

|                       |                                            |                       |                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Nazwa modułu:         | Teoria sprężystości i plastyczności metali |                       |                                      |
| Rok akademicki:       | 2013/2014                                  | Kod:                  | OM-2-108-s Punkty ECTS: 2            |
| Wydział:              | Odlewnictwa                                |                       |                                      |
| Kierunek:             | Metalurgia                                 | Specjalność:          | Odlewnictwo artystyczne i precyzyjne |
| Poziom studiów:       | Studia II stopnia                          | Forma i tryb studiów: | Stacjonarne                          |
| Język wykładowy:      | Polski                                     | Profil kształcenia:   | Ogólnoakademicki (A) Semestr: 1      |
| Strona www:           |                                            |                       |                                      |
| Osoba odpowiedzialna: | dr inż. Maj Maria (mmaj@agh.edu.pl)        |                       |                                      |
| Osoby prowadzące:     | dr Piekło Jarosław (jarekp60@agh.edu.pl)   |                       |                                      |

## Opisy efektów kształcenia dla modułu

| Kod EKM      | Student, który zaliczył moduł wie/umie/potrafi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Powiązania z EKK | Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń) |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------|
| Wiedza       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                         |
| M_W001       | Student posiada podstawową wiedzę z zakresu teorii stanu naprężenia i odkształcenia. Zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe i potrafi je stosować w zależności od rodzaju tworzywa. Zna podstawy teorii plastyczności potrafi zastosować teorię deformacji Hencky'ego - Iliuszyna. Posiada wiedzę o wytrzymałości zmęczeniowej w pełnym zakresie obciążeń. Zna podstawy liniowo - sprężystej mechaniki pękania. Zna właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach z zakresu mechaniki pękania oraz prób zmęczeniowych w pełnym zakresie obciążeń. | M2A_W11          | Aktywność na zajęciach, Kolokwium                       |
| M_W002       | Student zna właściwości mechaniczne tworzyw odlewniczych wyznaczone w próbach zmęczenia niskocyklowego oraz mechaniki pękania                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | M1A_W16          | Kolokwium, Sprawozdanie, Aktywność na zajęciach         |
| Umiejętności |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                  |                                                         |

|                       |                                                                                                                                                                        |         |                                                                                                                   |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M_U001                | Potrafi przeprowadzić badania zmęczeniowe w zakresie niskocyklowym. Umie przeprowadzić próbę wyznaczania krytycznej wartości współczynnika intensywności naprężeń KIC. | M2A_U21 | Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Zaangażowanie w pracę zespołu |
| Kompetencje społeczne |                                                                                                                                                                        |         |                                                                                                                   |
| M_K001                | Student wie o odpowiedzialności związanej z poprawnym przeprowadzeniem badań i analizą wyników.                                                                        | M1A_K05 | Sprawozdanie, Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych                                                                   |

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

| Kod EKM               | Student, który zaliczył moduł wie/umie/potrafi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Forma zajęć |                       |                         |                      |                |                     |                    |      |            |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------|---------------------|--------------------|------|------------|
|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Wykład      | Ćwiczenia audytoryjne | Ćwiczenia laboratoryjne | Ćwiczenia projektowe | Konwersatorium | Zajęcia seminaryjne | Zajęcia praktyczne | Inne | E-learning |
| Wiedza                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                       |                         |                      |                |                     |                    |      |            |
| M_W001                | Student posiada podstawową wiedzę z zakresu teorii stanu naprężenia i odkształcenia. Zna podstawowe hipotezy wyężeniowe i potrafi i je stosować w zależności od rodzaju tworzywa. Zna podstawy teorii plastyczności potrafi zastosować teorię deformacji Hencky’ego – Iliuszyna. Posiada wiedzę o wytrzymałości zmęczeniowej w pełnym zakresie obciążeń. Zna podstawy liniowo - sprężystej mechaniki pękania. Zna właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczane w próbach z zakresu mechaniki pękania oraz prób zmęczeniowych w pełnym zakresie obciążeń. | +           | -                     | +                       | -                    | -              | -                   | -                  | -    | -          |
| M_W002                | Student zna właściwości mechaniczne tworzyw odlewniczych wyznaczane w próbach zmęczenia niskocyklowego oraz mechaniki pękania                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -           | -                     | -                       | -                    | -              | -                   | -                  | -    | -          |
| Umiejętności          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                       |                         |                      |                |                     |                    |      |            |
| M_U001                | Potrafi przeprowadzić badania zmęczeniowe w zakresie niskocyklowym. Umie przeprowadzić próbę wyznaczania krytycznej wartości współczynnika intensywności naprężeń KIC.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -           | -                     | -                       | -                    | -              | -                   | -                  | -    | -          |
| Kompetencje społeczne |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                       |                         |                      |                |                     |                    |      |            |
| M_K001                | Student wie o odpowiedzialności związanej z poprawnym przeprowadzeniem badań i analizą wyników.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | +           | -                     | -                       | -                    | -              | -                   | -                  | -    | -          |

## **Treść modułu kształcenia (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 wyężeniowe 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. Teoria małych odkształceń sprężysto – plastycznych Hencky'ego – Iliuszyna. Mechanizmy dyssypacji energii, model ewolucji uszkodzeń w ośrodku porowatym. Doświadczalno- numeryczny model zniszczenia Johsona – Cooka. Podstawy analizy i badań zmęczeniowych, charakterystyki zmęczeniowe tworzyw odlewniczych. Podstawowe pojęcia liniowej i nieliniowej mechaniki pękania, właściwości tworzyw odlewniczych wyznaczane w próbach z zakresu mechaniki pękania.

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

Obsługa i programowanie maszyn wytrzymałościowych. Czujniki oporowe i optyczne pomiaru odkształceń. Naprężenia i odkształcenia nominalne oraz rzeczywiste tworzyw odlewniczych wyznaczane w próbie rozciągania. Podstawy niskocyklowej próby zmęczeniowej. Badania zmęczeniowe stopów odlewniczych Metoda wyznaczania współczynnika intensywności naprężeń KIC. Wykonanie szczeliny zmęczeniowej w próbkach typu „Kompakt”. Próba wyznaczenia odporności na pękanie w płaskim stanie odkształcenia.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa z modułu wystawiana jest jako średnia z uzyskanych wyników z ćwiczeń laboratoryjnych oraz kolokwium.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

### **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 pękania w zagadnieniach inżynierskich
7. Neimitz A.: Mechanika pękania, PWN, Warszawa 1998

## Informacje dodatkowe

### Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

| Forma aktywności studenta                 | Obciążenie studenta |
|-------------------------------------------|---------------------|
| Udział w wykładach                        | 15 godz             |
| Udział w laboratoriach                    | 15 godz             |
| Godziny kontaktowe z nauczycielem         | 5 godz              |
| Przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego | 3 godz              |
| Przygotowanie się do zajęć                | 10 godz             |
| Samodzielne opracowanie sprawozdania      | 10 godz             |
| Sumaryczne obciążenie pracą studenta      | 58 godz             |
| Punkty ECTS za moduł                      | 2 ECTS              |