

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Podstawy wytrzymałości materiałów				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	RIMM-1-307-s	Punkty ECTS:	4
Wydział:	Inżynierii Mechanicznej i Robotyki				
Kierunek:	Inżynieria Mechaniczna i Materiałowa	Specjalność:	—		
Poziom studiów:	Studia I stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	3
Strona www:	<a href="http://zwmik.imir.agh.edu.pl/dydaktyka/dla_studentow/dla_studentow.html">http://zwmik.imir.agh.edu.pl/dydaktyka/dla_studentow/dla_studentow.html</a>				
Prowadzący moduł:	dr hab. inż. Machniewicz Tomasz (machniew@agh.edu.pl)				

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

Podstawowe wiadomości z wytrzymałości materiałów dotyczące opisu i analizy stanu naprężenia i odkształcenia oraz projektowania elementów w prostych warunkach obciążeń.

### 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 umie rozróżnić proste i proste-złożone przypadki wytrzymałościowe	IMM1A_W02, IMM1A_W01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt
M_W002	Student potrafi wyznaczać składowe stanu naprężenia i odkształcenia dla prostych przypadków wytrzymałościowych	IMM1A_W02, IMM1A_W01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń
M_W003	Student zna mechanizmy rządzące zmianami stanów naprężenia i odkształcenia ciała podczas jego obciążania aż do zniszczenia	IMM1A_W02, IMM1A_W01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Student potrafi zaprojektować element konstrukcyjny spełniający warunki wytrzymałościowe (bezpieczeństwa i sztywności)	IMM1A_U01, IMM1A_U02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń

M_U002	Student umie dobrać odpowiedni materiał (właściwości wytrzymałościowe) na element konstrukcyjny zapewniający bezpieczną jego eksploatację	IMM1A_U01, IMM1A_U02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń
M_U003	Student potrafi korzystać z literatury fachowej oraz norm przedmiotowych i regulacji prawnych	IMM1A_U01, IMM1A_U02	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Student ma świadomość konsekwencji na skutek podjętych decyzji, w tym ekonomicznych oraz społecznych	IMM1A_K04, IMM1A_K02, IMM1A_K03, IMM1A_K01	Aktywność na zajęciach, Kolokwium, Projekt, Wykonanie ćwiczeń

### 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
52	26	26	0	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 umie rozróżnić proste i proste-złożone przypadki wytrzymałościowe	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student potrafi wyznaczać składowe stanu naprężenia i odkształcenia dla prostych przypadków wytrzymałościowych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student zna mechanizmy rządzące zmianami stanów naprężenia i odkształcenia ciała podczas jego obciążania aż do zniszczenia	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												

M_U001	Student potrafi zaprojektować element konstrukcyjny spełniający warunki wytrzymałościowe (bezpieczeństwa i sztywności)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student umie dobrać odpowiedni materiał (właściwości wytrzymałościowe) na element konstrukcyjny zapewniający bezpieczną jego eksploatację	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi korzystać z literatury fachowej oraz norm przedmiotowych i regulacji prawnych	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Student ma świadomość konsekwencji na skutek podjętych decyzji, w tym ekonomicznych oraz społecznych	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	52 godz
Przygotowanie do zajęć	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	2 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	114 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS

## Pozostałe informacje

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

#### Wykład

1. Cel i zadania przedmiotu, pojęcia podstawowe, rodzaje odkształceń, założenia wytrzymałości materiałów, klasyfikacja obciążeń, typy elementów konstrukcyjnych, kryteria oceny obiektów,
2. Siły wewnętrzne i ich wyznaczanie, naprężenia, związki między siłami wewnętrznymi i naprężeniami.
3. Osiowe rozciąganie i ściskanie: naprężenia przy obciążeniach osiowych, zasada de Saint-Venanta, próba statycznego rozciągania i ściskania, monotoniczne własności materiałowe, odkształcenia wzdłużne i poprzeczne, moduł Younga, liczba Poissona, efekt Bauschingera, warunek bezpieczeństwa i warunek sztywności przy rozciąganiu i ścisaniu,

4. Osiowe rozciąganie i ściskanie: rozwiązywanie układów statycznie niewyznaczalnych, odkształcenia i naprężenia termiczne.
5. Ścinanie techniczne: warunek bezpieczeństwa na ścinanie, obliczenia wytrzymałościowe połączeń śrubowych/nitowych/sworzniowych, obliczenia wytrzymałościowe wytrzymałości spoin pachwinowych.
6. Analiza stanu naprężenia: stan naprężenia w punkcie, tensor naprężenia, klasyfikacja stanów naprężenia, analiza jednoosiowego stanu naprężenia, analiza płaskiego stanu naprężenia, koło naprężeń Mohra.
7. Analiza stanu odkształcenia: składowe stanu odkształcenia, uogólnione prawo Hooke'a, prawo Hooke'a dla czystego ścinania, względna zmiana objętości, klasyfikacja stanów odkształcenia, analiza płaskiego stanu odkształcenia – podstawy tensometrii oporowej. Energia sprężysta: energia właściwa odkształcenia objętościowego i postaciowego.
8. Skręcanie prętów: siły wewnętrzne i naprężenia przy skręcaniu, wykresy momentów skręcających, warunek bezpieczeństwa na skręcanie, warunek sztywności przy skręcaniu, wskaźnik wytrzymałości przekroju na skręcanie, skręcenie prętów o przekroju niekołowym, sprężyny śrubowe, stan naprężenia w elemencie skręcanym, wałki giętkie.
9. Zginanie prętów prostych – siły wewnętrzne w belkach: twierdzenie Swedlera – Żurawskiego, wyznaczanie wykresów sił poprzecznych i momentów zginających.
10. Zginanie prętów prostych – naprężenia i odkształcenia: naprężenia towarzyszące zginaniu, warunek bezpieczeństwa na zginanie, dobór wymiarów przekrojów poprzecznych prętów zginanych.
11. Odkształcenia belek zginanych: linia ugięcia belki, kąt obrotu belki, warunek sztywności przy zginaniu, równanie różniczkowe linii ugięcia belki, warunki brzegowe, warunki ciągłości odkształceń, zastosowanie zasady superpozycji do wyznaczania odkształceń belek, wyznaczanie reakcji w belkach statycznie niewyznaczalnych.
12. Rozciągania i ściskanie mimośrodowe: obliczanie wypadkowych naprężeń przy zginaniu z rozciąganiem, warunek bezpieczeństwa, wpływ orientacji przekroju na wartość naprężeń maksymalnych, przykłady obliczeniowe.
13. Przypadki wytrzymałości złożonej: pojęcie wyłączenia materiału, hipotezy wyłączeniowe.

#### **Ćwiczenia audytoryjne**

1. Informacje organizacyjne. Charakterystyki geometryczne figur płaskich: momenty statyczne, momenty bezwładności, środek ciężkości figur płaskich.
2. Promienie bezwładności, momenty bezwładności w układzie równoległym przesuniętym, momenty bezwładności w układzie obróconym.
3. Rozciąganie i ściskanie prętów prostych. Wykresy sił wewnętrznych.
4. Rozciąganie i ściskanie – projektowanie prętów obciążonych osiowo.
5. Rozciąganie i ściskanie prętów statycznie niewyznaczalnych.
6. Ścinanie techniczne, docisk powierzchniowy – obliczanie połączeń elementów konstrukcji.
7. Analiza stanu naprężenia.
8. Analiza stanu odkształcenia.
9. Projektowanie kołowo-symetrycznych prętów skręcanych.
10. Skręcanie prętów statycznie niewyznaczalnych. Sprężyny śrubowe.
11. Wyznaczenie sił wewnętrznych w belkach.
12. Projektowanie zginanych układów prętowych.
13. Obliczanie odkształceń belek, warunek sztywności.

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

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

Ćwiczenia audytoryjne: Podczas zajęć audytoryjnych studenci na tablicy rozwiązują zadane wcześniej problemy. Prowadzący na bieżąco dokonuje stosowanych wyjaśnień i moderuje dyskusję z grupą nad danym problemem.

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

1) Ćwiczenia audytoryjne:

a) ocena osiągniętych przez studenta efektów kształcenia prowadzona jest w formie ustnej (rozwiązywanie przy tablicy zadanych wcześniej problemów) i pisemnej (zapowiedziane wcześniej kolokwia),

b) ocena końcowa odpowiada ocenia najbliższej wartości średniej z uzyskanych ocen cząstkowych (z odpowiedzi ustnych i sprawdzianów pisemnych),

c) w celu uzyskania zaliczenia wszystkie kolokwia powinny być zaliczone na ocenę pozytywną (chyba że prowadzący ćwiczenia zdecyduje inaczej),

d) student nie uzyska zaliczenia gdy jego łączna absencja na zajęciach jest równa lub wyższa niż 50% (bez względu na powód nieobecności),

e) student nie uzyska zaliczenia gdy liczba nieusprawiedliwionych godzin jego nieobecności w trakcie całego semestru jest większa niż 6,

f) podstawą usprawiedliwienia nieobecności na zajęciach jest zwolnienie lekarskie, lub ewentualnie inna udokumentowana przyczyna, uznana przez prowadzącego ćwiczenia za dostatecznie ważną,

g) prowadzący ćwiczenia może dodatkowo, zgodnie z przyjętymi przez siebie i podanymi wcześniej zasadami, obniżyć ocenę końcową ze względu na nieusprawiedliwione nieobecności na zajęciach (z uwzględnieniem punktu 1e),

h) brak oceny z kolokwium w związku z nieusprawiedliwioną nieobecnością studenta na zajęciach traktowany jest równoznacznie z otrzymaniem z tego kolokwium oceny niedostatecznej,

i) w przypadku braku zaliczenia w pierwszym terminie student ma prawo do dwóch zaliczeń poprawkowych z zakresu materiału wskazanego przez prowadzącego zajęcia, pod warunkiem, że nie zachodzą okoliczności określone w punktach 1d) i 1e).

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

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- 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 audytoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Średnia z ocen zaliczeniowych z ćwiczeń audytoryjnych uzyskanych we wszystkich terminach.

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

1) Wykłady:

Nieobecność na wykładzie nie zwalnia studenta z obowiązku opanowania omawianego materiału ani z przestrzegania przekazywanych w trakcie wykładu ustaleń o charakterze organizacyjnym.

2) Ćwiczenia audytoryjne:

W przypadku nieobecności na zajęciach, w wymiarze nieskutkującym utratą możliwości uzyskania

zaliczenia, student we własnym zakresie uzupełnia związane z tym braki w uzyskanych efektach kształcenia.

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

Ogólna wiedza z matematyki (rachunek różniczkowy, całkowy i wektorowy) oraz mechaniki.

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

- [1] Wolny S., Siemieniec A.: Wytrzymałość materiałów. Cz. 1, Teoria, zastosowanie. AGH Uczelniane Wydaw. Naukowo-Dydaktyczne.
- [2] Skorupa A., Skorupa M.: Wytrzymałość materiałów: skrypt dla studentów wydziałów niemechanicznych. AGH Uczelniane Wydaw. Naukowo-Dydaktyczne, 2000.
- [3] Niezgodziński M.E., Niezgodziński T.: Wytrzymałość Materiałów. Warszawa, PWN 1981.
- [4] Rżysko J.: Statyka i Wytrzymałość Materiałów. PWN, Warszawa 1977.
- [5] Dyląg Z. Jakubowicz A., Orłóś Z.: Wytrzymałość materiałów. T. 1. WNT, Warszawa 2003.
- [6] Patnaik S.N., Hopkins D.A.: Strength of materials : a unified theory. Amsterdam : Elsevier, 2004.
- [7] Singh D.K.: Strength of materials. Taylor & Francis Group, 2014.

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

- [1] Machniewicz T. 2012, Prognozowanie rozwoju pęknięć zmęczeniowych w wybranych metalach. Wydawnictwo AGH, Kraków.
- [2] Machniewicz T. 2013, Fatigue crack growth prediction models for metallic materials – Part I: Overview of prediction concepts. Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, vol. 36, No. 4, pp. 293–307.
- [3] Machniewicz T. 2013, Fatigue crack growth predictions for metallic materials – Part II: Strip Yield model: choices and decisions. Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, vol. 36, No. 4, pp. 361–373.
- [4] Skorupa A., Skorupa M., Machniewicz T., Korbel A. 2014, Fatigue crack location and fatigue life for riveted lap joints in aircraft fuselage. Int. J. Fatigue., Vol. 58(8), pp. 209-217.
- [5] Skorupa M., Korbel A., Skorupa A., Machniewicz T. 2015, Observations and analyses of secondary bending for riveted lap joints. Int. J. Fatigue., Vol. 72, pp. 1-10, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2014.10.008>
- [6] Skorupa M., Machniewicz T., Skorupa A., Schijve J., Korbel A. 2015, Fatigue life prediction model for riveted lap joints. Engineering Failure Analysis, Vol. 53, pp. 111-123.
- [7] Skorupa M., Machniewicz T., Skorupa A., Korbel A. 2015, Fatigue strength reduction factors at rivet holes for aircraft fuselage lap joints. Int. J. Fatigue, Vol. 80, pp. 417-425.
- [8] Skorupa M., Machniewicz T., Skorupa A., Korbel A. 2016, Effect of load transfer by friction on the fatigue behaviour of riveted lap joints. Int. J. Fatigue, Vol. 90, pp. 1-11.
- [9] Skorupa M., Machniewicz T., Skorupa A., Korbel A. 2017, Fatigue life predictions for riveted lap joints. Int. J. Fatigue, Vol. 94, pp. 41-57.

### **Informacje dodatkowe**

Brak