

## Karta (sylabus) modułu/przedmiotu

Mechanika i Budowa Maszyn  
(Nazwa kierunku studiów)

Studia I Stopnia

<b>Przedmiot:</b>	Wytrzymałość materiałów	Strenght of Materials
<b>Rok: II</b>	<b>Semestr: III</b>	
M 1 P 0 3 26-0_1		
<b>Rodzaje zajęć i liczba godzin:</b>	<b>Studia stacjonarne</b>	<b>Studia niestacjonarne</b>
Wykład	30	
Ćwiczenia	30	
Laboratorium	30	
Projekt		
<b>Liczba punktów ECTS:</b>	5	

### Cel przedmiotu

<b>C1</b>	Zapoznanie studenta z przypadkami obciążeń prostych i złożonych elementów konstrukcji oraz metodami obliczeń wytrzymałościowych
<b>C2</b>	Przygotowanie studentów do praktycznego stosowania obliczeń wytrzymałościowych
<b>C3</b>	Przygotowanie studentów do wyznaczania podstawowych charakterystyk wytrzymałościowych materiałów i wykonywania praktycznych pomiarów naprężeń i odkształceń konstrukcji

### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

<b>1</b>	Mechanika ogólna
<b>2</b>	Matematyka

### Efekty kształcenia

	<b>W zakresie wiedzy:</b>
<b>EK1</b>	Student posiada uporządkowaną wiedzę na temat obciążeń prostych i złożonych elementów konstrukcji - potrafi wymienić i scharakteryzować różne przypadki obciążeń
<b>EK2</b>	Student zna metody obliczeń wytrzymałościowych dla różnych przypadków obciążeń - potrafi wyjaśnić istotę metod obliczeniowych
<b>EK3</b>	Student posiada wiedzę dotyczącą pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych materiałów oraz naprężeń i odkształceń konstrukcji - opisuje metodykę pomiarów i sposób interpretacji wyników
	<b>W zakresie umiejętności:</b>
<b>EK4</b>	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia obciążonych elementów konstrukcji
<b>EK5</b>	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji na podstawie warunków wytrzymałościowych
<b>EK6</b>	Student potrafi przeprowadzić doświadczenie dotyczące wyznaczania charakterystyk materiałowych oraz pomiaru naprężeń i odkształceń w konstrukcjach
	<b>W zakresie kompetencji społecznych:</b>
<b>EK7</b>	Student potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

### Treści programowe przedmiotu

<b>Forma zajęć - wykłady</b>		
	Treści programowe	Liczba godzin

<b>W1</b>	Omówienie literatury obowiązującej i uzupełniającej. Podstawowe pojęcia z wytrzymałości materiałów. Rodzaje naprężeń i podział obciążeń. Zasada de Saint Venanta.	2
<b>W2</b>	Rozciąganie i ściskanie. Prawo Hooke'a. Naprężenia dopuszczalne. Zasada superpozycji. Układy statycznie niewyznaczalne. Energia odkształcenia sprężystego w pręcie rozciągany.	2
<b>W3</b>	Analiza naprężeń w jednokierunkowym i w płaskim stanie napięcia. Metoda wykreślna wyznaczania naprężeń – koło Mohra. Naprężenia główne. Koło Mohra dla przestrzennego stanu naprężenia.	2
<b>W4</b>	Liczba Poissona. Prawo Hooke'a w przestrzennym stanie naprężenia. Energia sprężysta w przestrzennym stanie naprężenia. Czyste ścinanie.	2
<b>W5</b>	Odkształcenie postaciowe. Prawo Hooke'a przy czystym ścinaniu. Zależność pomiędzy modułem sprężystości postaciowej $G$ i modułem Younga $E$ . Energia sprężysta przy czystym ścinaniu.	2
<b>W6</b>	Ścinanie techniczne. Odkształcenia i naprężenia w skręcanym pręcie. Biegunowy moment bezwładności przekroju kołowego. Energia sprężysta w pręcie skręcanym.	2
<b>W7</b>	Praca i moc momentu skręcającego. Obliczenia wytrzymałościowe wału pełnego. Wały wydrążone. Statycznie niewyznaczalne przypadki skręcania wałów.	2
<b>W8</b>	Obliczanie naprężeń i odkształceń w sprężynach śrubowych. Momenty bezwładności figur płaskich. Zginanie – pojęcia podstawowe. Twierdzenie Schwedlera-Żurawskiego.	2
<b>W9</b>	Wykresy sił tnących i momentów gnących – siły skupione, obciążenia ciągłe, moment skupiony. Ogólne wnioski praktyczne przy obliczeniach przypadków zginania.	2
<b>W10</b>	Odkształcenia belki zginanej. Naprężenia w belce poddanej zginaniu. Belki o równomiernej wytrzymałości na zginanie. Zginanie ukośne. Energia sprężysta w prętach zginanych.	2
<b>W11</b>	Pojęcia wyężenia materiału. Hipotezy wytrzymałościowe: największych naprężeń normalnych, największego wydłużenia względnego, największych naprężeń tnących, Hubera. Analiza przypadków wytrzymałości złożonej. Zginanie i skręcanie. Zginanie ze ścinaniem.	2
<b>W12</b>	Równanie różniczkowe linii ugięcia. Obliczanie różnych przypadków linii ugięcia belki: obciążenie siłą skupioną oraz obciążeniem ciągłym, obciążenie parą sił, obciążenie siłą poprzeczną.	2
<b>W13</b>	Metoda Clebscha wyznaczania równań linii ugięcia belek. Metoda wykreślna analityczna wyznaczania linii ugięcia belek. Wyboczenie pręta ściskanego. Inne przypadki wyboczenia prętów. Ogólny wzór Eulera. Zakres ważności wzoru Eulera. Wzory Tetmajera, Johnsona-Ostenfelda, Ylinena.	2
<b>W14</b>	Jednokrotnie i dwukrotnie statycznie niewyznaczalny przykład zginania belki. Obliczanie ram. Belki wielopodporowe. Równanie trzech momentów. Zginanie prętów silnie zakrzywionych.	2
<b>W15</b>	Rozkład naprężeń w pręcie silnie zakrzywionym. Promień krzywizny warstwy obojętnej w prętach silnie zakrzywionych. Ściskanie i zginanie prętów smukłych. Wytrzymałość	2

	zmęczeniowa.	
	Suma godzin:	30
<b>Forma zajęć - ćwiczenia</b>		
	Treści programowe	Liczba godzin
ĆW1	Analityczne wyznaczanie reakcji podpór – rozwiązywanie zadań	2
ĆW2	Rozciąganie i ściskanie prętów; układy statycznie wyznaczalne - rozwiązywanie zadań	2
ĆW3	Statycznie niewyznaczalne przypadki rozciągania i ściskania prętów - rozwiązywanie zadań	2
ĆW4	Wyznaczanie naprężeń metodą analityczną i wykresną (koło Mohra) - rozwiązywanie zadań	2
ĆW5	Analiza odkształceń dla przypadków trójosiowego stanu naprężenia (prawo Hooke'a) - rozwiązywanie zadań	2
ĆW6	Przypadki ścinania technicznego - rozwiązywanie zadań	2
ĆW7	Skręcanie wałów okrągłych; sprężyny śrubowe - rozwiązywanie zadań	2
ĆW8	Kolokwium I	2
ĆW9	Wykresy momentów skręcających, maksymalnych naprężeń oraz odkształceń w układach statycznie niewyznaczalnych skręcania prętów o przekroju kołowym - rozwiązywanie zadań	2
ĆW10	Momenty bezwładności figur płaskich - rozwiązywanie zadań	2
ĆW11	Statycznie wyznaczalne układy belek i ram zginanych - rozwiązywanie zadań	2
ĆW12	Zastosowanie hipotez wytrzymałościowych w przypadkach wytrzymałości złożonej - rozwiązywanie zadań	2
ĆW13	Wyznaczenie równań linii ugięcia belek - rozwiązywanie zadań	2
ĆW14	Statycznie niewyznaczalne przypadki obciążeń belek i ram - rozwiązywanie zadań	2
ĆW15	Kolokwium II	2
	Suma godzin:	30
<b>Forma zajęć – laboratorium</b>		
	Treści programowe	Liczba godzin
L1	Zapoznanie z zasadami BHP, regulaminem laboratorium oraz zasadami uzyskania zaliczenia.	2
L2	Wyznaczenie współczynnika tarcia za pomocą równi pochyłej.	2
L3	Tarcie cięgien.	2
L4	Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego.	2
L5	Statyczna próba rozciągania metali (wyznaczenie modułu sprężystości podłużnej, granicy plastyczności i wytrzymałości, naprężeń rozrywających, wydłużenia i przewężenia różnych gatunków materiałów)	2
L6	Badanie odkształceń i naprężeń w belce przy czystym zginaniu (zapoznanie się z zastosowaniem tensometrii oporowej do wyznaczania odkształceń, wyznaczenie stałej tensometru, wyznaczenie odkształceń i naprężeń w górnych i dolnych włóknach zginanej belki, pomiar strzałki ugięcia, porównanie wyników doświadczalnych z wynikami teoretycznymi)	2
L7	Wyboczenie sprężyste prętów prostych (doświadczalne wyznaczenie wartości siły krytycznej dla prętów o określonej długości i sztywności oraz porównanie jej z wartością obliczoną teoretycznie).	2
L8	Udarowa próba zginania (zapoznanie się z budową i działaniem	2

	urządzenia do badania udarności na zginanie, wyznaczenie udarności badanego materiału i ocena wyników zgodnie z normą PN-EN 10045-1).	
L9	Sprawność śruby (ilustracja zachowania energii mechanicznej, wyznaczanie sprawności śruby napędowej).	2
L10	Badanie rozkładu naprężeń w przekroju poprzecznym mimośrodowo rozciąganego pręta (określenie rozkładu i obliczenie wartości naprężeń przy mimośrodowym rozciąganiu, weryfikacja doświadczalna wzoru teoretycznego na wartość przesunięcia osi obojętnej od środka przekroju).	2
L11	Analiza naprężeń i wyznaczania G w rurze skręcanej (zapoznanie ze sposobem pomiaru odkształceń i naprężeń za pomocą tensometrii oporowej w rurze skręcanej, wyznaczanie modułu sprężystości postaciowej G).	2
L12	Wyznaczanie charakterystyk sprężyn (wyznaczanie charakterystyk układów sprężyn połączonych równolegle i szeregowo).	2
L13	Próba twardości metali (zapoznanie ze sposobami pomiaru twardości metali)	2
L14	Odrabianie zaległych i niezliczonych ćwiczeń	2
L15	Zaliczenie	2
	Suma godzin:	30

<b>Metody i środki dydaktyczne</b>	
1	Wykład
2	Cwiczenia - rozwiązywanie zadań
3	Cwiczenia laboratoryjne - wykonywanie doświadczeń

<b>Sposoby oceniania</b>	
Ocenianie kształtujące	
F1	Sprawdzenie wiedzy dotyczącej wytrzymałości materiałów z zakresu objętego wykładami
F2	Sprawdzenie stopnia opanowania praktycznego zastosowania wiedzy do rozwiązywania zadań z wytrzymałości materiałów
F3	Sprawdzenie wiedzy i umiejętności dotyczących pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych materiałów oraz naprężeń i odkształceń konstrukcji
Ocenianie podsumowujące	
P1	Egzamin pisemny opisowy z wykładu na ocenę
P2	Kolokwium z ćwiczeń (rozwiązywanie zadań) na ocenę
P3	Krótkie kolokwium pisemne przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym oraz przygotowanie sprawozdania

<b>Obciążenie pracą studenta</b>	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na realizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze.	90
Godziny kontaktowe z wykładowcą realizowane w formie konsultacji i egzaminu – łączna liczba godzin w semestrze	4

Godziny niekontaktowe - przygotowanie się do zajęć	31
Suma	125
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	5

<b>Literatura podstawowa i uzupełniająca</b>	
1	Niegodziński M., Niegodziński T.: Wytrzymałość materiałów. PWN, W-wa 2009.
2	Komorzycki C., Teter A.: Wytrzymałość materiałów. Wyd. Politechniki Lubelskiej, Lublin 2000.
3	Dyłał Z., Jakubowicz A., Orłoś Z.: Wytrzymałość materiałów. Tom 1 i 2, WNT, W-wa 1996.
4	Bodnar A.: Wytrzymałość materiałów. skrypt PK, Kraków 2003
5	Niegodziński M., Niegodziński T.: Zadania z wytrzymałości materiałów, WNT, Warszawa 2008.
6	Gołoś K., Osiński J.: Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, W-wa 2001.
7	Suseł I.: Laboratorium mechaniki technicznej dla studentów Wydziału Zarządzania i Podstaw Techniki, Wydawnictwa Uczelniane Politechniki Lubelskiej, Lublin 1999.
8	Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych z wytrzymałości materiałów, PWSZ Chełm, materiały niepublikowane.
9	Niegodziński M., Niegodziński T.: Wzory, wykresy i tablice wytrzymałościowe. WNT, W-wa 2004

<b>Macierz efektów kształcenia</b>						
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)		Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody i środki dydaktyczne	Sposoby oceniania
<b>EK1</b>	<i>MBMIP_W05</i>	+++	(C1,C2)	W1÷W15	(1)	(F1, P1)
<b>EK2</b>	<i>MBMIP_W05</i>	+++	(C1, C2)	W1÷W15	(1)	(F1, P1)
<b>EK3</b>	<i>MBMIP_W05</i>	+++	(C1, C2, C3)	W1÷W15 L2÷L14	(1, 3)	(F3, P3)
<b>EK4</b>	<i>MBMIP_U24</i>	+++	(C1, C2)	W1÷W15 ĆW1÷ĆW15 L5÷L7, L10, L11	(1, 2, 3)	(F2, P2)
<b>EK5</b>	<i>MBMIP_U24</i>	+++	(C1, C2)	W1÷W15 ĆW1÷ĆW15	(1, 2)	(F2, P2)
<b>EK6</b>	<i>MBMIP_U12</i>	++	C1, C3)	L2÷L14	(1, 3)	F3, P3)
<b>EK7</b>	<i>MBMIP_K03</i> <i>MBMIP_K05</i>	+ +	C3	L1÷L15	(3)	(P3)

<b>Formy oceny - szczegóły</b>						
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 3+ (dst+)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 4+ (db+)	Na ocenę 5 (bdb)
<b>EK1</b>	Student nie potrafi	Student potrafi wymienić	Student potrafi wymienić	Student potrafi wymienić i	Student potrafi wymienić i	Student potrafi wymienić i

	wymienić przypadków obciążeń konstrukcji	proste przypadki obciążeń konstrukcji	proste i złożone przypadki obciążeń konstrukcji	ogólnie scharakteryzować proste i złożone przypadki obciążeń konstrukcji	scharakteryzować proste i złożone przypadki obciążeń konstrukcji	wyczerpująco scharakteryzować proste i złożone przypadki obciążeń konstrukcji
<b>EK2</b>	Student nie wie do czego służą obliczenia wytrzymałościowe	Student zna w stopniu ogólnym metody obliczania odkształceń i naprężeń dla prostych przypadków obciążeń konstrukcji	Student zna w stopniu ogólnym metody obliczania odkształceń i naprężeń dla prostych i złożonych przypadków obciążeń konstrukcji	Student potrafi wyjaśnić istotę metod obliczeniowych dla prostych przypadków obciążeń i zna w stopniu ogólnym metody obliczania odkształceń i naprężeń dla złożonych przypadków obciążeń konstrukcji	Student potrafi wyjaśnić istotę metod obliczania odkształceń i naprężeń dla prostych i złożonych przypadków obciążeń konstrukcji	Student potrafi w sposób wyczerpujący wyjaśnić istotę metod obliczania odkształceń i naprężeń dla prostych i złożonych przypadków obciążeń konstrukcji
<b>EK3</b>	Student nie potrafi wymienić metod pomiaru charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach	Student potrafi wymienić metody pomiaru charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach	Student potrafi opisać metodykę pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach	Student potrafi opisać metodykę pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach i ogólnie podać sposób interpretacji wyników	Student potrafi opisać metodykę pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach i podać sposób interpretacji wyników	Student potrafi wyczerpująco opisać metodykę pomiarów charakterystyk wytrzymałościowych oraz odkształceń i naprężeń w obciążonych konstrukcjach i szczegółowo podać sposób interpretacji wyników
<b>EK4</b>	Student nie potrafi obliczyć naprężeń i odkształceń w prostych przypadkach obciążeń konstrukcji	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia w prostych przypadkach obciążeń konstrukcji	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia w prostych oraz mało złożonych przypadkach obciążeń konstrukcji	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia w prostych oraz złożonych przypadkach obciążeń konstrukcji	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia w prostych i złożonych przypadkach obciążeń konstrukcji oraz w prostych przypadkach obciążeń układów statycznie niewyznaczalnych	Student potrafi obliczyć naprężenia i odkształcenia w prostych i złożonych przypadkach obciążeń konstrukcji statycznie wyznaczalnych i niewyznaczalnych
<b>EK5</b>	Student nie potrafi obliczyć wymiarów elementów konstrukcji w prostych przypadkach	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji w przypadkach rozciągania i ściskania na	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji w przypadkach rozciągania, ściskania,	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji w złożonych przypadkach obciążeń na	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji w złożonych przypadkach obciążeń na	Student potrafi obliczyć wymiary elementów konstrukcji w złożonych przypadkach obciążeń na

	obciążeń na podstawie warunków wytrzymałościowych	podstawie warunków wytrzymałościowych	ścianania, zginania, skręcania na podstawie warunków wytrzymałościowych	podstawie warunków wytrzymałościowych w stopniu podstawowym	podstawie warunków wytrzymałościowych w stopniu dobrym	podstawie warunków wytrzymałościowych w stopniu bardzo dobrym
<b>EK6</b>	Student nie potrafi przeprowadzić prostego doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń	Student nie potrafi przeprowadzić prostego doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń korzystając z pomocy prowadzącego zajęcia	Student nie potrafi przeprowadzić prostego doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń samodzielnie	Student samodzielnie potrafi przeprowadzić złożone doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń korzystając z pomocy prowadzącego	Student samodzielnie potrafi przeprowadzić złożone doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń samodzielnie	Student samodzielnie i w stopniu bardzo dobrym potrafi przeprowadzić złożone doświadczenia dot. wyznaczenia charakterystyk wytrzymałościowych materiału i pomiaru naprężeń i odkształceń
<b>EK7</b>	Student nie wykazuje chęci i umiejętności pracy w grupie	Student biernie bierze udział w pracy w grupie	Student wykazuje chęci lecz nie ma umiejętności pracy w grupie	Student wykazuje chęci i posiada umiejętności pracy w grupie	Student wykazuje inicjatywę w pracy lecz nie potrafi przyjąć każdej roli pracy w grupie	Student wykazuje inicjatywę i potrafi przyjąć każdą rolę w pracy w grupie

<b>Autor programu:</b>	Dr hab. inż. Andrzej Gontarz
<b>Adres e-mail:</b>	a.gontarz@onet.pl
<b>Jednostka organizacyjna:</b>	Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa