

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Teoria sprężystości i plastyczności				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	OKWP-2-202-WP-s	Punkty ECTS:	1
Wydział:	Odlewnictwa				
Kierunek:	Komputerowe wspomaganie procesów inżynierskich	Specjalność:	Wirtualizacja Procesów Odlewniczych		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr inż. Piekło Jarosław (jarekp60@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Moduł zapoznaje z możliwością stosowania wybranych zagadnień teorii sprężystości i plastyczności do analizy wytrzymałości i trwałości konstrukcji odlewu w złożonym stanie naprężeń i odkształceń

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu teorii stanu naprężenia i odkształcenia. Zna podstawowe hipotezy wyężeniowe i potrafi je stosować w zależności od rodzaju tworzywa. Zna podstawy teorii plastyczności. Posiada wiedzę o wytrzymałości zmęczeniowej w pełnym zakresie obciążeń. Zna podstawy liniowo - sprężystej mechaniki pękania, oraz potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia związane z wyznaczeniem trwałości elementu w obecności szczeliny. Zna właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczane w próbach z zakresu mechaniki pękania oraz prób zmęczeniowych w pełnym zakresie obciążeń.	KWP2A_W01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium

M_W002	Student zna właściwości mechaniczne tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach zmęczenia niskocyklowego oraz mechaniki pęknięcia	KWP2A_W02	Kolokwium, Sprawozdanie, Aktywność na zajęciach
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi zastosować wiedzę teoretyczną z wykładów do budowy modeli numerycznych (MES) uwzględniających odkształcenia plastyczne konstrukcji, oraz analizować otrzymane wyniki.	KWP2A_U02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student wie o odpowiedzialności związanej z poprawnym przeprowadzeniem badań i analizą wyników.	KWP2A_K04	Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
25	10	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												

M_W001	Student posiada podstawową wiedzę z zakresu teorii stanu naprężenia i odkształcenia. Zna podstawowe hipotezy wyęźniowe i potrafi i je stosować w zależności od rodzaju tworzywa. Zna podstawy teorii plastyczności. Posiada wiedzę o wytrzymałości zmęczeniowej w pełnym zakresie obciążeń. Zna podstawy liniowo - sprężystej mechaniki pękania, oraz potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia związane z wyznaczeniem trwałości elementu w obecności szczeliny. Zna właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach z zakresu mechaniki pękania oraz prób zmęczeniowych w pełnym zakresie obciążeń.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student zna właściwości mechaniczne tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach zmęczenia niskocyklowego oraz mechaniki pękania	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Student potrafi zastosować wiedzę teoretyczną z wykładów do budowy modeli numerycznych (MES) uwzględniających odkształcenia plastyczne konstrukcji, oraz analizować otrzymane wyniki.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student wie o odpowiedzialności związanej z poprawnym przeprowadzeniem badań i analizą wyników.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	25 godz
Przygotowanie do zajęć	5 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	30 godz
Punkty ECTS za moduł	1 ECTS

## Pozostałe informacje

## **Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)**

### **Wykład**

Pojęcie naprężenia i odkształcenia. Rodzaje stanu naprężenia. Wykresy rozciągania tworzyw odlewniczych. Warunki równowagi wewnętrznej Naviera i warunki Cauchy'ego, tensor naprężenia. Transformacja naprężeń. Analiza płaskiego stanu naprężenia. Teoria stanu odkształcenia, odkształcenia liniowe i kątowe, tensor odkształceń, płaski stan odkształceń, równania geometryczne, równania nierozdzielności odkształceń względna zmiana objętości w punkcie. Hipotezy wytrzymałościowe i ich stosowalność w zagadnieniach wytrzymałości odlewów, Rozwiązanie Bridgmana – wpływ stanu naprężenia na sposób dekohezji tworzywa. Modele ciał odkształcalnych, schematyzacja wzmocnienia nieliniowego. Poziomy analizy konstrukcji, nośność sprężysta i graniczna, wpływ efektów geometrycznych na wzmocnienie lub osłabienie konstrukcji. Klasyczne kryteria idealnej plastyczności, funkcja uplastycznienia. Mechanizmy dyssypacji energii, model ewolucji uszkodzeń w ośrodku porowatym. Podstawy analizy i badań zmęczeniowych, charakterystyki zmęczeniowe tworzyw odlewniczych. Podstawowe pojęcia liniowej i nieliniowej mechaniki pękania, właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach z zakresu mechaniki pękania.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

-

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

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

Nie określono

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

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

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa z modułu wystawiana jest na podstawie odpowiedzi ustnych oraz kolokwium zaliczeniowego.

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Nie określono

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

1. Wolny St., Siemieniec A.: Wytrzymałość materiałów cz. I: Teoria i zastosowania Wyd. AGH, 2008 r
2. Wolny St., Siemieniec A.: Wytrzymałość materiałów cz. II: Wybrane zagadnienie z wytrzymałości materiałów. Wyd. AGH, 2004 r
3. Wolny St., Siemieniec A.: Wytrzymałość materiałów cz. III: Sprężystość i plastyczność, Wyd. AGH, 2005
4. Ganczarski A., Skrzypek J.: Plastyczność materiałów inżynierskich, Wyd. Politechniki Krakowskiej, 2009
5. Kocańda S., Szala J.: Podstawy obliczeń zmęczeniowych, PWN 1985
6. German J., Biel - Gołaska M.: Podstawy i zastosowanie mechaniki pęknięcia w zagadnieniach inżynierskich
7. Neimitz A.: Mechanika pęknięcia, PWN, Warszawa 1998
8. German J., Biel-Gołaska M.: Podstawy i zastosowanie mechaniki pęknięcia w zagadnieniach inżynierskich
9. Inżynierskie zastosowanie MES w problemach mechaniki ciała stałego na przykładzie programu Abaqus, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia, 2013

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

1. Piekło J., Maj M.: Effect of ring notch radius on the decohesion mode in AlSi alloys Archives of Foundry Engineering, 2009 vol. 9 iss. 2, s. 25-28, <http://www.afe.polsl.pl/index.php/pl/228/effect-of-ring-notch-radius-on-the-decohesion-mode-in-alsi-alloys.pdf>
2. Piekło J., Maj M.: Evaluation of casting fatigue life based on numerical model and fatigue tests, Archives of Foundry Engineering, 2014 vol. 14 spec. iss. 4, s. 95-100. <http://www.afe.polsl.pl/index.php/pl/4046/evaluation-of-casting-fatigue-life-based-on-numerical-model-and-fatigue-tests.pdf>
3. Piekło J., Pysz S.: Modele naprężeniowe do oceny wpływu wad odlewniczych na wytrzymałość mechaniczną odlewu, Prace Instytutu Odlewnictwa, tom XLIX, nr 4, rok 2009, s. 39 - 46

### **Informacje dodatkowe**

Brak