess the results of numerical analysis	P7U_U	P7S_UW , P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U06	can prepare a graphics project documentation	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U07	know how to assess threats related to projects and implement adequate safety principles, and can develop norms and standards of work and quality	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK, P7S_UO, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U08	understand how to solve complex concepts in the area of chosen sections of mathematics, being the basis of advanced construction analysis methods; can choose tools (analytical or numerical) to solve engineering problems; can use chosen computer programs supporting modelling and design processes in civil engineering	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U09	can plan and carry laboratory experiments leading to quality assessment of applied materials and also the assessment of the strength	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U10	can acquire and apply information from literature, databases and other available sources to engineering activities in the field of design, operation of machinery and manufacturing techniques	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U11	is able to prepare a presentation on a selected topic	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK	P7S_UW_INZ
K2/10_U12	know how to perform material selection and develop design assumptions based on performance requirements of structural elements or assemblies of machines and facilities	P7U_U	P7S_UW	P7S_UW_INZ
K2/10_U13	is able to, according to scientific principles, using scientific know-how to formulate and develop entry works of a research type leading to solving engineering problems as well as technological and organisational	P7U_U	P7S_UW, P7S_UU	P7S_UW_INZ
K2/10_U14	is able to plan, prepare and carry out research and prepare elaborations which prepare him/her to take up research work	P7U_U	P7S_UW, P7S_UK , P7S_UU	P7S_UW_INZ
COMPETENCES (K)				
K2/10_K01	understand aware of the need to improve professional and personal competences continually; in the form of formal or informal education, it complements and expands knowledge in the field of modern processes and technologies related to civil engineering and transport as well as mechanical engineering	P7U_K	P7S_KK	
K2/10_K02	realises the significance and understands non-technical aspects and consequences of engineering activity and especially its influence on the natural environment and the related responsibility for decisions	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO	
K2/10_K03	can work independently and cooperate in a group on given tasks; is responsible for the safety of his work as well as his team	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO	
K2/10_K04	realises the significance of professional behaviour and obey the code of ethics;	P7U_K	P7S_KO,	

	identifies correctly and solve dilemmas related to the profession; is able to set priorities that help in implementing a task set by himself or others		P7S_KR	
K2/10_K05	can think and act in a creative and entrepreneurial way	P7U_K	P7S_KO	
K2/10_K06	realises the social role of technical university graduates and especially understands the need to formulate information and share it with society, e.g. through mass media, concerning achievements in environmental engineering and other aspects of engineering activity; makes attempts at understandably sharing such information and opinions, justifying different points of view.	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR	
K2/10_K07	acquires attention to the style of language and aesthetics of the work performed, including projects and reports	P7U_K	P7S_KK, P7S_KO, P7S_KR	

DESCRIPTION OF THE PROGRAM OF STUDIES

FACULTY: Civil Engineering, Mechanical Engineering

MAIN FIELD OF STUDY: Advanced Solid Mechanics

EDUCATION LEVEL: ~~first-level (licencjat/inżynier) studies~~ / second-level studies / ~~magister uniform studies~~*

FORM OF STUDIES: full-time studies / ~~part-time studies~~*

PROFILE: general academic / ~~practical~~*

SPECIALIZATION: Mechanics of Materials (MM), Mechanics of Structure (MST)

LANGUAGE OF STUDY: English

1. General description

1.1. Number of semesters:	4
1.2. Total number of ECTS points necessary to complete studies at a given level:	120
1.3. Total number of hours:	
Mechanics of Materials (MMA)	1022
Mechanics of Structure (MST)	1022
1.4. Prerequisites (particularly for second-level studies):	
<p><i>An applicant for second level studies in Advanced Solid Mechanics in the Wrocław University of Science and Technology must have qualifications of first level studies in science or technical science with minimum 180 ECTS or an equivalent first academic degree from an internationally recognized university. An applicant should be competent in continuing education at second level studies in this faculty. Candidates applying for second level studies in Advanced Solid Mechanics must:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>- possess knowledge from selected fields of mathematics and physics which enables the understanding of the physical basis of construction and also the formulation and solving of simple problems in the area of civil and mechanical engineering;</i> <i>- possess knowledge from chemistry which enables the understanding of the basis of chemical properties of the materials used in civil and mechanical engineering;</i> <i>- be able to read and understand architectural, constructional, geodesy, and mechanical drawings and make proper project documentation in a graphical environment on selected CAD software;</i> <i>- possess knowledge and be competent in the area of structural mechanics and strength of materials;</i> <i>- possess knowledge and ability to apply the principles of structural mechanics and bar construction analysis in the areas of statics, dynamics and stability;</i> <i>- be able to apply appropriate computational models and carry out structural mechanic analysis and mechanical analyses of simple structures;</i> <i>- possess skills in the area of interpretation, presentation and documentation of simple experiments and also in the area of presentation and documentation of the results of task implementation with project characteristics.</i> <p><i>The principles for verifying the competencies of candidates are determined by the appropriate resolutions of the Faculty Council</i></p>	
1.5. Upon completion of studies graduate obtains professional degree of:	magister inżynier

1.6. Graduate profile, employability:

After finishing second level studies in the Advanced Solid Mechanics, a graduate, using his acquired knowledge and skills is ready to make decisions regarding the appropriate usage of materials, construction design and construction projects. Knows the current trends in the design and execution of building projects. Uses principles of occupational health and safety. Is able to design buildings, knows the principles of structural mechanics and is able to formulate, create, and then use the appropriate computational models of complex engineering structures. Can make and read technical drawings, recognize geodesy and cartography documentations and manage construction works. Is able to formulate and solve new engineering, technical and organizational issues related to civil and mechanical engineering. Can use modern computer aided technics in the design process. Can critically select arguments supporting collective decisions related to the execution of tasks in civil engineering. Is able to formulate and publish reports on the progress of carried out works. Is able to solve complex problems, including application of independent observation, measurement and modelling methods.

Is able to work in a team and supervise a team's duties. Is responsible for the safety of a supervised team. Is aware of the need to improve his professional and personal competence. Follows ethical rules. Knows and uses the principles of construction law.

Has language skills in the fields of science and scientific disciplines relevant to the studied faculty and requirements for B+ level of the Common European Framework of Reference for Languages. Is prepared to continue his education in doctoral school. Graduates are able to: solve complex design, organizational and technological issues, formulate and carry out research programs, run projects of international scope, continue their education and participate in research and disciplines directly related to civil engineering and mechanical engineering, constantly update their qualifications and knowledge and also manage large groups of people. Graduates are qualified to take a job in: construction and design offices, executive enterprises, research institutes and development centres and also guidance institutions disseminating knowledge from civil and mechanical engineering. Furthermore, graduates of each specialization achieve additional extended competence referring to the learning outcomes of their specialization:

A graduate of Mechanics of Materials possesses enriched knowledge and advanced skills, including: the ability to analyses and solve the mathematical problems in the area of functional analysis, the modal matrix for discrete linear systems and the virtual work principle; applying advanced computational techniques, including simulation and dynamics analysis, compute the kinematics and dynamics groups of mechanisms; can estimate fundamental parameters of fracture mechanics and use experimental methods for fatigue lifetime predictions; possesses the ability to design the materials by chosen components of objects in the field of general construction problems and carry out research of components; understand and use the advanced methods of studying the difference between the properties of nanomaterials and nanostructures.

A graduate of Mechanics of Structures possesses enriched knowledge and advanced design skills, including: possesses the ability to analyse and solve mathematical problems in the area of functional analysis, reliability analysis and optimisation problems; can apply advanced computational techniques, including optimisation ones, to model and calculate structures; can design chosen elements of geotechnical structures taking into consideration soil variability problems; can design and research components and materials; can design chosen components of objects concerning problems of general construction; can formulate and possesses the ability to solve tasks related to chosen theoretical issues to design process.

1.7. Possibility of continuing studies:

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

1.8. Indicate connection with University's mission and its development strategy:

The Advanced Solid Mechanics on second level studies with specializations carried out during full-time studies: Mechanics of Structures and Mechanics of Materials; Civil Engineering (conducted in English) which is run according to the mission and development strategy of Wrocław University of Science and Technology. Studies on the Civil Engineering Faculty and Mechanical Engineering Faculty are closely related to scientific and research works carried out at the Civil Engineering Faculty and Mechanical Engineering Faculty by the chairs and divisions.

2. Detailed description

2.1. The total number of learning outcomes in the program of study:

directional	W (knowledge) =	U (skills) =	K (competences) =	W + U + K =
	16	14	7	37

2.2. For the main field of study assigned to more than one discipline - the number of learning outcomes assigned to the discipline:

D1 - Civil engineering and transport (major), (this number must be greater than half the total number of learning outcomes)	36
D2 - Mechanical engineering	32
D3 -	
D4 -	

2.3. For the field of study assigned to more than one discipline - percentage share of the number of ECTS points for each discipline:

D1 - Civil engineering and transport (major)	% points ECTS:	54.9%
D2 - Mechanical engineering		45.1%
D3 -		
D4 -		

2.4a. For the general academic profile field of study – the number of ECTS points assigned to the classes related to the University's academic activity in the discipline or disciplines to which the faculty is assigned (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 2.1):

120

2.4b. For the practical profile field of study - the number of ECTS points assigned to the classes shaping practical skills (must be greater than 50% of the total number of ECTS points from 2.1):

-

2.5. Concise analysis of compliance of the assumed learning outcomes with the needs of the labor market

The education program aims to comprehensively prepare highly qualified engineering technical staff in the widely considered field of civil engineering and mechanical engineering. Due to the flexibility of mobility paths students have their autonomy in the development of the learning process which is beneficial for their professional career. Universal basic knowledge enables graduates to flexibly adapt to the changing needs of the labour market. Each specialization (Mechanics of Structures and Mechanics of Materials) prepares graduates for research and science work, and gives graduates the opportunity to establish cooperation with international construction companies. The basis of all specializations is knowledge and skills which enable graduates to obtain appropriate professional qualifications.

2.6. The total number of ECTS points that a student must obtain in classes requiring direct participation of academic teachers or other persons conducting classes and students (enter the sum of ECTS points for courses / groups of courses marked with the BU1 code)

Mechanics of Materials (MMA)	63.1
Mechanics of Structure (MST)	62.5

2.7. Total number of ECTS points which student has to obtain from basic sciences classes

Number of ECTS points for obligatory subjects:	10
Number of ECTS points for optional subjects:	0

<i>Total number of ECTS points:</i>	10
<i>2.8. Total number of ECTS points, which student has to obtain from practical classes, including project and laboratory classes (enter total number of ECTS points for courses/group of courses denoted with code P)</i>	
<i>Mechanics of Materials (MMA)</i>	61.6
<i>Mechanics of Structure (MST)</i>	61.8
<i>2.9. Minimum number of ECTS points, which student has to obtain doing education blocks offered as part of university-wide classes or other main field of study (enter number of ECTS points for courses/groups of courses denoted with code O)</i>	10
<i>2.10. Total number of ECTS points, which student may obtain doing optional blocks (min. 30% of total number of ECTS points):</i>	60

3. Description of the process leading to learning outcomes acquisition:

In the process of obtaining the required knowledge, skills and social competences acquired in the learning process, the following elements are taken into account:

- various subjects, including the assigned ECTS points for various didactic forms,
- subjects include specific thematic content, carried out in the form of didactic classes, in particular in the form of a lecture, laboratory, exercises, seminar, internships specified in the study program; a course may include more than one form of classes; a subject or group of subjects may be a module for which the assumed learning outcomes have been assigned in the study program,
- learning outcomes in the field of knowledge, skills and social competences with adapting the direction of construction at WBLiW PWr (for the general academic profile) to the Characteristics of the Polish Qualifications Framework for Higher Education,
- study plan taking into account various specialties as well as compulsory and optional subjects, as well as subjects in the field of general education, basic, major and specialty sciences,
- various forms of verification and assessment of the student's achievement of the assumed learning outcomes (exams, credits).

The process leading to the achievement of learning outcomes includes:

- participation of students in organized classes, which according to the Study Regulations is obligatory. Classes may be held in the traditional, remote-synchronous or mixed form with the use of electronic tools for distance learning recommended by the University;
- the use by students of consultations with the Lecturers, which are carried out outside the time of classes in the traditional and remote form (not exceeding 50% of the time devoted to consultations). The length of consultation hours is determined in accordance with the applicable Internal Regulation. The list of consultation dates is posted on the faculty website;
- students' own work, which includes:
 - studying the literature recommended by the Lecturers and the teaching materials provided,
 - preparation of projects, reports and other forms of required studies,
 - preparation for classes and for credits, tests and exams;

Course cards have been prepared for all subjects (courses) assigned to the study program. Each of them lists the learning outcomes specific to that subject (course). Students completing and completing the courses assigned to the study program at the same time confirm that they have obtained learning outcomes in the field of acquired knowledge, skills and social competences, assigned to a given subject (course). The student's implementation of all subjects (courses) assigned to the study program means the achievement of all learning outcomes specified in the study program.

Subject cards, the assigned learning outcomes and the methods of assessing their achievement used by the lecturers are controlled, assessed and verified by:

- Departmental Committee for Evaluation and Quality Assurance of Education,
- Departmental Program Committees,
- Vice-Dean for Didactics, conducting a survey of the Lecturers each semester in the field of the methods and tools used to verify students' achievement of learning outcomes.

4. List of education blocks

Definitions:

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct contact of teachers with students

²Traditional – T, distance – Z

³Exam – E, crediting with grade – Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – O

⁵Course / group of courses Concerning scientific activities– DN

⁶Practical course / group of courses – P. For the group of courses (GK) - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education, PD – basic sciences, K – field-of-studies, S – specialization

CNPS – total student's work; ZZU – organized courses; 1 ECTS = 30 hrs NPS

Note: the effects with the U code are obtained only during practical classes.

Advanced Solid Mechanics (ASM) - Blocks for:

Mechanics of Structure (MST)

Mechanics of Materials (MMA)

4.1. List of obligatory blocks

4.1.2. List of basic science blocks

4.1.2.1. Block Mathematics

(min. 5 ECTS)

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ³ of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	practical P ⁶	kind ⁷	type
1		Mathematical Tools for Engineering	1.33333						20	60	2	2	1.0	T, Z	Z	O	2		PD	Ob.
				1.333					20	60	2	2	1.3	T, Z	Z	O	2	1.3	PD	Ob.
					0.667				10	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	0.7	PD	Ob.
		Total	1.33333	1.333	0.667	0	0		50	150	5	5	3.0				5	2		

4.1.2.2. Block Numerical Methods

(min. 5 ECTS)

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	practical P ⁶	kind ⁷	type
			1		Numerical Methods in Engineering	1.06667						K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16			60	2	2	0.8	T, Z
				1.067					16	30	1	1	0.8	T, Z	Z	O	1	0.6	PD	Ob.
						1.2			18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	PD	Ob.
		Total	1.06667	1.067	0	1.2	0		50	150	5	5	2.7				5	1.3		

In total for obligatory basic science blocks:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points BU ¹	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
2.4	2.4	0.667	1.2	0	100	300	10	10	5.7

number of ECTS points P
3.3

4.1.3. List of main-field-of-study blocks

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ³ of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	practical P ⁶	kind ⁷	type
1		Continuum Mechanics	1.06667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2		K	Ob.
				1.6					24	60	2	2	1.6	T, Z	Z		2	1.3	K	Ob.
					0.533					8	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K
2		Constitutive Laws	1.46667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	22	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2		K	Ob.
				1.2					18	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	0.4	K	Ob.
					0.667					10	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K
3		Dynamics and Vibrations	1.06667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K	Ob.
				0.933					14	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	0.7	K	Ob.
					1.2					18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	K
4		Experimental Mechanics	0.8					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	12	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1		K	Ob.
				0.533					8	30	1	1	0.5	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
					0.8					12	60	2	2	0.8	T, Z	Z		2	1.3	K
					1.6			24	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.	
5	ASB000152	Functional Analysis - Applications To Boundary Value Problems (CE) Analiza funkcjonalna – zastosowania do problemów wartości brzegowych	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	E		3		K	Ob.
				2					30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	K	Ob.
6	ASM003006	Analytical Mechanics (ME) Mechanika Analityczna	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	30	60	2	2	1.6	T, Z	E		2		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	2	K	Ob.
					1					15	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	2	K
7	ASM003006	Modeling of Multibody Systems (ME) Modelowanie układów wielczłonowych				4		K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	60	150	5	5	3.6	T, Z	Z		5	3	K	Ob.
8	ASM003003	Design of Engineering Materials (ME) Projektowanie Materiałów Inżynierskich	2					K2/10_W01, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
						2			30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1	K	Ob.
9	ASB000252	Probabilistic Methods in Engineering (CE) Metody probabilistyczne w inżynierii	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
							1			15	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K

10	ASB000352	Artificial Intelligence in Engineering (CE)	2					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
		Sztuczna inteligencja w inżynierii			2					30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	2	K
		Total	14.4	8.267	4.333	9.467	1		562	1500	50	50	31.5				50	19.5		

4.2. List of elective blocks

4.2.4. List of specializationo blocks

Specializati Mechanics of Structure (MST)

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ³ of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	practical P ⁶	kind ⁷	type
1	ASB030553	Risk Assessment in Geotechnics - Implementation of Random Field Theory (CE)	3					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	45	90	3	3	2.3	T, Z	Z		3		S	Ob.
		Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych			1				15	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
2	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE)	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.
		Matematyczna homogenizacja i mikromechanika			2				30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
3	ASB030653	Advanced Geoen지니어ing (CE)	2					K2/10_W04, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1		S	Ob.
		Zaawansowana Geoinżynieria				1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
						1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
4	ASM003004	Fracture Mechanics (ME)	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
		Mechanika Pękania		1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
				1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
5	ASB030753	Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE)	2					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
		Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe					2		30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
6	ASB030853	Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE)	2					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
		Zaawansowana Mechnika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem			2				30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
7	ASB029954	Master thesis (MSc)							900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	S	Ob.	
Total			13	1	6	1	3		360	1800	60	60	25.9			60	38.8			

Specializati Mechanics of Materials (MMA)

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ³ of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses					
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific activities ⁵	practical P ⁶	kind ⁷	type	
1	ASB020553	Laboratory Identification of Composite Microstructure Properties (CE) Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów	1					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1		S	Ob.	
					2				30	90	3	3	2.2	T, Z	Z		3	2	S	Ob.	
						1			15	30	1		0.9	T, Z	Z				S	Ob.	
2	ASM00300	Advanced Nano-Materials (ME) Zaawansowane nanomateriały	2					K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
					2				30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1	1	S	Ob.	
						2			30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1	1	S	Ob.	
3	ASM00300	Reliability and Maintenance Theory and Engineering (ME) Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
						1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.	
4	ASM00300	Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
				1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.	
					1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.	
5	ASM00300	Inventive Engineering (ME) Inżynieria wynalazczości	2					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03	30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2		S	Ob.	
						1			15	90	3	3	0.9	T, Z	Z		3	1	S	Ob.	
6	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
					2				30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.	
7	ASB029954	Master thesis (MSc)								900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	S	Ob.	
Total			11	1	7	4	1		360	1800	60	59	25.3				59	39			

4.3. Training block - concerning principles of training crediting

not applicable	-
----------------	---

4.4. Diploma dissertation block (Faculty Council Resolution on regulations on final thesis and thesis exam

KSIĘGA PROCEDUR na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. Procedura dyplomowania Pr 8/4. Zatwierdzona przez Dziekana Wydziału BLiW PWr w dniu 22.09.2020

Type of diploma dissertation	Master	
Number of diploma dissertation semesters	Number of ECTS points	Code
1	30	ASB029954
Character of diploma dissertation		
Master Thesis carried out at the second level studies can be a study, study and design or experimental and design one. It should demonstrate a graduate skills acquired during the studies, its scope should not go beyond the issues included in the programme of courses, both of the main field and specialization ones, with regard to the matters contained in the learning outcomes for the 1st level studies.		
Liczba punktów ECTS BU ¹	7	
Liczba punktów ECTS DN ⁵	30	

5. Ways of verifying assumed educational effects

Type of classes	Ways of verifying assumed educational effects
lecture	e.g. examination, progress/final test
class	e.g. progress, final test, presentation
laboratory	e.g. pretest, report from laboratory, presentation
project	e.g. report, project defence
seminar	e.g. participation in discussion, topic presentation, essay
training	e.g. report from training
diploma dissertation	prepared diploma dissertation, defence, examination

6. Range of diploma dissertation

The general rules for the organization and conduct of the diploma examination are set out in §25 of the Regulations of Higher Education at Wrocław University of Technology. Detailed rules concerning the organization, course and scope of the diploma examination in the field of construction are specified in the faculty diploma procedure posted on the faculty website.

The exam consists of two parts:

- a) presentation of the subject of the diploma thesis, the methods of its implementation and the results obtained, and the defense of the diploma thesis by the student answering (orally or drawing) oral questions from members of the Diploma Examination Board asked during or immediately after the presentation of the thesis, and concerning only the content of the thesis and the methodology;
- b) an oral exam in the field of major and specialization subjects, concerning the verification of the student's knowledge in the scope specified in the curriculum of a given specialization of second-cycle studies. During the exam, the student is asked at least three questions, two of which relate to major subjects, and at least one to specialized subjects.

The scope of examination questions concerns the student's knowledge and skills in all subjects included in the curriculum of a given specialization. In particular, examination questions may refer to specific points of the curriculum content on the subject cards of a given curriculum. The curriculum and the set of subject cards are available on the Faculty's website. The examination questions are formulated by the members of the commission appointed by the chairman of the Diploma Examination Board. The examination cannot include questions on issues that were not included in the curriculum of the studies completed by the examined student.

7. Requirements concerning deadlines for crediting courses/groups of courses for all courses in particular blocks

According to the Regulations of higher education at the Wrocław University of Science and Technology.

8. Study plan (attachment no. 3)

Approved by the relevant legislative body of the Student Government:

.....

Data

.....

Name, surname and signature of the student representative

.....

Data

.....

Signature of the Dean of the Faculty / Director of the Branch

PLAN OF STUDIES

FACULTY: Civil Engineering, Mechanical Engineering

MAIN FIELD OF STUDY: Advanced Solid Mechanics

EDUCATION LEVEL: ~~first-level (licencjat/inżynier) studies~~ / second-level studies / ~~magister uniform studies~~*

FORM OF STUDIES: full-time studies / ~~part-time studies~~*

PROFILE: general academic / ~~practical~~*

SPECIALIZATION: Mechanics of Materials (MMA), Mechanics of Structure (MST)

LANGUAGE OF STUDY: English

Since academic year 2022/2023

*delete as applicable

1. Set of obligatory and optional courses and groups of courses in semesteral arrangement**Definitions:**

¹BU – number of ECTS points assigned to hours of classes requiring direct contact of teachers with students

²Traditional – T, distance – Z

³Exam – E, crediting with grade – Z. For the group of courses – after the letter E or Z - enter in brackets the final course form (lec, cl, lab, pr, sem)

⁴University-wide course /group of courses – O

⁵Course / group of courses Concerning scientific activities– DN

⁶Practical course / group of courses – P. For the group of courses (GK) - in brackets enter the number of ECTS points assigned to practical courses

⁷KO – general education, PD – basic sciences, K – field-of-studies, S – specialization

CNPS – total student's work; ZZU – organized courses; 1 ECTS = 30 hrs NPS

Note: the effects with the U code are obtained only during practical classes.

Advanced Solid Mechanics (ASM) - Blocks for:

Mechanics of Structure (MST)

Mechanics of Materials (MMA)

Semester 1 * HOURS CONVERTED TO A 15 WEEKS SYSTEM

Obligatory courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ⁷ of course / group of courses	Way ⁸ of crediting	Course/group of courses					
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	kind ⁷	type	
1		Mathematical Tools for Engineering	1.3333					K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	20	60	2	2	1.0	T, Z	Z	O	2		PD	Ob.	
				1.333						20	60	2	2	1.3	T, Z	Z	O	2	1.3	PD	Ob.
					0.667						10	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	0.7	PD
2		Numerical Methods in Engineering	1.0667					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.8	T, Z	Z	O	2		PD	Ob.	
				1.067						16	30	1	1	0.8	T, Z	Z	O	1	0.6	PD	Ob.
						1.2				18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	PD	Ob.
3		Continuum Mechanics	1.0667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2		K	Ob.	
				1.6						24	60	2	2	1.6	T, Z	Z		2	1.3	K	Ob.
					0.533					8	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.
4		Constitutive Laws	1.4667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	22	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2		K	Ob.	
				1.2						18	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	0.4	K	Ob.
						0.667				10	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.
5		Dynamics and Vibrations	1.0667					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	16	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K	Ob.	
				0.933						14	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	0.7	K	Ob.
						1.2				18	60	2	2	1.1	T, Z	Z		2	0.7	K	Ob.
6		Experimental Mechanics	0.8					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	12	30	1	1	0.6	T, Z	Z		1		K	Ob.	
				0.533						8	30	1	1	0.5	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
					0.8					12	60	2	2	0.8	T, Z	Z		2	1.3	K	Ob.
					1.6			24	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	0.7	K	Ob.		
Total			6.8	6.667	2	4.667	0		302	900	30	30	17.4				30	10.8			

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
6.8	6.667	2	4.667	0	302	900	30	30	17.4

number of ECTS points P
10.8

Semester 2

Obligatory courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ⁷ of course / group of courses	Way ⁷ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	kind ⁷	type
1	ASB000152	Functional Analysis - Applications To Boundary Value Problems (CE) Analiza funkcjonalna – zastosowania do problemów wartości brzegowych	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	E		3		K	Ob.
				2						30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	K
2	ASM003002	Analytical Mechanics (ME) Mechanika Analityczna	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W06, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06	30	60	2	2	1.6	T, Z	E		2		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.7	T, Z	Z		1	2	K	Ob.
				1					15	60	2	2	1.1		Z		2	2	K	Ob.
3	ASM003006	Modeling of Multibody Systems (ME) Modelowanie układów wielczłonowych				4		K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W06, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W13, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	60	150	5	5	3.6	T, Z	Z		5	3	K	Ob.
4			ASM003003	Design of Engineering Materials (ME) Projektowanie Materiałów Inżynierskich	2					K2/10_W01, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3	
							2		30		60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1	K
5	ASB000252	Probabilistic Methods in Engineering (CE) Metody probabilistyczne w inżynierii	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
				1					15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	K	Ob.
							1			15	30	1	1	0.9	T, Z	Z		1		K
6	ASB000352	Artificial Intelligence in Engineering (CE) Sztuczna inteligencja w inżynierii	2					K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.6	T, Z	Z		3		K	Ob.
						2				30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	2	K
Total			10	4	3	6	1		360	900	30	30	19.9				30	12.0		

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
10	4	3	6	1	360	900	30	30	19.9

number of ECTS points P
12.0

Total accumulated:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
16.8	10.67	5	10.67	1	662	1800	60	60	37.2

number of ECTS points P
22.8

Specialization: Mechanics of Structure (MST)

Semester 3

Optional courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ² of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	kind ⁷	type
1	ASB030553	Risk Assessment in Geotechnics - Implementation of Random Field Theory (CE) Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych	3					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	45	90	3	3	2.3	T, Z	Z		3		S	Ob.
					1				15	60	2	2	1.2	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
2	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.
					2				30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
3	ASB030653	Advanced Geoen지니어ing (CE) Zaawansowana Geoinżynieria	2					K2/10_W04, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1		S	Ob.
						1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
						1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
4	ASM003004	Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2					K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
					1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
					1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.

5	ASB030753	Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE) Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe	2						K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_W12, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
						2				30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
6	ASB030853	Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE) Zaawansowana Mechnika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem	2						K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W11, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.
					2					30	60	2	2	1.8	T, Z	Z		2	1.2	S	Ob.
Total			13	1	6	1	3			360	900	30	30	18.9				30	8.8		

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
13	1	6	1	3	360	900	30	30	18.9

number of ECTS points P
8.8

Total accumulated:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
29.8	11.67	11	11.67	4	1022	2700	90	90	56.1

number of ECTS points P
31.6

Semester 4

Optional courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ⁷ of course / group of courses	Way ⁸ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	s ⁷ kind ⁷	type
1	ASB029954	Master Thesis (MSc)							900	30	30	7.0	T, Z	Z		30	30.0	s	Ob.	
		Total	0	0	0	0	0		0	900	30	30	7.0			30	30			

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
0	0	0	0	0	0	900	30	30	7.0

number of ECTS points P
30.0

Total accumulated:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
29.8	11.67	11	11.67	4	1022	3600	120	120	63.1

number of ECTS points P
61.6

Total number of ZZU hours: 1022

Hours - lectures: 43.7%

Hours - other courses: 56.3%

ECTS - BU: 52.6%

ECTS - P: 51.3%

Specialization: Mechanics of Materials (MMA)

Semester 3

Optional courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ⁷ of course / group of courses	Way ⁸ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	kind ⁷	type
1	ASB020553	Laboratory Identification of Composite Microstructure Properties (CE) Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów	1					K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1		S	Ob.
					2				30	90	3	3	2.2	T, Z	Z		3	2	S	Ob.
							1			15	30	1		0.9	T, Z	Z				S
2	ASM003001	Advanced Nano-Materials (ME) Zaawansowane nanomateriały	2					K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W07, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.
					2				30	30	1	1	1.0	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
						2			30	30	1	1	1.0				1	1	S	
3	ASM003007	Reliability and Maintenance Theory and Engineering (ME) Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji	2					K2/10_W01, K2/10_W03, K2/10_W09, K2/10_W10, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.
							1			15	60	2	2	0.9	T, Z	Z		2	1	S

4	ASM003004	Fracture Mechanics (ME) Mechanika Pękania	2				K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W03, K2/10_W04, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	E		3		S	Ob.	
					1				15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
						1			15	30	1	1	0.8	T, Z	Z		1	1	S	Ob.
5	ASM003005	Inventive Engineering (ME) Inżynieria wynalazczości	2				K2/10_W02, K2/10_W07, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_W16, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U09, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03,	30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2		S	Ob.	
						1			15	90	3	3	0.9	T, Z	Z		3	1	S	Ob.
6	ASB000453	Mathematical Homogenizations and Micromechanics (CE) Matematyczna homogenizacja i mikromechanika	2				K2/10_W01, K2/10_W02, K2/10_W04, K2/10_W05, K2/10_W08, K2/10_W11, K2/10_W13, K2/10_W14, K2/10_W15, K2/10_U01, K2/10_U02, K2/10_U03, K2/10_U04, K2/10_U05, K2/10_U06, K2/10_U07, K2/10_U08, K2/10_U10, K2/10_U11, K2/10_U12, K2/10_U13, K2/10_U14, K2/10_K01, K2/10_K02, K2/10_K03, K2/10_K04, K2/10_K05, K2/10_K06, K2/10_K07	30	90	3	3	1.5	T, Z	Z		3		S	Ob.	
						2			30	60	2	2	1.5	T, Z	Z		2	1	S	Ob.
Total			11	1	7	4	1	360	900	30	29	18.3			29	9.0				

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
11	1	7	4	1	360	900	30	29	18.3

number of ECTS points P
9.0

Total accumulated:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
27.8	11.67	12	14.67	2	1022	2700	90	89	55.5

number of ECTS points P
31.8

Semester 4

Optional courses

number of ECTS points 30

No.	Course / group of courses code	Name of course / group of courses (denote group of courses with symbol GK)	Weekly number of hours					Learning effect symbol	Number of hours		Number of ECTS points			Form ³ of course / group of courses	Way ³ of crediting	Course/group of courses				
			lec	cl	lab	pr	sem		ZZU	CNPS	total	DN ⁵ classes	BU ¹ classes			university-wide ⁴	Concerning scientific	practical P ⁶	kind ⁷	type
1	ASB029954	Master Thesis (MSc)							900	30	30	7.0	T, Z	Z			30	30.0	S	Ob.
		Total	0	0	0	0	0	0	900	30	30	7.0					30	30		

Total in semester:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
0	0	0	0	0	0	900	30	30	7.0

number of ECTS points P
30.0

Total accumulated:

Total number of hours					Total number of hours ZZU	Total number of hours CNPS	Total number of ECTS points	Total number of ECTS points DN ⁵	number of ECTS points BU ¹
lec	cl	lab	pr	sem					
27.8	11.67	12	14.67	2	1022	3600	120	119	62.5

number of ECTS points P
61.8

Total number of ZZU hours: 1022

Hours - lectures: 40.8%

Hours - other courses: 59.2%

ECTS - BU: 52.1%

ECTS - P: 51.5%

2. Set of examinations in semestral arrangement

No	Course code	Names of courses ending with examination	Semester
1	ASB000152	Functional Analysis - Applications To Boundary Value Problems (CE)	2
2	ASM003002	Analytical Mechanics (ME)	2
3	ASM003004	Fracture Mechanics (ME)	3
4	ASB030753	Advanced Steel-Concrete Composite Constructions (CE)	3
5	ASB030853	Advanced Soil Mechanics and Soil Structure Interaction (CE)	3

3. Numbers of allowable deficit of ECTS points after particular semesters

Semester	Allowable deficit of ECTS points after semester	Total number of points required for registration for the next semester
1	15	15
2	13	47
3	17	64

Opinion of the faculty student government legislative body:

Date Name and surname, signature of the student representative

Date Signature of the Dean of the Faculty / Director of the Branch

COURSE CATALOGUE

SUBJECT FORMS

FACULTY: Civil Engineering, Mechanical Engineering

MAIN FIELD OF STUDY: Advanced Solid Mechanics

in area of technical science

EDUCATION LEVEL: 1st/2nd * level, ~~licencjat / inżynier / magister~~

/ magister inżynier (MSc) studies*

FORM OF STUDIES: full-time /~~part-time~~*

PROFILE: general academic /~~practical~~ *

LANGUAGE OF STUDY: English

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Teoria i inżynieria niezawodności i eksploatacji
Name of subject in English:	Reliability and Maintenance Theory and Engineering
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003007
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90			60	
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination-/ crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5			0.9	

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has a basic knowledge of design and testing of technical processes/systems
2. Has a basic knowledge in the field of applied mathematics
3. Has a basic knowledge in the field of spreadsheet using, e.g. Excel

SUBJECT OBJECTIVES
C1. The acquisition of the extended knowledge in the areas of maintenance management and dependability management of technical systems and their supporting systems.
C2. The acquisition of the basic knowledge in the areas of basic methods, tools, techniques and materials used to solve complex engineering tasks in the field of reliability, maintenance, and risk management of technical systems.
C3. Acquiring the ability to solve the real-life problems, which may affect the effective performance of technical systems.
C4. Acquiring the ability to design operation and maintenance processes, taking into account the need to ensure the desired level of operational availability and financial efficiency.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS
relating to knowledge: PEU_W01 A student has extended knowledge of the operation and maintenance, dependability and safety of technical objects/systems PEU_W02 Learn about development trends in technology and organization of operation and maintenance of technical objects/systems
relating to skills: PEU_U01 Able to use the known methods and mathematical models to analyze and design reliable technical objects/systems PEU_U02 Can make rational decisions in the aspect of technical systems operation and maintenance management performance
relating to social competences: PEU_K01 Is able to properly prioritize the implementation of the tasks specified by him or others PEU_K02 Can work in a group. He can lead a small team by taking responsibility for the effects of his work

PROGRAMME CONTENT		
	Lecture	Number of hours
Lec1	Introduction to reliability engineering. Reliability management systems	2
Lec2	Processes leading to damage and failures. Classification and causes of failures	2
Lec3	Reliability modelling of irreparable component. Characteristics and indicators of reliability. Physical and statistical interpretation of reliability indicators	2
Lec4	Reliability modelling of unrecoverable technical systems. Basic reliability structures	2
Lec5	Reliability modelling of unrecoverable technical systems. Complex reliability structures	2
Lec6	Stochastic processes in reliability. The Poisson process and the birth and death process	2
Lec7	Markov processes.	2
Lec8	Technical object operation and maintenance problems - the main terms and definitions. System of operation and maintenance and its models	2
Lec9	Maintenance strategies and operating and maintenance prevention. Potential for operation and maintenance	2
Lec10	Maintenance strategies – LCC, RCM, RBM	2
Lec 11	Introduction to safety and risk management in technical systems	2

Lec 12	Tools and methods of technical object/system failure analysis (FMEA/FMECA)	2
Lec13	Risk analysis methods (FTA, ETA, PHA, PSA, HAZOP)	2
Lec14	Costs in maintenance and operation process performance. Reliability – cost or profit?	2
Lec15	Evolution of the reliability and safety theories – trends in development	2
	Total hours	30

Form of classes - project		Number of hours
Proj1	Introduction to the project course. Reliability analysis of technical objects (e.g. evaluation of reliability/unreliability functions, failure intensity)	3
Proj2	The use of conformance tests to assess the reliability of technical objects	2
Proj3	Analysis of technical objects reliability structure, definition of optimal warranty period for the specified assumptions	2
Proj4	Maintenance strategy selection with taking into account economic and reliability criteria	2
Proj5	Repairman problem	2
Proj6	Technical object failure analysis with the use of FMEA method	2
Proj7	Maintenance analyzes. Impact of operational conditions on reliability parameters	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Test
F2 (Project)	PEU_U01 PEU_U02	Test
F3 (Project)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Active work during project activities
P=0.6*F1+0.3*F2+0.1*F3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] [1] Aven, T. Quantitative risk assessment: the scientific platform. New York: Cambridge University Press, 2011.
- [2] De Almeida, A.T. Multicriteria and multiobjective models for risk, reliability and maintenance decision analysis. Springer, 2015
- [3] Dhillon, B.S. Maintainability, maintenance, and reliability for engineers. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2006
- [4] Frenkel, I.B., Karagrigoriou, A., Lisnianski, A. (eds.) Applied reliability engineering and risk analysis: probabilistic models and statistical inference. Chichester, West Sussex: Wiley, 2014.
- [5] Jardine, A.K.S., Tsang, A.H.C. Maintenance, replacement, and reliability: theory and applications. Boca Raton : CRC Press/Taylor & Francis Group, 2017
- [6] Nash, F.R. Reliability assessments: concepts, models and case studies. Boca Raton etc.: CRC Press/Taylor & Francis Group, 2016
- [7] Stapelberg, R.F., Handbook of reliability, availability, maintainability and safety in engineering design. London: Springer Verlag London Limited, 2009.
- [8] Verma, A.K., Srividya, A., Karanki, D.R. Reliability and safety engineering. London etc.: Springer-Verlag, 2016

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Jin, T. Reliability engineering and services. Hoboken : Wiley & Sons, 2019
- [2] Nakagawa, T. Random maintenance policies. Springer Series in Reliability Engineering, 2014
- [3] Werbińska-Wojciechowska, S. Technical System Maintenance. Delay-Time-Based Modelling, Springer, 2019
- [4] Zio, E., Baraldi, P., Cadini, F. Basics of reliability and risk analysis: worked out problems and solutions. New Jersey etc.: World Scientific, 2011.

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

PHD. DSC. SYLWIA WERBIŃSKA-WOJCIECHOWSKA, ASSOC. PROF.,

sylwia.werbinska@pwr.edu.pl

Department of Operation and Maintenance of Technical Systems, Faculty of Mechanical Engineering,
Wroclaw University of Science and Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**SUBJECT CARD**

Name of subject in Polish:	Modelowanie układów wielczłonowych
Name of subject in English:	Modeling of multibody systems
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st / 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003006
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				60	
Number of hours of total student workload (CNPS)				150	
Form of crediting				Crediting with grade	
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points				5	
including number of ECTS points for practical (P) classes				3	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)				3.6	

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the theory of machines and mechanisms
2. Ability to analyze classical kinematics and kinetostatics
3. Elemental knowledge of solid modeling using CAD / CAE systems

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding of building discrete computational models of multibody systems
- C2. Knowing and understanding the principles of research planning, taking into account working conditions (e.g. kinematic excitations, dynamic loads, loads - including mass loads) of multi-unit systems in computer systems dynamic analyzes
- C3. Acquiring by the student the ability to critically evaluate the obtained results of simulation of machinery in computer systems of dynamic analysis

SUBJECT LEARNING OUTCOMES	
relating to skills:	
PEU_U01	Ability to apply a professional computer system for simulation and dynamic analysis of multibody systems
PEU_U02	The ability to model the load conditions and the nature of the mechanism's work and the ability to analyze the obtained results from the simulation of the operation of a multibody system
PEU_U03	Ability to compute the kinematics and dynamics of selected groups of mechanisms
relating to social competences:	
PEU_K01	acquiring the ability to take responsibility for the own work
PEU_K02	acquires care for the aesthetics of the performed work, including projects and reports

PROGRAMME CONTENT		
Project		Number of hours
Proj 1	An introduction to the principles of building multibody models	2
Proj 2	Basics of modeling mechanisms in MD.Adams – modeling links, kinematic pairs, kinematic constraints and kinematic excitations	6
Proj 3	Basics of modeling mechanisms in MD.Adams – modeling loads, performing calculations and analysis of the results	6
Proj 4	The test of modeling a multibody system	4
Proj 5	Kinematic and kinetostatic analysis of linkage mechanisms - virtual models construction	4
Proj 6	Analysis of kinematic and dynamic properties of the linkage mechanism (project)	4
Proj 7	Gear mechanism analysis (fixed, planetary and differential) - building principles of virtual models	4
Proj 8	Analysis of kinematic and dynamic of gears (project)	6
Proj 9	Construction of spatial manipulator models for direct and inverse kinematics task	4
Proj 10	Simulation studies of spatial manipulator (project)	6
Proj 11	Building models of spatial systems - constraints, excitations, loads	6
Proj 12	Modeling and simulations of spatial systems (project)	6
	Total hours	60

TEACHING TOOLS USED	
N1.	self-study - preparation for the project
N2.	multimedia presentation
N3.	interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)
N4.	project presentation
N5.	consultation and tutorials

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K02	Evaluation of test
F2	PEU_U01-PEU_U03 PEU_K01-PEU_K02	The average of projects evaluation
$P = 0,2 \cdot F1 + 0,8 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003.</p> <p>[2] Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza</p> <p>[3] Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007</p> <p>[4] MD. Adams – Reference Manual, 2008.</p> <p>[5] Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 1989</p> <p>[6] Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines.</p> <p>[7] WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999.</p> <p>[8] Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, NewYork, 1994.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996.</p> <p>[2] Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999</p>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, DIVISION, E-MAIL ADDRESS)
PhD Artur Handke, artur.handke@pwr.edu.pl Department of Fundamentals of Machine Design and Mechatronic Systems - W10 / K61;

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Inżynieria wynalazczości
Name of subject in English:	Inventive Engineering
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003005
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			90	
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination- / crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2			3	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5			0.9	

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The ability to design technical objects.
2. Ability to model CAD geometric parts and assemblies.
3. Ability to work in a team.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquiring knowledge about the methods of designing inventions with high innovative potential using systematic and heuristic methods.
- C2. Acquisition of knowledge in the field of innovation assessment using objective methods.
- C3. Acquisition of knowledge in the area of building inventive teams and acquiring knowledge
- C4. Acquiring the skills of conceptual design with the use of prototyping
- C5. Acquiring the ability to plan and conduct inventive workshops using heuristic and systematic methods such as TRIZ, Synectics, Design Thinking
- C6. Acquiring skills in the field of commercialization of inventions and financing engineering

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS	
relating to knowledge:	
PEU_W01	Student knows and understands the cycle of conceptual design according to the Inventive methodology Engineering.
PEU_W02	A student has knowledge of conceptual design and prototyping products and services
PEU_W03	A student has knowledge of the development of a design concept and engineering of financing the commercialization of inventions
relating to skills:	
PEU_U01	A student is able to design a prototype of a finished product and conduct inventive sessions.
PEU_U02	A student is able to generate conceptual solutions based on heuristic and systematic methods
PEU_U03	A student is able to develop a design concept into a finished product using CAD modeling
relating to social competences:	
PEU_K01	A student understands the need for continuous self-improvement in the work of an engineer.
PEU_K02	A student is able to use creativity in everyday work and draw inspiration from it to solve technical problems
PEU_K03	The student is able to plan activities aimed at carrying out a full product development cycle based on the Inventive Engineering methodology.

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec1	Methods and tools of inventive design	2
Lec2	Overview of the methodology of Inventive Engineering	2
Lec3	Product and service innovation assessment	2
Lec4	Forecasting the development of products and services - phase "For"	2
Lec5	Forecasting the development of products and services – phase "Model"	2
Lec6	Forecasting the development of products and services - phase Analyzes"	2
Lec7	Forecasting the development of products and services - phase "Transfer"	2
Lec8	Building inventive teams	2
Lec9	Heuristic and systematic knowledge acquisition	2
Lec10	Conceptual design using heuristic methods	2
Lec11	Conceptual design using systematic methods	2
Lec12	Development of the design concept in terms of TEES changes: technical and technological, economic, environmental and social	2
Lec13	Financing engineering - preparing a budget for the development and commercialization of inventions and raising funds for the development of inventions and their commercialization. Part 1	2
Lec14	Financing engineering - preparing a budget for the development and commercialization of inventions and raising funds for the development of inventions and their commercialization. Part 2	2
Lec15	Evaluation classes	2
Total hours		30

Laboratory	Number of
-------------------	------------------

		hours
Proj1	Overview of the organization and schedule of activities. Selection of a case study for further analysis	2
Proj2	Assessment of the innovation of the selected product or service	2
Proj3	Forecasting the development of the selected product or service – phase "For" and "Model"	2
Proj4	Forecasting the development of the selected product or service – phase „Analyzes" and "Transfer"	2
Proj5	Problem definition in the, context of effect and cause, conceptual design	2
Proj6	Heuristic and systematic knowledge acquisition	2
Proj7	Development of the design concept and its commercialization	2
Proj8	Evaluation of reports – final report note evaluation	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED
N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. problem discussion N3. case study N4. self study - preparation for project class N5. multimedia presentation

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03	Test
F2 (project)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03	Project preparation evaluation, project defense
P=F1		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u> [1] S. Koziółek. Inventiveness Engineering. Methodology of designing innovative technical systems. Publishing house of Wrocław University of Technology, first edition. Wrocław 2019. [2] T. Arciszewski, Inventive Engineering: Knowledge and Skills for Creative Engineers. Taylor&Francis, 2016. [3] W. J. J. Gordon, SYNECTICS. The Development of Creative Capacity. New York: Macmillan Publishing Co., Inc., 1961.
<u>SECONDARY LITERATURE:</u> [1] S. Koziółek i T. Arciszewski, „Syntectical Building of Representation Space: a Key to Computing Education”, w Computing in Civil Engineering, 2011, ss. 1–15. [2] L. Haines-Gadd, TRIZ For Dummies. Wiley, 2016.

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, DIVISION, E-MAIL ADDRESS)
SEBASTIAN KOZIOŁEK, Professor WUST, Sebastian.koziolek@pwr.edu.pl Wrocław University of Science and Technology Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Design and Research

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Mechanika Pękania
Name of subject in English:	Fracture mechanics
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003004
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	30	30		
Form of crediting	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	1	1		
including number of ECTS points for practical (P) classes		1	1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5	0.8	0.8		

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of Mechanics & Strength of Materials principles.
2. Knowledge of differential equations and fundamental linear algebra.
3. Knowledge of basic experimental mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To learn the stress field parameters in front of the crack tip
- C2. Knowledge of experimental methods of fracture mechanics including determination of fracture toughness measures for engineering materials (metals, composites, polymers)
- C3. To learn fatigue crack propagation model identification and fatigue crack growth analysis - fatigue lifetime calculation

- C4. Learn to analyze the fracture and crack growth process under complex stress conditions
 C5. Be able to know the fracture pattern and determine the cause of failure of a structural members
 C6. Acquiring skills of scientific cooperation in a team analyzing fatigue damage.
 C7. Acquisition of basic knowledge in the development of scientific expertises

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Knowledge of linear and nonlinear models of fracture mechanics.

PEU_W02 Knowledge of methods for fatigue crack growth lifetime calculation under uniaxial and multiaxial loading conditions

relating to skills:

PEU_U01 Can estimate fundamental parameters of fracture mechanics like K, J, G for structural members

PEU_U02 Can use mathematical and experimental methods for fatigue lifetime prediction

relating to social competences:

PEU_K01 Can objectively evaluate the arguments as well as rationally explain and justify the own point of view.

PEU_K02 Can search information and is able to review it critically

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Theoretical Strength of Materials – defects in materials	2
Lec2	Griffith's theory and elastic stress field – Stress intensity factor definition	2
Lec3	Plastic zones ahead of a crack tip, nonlinear fracture mechanics (CTOD, J)	2
Lec4	Brittle and ductile fracture of metals, polymers and composites– fractography analysis	2
Lec5	Experimental methods in fracture mechanics and fatigue of materials – determination of the characteristics in a uniaxial loading condition	2
Lec6	Initiation of fatigue cracks in the material - microstructural aspects of the fatigue process. Low- and high-cycle Fatigue	2
Lec7	Fatigue crack growth (mode I); fatigue crack growth curve, micro-crack growth mechanisms.	2
Lec8	Factors influencing fatigue crack growth rates	2
Lec9	Fundamentals of the degradation theory and its influence on fatigue and fracture properties of materials and structures	2
Lec10	Multiaxial stress state; fracture toughness characterization	2
Lec 11	Mixed-mode fatigue cracks growth. Predicting of fatigue crack paths and fatigue lifetime estimation	2
Lec 12	Multiaxial fatigue - an overview of existing solutions for proportional and non-proportional loads	2
Lec13	Variable and random loading – calculation methods and fatigue damage rules	2
Lec14	Case study - analysis of fatigue crack growth in structural components and damage analysis - example of expertise elaboration - description of a fracture surface	2
Lec15	The probabilistic approach in fracture mechanics and defect tolerance	2

	modelling	
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl1	Solving of the exercises with a solid body containing cracks using linear elastic fracture mechanics	2
Cl2	Solving of the exercises with a solid body containing cracks using elastoplastic fracture mechanics	2
Cl3	Fatiguelifetime calculations with Paris law using standardized specimens and SIF solutions	2
Cl4	Fatiguelifetime calculations with Paris law using complex geometry structural members	2
Cl5	Fatiguelifetime calculations under variable amplitude loading conditions	2
Cl6	Fatiguelifetime calculations and crack paths analysis under mixed-mode loading conditions	2
Cl7	Case study calculation analysis – solution of the complex problem of structural members and structures in the scope of fatigue and fracture	2
Cl8	Test and own analysis of the selected problem	1
	Total hours	15

Laboratory		Number of hours
Lab1	Fracture toughness – K determination for metals and non-metals	2
Lab2	Fracture toughness – G determination for composite materials	2
Lab3	Nonlinear elasto-plastic parameters determination (J, CTOD) for metals	2
Lab4	Fracture characterization of polymers (Essential Work of Fracture)	2
Lab5	Mixed-mode fracture toughness characterization of materials	2
Lab6	Fatigue crack growth rate measurement and crack closure evaluation	2
Lab7	Mixed-mode fatigue crack growth	2
Lab8	Evaluation of reports – final report note evaluation	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Written exam
F2 (classes)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Test
F3 (laboratory)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Final Report note
$P=0.6*F1+0.2*F2+0.2*F3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Anderson T.L. Fracture Mechanics. Fundamentals and Applications, Fourth Edition. — CRC Press,
- [2] Gdoutos, E. E. (2020). Fracture mechanics: an introduction (Vol. 263). Springer Nature.
- [3] Farahmand, B., Bockrath, G., & Glassco, J. (2012). *Fatigue and fracture mechanics of high risk parts: application of LEFM & FMDM theory*. Springer Science & Business Media.
- [4] BROCKS, Wolfgang. Plasticity and Fracture. Springer International Publishing, 2018.
- [5] Avellar, L., & Mac Donald, K. (2019). Mechanics of Materials and Fracture for High School Students. In Fracture, Fatigue, Failure and Damage Evolution, Volume 6 (pp. 111-114). Springer, Cham.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Lesiuk, G., Correia, J.A.F.O., Krechkovska, H.V., Pekalski, G., Jesus, A.M.P. de, Student, O., Degradation Theory of Long Term Operated Materials and Structures, Springer, 2021
- [2] Saxena, A. (2019). Advanced Fracture Mechanics and Structural Integrity. CRC Press.
- [3] BROEK, David. *The practical use of fracture mechanics*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [4] Moore, D. R., Williams, J. G., & Pavan, A. (2001). *Fracture mechanics testing methods for polymers, adhesives and composites*. Elsevier.
- [5] Gross, D., & Seelig, T. (2017). *Fracture mechanics: with an introduction to micromechanics*. Springer.

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

PHD. DSC. GRZEGORZ LESIUK, ASSOC. PROF., Grzegorz.Lesiuk@pwr.edu.pl
 Department of Mechanics, Materials Science and Biomedical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Wroclaw University of Science and Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**SUBJECT CARD**

Name of subject in Polish:	Projektowanie Materiałów Inżynierskich
Name of subject in English:	<i>Design of Engineering Materials</i>
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st / 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003003
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			60	
Form of crediting	Examination/ crediting with grade *	Examination/ crediting with grade *	Examination/ crediting with grade *	Examination/ crediting with grade *	Examination/ crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3			2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.6			1.8	

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge in such disciplines as: Materials science, Strength of materials, Manufacturing technology, processing and recycling of materials, design and examination methods of structure and properties of materials
2. Skills in usage of technical data and specialized computer software.
3. Skills in collaboration with other users of engineering materials and specialists in the fields of design, manufacturing, processing, and application of materials.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Obtaining the skills in design of chemical composition and structure of engineering materials to produce products with desired mechanical and operational properties.
- C2. Obtaining the skills in materials selection for technical applications)
- C3. Obtaining the skills in failure analysis of materials and design of repair processes for

improvement of products durability.
C4. Acquisition of basic knowledge in the development of scientific expertises

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

Knowledge:

PEU_W01 - Possesses advanced knowledge on structure- properties relationship as well as on strengthening mechanisms in materials and their practical usage for material design of products.

PEU_W02 - Knows the criteria and methodology of materials selection and can participate in engineering design of products.

Skills:

PEU_U01 – Able to design the materials structure in order to obtain the desired operational properties of product.

PEU_U02 – Able to conduct the failure analysis of material and design the repair process for improvement of product durability.

Social skills:

PEU_K01 – Possesses the collaboration skills and able to lead the research teams in engineering design process.

PEU_K02 – Is prepared to conduct the research on materials design of products.

PROGRAMME CONTENT

Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to design of metallic materials. Effect of chemical composition, processing and microstructure on the properties of materials.	2
Lec2	The role and significance of alloy phase diagrams in design of materials.	2
Lec3	Strengthening mechanisms in metals and alloys - theory and practice	2
Lec4	Influence of manufacturing technology on selected properties of metallic alloys	2
Lec5	Tailored material properties for engineering applications using incremental techniques - techniques, properties - strength analysis	2
Lec6	The role of manufacturing defects on the residual strength of materials	2
Lec7	Design of non-metallic materials - an introduction to fibrous composites	2
Lec8	Manufacturing technologies of composite materials	2
Lec9	Forming machine parts of composite materials - design philosophy	2
Lec10	Thermoplastic matrix composites - examples of fabrication and strength orienting tailored structures	2
Lec 11	Duroplastic matrix composites - examples of manufacturing and strength orienting of tailored structures	2
Lec 12	An example of individualized material design for engineering applications - case study analysis	2
Lec13	Hyperelastic materials and modeling of mechanical behavior	2
Lec14	Metal matrix composites - fundamentals in design.	2
Lec15	Criteria and quantitative methods of materials selection in engineering design.	2
Total hours		30

Form of classes - laboratory	Number of
------------------------------	-----------

		hours
Proj1	Selection of material for chosen structural component	2
Proj2	Design of chemical composition of steel with desired hardenability.	2
Proj3	Design of microstructure of steel in the process of heat treatment - part I.	2
Proj4	Design of microstructure of steel in the process of heat treatment - part II.	2
Proj5	Selection of material for selected structural component - project- part II.	2
Proj6	Design of metallic materials using additive technologies for specific complex structures	4
Proj7	Rapid Prototyping of products made of polymers and ceramics	4
Proj8	Design of composite materials and pultrusion system for manufacturing closed and open sections for industrial application	2
Proj9	Selection of composite materials for cylindrical structures and design of manufacturing methods	2
Proj10	Hybrid layered materials – design and selection of manufacturing processes	2
Proj11	Case study I – fatigue resistance materials design and selection	2
Proj12	Case study II – creep resistant material design and selection	2
Proj13	Preparation of reports and discussion of the selected issue - the design of the production of a material tailored to the operational requirements	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions),
N3	project presentation

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)		
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Written exam
P=F1		
F2 (project)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Evaluation and defense of a developed project
P=F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Ashby, M. F., & Jones, D. R. (2012). *Engineering materials 1: an introduction to properties, applications and design* (Vol. 1). Elsevier.
- [2] Barbero, E. J. (2017). *Introduction to composite materials design*. CRC press.
- [3] Ashby, M. F., Shercliff, H., & Cebon, D. (2018). *Materials: engineering, science, processing and design*. Butterworth-Heinemann.
- [4] BROCKS, Wolfgang. *Plasticity and Fracture*. Springer International Publishing, 2018.

[5] Bank, L. C. (2006). *Composites for construction: structural design with FRP materials*. John Wiley & Sons.

SECONDARY LITERATURE:

[1] Mueller, B. (2012). Additive manufacturing technologies–Rapid prototyping to direct digital manufacturing. *Assembly Automation*.

[2] Gu, D. (2015). *Laser additive manufacturing of high-performance materials*. Springer.

[3] Bart, J. C. (2005). „Additives in polymers. *Industrial analysis and application*.

[4] Chua, C. K., Wong, C. H., & Yeong, W. Y. (2017). *Standards, quality control, and measurement sciences in 3D printing and additive manufacturing*. Academic Press.

[5] Campbell Jr, F. C. (Ed.). (2003). *Manufacturing processes for advanced composites*. elsevier..

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

PHD. DSC. GRZEGORZ LESIUK, ASSOC. PROF., Grzegorz.Lesiuk@pwr.edu.pl

Department of Mechanics, Materials Science and Biomedical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology

MEMBERS OF THE EDUCATIONAL TEAM (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)

Patrycja Szymczyk-Ziółkowska (patrycja.e.szymczyk@pwr.edu.pl)

Grzegorz Ziółkowski (Grzegorz.Ziolkowski@pwr.edu.pl)

Michał Barcikowski (Michal.Barcikowski@pwr.edu.pl)

Wojciech Blażejewski (Wojciech.Blazejewski@pwr.edu.pl)

Joanna Warycha (Joanna.Warycha@pwr.edu.pl)

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Mechanika Analityczna
Name of subject in English:	Analytical Mechanics
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003002
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15	15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	30	30	30		
Form of crediting	Examination	crediting with grade*	crediting with grade*	Examination/crediting with grade *	Examination=/crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	2	1	2		
including number of ECTS points for practical (P) classes		1	2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.6	0.7	1.1		

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Mathematical analysis (differential and integral calculus)
2. Linear algebra (matrices, determinants), geometry, trigonometry
3. Mechanics I and mechanics II in range of study stage I

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowledge of analytical methods for the application of Lagrangian mechanics in the dynamics of mechanical holonomic systems (for systems with constraints depending and not depending from time). Knowledge of vibration analysis of linear holonomic conservative systems with many degrees of freedom.
- C2. Ability to independently analyze complex mechanical systems with a holonomic constraints

which are not depend on time to determine : differential equations of movement, natural vibration frequency spectrum, the modal matrix.

C3. The acquisition and consolidation of social skills including emotional intelligence relying ability to work in a group of students with a view to effective problem solving. Responsibility, honesty and fairness in conduct; observance of manners in the academic community and society

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Students can define a discrete mechanical holonomic system and its possible and virtual displacements; know the fundamental problem of dynamics; know the classification of dynamical systems in respect of the constrain types; know the general equation of dynamics and the principle of virtual work..

PEU_W02 Students know the notion of generalized coordinates and configuration space of a dynamical system; know the concept of generalized forces (active and inertia); know the Lagrange's equations of the second kind

PEU_W02 Students know the vibration theory of linear systems with many degrees of freedom in the free vibration range.

relating to skills:

PEU_U01 Students are able to apply the virtual work principle and d'Alembert's principle for holonomic systems

PEU_U02 Students can derive the differential equations of motion of discrete dynamical systems by using Lagrange's equations and by using the energy conservation law for conservative holonomic systems.

PEU_U03 Students can calculate the spectrum of natural frequencies and can determine the modal matrix for discrete conservative linear systems.

relating to social competences:

PEU_K01 Students can search information and is able to critical review

PEU_K02 Students can objectively evaluate the arguments and rationally explain and justify own point of view.

PEU_K03 Students can observe the customs and rules of the academic community.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Curriculum. Requirements. Examples of dynamic systems. Constrains and their types, classification systems for the sake of the constrain types (holonomic systems), possible velocities and possible displacements.	2
Lec2	The fundamental problem of dynamics, virtual displacement, the notion of ideal constraints, the general equation of dynamics, the virtual work principle.	2
Lec3	The dynamic general equation for the rotational and planar motion of rigid body (examples)	2
Lec4	Generalized coordinates. Derivation of differential equations of motion by usins the energy conservation law expressed in generalized coordinates (examples).	2
Lec5	Generalized forces. Configuration space. Lagrange's equations (of II type).	2
Lec6	Lagrange's equations (cont. examples, applications). Lagrangian.	2

Lec7	Linear systems with a finite number of degrees of freedom, matrix notation, conservative systems.	2
Lec8	Free vibrations of conservative systems: natural frequencies, modal matrices, mode shapes.	2
Lec9	Harmonically forced vibration, frequency characteristics, an example of oscillation analysis of two-degree-of-freedom system.	2
Lec10	The dynamics of a rigid body in general motion: the orientation, the recognition issue. Kinematics and dynamics of rigid body in case the spherical rotation about a fixed point (reminder of the course Mechanics II), the angular momentum in the general movement.	2
Lec11	The dynamic equations for general motion of rigid body (Euler's equation).	2
Lec12	Gyroscope (approximate theory).	2
Lec13	An outline of linear elastic particle collisions theory, inelastic collision rate.	2
Lec14	Variational approach of Lagrangian mechanics.	2
Lec15	The central Lagrange's equation. Fundamental integral mechanical principle (Hamilton's principle)	2
	Total hours	30

Classes		Number of hours
Cl 1	Introduction. Derivation of equations for possible velocities and virtual displacements.	2
Cl 2	Solving of static problems by using a principle of virtual work	2
Cl 3	Solving of dynamic problems for discrete systems by using a dynamic general equation (d'Alembert's principle).	2
Cl 4	Solving of selected dynamic problems of a rigid body in plane motion by using a dynamic general equation.	2
Cl 5	Derivation of motion differential equations based on the energy conservation law and Lagrange's equations (comparison of methods and results) for systems with one and two degrees of freedom	2
Cl 6	Determination of the natural frequencies and modal parameters for conservative systems with two degrees of freedom	2
Cl 7	Final test	2
Cl 8	Credits. Improvement of marks	1
	Total hours	15

Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Getting familiar with the software Matlab and Simulink.	2
Lab2	Computer analysis of some dynamic system in case of plane motion by using dynamics equations of analytical mechanics	2
Lab3	Design by means of Simulink a dynamical system with one degree of freedom and computer analysis of the free and forced vibration.	2
Lab4	Analysis of free and forced vibration of a linear two-mass with two degrees of freedom system using Simulink software.	2
Lab5	Simulation studies a dynamic system proposed by the student and approved by the laboratory conductor.	2
Lab6	Experimental studies of vibration of selected real systems with a finite	2

	number of degrees of freedom (1 or/and 2). Introduction to the measuring apparatus, vibration sensors, methods of excitation, vibration analyzers, etc	
Lab7	Experimental investigation of a continuous dynamic system (beam and/or plate). Resonant frequencies, mode shapes.	2
Lab8	Evaluating the effects of activities, reports. Credits.	1
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	traditional lecture with the use of transparencies and slides
N2.	calculative-problematic exercises
N3.	tutorials
N4.	self study - preparation for laboratory class
N5.	self studies and preparation for examination

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Calculative-problematic exercises
F2 (classes)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	Final test, oral answers
F3 (laboratory)	PEU_K01, PEU_K02, PEU_K03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03	laboratory reports, oral answer
P=0.6*F1+0.2*F2+0.2*F3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<u>PRIMARY LITERATURE:</u>
[1] Jerry Ginsberg, <i>Engineering Dynamics</i> , Cambridge
[2] Meriam, Kraige, <i>Dynamics</i>
[3] Gross D., Hauger W., Schroder J., Wall W.A., Govindjee S., <i>Engineering Mechanics 3</i> , Springer
[4] Housner G.W., Hudson D.E., <i>Applied Mechanics – Dynamics</i>
[5] <i>M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991.</i>

PRIMARY LITERATURE:

- [1] J. Zawadzki, W. Siuta, "General Mechanics", PWN, Warsaw, 1971;
- [2] B. Skalmierski, "Mechanics", PWN, Warsaw, 1982;
- [3] M. Kulisiewicz St. Piesiak, "Methodology of modeling and identification of mechanical dynamical systems", WUT. , 1994;
- [4] J. Leyko, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980;
- [5] J. Giergiel, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980

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

dr inż. PIOTR KOTOWSKI, email: piotr.kotowski@pwr.edu.pl

dr inż. Mirosław Bocian, Assoc. Prof. tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**SUBJECT CARD**

Name of subject in Polish:	Zaawansowane nanomateriały
Name of subject in English:	Advanced Nano-materials
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASM003001
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30	30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		30	30	
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		1	1	
including number of ECTS points for practical (P) classes			1	1	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5		1.0	1.0	

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of Mechanics and Materials Science.
2. Knowledge of chemistry and physics at least at the advanced level of high school
3. Knowledge of basic experimental mechanics

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To learn the production of amorphous and nanocrystalline alloys by different rapid quenching methods
- C2. Knowledge of experimental methods for determining the crystallization kinetics of amorphous metallic materials
- C3. Learn to analyze mechanical and magnetic properties of amorphous and nanocrystalline metallic alloys

- C4. Learn to analyze the influence of chosen structural parameters on nanomaterials application
 C5. Be able to indicate the form of the material for a specific application
 C6. Acquiring skills of scientific cooperation in a team obtaining and analyzing different form of sol-gel materials.
 C7. Acquisition of basic knowledge in the development of scientific expertises

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Has extensive knowledge of operation of measurements systems.

relating to skills:

PEU_U01 Is able to use different methods of materials properties measurements (e.g. wettability, spectroscopy, electrochemistry, mechanical)

PEU_U02 Is able to analyse results of chosen measurements of nanomaterials properties (e.g. wettability, spectroscopy, electrochemistry, mechanical)

relating to social competences:

PEU_K01 Can think and act in a creative and entrepreneurial way. Can appropriately determine priorities in order to accomplish tasks and problems defined by themselves or others

PEU_K02 Is able to work in a group, taking various roles in it.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Production of amorphous and nanocrystalline metallic alloys by rapid quenching methods	2
Lec2	Microstructure studies and crystallization kinetics of amorphous alloys	2
Lec3	Soft and hard magnetic properties of ferromagnetic amorphous and nanocrystalline alloys. Magnetocaloric and shape memory alloys.	2
Lec4	Mechanical properties analysis of multifunctional alloys	2
Lec5	Advanced, functional nanomaterials obtained by sol-gel method – general overview	2
Lec6	Differences in the production of various forms of sol-gel nanomaterials and methods of application.	2
Lec7	The variety of functionalisation methods for base sol-gel matrices	2
Lec8	POWDERS - unique properties and measurement methods of advanced sol-gel nanomaterials	2
Lec9	THIN FILMS - unique properties and measurement methods of advanced sol-gel nanomaterials	2
Lec10	AEROGELS - unique properties and measurement methods of advanced sol-gel nanomaterials	2
Lec11	Advanced measurement techniques in determining the mechanical properties of sol-gel nanomaterials	2
Lec12	Advanced mechanical properties of complex sol-gel materials	2
Lec13	Effects of magnetostriction, electrostriction and photostriction in advanced materials	2
Lec14	When MEMS goes into NEMS	
Lec15	Case study - analysis of structural, surface and mechanical properties of chosen type of sol-gel materials and searching for potential applications	2

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

Laboratory		Number of hours
Lab1	Production of amorphous metallic ribbons and bulk metallic alloys	3
Lab2	Investigations of magnetocaloric effect and other magnetic properties in wide range of temperature and magnetic field	3
Lab3	Mechanical parameters studies of multifunctional metallic materials with different grain size	3
Lab4	Different ways of powders, thin films and aerogels synthesis	3
Lab5	Methods of thin films application	3
Lab6	Structural and porosity analysis of different forms of sol-gel oxides	3
Lab7	Protection properties of sol-gel materials	3
Lab8	Optical properties of sol-gel materials	3
Lab9	Different way in determining the mechanical properties of sol-gel nanomaterials	3
Lab10	Cross-effect in advanced materials	3
	Total hours	30

Project		Number of hours
Pro1	Selection of production parameter of amorphous metallic ribbons and bulk metallic alloys	3
Pro2	Analysis of investigations of magnetocaloric effect and other magnetic properties in wide range of temperature and magnetic field and their influence on potential application	3
Pro3	Analysis of mechanical parameters of multifunctional metallic materials with different grain size and their influence on potential applications	3
Pro4	Influence of selected manufacturing parameters on the properties of the obtained materials and their final application	3
Pro5	Analysis of the influence of structure and porosity on the insulating properties of sol-gel materials	3
Pro6	Selection of protective parameters of sol-gel materials for the selected application	3
Pro7	Advanced methods in determining the mechanical properties of sol-gel nanomaterials	3
Pro8		3
Pro9	Design and development of device based on advanced materials	3
Pro10	Cross-effects for measurement techniques in nanotechnology	3
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

P1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Written exam
F2 (classes)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Test
F3 (laboratory)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Final Report note
$P=0.6*F1+0.2*F2+0.2*F3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] K.H.J. Buschow, Handbook of Magnetic Materials, vol. 12, Elsevier Science
- [2] M. Miller, P. Liaw, Bulk Metallic Glasses – An Overview, Springer
- [3] Muhammed Musaddique Ali Rafique, Bulk metallic glasses and their composites, Momentum Press
- [4] C. J. Brinker and G. W. Scherer, Sol-gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing. San Diego: Gulf Professional Publishing, 1990
- [5] D. Levy and M. Zayat, Eds., The Sol-Gel Handbook - Synthesis, Characterization, and Applications: Synthesis, Characterization and Applications. Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2015

SECONDARY LITERATURE:

- [1] P. W. Atkins, J. de Paula, and J. Keeler, Atkins' Physical Chemistry, 11th ed. Oxford: Oxford University Press, 2018
- [2] Gross, D., & Seelig, T. (2017). *Fracture mechanics: with an introduction to micromechanics*. Springer.
- [3] current literature in international journals, e.g. from *sciencedirect.com* database

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

PROF. JERZY KALETA

Jerzy.Kaleta@pwr.edu.pl

Department of Mechanics, Materials Science and Biomedical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, Wrocław University of Science and Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Zaawansowana Mechnika Gruntów i Modelowanie Współpracy Konstrukcji z Gruntem
Name of subject in English:	Advanced Soil Mechanics and Soil – Structure Interaction
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB030853
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1.2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5		1.8		

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge in Mechanics, Strength of Materials, and general principles of design of Civil Engineering Structures
2. Basic knowlege of geology

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To learn the methods of computing stress and deformation of soil substrate taking the specifics of soil medium into account.
- C2. To get the knowledge of theoretical description of water flow in soil medium.
- C3. To learn the basics of hydro-mechanical coupling and its implications to practical problems.

- C4. To learn the basics of soil plasticity, theory of limit states, methods for determining the bearing capacity of foundations and analyzing the stability of slopes.
- C5. To acquire the ability to correctly formulate computational models of typical problems in geotechnics, solve them and interpret the results obtained.
- C6. To learn the basics of modelling the interaction between the engineering structures and soil substrate.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Students know the basic assumptions and constitutive laws used in soil mechanics.

PEU_W02 Students know and understand the principles of computer-aided modelling and calculation of geotechnical structures

relating to skills:

PEU_U01 Students correctly formulate problems concerning the interaction of the structure with the subsoil and use computer codes to solve them.

PEU_U02 Students can use selected computer codes supporting modelling of geoengineering structures; they can correctly prepare data for calculations; they can interpret and critically evaluate results of numerical analysis.

relating to social competences:

PEU_K01 Students are able to work in a group on a given task, carrying out an informative discussion to develop an effective and efficient method of finding a correct solution. .

PEU_K02 Students are aware of the necessity of verifying the computational approach used and the correctness of the results obtained.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Formation and classification of soils	2
Lec2	Basic relations in the theory of elasticity. Uniaxial strain and plane strain states. Analytical solutions for uniform soil half-space.	2
Lec3	Settlements in uniaxial strain state. Virgin compression and unloading/reloading lines. Compression and recompression indices.	2
Lec4	In situ stresses in soils. Concept of effective stress.	2
Lec5	Darcy Law. General equation of water flow in soil. Soil-water characteristic curve.	2
Lec6	One dimensional consolidation. Hydromechanical coupling.	2
Lec7	Mohr-Coulomb strength criterion. Mohr circles. Active and passive earth pressures.	2
Lec8	Limit states theorems. Lower and upper bound of critical load for strip foundation. Finite element limit analysis.	2
Lec9	Platicity theory in the view of numerical methods.	2
Lec10	Slope stability. Angle of natural slope. Kinemtic method. Examples.	2
Lec 11	Fellenius and Bishop methods. Shear strength reduction technique. Examples.	2
Lec 12	Models of soil-structure contact zone in the view of numerical methods. Stifness of contact.	2
Lec13	Examples of numercial computations in practical geotechnical problems.	2
Lec14	Examples of numercial computations in practical geotechnical problems -	2

	continuation.	
Lec15	Examples of numerical computations in practical geotechnical problems - continuation. Lecture summary.	2
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
Lab1	Modelling of soil substrate. Variability of layers' thickness. Spatial variability of parameters.	2
Lab2	Elasticity. Formulation of boundary-value problem.	2
Lab3	Solving geotechnical problems using elastic model.	2
Lab4	Solving geotechnical problems using the concept of effective stress.	2
Lab5	Solving of individually assigned problems by students and preparation of a report No. I	2
Lab6	Water flow in soil. Formulation of initial boundary-value problem.	2
Lab7	Modelling of problems with changing phreatic surface.	2
Lab8	Problem of consolidation.	2
Lab9	Solving of individually assigned problems by students and preparation of a report No. II	2
Lab10	Assesment of slope stability using limit equilibrium methods.	2
Lab11	Assesment of slope stability using shear strength reduction technique. Discussion of differences in results between the methods.	2
Lab12	Solving of individually assigned problems by students and preparation of a report No. III	2
Lab13	Modelling of soil embedded structures considering soil-structure interaction.	2
Lab14	Modelling of soil embedded structures considering soil-structure interaction, continuation.	2
Lab15	Solving of individually assigned problems by students and preparation of a report No. IV	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02 PEU_U01 PEU_U02 PEU_K02	Written exam
F1 (laboratory)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Reports

$$P=0.6*F1+0.4*F2$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Verruijt, A. (2001). Soil mechanics. Delft: Delft University of Technology.
- [2] Das, B.M. (2019). Advanced soil mechanics. CRC Press. 5th Ed.
- [3] Derski, W., Izbicki, R., Kisiel, I., Mróz, Z. (1988). Rock and soil mechanics. PWN/Elsevier
- [4] Commend, S., Kivell, S., Obrzud, R.F., Podleś, K., Truty, A., & Zimmermann, T. (2018). Computational geomechanics. Getting started with ZSOIL. PC. Rossolis Editions. V Ed.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules
- [2] Fredlund, D.G., Rahardjo, H., Fredlund, M.D. (2012). Unsaturated Soil Mechanics in Engineering Practice. Wiley
- [3] de Vallejo, L.G., Ferrer, M. (2011). Geological engineering. CRC Press/Balkema.
- [4] FlexPDE User Manual
- [5] Itasca Flac User Manual
- [6] ZSoil User Manual

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

DR INŻ. MAREK KAWA

DR INŻ. MACIEJ SOBÓTKA

Department of Geotechnolgy, Hydro Technology, and Underground and Hydro Engineering, Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Zaawansowane konstrukcje zespolone stalowo-betonowe
Name of subject in English:	Advanced steel-concrete composite constructions
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB030753
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30				30
Number of hours of total student workload (CNPS)	90				60
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination/crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3				2
including number of ECTS points for practical (P) classes					1.2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5				1.8

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Advanced knowledge of the mechanics of construction and civil engineering
2. Knowledge of the steel and concrete structures.
3. Basic knowledge of the steel-concrete composite constructions.
4. Knowledge of the FEM

SUBJECT OBJECTIVES
C1. Familiarization with contemporary steel-concrete composite structures.
C2. Familiarization with advanced methods of laboratory tests of steel-concrete composite structures.
C3. Familiarization with advanced methods of numerical simulation of behavior of steel-concrete composite structures.
C4. Familiarization with shear connection using composite dowels.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS
relating to knowledge: PEU_W01 The student knows and understands solutions used in modern steel-concrete composite structures. PEU_W02 The student knows methodology of design and laboratory testing.
relating to skills: PEU_U01 Has the skill to build a global computational model of composite structure. PEU_U02 Has the skill to build a local model of composite node and connection.
relating to social competences: PEU_K01 The student is prepared to a team-work.

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec1	Subject and scope of the lecture, literature, rules of getting credit. State-of-the art of classic steel-concrete composite structures. Introduction to general composite section.	2
Lec2	Introduction to The History of the Theory of Structures. Working with old structures: strengthening and external prestressing of composite structures.	2
Lec3	Composite structures in buildings and bridges: main differences. Bridge construction – a strong driving force for developments in composite construction.	2
Lec4	Evolution of composite bridges. Basis of design of composite bridges. Un-cracked analysis and cracked analysis.	2
Lec5	From welded studs to composite dowels: evolution of shear connection. Fundamentals of Eurocode 4: steel skeleton.	2
Lec6	Evolution of composite dowels: from VFT to VFT-WIB.	2
Lec7	Composite dowels: searching for the shape and construction of first bridges. The first generation of bridges using composite dowels.	2
Lec8	Composite dowels: searching for design procedures and technology of production of steel part.	2
Lec9	Composite dowels: the final solution. Formal design procedures. The second generation of bridges using composite dowels.	2
Lec10	The concept of general composite section. The third generation of bridges using composite dowels. The forms constructed nowadays and predictable future.	2
Lec11	Laboratory testing of composite constructions: tests under static loads.	2
Lec12	Laboratory testing of composite constructions: tests under cyclic loads.	2

Lec13	FEM for purposes of laboratory testing:.	2
Lec14	FEM for purposes of design. Development of EC4.	2
Lec15	Colloquium	2
	Total hours	30

Seminar		Number of hours
Sem1	General introduction: organization, crediting rules. Distribution of individual tasks, discussion of each task.	1
Sem2	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem3	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem4	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem5	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem6	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem7	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem8	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem9	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem10	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem11	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem12	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem13	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem14	Presentation of a selected composite structure by a group of students, discussion of construction details and discussion of possible models, assumptions and methods for its design.	2
Sem15	Evaluation of the seminar.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED

- | | |
|-----|--|
| N1. | multimedia presentation |
| N2. | personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions) |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Colloquium
F (seminar)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Active work during seminar.

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] [1Kurrer K-E. The History of the Theory of Structures: Searching for Equilibrium. Ernst & Sohn 2018.
- [2] Lorenc, W. Composite dowels: the way to the new forms of steel-concrete composite structures. IABSE Symposium 20-22.05.2020, Poland.
- [3] Jacques Berthelley, Günter Seidl, Wojciech Lorenc Recent structures and bridges built with the CL steel-concrete connection. W: Tomorrow's Megastructures : 40th IABSE Symposium 2018, Nantes, France, 19-21 September 2018. Zurich : IABSE, 2018. art. S2-51, s. 1-9.
- [4] Dennis Rademacher, Wojciech Ochojski, Wojciech Lorenc, Maciej P. Kozuch Advanced solutions with hot-rolled sections for economical and durable bridges. Steel Construction. 2018, vol. 11, nr 3, s. 196-204.
- [5] Wojciech Lorenc Nośność ciągłych łączników otwartych w zespolonych konstrukcjach stalowo-betonowych. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2010. 131, [2] s.
- [6] Wojciech Lorenc The model for a general composite section resulting from the introduction of composite dowels. Steel Construction. 2017, vol. 10, nr 2, s. 154-167.
- [7] Wojciech Lorenc Non-linear behaviour of steel dowels in shear connections with composite dowels: design models and approach using finite elements. Steel Construction. 2016, vol. 9, nr 2, s. 98-106.
- [8] Wojciech Lorenc The design concept for the steel part of a composite dowel shear connection. Steel Construction. 2016, vol. 9, nr 2, s. 89-97.

SECONDARY LITERATURE:

- [9] Wojciech Lorenc. Nowe technologie budowy mostów zespolonych. W: Mosty hybrydowe : Seminarium Naukowo-Techniczne Wrocławskie Dni Mostowe, Wrocław, 29-30 listopada 2018 / [red. Jan Biliszczuk, Jerzy Onysyk]. Wrocław : Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, [2018]. s. 101-118.
- [10] Günter Seidl, Wojciech Lorenc Innovative Konstruktionen im Verbundbrückenbau mit Verbunddübeln. Stahlbau. 2018, Jg. 87, H. 6, s. 547-554.
- [11] Wojciech Lorenc, Tomasz Kołakowski, Andrzej Hukowicz, Günter Seidl Verbundbrücke bei Elbląg : Weiterentwicklung der VFT-WIB-Bauweise. Stahlbau. 2017, Jg. 86, H. 2, s. 167-174.

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

Wojciech Lorenc Wojciech.Lorenc@pwr.edu.pl

Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Zaawansowana Geoinżynieria
Name of subject in English:	Advanced Geoengineering
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB030653
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			15	15
Number of hours of total student workload (CNPS)	30			60	60
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination=/crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1			2	2
including number of ECTS points for practical (P) classes				1	1.2
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.0			0.9	0.9

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Fundamentals of bearing constructions in civil engineering, fundamentals of strength of materials and soil mechanics.
2. Basic types of foundations for different simple geoengineering conditions, geotechnical categories GC1 and GC2, construction processes of foundations, functional and environmental aspects of foundations depending on the type of object, loadings, soil conditions and water in soils.
3. Principles of soil-structure interaction for undeformable foundations, piles, embedded walls, retaining structures; calculation of the bearing capacity, stability of slopes, calculation of soil and water pressure.
4. Design of basic concrete elements, like beams, footings and columns; reinforcement calculation.
5. Solving of the simplest linear ordinary differential equations with constant coefficients.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowledge of wide range of methods for strengthening the soil for creating better contact conditions.
- C2. Developing knowledge through a spectrum of foundation methods, from direct foundation through soil reinforcement methods to indirect geotechnical structures.
- C3. Ability in modelling of the soil-structure interaction
- C4. Building an engineering intuition in prediction of internal forces in foundations and rational analysis of structures interacting with the subsoil.
- C5. Gaining knowledge in more complex problems of producing energy from geotechnical renewable sources.
- C6. Developing skills in design of foundation under spatial facilities as wind turbines, energy piles or energy tunnels.
- C7. Understanding the backgrounds of design approaches with partial safety factors due to the Eurocode 7.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU_W01 Student gains a theoretical knowledge in calculation of foundation beams, as well as piles and walls embedded in soils, a better understanding of the method of strengthening the soil,
- PEU_W02 understands a theoretical background of the method of partial safety factors in geotechnical engineering, uses the design approaches required by the Eurocode EC7-1 – the GEO stability criteria in this group,
- PEU_W03 understands problems of soil-structure interaction on the example of poor-loading subsoils, knows how to design pile constructions transmitting large loadings on the soil and produce energy

relating to skills:

- PEU_U01 Student can define and apply appropriate calculation models for foundations and soils, analyses internal forces in foundations and combinations of such actions (also for mining excitations),
- PEU_U02 can select the appropriate technology based on material characteristics and soil and water conditions,
- PEU_U03 can interpret and use in design knowledge resulting from the results of geotechnical studies
- PEU_U04 becomes skillful in modelling of the soil-structure interaction problems, can calculate more complex foundations within the geotechnical category 2 and 3,

relating to social competences:

- PEU_K01 student improves the ability to work alone and in a group of designers (due to discussions with other students during class-projects and with the teacher),
- PEU_K02 drills in logical thinking, clear formulation of theses and requirements, concentration on given tasks – within a given theory and set margins of assumptions.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction. Preliminary information. Basic definitions.	2
Lec 2	Soil investigation methods	2
Lec3-4	Types of contact surfaces between the structure and the soil. The types of direct foundation methods	4

Lec5-7	Geotechnical conditions for the application of soil strengthening techniques. The spectrum of soil strengthening methods and the indirect foundation methods.	6
Lec8-9	Protection of deep excavations walls: types and applied technologies.	4
Lec10	The foundation of special facilities such as, i.e., wind turbines, energy piles, or briges.	2
Lec11-13	Application of geotechnical technologies to the process of producing energy from renewable sources.	6
Lec14	Impact of vibration caused by geotechnical works on various types of objects.	2
Lec15	Final test	2
	Total hours	30

Project		Number of hours
Pr1	Introduction	1
Pr2-4	Soil strengthening project	6
Pr5-7	Energy geostructure project	6
Pr8	Evaluation of reports – final report note evaluation	2
	Total hours	15

Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction	1
Sem2-8	Students' presentations	14
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02 PEU_W03	Fimal Test
F2 (project)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02	Final Report note

F3 (seminar)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_K01 PEU_K02	Oral presentation and raport
P=0.4*F1+0.3*F2+0.3*F3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Salgado, R. (2008). <i>The engineering of foundations</i> (Vol. 888). New York: McGraw Hill.</p> <p>[2] Budhu, M. (2008). <i>Foundations and earth retaining structures</i>. John Wiley & Sons Incorporated..</p> <p>[3] Eslami, A., Moshfeghi, S., Molaabasi, H., & Eslami, M. M. (2019). <i>Piezocoone and Cone Penetration Test (CPTu and CPT) Applications in Foundation Engineering</i>. Butterworth-Heinemann.</p> <p>[4] Laloui, L., & Di Donna, A. (2013). <i>Energy geostructures. ISTE and John Wiley & Sons</i>.</p> <p>[5] Laloui, L., & Loria, A. F. R. (2019). <i>Analysis and design of energy geostructures: theoretical essentials and practical application</i>. Academic Press.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Keller promotional materials</p> <p>[2] A. Jarominiak, <i>Lekkie konstrukcje oporowe</i>, WKŁ, W-wa, 1999</p> <p>[3] EN 1997-1:2004</p>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, DIVISION, E-MAIL ADDRESS)
<p>PHD. DSC. JOANNA PIECZYŃSKA-KOZŁOWSKA, joanna.pieczynska-kozlowska@pwr.edu.pl Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology</p>

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Ocena ryzyka w geotechnice – zastosowania teorii pól losowych
Name of subject in English:	Risk assessment in geotechnics - implementation of Random Field Theory
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university wide*
Subject code:	ASB030553
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	45		15		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1.2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	2.3		1.2		

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic course in geotechnical engineering or basic course in soil mechanics
2. Basic course in statistics and probability
3. Calculus – engineering level

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To enable students to recognise sources of uncertainty in geotechnics
- C2. To enable students to use probabilistic methods in their future work
- C3. To enable students to use selected computer tools for risk analysis in geoenvironmental engineering
- C4. To teach students the basis of reliability based design in geoenvironmental engineering

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

- PEU_W01 Learn about probability distributions used for describing geotechnical parameters
- PEU_W02 Learn basics of random field generation
- PEU_W03 Knows the parameters characterized random fields (scale of fluctuation, correlation matrix, autocorrelation function)
- PEU_W04 Learn the basics of stochastic finite element method

relating to skills:

- PEU_U01 Is able to apply the random fields for soil spatial variability characterization
- PEU_U02 Knows the kriging technique and is able to use some kriging's software
- PEU_U03 Is able to operate software dedicated to reliability assessments available in the spreadsheets form
- PEU_U04 Is able to apply stochastic finite element method to engineering problems
- PEU_U05 Can use reliability approaches in a design process

relating to social competences:

- PEU_K01 Learn to work in a team
- PEU_K02 Is aware of the need to expand knowledge of modern techniques in geotechnical engineering

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec 1	General comments on uncertainty in geotechnical analyses. Sources and types of uncertainty in geomechanical properties.	1
Lec 2	Stochastic processes and random fields – basic theory.	6
Lec 3	Common random fields models.	3
Lec 4	Probabilistic modelling of geomechanical properties. Spatial averaging.	4
Lec 5	Linear regression. Best linear unbiased estimation. Geostatistics-Kriging.	4
Lec 6	Basic of simulation techniques.	4
Lec 7	Simulation of random fields.	2
Lec 8	Reliability assessments in geotechnics with examples.	3
Lec 9	Applications in bearing capacity problems.	2
Lec 10	The Random Finite Element Method (RFEM). An overview.	4

Lec 11	RFEM applications to 2-D seepage problems and earthdam modelling.	2
Lec 12	RFEM application to shallow foundation settlement.	2
Lec 13	RFEM applications to earth pressure problem and slope stability analysis.	2
Lecture 14	Reliability based design.	6
Total hours		45

Classes		Number of hours
CI1	Not applicable	
Total hours		

Laboratory		Number of hours
Lab1	Reliability measures evaluation using FORM/SORM methods, by means of dedicated software	7
Lab 2	Risk analysis of bearing capacity of foundation by FREM – numerical evaluations	8
Total hours		15

Project		Number of hours
Proj1	Not applicable	
Total hours		

Seminar		Number of hours
Sem1	Not applicable	
Total hours		

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Oral exam
F2		
F3	PEU_U03 PEU_U04	
P=0.7*F1+0.3*F2		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] FENTON G.A., GRIFFITHS D.V. (2008), *Risk assessment in geotechnical engineering*. John Wiley & Sons, Hoboken, N.J.
- [2] BAECHER G.B., CHRISTIAN J.T. (2003), *Reliability and Statistics in Geotechnical Engineering*. J. Wiley & Sons, Chichester.
- [3] FISZ M. (1980), *Probability theory and mathematical statistics*. Krieger Publ. Co.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Probabilistic methods in geotechnical engineering. Ed. by D. V. Griffiths, Gordon A. Fenton. Wien; New York: **Springer**, cop. 2007. s. 127-145. ISBN: 978-3-211-73365-3.
- [2] *Eurocode 7 and reliability-based design*. In: *Reliability Based Design in Geotechnical Engineering*, Taylor and Francis, London–New York.

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W-2/K09, wojciech.pula@pwr.edu.pl

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Praca dyplomowa
Name of subject in English:	Master (MSc) thesis
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st / 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB029954
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)					
Number of hours of total student workload (CNPS)				900	
Form of crediting	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination-/crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points				30	
including number of ECTS points for practical (P) classes				30	
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)				7,0	

* delete as appropriate

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has an advanced theoretical knowledge and skills in accordance with the requirements of the field of study *Advanced Solid Mechanics* of the second cycle of the program, including Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM) specialty.
2. Can shape, model, analyze, and measure complex structural components.
3. Knows the applicable standards, guidelines and regulations for the design of buildings, including the extended in the range of structures.
4. Has the ability and computational efficiency in design, including computer-aided calculation and plotting.
5. Has the ability to independently acquire, use, and analysis of scientific and technical information.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Synthesis of knowledge of the whole the second cycle studies and practical experience, especially in the chosen diploma specialty.

- C2. Getting knowledge of the planning and realization of a variety, complex technical, scientific and technical research.
- C3. Strengthening the knowledge of the principles of programming, modeling and solving complex engineering design tasks.
- C4. Learning students how to select and use advanced computational tools, including computer programs.
- C5. Strengthening skills of development the results and drawing conclusions.
- C6. Strengthening the ability to use and critical analysis of scientific and technical information.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES	
Relating to knowledge:	
PEU_W01	Has a well-established and extended knowledge of the issues of the construction industry, mechanics, particularly in the area of diploma specialization.
PEU_W02	Has a theoretically grounded knowledge of programming, modeling and solving complex design engineering tasks.
PEU_W03	Knows the rules for the application of advanced techniques and computer programs supporting the design and research processes.
Relating to skills:	
PEU_U01	Has detailed, developed skills in solving problems in the construction industry, mechanics in particular of the studying specialty.
PEU_U02	Has the ability to collect and critically analyze, from a variety of sources, of information in the field of construction, mechanics especially of the studying specialty.
PEU_U03	Can select the methods and tools to solve complex engineering tasks and basic research problems.
PEU_U04	Has the ability to document the work or research projects done by himself and their presentation.
PEU_U05	Is able to establish directions of further education and follow the process of self learning.
Relating to social competences:	
PEU_K01	Is able to set priorities for implementation of specified by himself or the others tasks or research projects and is responsible for his decisions.
PEU_K02	Has an internal belief in the need for the continuous self-development, including related to his profession.

PROGRAMME CONTENT		
Form of classes - lecture		Number of hours
Lec1		
...		
	Total hours	
Form of classes - class		Number of hours
Cl1		
...		
	Total hours	
Form of classes - laboratory		Number of hours
Lab1		

...		
	Total hours	

Form of classes - project		Number of hours
Proj1		
...		
	Total hours	

Form of classes - seminar		Number of hours
Sem1		
...		
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED	
N1.	Studies of literature and other sources of information.
N2.	Preparation and execution of calculations and / or experimental and / or case study analysis.
N3.	Analysis of the comparisons results, summary, formulation of conclusions, editorial preparation of the thesis.
N4.	Participation in consultations related to the thesis, summarizing discussions.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation (F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
P1, P2, P3, P4	PEU_W01, PEU_W02, PEU_W03, PEU_U01, PEU_U02, PEU_U03, PEU_U04, PEU_U05, PEU_K01, PEU_K02	Rating the thesis by the supervisor and reviewer. Thesis defense. Diploma exam.
P1 – evaluation of the thesis by the supervisor and reviewer P2 – defense of the thesis P3 – evaluation of diploma exam		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
Literature depending on specialty in which the diploma is realized. Literature related to the thesis topic chosen independently by student and under the direction of the supervisor.
SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, DIVISION, E-MAIL ADDRESS)
Thesis supervisor.
MEMBERS OF THE EDUCATIONAL TEAM (NAME AND SURNAME, E-MAIL ADDRESS)
Thesis reviewer

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Laboratoryjna identyfikacja właściwości mikrostrukturalnych kompozytów
Name of subject in English:	Laboratory identification of composite microstructure properties
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB020553
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	15		30		15
Number of hours of total student workload (CNPS)	30		90		30
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	1		3		1
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	0.8		2.2		0.9

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the mechanics of a continuous medium.
2. Knowledge of the strength of materials.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire basic knowledge and skills in the field of laboratory tests of microstructures.
- C2. Developing skills in the field of composite media analysis.
- C3. Expanding the knowledge of the mechanics of the continuous medium and the strength of materials.
- C4. To consolidate the ability to work on the entrusted task and awareness of the need to search for

new theoretical and practical solutions.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Students know advanced microstructural laboratory techniques.

PEU_W02 Students know and understand the assumptions and principles of laboratory identification of geometrical and mechanical morphology of microstructure.

relating to skills:

PEU_U01 Students are able to correctly prepare a sample and conduct a test using advanced techniques for determining the geometrical and mechanical morphology of micro-heterogeneous materials.

PEU_U02 Students are able to interpret the results as well as perform further extended analyzes using the data obtained from the study

relating to social competences:

PEU_K01 Students are able to work in a group on a given task, carrying out an informative discussion to develop an effective and efficient method of finding a correct solution.

PEU_K02 Students are aware of the need to verify the applied methodology and the correctness of the obtained research results.

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction	1
Lec2	Physical and mathematical foundations of X-Ray computed tomography: Radon transform, Reconstruction procedure (Feldkamp algorithm).	2
Lec3	Statistical descriptors of digital representation of microstructure: volume porosity, fraction of open and closed pores, pore size distribution, pore shape distribution, tortuosity.	2
Lec4	Principles of nanoindentation tests: Sneddon's solution, loading paths, evaluation of indentation depth, area of imprint.	2
Lec5	Grid Indentation Technique: histograms, segmentation, complex load paths, scales of observation, scale effect.	2
Lec6	Practical applications of nanoindentation technique.	2
Lec7	Principles of Scanning Electron Microscopy (SEM), evaluation of surface morphology descriptors.	2
Lec8	Practical applications of combined use of nanoindentation, X-Ray mCT and SEM. Completion of the course by students.	2
Total hours		15

Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction.	2
Lab2	Presentation and discussion of equipment for laboratory tests: X-Ray mCT	2
Lab3	Presentation and discussion of equipment for laboratory tests: Nanoindentation	2

Lab4	Presentation and discussion of equipment for laboratory tests: SEM	2
Lab5	Preparation of samples for testing	2
Lab6	Imaging of microstructure of microheterogeneous materials with X-Ray mCT	2
Lab7	Reconstruction of microstructure from acquired plane images	2
Lab8	Determination of mechanical morphology of microheterogeneous materials: nanoindentation tests	2
Lab9	Determination of mechanical morphology of microheterogeneous materials: nanoindentation tests	2
Lab10	Numerical analysis of nanoindentation results. Deconvolution	2
Lab11	Determination of surface morphology by SEM	2
Lab12	Determination of surface morphology by SEM	2
Lab13	Students' own work: preparation of reports	2
Lab14	Students' own work: preparation of reports	2
Lab15	Students' own work: preparation of reports	2
	Total hours	30

Seminar		Number of hours
Sem1	Introduction	1
Sem2	Students' presentations	2
Sem3	Students' presentations	2
Sem4	Students' presentations	2
Sem5	Students' presentations	2
Sem6	Students' presentations	2
Sem7	Students' presentations	2
Sem8	Students' presentations	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)
N3.	laboratory equipment

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement
F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Test
F2 (seminar)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Presentation
F3 (laboratory)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01	Final Report note

	PEU_K02	
P=0.3*F1+0.3*F2+0.4*F3		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE
<p><u>PRIMARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Milton G. W.: The Theory of Composites, Cambridge Univ. Press, 2002. [2] Torquato S.: Random heterogeneous materials, Springer, 2000. [3] Stock, S. R. (2019). Microcomputed tomography: methodology and applications. CRC press. [4] Fischer-Cripps, A. C. (2009). Handbook of nanoindentation. Fischer-Cripps Laboratories Pty Ltd, Forestville, Australia. [5] Goldstein, J. I., Newbury, D. E., Michael, J. R., Ritchie, N. W., Scott, J. H. J., & Joy, D. C. (2017). Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis. Springer.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE:</u></p> <p>[1] Scrivener, K., Snellings, R., & Lothenbach, B. (Eds.). (2018). A practical guide to microstructural analysis of cementitious materials. Crc Press.</p>

SUBJECT SUPERVISOR (NAME AND SURNAME, DIVISION, E-MAIL ADDRESS)
<p>Prof. Dariusz Łydźba, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology</p>

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Matematyczna homogenizacja i mikromechanika
Name of subject in English:	Mathematical Homogenization and Micromechanics
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	Mechanics of Structure (MS) / Mechanics of Materials (MM)
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB000453
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			1		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.5		1.5		

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the mechanics of a continuous medium.
2. Knowledge of the strength of materials.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire basic knowledge and skills in the field of multi-scale modeling.
- C2. Developing skills in the field of composite media analysis.
- C3. Expanding the knowledge of the mechanics of the continuous medium and the strength of materials.

C4. To consolidate the ability to work on the entrusted task and awareness of the need to search for new theoretical and practical solutions.

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

relating to knowledge:

PEU_W01 Students know the basic assumptions of mathematical homogenization and micromechanics

PEU_W02 Students know and understand the principles of analytical and computational approaches in the framework of micromechanics.

relating to skills:

PEU_U01 Students correctly formulate problems of mathematical homogenization and micromechanics and use analytical or computational approaches to solve them.

PEU_U02 Students can use selected computer codes for solving various boundary value problems; they can correctly prepare data for calculations; they can interpret and critically evaluate results of analysis.

relating to social competences:

PEU_K01 Students are able to work in a group on a given task, carrying out an informative discussion to develop an effective and efficient method of finding a correct solution. .

PEU_K02 Students are aware of the necessity of verifying the computational approach used and the correctness of the results obtained

PROGRAMME CONTENT

Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction	2
Lec2	Principles of mathematical homogenization theory; H-convergence, two-scale convergence, Γ -convergence	2
Lec3	Method of asymptotic developments: linear elasticity problem, heat flow problem	2
Lec4	Evaluation of effective properties of composite with periodic microstructure. Numerical implementation of periodic boundary conditions	2
Lec5	Principles of micromechanics. Direct and inverse problems. Simulated annealing approach.	2
Lec6	Computational and analytical methods	2
Lec7	Analytical methods: Eshelby solution of single inclusion problem, bounds on effective properties	2
Lec8	Analytical methods: Maxwell approximation scheme, Mori-Tanaka approximation scheme	2
Lec9	Analytical methods: Self-Consistent approximation scheme, Differential Effective Medium approach	2
Lec10	Analytical methods: concentration parameter, average shape, equivalent microstructure approach	2
Lec 11	Computational micromechanics: statistical microstructure descriptors, notion of Representative Volume Element (RVE), minimum size of RVE	2
Lec 12	Computational micromechanics: Principles of Monte Carlo simulations, sufficient number of realizations (Central Limit Theorem, Chebyshev's Inequality)	2
Lec13	Computational micromechanics: numerical methods – Finite Volume	2

	Method, Finite Element Method	
Lec14	Estimation of effective properties based on digital image of microstructure: linear elasticity and heat flow problems	2
Lec15	Examples of applications of micromechanics to engineering problems	2
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
Lab1	Introduction. Discussion of the laboratory content and presentation of the rules for passing the course	2
Lab2	Computational micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of periodic microstructures – transport problems	2
Lab3	Computational micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of periodic microstructures – linear elasticity problems	2
Lab4	Computational micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of random microstructures – transport problems	2
Lab5	Computational micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of random microstructures – linear elasticity problems	2
Lab6	Analytical micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of random microstructures – transport problems.	2
Lab7	Analytical micromechanics. Solving simple computational examples for determining the effective parameters of random microstructures – linear elasticity problems.	2
Lab9	Determination of statistical microstructure descriptors.	2
Lab10	Determination of statistical microstructure descriptors.	2
Lab11	Solving simple inverse problems of micromechanics: determination of concentration parameter.	2
Lab12	Solving inverse problems of micromechanics: reconstruction of microstructure geometry.	2
Lab13	Solving inverse problems of micromechanics: reconstruction of microstructure geometry.	2
Lab14		2
Lab15	Completion of the course. Presentation of students' reports.	2
	Total hours	30

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes number	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1 (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Written exam
F2 (laboratory)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_K01 PEU_K02	Final report note
$P=0.6 \cdot F1 + 0.4 \cdot F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] Milton G. W.: The Theory of Composites, Cambridge Univ. Press, 2002.
- [2] Torquato S.: Random heterogeneous materials, Springer, 2000.
- [3] Hornung U.: Homogenization and porous media, Springer, 1997.
- [4] Łydźba D.: Effective properties of composites, Wrocław, 2011.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] Cherkaev A.: Variational methods for structural optimization, Springer, 2000.

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

Prof. Dariusz Łydźba, Dariusz.Lydzba@pwr.edu.pl

Faculty of Civil Engineering, Wrocław University of Science and Technology

FACULTY OF ADVANCE SOLID MECHANICS

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Sztuczna inteligencja w inżynierii
Name of subject in English:	Artificial intelligence in engineering
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university wide*
Subject code:	ASB000352
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30		30		
Number of hours of total student workload (CNPS)	90		60		
Form of crediting	Examination / crediting with grade*		Examination/ crediting with grade *		
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3		2		
including number of ECTS points for practical (P) classes			2		
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.6		1.5		

*delete as applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge in civil engineering – types of structures and processes
2. Skill in application of basic computer techniques

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Learning the fundamental techniques used in computer tools with elements of artificial intelligence – applied in civil engineering
- C2. Development of ability to design, computer implementation and testing of simple expert tools with elements of artificial intelligence

SUBJECT LEARNING OUTCOMES	
Relating to knowledge:	
PEU_W01	The student knows and understands methods of knowledge acquisition and representation in expert systems
PEU_W02	The student knows methodology of design, computer implementation and testing of knowledge-based expert systems with elements of artificial intelligence
Relating to skills:	
PEU_U01	The student has skill to independent acquisition of knowledge in civil engineering
PEU_U02	The student has skill to design, computer implementation and testing of simple expert tools with elements of artificial intelligence, supporting decisions in civil engineering
Relating to social competences:	
PEU_K01	The student is able to unaided solving the problems and is also prepared to a team-work (laboratory reports, laboratory exercises)

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec1	Introduction to the lectures: aims, scope and plan of the course. Basic literature and examination rules.	2
Lec2	Artificial intelligence (AI) – what is this? Basic terms and definitions. Short history of development.	2
Lec3	Artificial intelligence in engineering and society. Artificial Intelligence Engineer. Main fields of applications. Examples.	2
Lec4	Artificial intelligence in expert systems – classification, architecture, evolution, directions of development. Expert systems and range of their application in engineering.	2
Lec5	Technologies of knowledge acquisition and representation in computer systems. Knowledge bases and data bases. Knowledge Engineer in knowledge acquisition process.	2
Lec6	Artificial neural networks (ANN) – inspiration and conception, development history. ANN architecture, training and testing techniques, validation criteria.	2
Lec7	Applications of artificial neural networks in engineering. Modelling, pattern recognition, classification, forecasting, estimation.	2
Lec8	Fuzzy logic – fuzzy problems, linguistic variables, fuzzy reasoning procedures, basic operators, testing and validation.	2
Lec9	Fuzzy logic – development history and examples of applications in engineering.	2
Lec10	Genetic algorithms – inspiration, conception, basic operators. Applications of evolutionary algorithms in optimization and search problems. Heuristic function and procedure.	2
Lec11	Expert and intelligent systems applied in engineering. Expert systems based on knowledge – design and implementation procedures.	2
Lec12	Technology of hybrid networks in intelligent systems – conception, components, design and creation procedures, testing and validation.	2
Lec13	Artificial intelligence applications in engineering – expert tools supporting structure analysis and infrastructure management.	2
Lec14	Future of AI. Artificial Intelligence and autonomous intelligent systems – directions of development. Opportunities and risks.	2
Lec15	Colloquium	2
	Total hours	30

Classes	Number of hours

CI1		
...		
	Total hours	

Laboratory		Number of hours
Lab1	Introductory classes. Presentation of the rules for passing the course. Discussing the idea of example projects	2
Lab2	Introduction to artificial intelligence. Theoretical and practical foundations necessary to perform first exercise	2
Lab3	Presentation of the program for building neural networks and learning how to use it.	2
Lab4	Overview of the concept of the first exercise. Data collection	2
Lab5	Implementation of a neural network solving the given problem	2
Lab6	Checking, testing and evaluating the neural network No. 1. Discussion of the content of the first report .	2
Lab7	Overview of the concept of the second exercise. Theoretical foundations necessary to perform second exercise	2
Lab8	Development of a concept for solving the problem of exercise 2.	2
Lab9	Preparation of data and neural network architecture	2
Lab10	Implementation of a neural network solving the given problem	2
Lab11	Checking, testing and evaluating the neural network No. 2. Discussion of the content of the second report .	2
Lab12	Discussion of the concept of the third exercise. Theoretical foundations necessary to perform third exercise 3	2
Lab13	Development of a problem solution concept. Data collection and implementation of a neural network	2
Lab14	Checking, testing and evaluating the neural network No. 3. Overview of the content of the third report	2
Lab15	Completion of the course. Entering grades.	2
	Total hours	30

Project		Number of hours
Proj1		
...		
	Total hours	

Seminar		Number of hours
Sem1		
...		
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED	
N1.	Lecture: multimedia presentations of all parts of the course programme, presentation of computer software supporting bridge management.
N2.	Laboratory: multimedia presentations, software presentations, data preparation, data input and

processing by means of computer systems, analysis and discussion of the results.
N3. Individual consultations.

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT

Evaluation (F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement
P (lecture)	PEU_W01, PEU_W02	Colloquium
P (laboratory)	PEU_U01, PEU_U02, PEU_K01	Final laboratory report, active work in laboratory

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] 1. Russell S., Norvig P., Artificial Intelligence: A Modern Approach, Prentice Hall, 2009.
- [2] Samarasinghe S., Neural Networks for Applied Sciences and Engineering: From Fundamentals Complex Pattern Recognition, Auerbach Publications – Taylor & Francis Group, 2006.
- [3] Wang P. P., Ruan D., Kerre E. E., Fuzzy Logic: A Spectrum of Theoretical and Practical Issues, Springer, 2007.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] 1. Gurney K., An Introduction to Neural Networks, Taylor & Francis e-Library, 2005.
- [2] Liebowitz J., The Handbook of Applied Expert Systems, CRC Press, 1999.
- [3] Nguyen H. T., Prasad N. R., Walker C. L., Walker E. A., A First Course in Fuzzy and Neural Control, CHAPMAN & HALL/CRC, 2003.

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

Department of Roads, Bridges, Railways and Airports
prof. dr hab. inż. Jan Bień, jan.bien@pwr.edu.pl
dr inż. Mieszko Kużawa, mieszko.kuzawa@pwr.edu.pl
mgr inż. Aleksander Mróz, aleksander.mroz@pwr.edu.pl

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING**SUBJECT CARD**

Name of subject in Polish:	Metody probabilistyczne w inżynierii
Name of subject in English:	Probabilistic methods in engineering
Main field of study (if applicable):	<i>Advanced Solid Mechanics</i>
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies* , full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB000252
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	15			15
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	30			30
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	1			1
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.6	0.8			0.9

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. A basic course in calculus.
2. A basic course in mechanics.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To familiarized students with most important probabilistic tools.
- C2. To enable students to use probabilistic methods in their future work.

--

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS
<p>relating to knowledge:</p> <p>PEU_W01 Learn about probability concept including modern approach based on measure theory.</p> <p>PEU_W02 Learn basics of random variables and random processes.</p> <p>PEU_W03 Learn to use statistical tools in conjunction with probability theory.</p> <p>PEU_W04 Learn to build probabilistic models for engineering use.</p> <p>relating to skills:</p> <p>PEU_U01 Is able to correctly understand basic notions within discrete and continuous probability theory</p> <p>PEU_U02 Knows evaluate probabilities and compute statistical moments of random variables</p> <p>PEU_U03 Is able to formulate simple statistical models regarding engineering problems</p> <p>PEU_U04 Is able to test various statistical various hypotheses</p> <p>PEU_U05 Can use reliability approaches in a design process</p> <p>relating to social competences:</p> <p>PEU_K01 Learn to work in a team</p> <p>PEU_K02 Is aware of the need to expand knowledge of modern techniques in engineering problems</p>

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec 1	Basic discrete probability theory.	1
Lec 2	Some basic concepts of probability based theory of measure.	2
Lec 3	Random variables, probability distributions, expected value, variance, moments of higher order. Random vectors, stochastic independence, covariance/correlation.	3
Lec 4	Common discrete and continuous distributions.	2
Lec 5	Multidimensional distributions.	2
Lec 6	Convergence of probability distributions. Limit theorems.	2
Lec 7	Random processes – basic facts.	3
Lec 8	Stationary random processes – correlation theory.	2
Lec 9	Probabilistic modelling of engineering problems – examples.	2
Lec 10	Estimation theory. Confidence intervals.	2
Lec 11	Testing of statistical hypothesis.	2
Lec 12	Bayesian approaches	2
Lec 13	Basic concept of decision theory.	2
Lec14	Structural reliability concepts.	3
Total hours		30

Classes		Number of hours
CI1	Solving simple problems on discrete probability.	1
CI2	Solving problems on probability evaluations, computing statistical	4

	moments for both discrete and continuous case.	
CI3	Solving problems dealing with multivariate normal distributions.	2
CI4	Applications of limit theorems.	2
CI5	Solving problems on correlation structure of random processes.	2
CI6	Simple modelling of engineering problems. Randomization.	2
CI7	Carrying out of simple statistical tests.	2
	Total hours	15

Laboratory		Number of hours
Lab 2	Not applicable	
	Total hours	

Project		Number of hours
Proj1	Not applicable	
	Total hours	

Seminar		Number of hours
Sem1	Probabilistic modeling of material properties.	2
Sem2	Probabilistic modelling of loads in civil engineering.	2
Sem3	Selected problems of stochastic dynamics.	4
Sem4	Kriging.	2
Sem5	Applications of reliability theory.	3
Sem6	Reliability based design.	2
	Total hours	15

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)	Learning outcomes code	Way of evaluating learning outcomes achievement

F1(Lecture)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03 PEU_W04	Written exam
F2 (Classes)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05	Test
F5 (Seminar)	PEU_W04	Presentation
$P = 0.6 * F1 + 0.3 * F2 + 0.1 * F3$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] FISZ M. (1980), *Probability theory and mathematical statistics*. Krieger Publ. Co.
 [2] CHUNG K.L. (1974). *A course in Probability Theory*. Academic Press, New York.
 [3] BENJAMIN J.R, CORNELL C.A. (2014). *Probability, Statistics, and Decision for Civil Engineers*, Dover Publications.

SECONDARY LITERATURE:

- [1] FELLER W., *An Introduction to Probability Theory and its Applications*, vol.1 , vol. 2,
 J. Wiley and Sons.

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W-2/K09, wojciech.pula@pwr.edu.pl

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

SUBJECT CARD

Name of subject in Polish:	Analiza funkcjonalna – zastosowania do problemów wartości brzegowych
Name of subject in English:	Functional analysis – applications to boundary value problems
Main field of study (if applicable):	Advanced Solid Mechanics
Specialization (if applicable):	
Profile:	academic / practical*
Level and form of studies:	1st/ 2nd level, uniform magister studies*, full-time / part-time studies*
Kind of subject:	obligatory / optional / university-wide*
Subject code:	ASB000152
Group of courses:	YES / NO*

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30	30			
Number of hours of total student workload (CNPS)	90	60			
Form of crediting	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade*	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *	Examination / crediting with grade *
For group of courses mark (X) final course					
Number of ECTS points	3	2			
including number of ECTS points for practical (P) classes		1			
including number of ECTS points corresponding to classes that require direct participation of lecturers and other academics (BU)	1.6	1.5			

*delete if applicable

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Elementary course in calculus
2. Basic knowledge in ordinary differential equation

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Introducing elements of the theory of boundary value problems
- C2. Familiarizing students with basing notions of functional analysis
- C3. Demonstrating the mathematical basis of numerical solutions of boundary value problems

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS	
relating to knowledge: PEU_W01 Learn the basics of the theory of partial differential equations PEU_W02 Learn the contemporary methods of solving boundary problems PEU_W03 Learn the basics of functional analysis	
relating to skills: PEU_U01 Correctly distinguishes between types of differential equations and boundary problems PEU_U02 Knows the basics of distributive differentiation PEU_U03 Gains skills in formulating and solving numerically complex boundary problems PEU_U04 Is aware of the importance of the assumptions made PEU_U05 Knows the mathematical bases of the finite element method (FEM) and the boundary element method (BEM) PEU_U06 Is able to recognize the concept of metric spaces theory in various engineering problems. PEU_U07 Understands the weak formulation and variational formulation	
relating to social competences: PEU_K01 Learns to think analytically, precisely formulate problems and solve them within a certain theory and with specific assumptions PEU_K02 Can work on solving problems in a team	

PROGRAMME CONTENT		
Lecture		Number of hours
Lec1	Examples of classical boundary value problems. Linear equations: canonical forms, separation of the variables (the Fourier method). Limitations of classical methods in the context of contemporary problems of mechanics.	4
Lec2	The Laplace equation. Harmonic functions	2
Lec3	Metrix spaces: examples, convergence in metric spaces, complete metric spaces, the Banach fixed-point theorem.	2
Lec4	Normed spaces, Banach spaces, Linear operators and functionals, bounded operators (Banach's theorem).	4
Lec5	Unitary spaces and their geometrical properties (Pythagorean theorem), Hilbert spaces, orthogonal expansions, the orthogonal projection theorem. Continuous linear functionals in Hilbert spaces – the Riesz theorem.	6
Lec6	Sobolev spaces. Functions of compact support, distributions, distribution derivatives, properties of H1 and H2 spaces.	6
Lec7	Generalized solutions of elliptic equations. Weak formulation of boundary value problems, the Lax-Milgram theorem, applications of the Lax-Milgram theorem.	2
Lec8	Methods of solving of variational equations. The method of least squares, the orthogonal projection method, the Galerkin method, the Ritz method.	2
Lec9	Basis of finite element method	2
Total hours		30

Classes	Number of hours

Cl1	Simplest methods of integrating partial differential equations.	1
Cl2	Reducing linear partial differential equation of the second order to canonical forms. Applications to solving boundary value problems.	4
Cl3	Solving boundary value problems by means variable separation method.	2
Cl4	Solving boundary value problems of the elliptic type.	2
Cl5	Solving problems dealing with distances in various metric spaces. Finding geometry of open and closed balls in various metric spaces.	2
Cl6	Applications of Banach's fixed point theorem.	2
Cl6	Solving problems dealing with normed and Banach spaces.	3
Cl7	Solving problem concerning bounded linear operators and bounded linear functionals.	2
Cl8	Problems on scalar product properties and geometry of unitary spaces.	3
Cl9	Approximation of various functions by using the orthogonal projection theorem.	2
Cl10	Solving problems on distributions and their derivatives.	3
Cl11	Applications of the Lax-Millgram theorem.	2
Cl12	Solving problems on applications of the Galerkin method and the Ritz method. Kolokwium zaliczające ćwiczenia (45 minut)	2
	Total hours	30

Laboratory		Number of hours
Lab1	Not applicable	
	Total hours	

Project		Number of hours
Proj1	Not applicable	
	Total hours	

Seminar		Number of hours
Sem1	Not applicable	
	Total hours	

TEACHING TOOLS USED	
N1.	multimedia presentation
N2.	personal computer, interactive whiteboard (calculations, drawings, descriptions)

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT		
Evaluation	Learning	Way of evaluating learning outcomes

F – forming (during semester), P –concluding (at semester end)	outcomes number	achievement
F1(lecture)	PEU_W01 PEU_W02 PEU_W03	Written exam
F2 (Classes)	PEU_U01 PEU_U02 PEU_U03 PEU_U04 PEU_U05 PEU_U06 PEU_U07	Test
$P = 0.7 * F1 + 0.3 * F2$		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE:

- [1] R.V. Churchill, J.W.Brown, Fourier Series and Boundary Value Problems, McGraw-Hill Book Company, New York 1978.
- [2] K. Yosida, Functional Analysis, Springer 1995.
- [3] D. Farenick, Fundamentals fo Functional Analysis, Springer, 2016.

SECONDARY LITERATURE:

- [4] J.T. Odden and J.N. Reddy, An Introduction to Mathematical Theory of Finite Elements, J. Wiley & Sons, 1976.

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

Prof. dr hab. inż. Wojciech Puła, W2/K09, Wojciech.pula@pwr.edu.pl