

# I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW**
2. Kod przedmiotu: **Kw**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechatronika**
5. Specjalność: **Eksploatacja Systemów Mechatronicznych**
6. Moduł: **treści kierunkowych**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **stacjonarne**
9. Semestr studiów: **III**
10. Profil: **ogólnoakademicki**
11. Prowadzący: **dr inż. Bogdan Szturomski**

## CEL PRZEDMIOTU

<b>C1</b>	Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi pojęciami, prawami i twierdzeniami wytrzymałości materiałów.
<b>C2</b>	Zapoznanie studentów z metodyką obliczeń wytrzymałościowych na przykładzie prostych przypadków ściskania i rozciągania prętów i konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.
<b>C3</b>	Zrozumienie elementów teorii stanu naprężenia i odkształcenia.
<b>C4</b>	Wyrobienie inżynierskich umiejętności wytrzymałościowej analizy belk zginanych i ram.
<b>C5</b>	Zapoznanie studentów z teorią i metodyką obliczeń prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.
<b>C6</b>	Wyrobienie inżynierskich umiejętności opisu złożonych przypadków stanu naprężenia i wyężenia materiału.
<b>C7</b>	Zrozumienie istoty i praktycznego wyznaczania wyboczenia konstrukcji.
<b>C8</b>	Zapoznanie studentów z metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok.
<b>C9</b>	go wykorzystania energii sprężystej ciała odkształcalnego.
<b>C10</b>	Wyrobienie inżynierskich umiejętności zastosowania metod energetycznych do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.
<b>C11</b>	Zapoznanie słuchaczy z podstawowymi, eksperymentalnymi metodami pomiarów odkształceń.

## WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

<b>1</b>	W zakresie matematyki biegła znajomość rachunku wektorowego, różniczkowego, całkowego i macierzowego.
<b>2</b>	W zakresie mechaniki technicznej bardzo dobra znajomość statyki.
<b>3</b>	W zakresie nauki o materiałach dobra znojomność mechanicznych własności materiałów konstrukcyjnych i laboratoryjnych metod ich pozyskiwania
<b>4</b>	Znajomość rysunku technicznego.

## EFEKTY KSZTAŁCENIA

<b>EK1</b>	Student zna podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów, twierdzenia i prawo Hooke'a. Rozumie pojęcie odkształcenia i naprężenia. Zna własności mechaniczne i charakterystyki wytrzymałościowe podstawowych materiałów konstrukcyjnych.
<b>EK2</b>	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążenia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.
<b>EK3</b>	Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia.
<b>EK4</b>	Student zna teorię belk i ram zginanych. Oblicza momenty bezwładności przekrojów belk, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Zna zależności różniczkowe w belkach zginanych. Wyznacza równania osi ugiętej belki. Rozwiązuje układy belkowe i ramy statycznie niewyznaczalne różnymi metodami obliczeniowymi.

<b>EK5</b>	Student zna teorię czystego ścinania. Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.
<b>EK6</b>	Student zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe i rozumie pojęcie wyężenia materiału. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.
<b>EK7</b>	Student zna istoty wyboczenia konstrukcji i potrafi obliczyć siły krytyczne.
<b>EK8</b>	Student zna metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla prostych przypadków obciążenia.
<b>EK9</b>	Student stosuje twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.
<b>EK10</b>	Student praktycznie stosuje metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.
<b>EK11</b>	Student praktycznie wykonuje pomiar odkształceń podstawowymi metodami pomiarów.
<b>EK12</b>	Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.
<b>EK13</b>	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
<b>EK14</b>	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.

## TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		Liczba godzin
<b>W1</b>	Pojęcia podstawowe wytrzymałości materiałów. Rozciągane i ściskane. Prawo Hooke'a.	1
<b>W2</b>	Konstrukcje rozciągane i ściskane. Naprężenia dopuszczalne. Analiza konstrukcji prętowych i krat statycznie niewyznaczalnych. Obciążenia cieplne.	1
<b>W3</b>	Elementy teorii stanu naprężenia i odkształcenia.	1
<b>W4</b>	Momenty bezwładności przekrojów.	1
<b>W5</b>	Siły wewnętrzne w belkach zginanych i ich wykresy. Analiza statyczna belek i ram zginanych obciążone w sposób ciągły i zmienny w czasie.	1
<b>W6</b>	Równanie różniczkowe osi ugiętej belki zginanej, zależności różniczkowe w belkach zginanych. Belki i ramy statycznie niewyznaczalne i metody ich rozwiązywania.	1
<b>W7</b>	Teoria czystego ścinania. Teoria skręcania pręta o przekrojach okrągłych i dowolnych.	1
<b>W8</b>	Złożony stan naprężenia. Wyężenie materiału. Hipotezy wytrzymałościowe.	1
<b>W9</b>	Wyboczenie sprężyste i niesprężyste prętów. Siły krytyczne i postacie wyboczenia.	1
<b>W10</b>	Walcowe ugięcie płyty. Płyty kołowo symetryczne.	1
<b>W11</b>	Wyężenie rury grubościennej- zagadnienie Lamego.	1
<b>W12</b>	Zależności ogólne błonowej teorii powłok. Zbiornik kulisty, zbiornik walcowy, zbiornik stożkowy.	1
<b>W13</b>	Energia sprężysta ciała odkształconego. Układy liniowo sprężyste. Energia sprężysta układów Clapeyrona.	1
<b>W14</b>	Twierdzenie Castigliano, twierdzenie Menabrei. Zasada Bettiego, równania Maxwella-Mohra.	1
<b>W15</b>	Elastoptyka, Tensometria, Metody numeryczne, metoda kruchych pokryć.	1
<b>Razem</b>		<b>15</b>
ĆWICZENIA		
<b>Ć1</b>	Wyznaczanie naprężeń i przemieszczeń w prętach ściskanych i rozciąganych. Wyznaczanie naprężeń dopuszczalnych w konstrukcjach prętowych.	1
<b>Ć2</b>	Rozwiązywanie konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych.	1
<b>Ć3</b>	Wyznaczanie naprężeń cieplnych w konstrukcjach prętowych.	1
<b>Ć4</b>	Wyznaczanie momentów bezwładności przekrojów.	1
<b>Ć5</b>	Wykonywanie wykresów sił tnących i momentów gnących w belkach zginanych.	1
<b>Ć6</b>	Wyznaczanie osi ugiętej belki zginanej.	1

<b>Ć7</b>	Obliczanie belek obciążonych w sposób ciągły.	<b>1</b>
<b>Ć8</b>	Obliczanie belek statycznie niewyznaczalnych metodą Clebsha i przy użyciu tabel wytrzymałościowych.	<b>1</b>
<b>Ć9</b>	Obliczanie wytrzymałości wałów skręcanych.	<b>1</b>
<b>Ć10</b>	Wyznaczanie sił krytycznych w prętach ściskanych (wyboczenie).	<b>1</b>
<b>Ć11</b>	Obliczanie naprężeń i przemieszczeń w płytach walcowych. Obliczanie naprężeń i przemieszczeń w płytach kołowo symetrycznych.	<b>1</b>
<b>Ć12</b>	Wyznaczenie przemieszczeń i naprężeń w belkach i ramach z wykorzystaniem metod energetycznych.	<b>1</b>

Razem **12**

#### ZAJĘCIA LABORATORYJNE

<b>L1</b>	Określanie odkształceń metodą eleatooptyczną.	<b>1</b>
<b>L2</b>	Pomiary odkształceń metodą tensometryczną.	<b>1</b>
<b>L3</b>	MES w programach CAE.	<b>1</b>

Razem **3**

#### NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

<b>1</b>	Notebook z projektorem
<b>2</b>	Tablica i kolorowe pisaki
<b>3</b>	Kalkulatory naukowe

#### SPOSOBY OCENY

##### FORMUJĄCA

<b>F1</b>	Sprawdzian	EK2, EK4-EK6
<b>F2</b>	Odpowiedź ustna	EK1, EK3, EK7
<b>F3</b>	Wykonanie zadanie obliczeniowego	EK8-EK9
<b>F4</b>	Wykonanie ćwiczenia praktycznego	EK11

##### PODSUMOWUJĄCA

<b>P1</b>	Kolokwium nr 1	EK1-EK5
<b>P2</b>	Kolokwium nr 2	EK6-EK10
<b>P3</b>	Zaliczenie	EK1-EK11

#### OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
	semestr	razem
udział w wykładach	15	15
udział w ćwiczeniach	12	12
udział w zajęciach laboratoryjnych	3	3
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń	10	10
Samodzielne opracowanie zagadnień	5	5
Rozwiązywanie zadań domowych	15	15
<b>SUMA GODZIN W SEMESTRZE</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
<b>PUNKTY ECTS W SEMESTRZE</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### LITERATURA

##### PODSTAWOWA

<b>1</b>	S. Dobrociński, B. Szturomski: Statyka i wytrzymałość materiałów, Gdynia 2009.
----------	--

- |   |   |
|---|---|
| 2 | J. Misiak: Mechanika ogólna, tom I i II. WNT, Warszawa 2005.  |
| 3 | Dyląg Z., Orłoś Z., Jakubowicz A.: Wytrzymałość materiałów, T. 1 i 2, Warszawa WNT 2008.  |
| 4 | Niezdziński M., Niezdziński T.: Wytrzymałość materiałów. Warszawa WNT 2008  |
| 5 | Rakowski G., Kacprzyk Z., Metoda Elementów Skocznych w Mechanice Konstrukcji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, W-wa 2005 |

**PROWADZĄCY PRZEDMIOT**

- |   |   |
|---|---|
| 1 | dr inż. Bogdan Szturomski, b.szturomski@amw.gdynia.pl |
|---|---|

## Formy oceny

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
EK1	<i>Student zna podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów, twierdzenia i prawo Hooke'a. Rozumie pojęcie odkształcenia i naprężenia. Zna własności mechaniczne i charakterystyki wytrzymałościowe podstawowych materiałów konstrukcyjnych.</i>			
	Student wymienia pojęcia podstawowe wytrzymałości materiałów, lecz nie potrafi ich poprawnie zdefiniować. Zna definisję prawa Hooke'a, lecz nie potrafi praktycznie go zastosować. Pobieźnie wymienia niektóre własności mechaniczne podstawowych materiałów konstrukcyjnych.	Student zna podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów, i prawo Hooke'a. Rozumie pojęcie odkształcenia i naprężenia. Zna własności mechaniczne podstawowych materiałów konstrukcyjnych.	Student zna podstawowe pojęcia wytrzymałości materiałów, twierdzenia i prawo Hooke'a. Rozumie pojęcie odkształcenia i naprężenia. Zna własności mechaniczne i charakterystyki wytrzymałościowe podstawowych materiałów konstrukcyjnych.	Student biegle zna pojęcia wytrzymałości materiałów, twierdzenia i prawo Hooke'a. Rozumie pojęcie odkształcenia i naprężenia. Zna własności mechaniczne i charakterystyki wytrzymałościowe materiałów konstrukcyjnych, tworzyw sztucznych, betonów.
EK2	<i>Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążenia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.</i>			
	Student rozwiązując układy sił, wyznacza przemieszczenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego. Słabo orientuje się w metodyce rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążenia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężenia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalnych. Wykorzystuje zależności różniczkowe w rozwiązywaniu zadań. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążenia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.
EK3	<i>Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia.</i>			
	Student myli pojęcia teorii stanu naprężenia i odkształcenia.	Student zna teorię stanu naprężenia i odkształcenia.	Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia.	Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia i wyznacza naprężenia i odkształcenia w dowolnych przekrojach, na podstawie znajomości naprężeń głównych.

	<i>Student zna teorię belek i ram zginanych. Oblicza momenty bezwładności przekrojów belek, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Zna zależności różniczkowe w belkach zginanych. Wyznacza równania osi ugiętej belki. Rozwiązuje układy belkowe i ramy statycznie niewyznaczalne różnymi metodami obliczeniowymi.</i>			
<b>EK4</b>	Student wymienia niektóre pojęcia z teorii belek i ram zginanych. Wykorzystuje gotowe wartości momentów bezwładności przekrojów belek z tablic, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Rozwiązuje układy belkowe statycznie wyznaczalne jedną metodą.	Student zna teorię belek i ram zginanych. Oblicza momenty bezwładności przekrojów belek, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Wyznacza równania osi ugiętej belki. Rozwiązuje układy belkowe i ramy statycznie niewyznaczalne różnymi metodami obliczeniowymi.	Student zna teorię belek i ram zginanych. Oblicza momenty bezwładności przekrojów belek, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Zna zależności różniczkowe w belkach zginanych. Wyznacza równania osi ugiętej belki. Rozwiązuje układy belkowe i ramy statycznie niewyznaczalne różnymi metodami obliczeniowymi.	Student zna teorię belek i ram zginanych. Oblicza momenty bezwładności przekrojów belek, wykreśla wykresy sił wewnętrznych w belkach zginanych. Biegle wykorzystuje różniczkowe w belkach zginanych do rozwiązywania zadań. Wyznacza równania osi ugiętej belki. Rozwiązuje układy belkowe i ramy statycznie niewyznaczalne różnymi metodami obliczeniowymi.
	<i>Student zna teorię czystego ścinania. Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.</i>			
<b>EK5</b>	Słabo orientuje się w problematyce prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych.	Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych.	Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.	Student zna teorię czystego ścinania. Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.
	<i>Student zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe i rozumie pojęcie wyężenia materiału. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.</i>			
<b>EK6</b>	Student zna jedną hipotezę wytrzymałościową. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia. Popelnia błędy obliczeniowe	Student zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.	Student zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe i rozumie pojęcie wyężenia materiału. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.	Student zna hipotezy wytrzymałościowe i rozumie pojęcie wyężenia materiału. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.
	<i>Student zna istoty wyboczenia konstrukcji i podrafi obliczać siły krytyczne.</i>			
<b>EK7</b>	Student zna pojęcie wyboczenia.	Student zna pojęcie wyboczenia konstrukcji i podrafi obliczać siły krytyczne.	Student zna istoty wyboczenia konstrukcji i podrafi obliczać siły krytyczne.	Student rozumie istoty wyboczenia konstrukcji i podrafi obliczać siły krytyczne.
	<i>Student zna metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla prostych przypadków obciążenia.</i>			
<b>EK8</b>	Student zna podstawowe pojęcia teorii płyt i powłok dla najprostszyc przypadków obciążenia.	Student zna metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla prostych przypadków obciążenia.	Student rozumie metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla prostych przypadków obciążenia.	Student rozumie i biegle posługuje się metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla dowolnych przypadków obciążenia.
	<i>Student stosuje twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.</i>			
<b>EK9</b>	Student wymienia twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.	Student zna twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.	Student stosuje twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.	Student stosuje twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego. Wyznacza energię sprężystą w złożonych stanach naprężenia.

	<i>Student praktycznie stosuje metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.</i>			
<b>EK10</b>	Student zna metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.	Student zna metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.	Student praktycznie stosuje metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.	Student praktycznie stosuje metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn. Zna i obsługuje programy CAE
	<i>Student praktycznie wykonuje pomiar odkształceń podstawowymi metodami pomiarów.</i>			
<b>EK11</b>	Student słabo orientuje się w metodach pomiaru odkształceń .	Student zna metodykę pomiaru odkształceń daną metodą pomiarową.	Student praktycznie wykonuje pomiar odkształceń podstawowymi metodami pomiarów.	Student praktycznie wykonuje pomiar odkształceń podstawowymi metodami pomiarów, opracowuje uzyskane wyniki.
	<i>Student uważnie śledzi treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem, dyskutuje podczas zajęć, w celu lepszego zrozumienia materiału wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł.</i>			
<b>EK12</b>	Nie słucha uważnie treści wykładu, nie zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	Słucha uważnie treści wykładu, zadaje pytania gdy ma trudności ze zrozumieniem	dyskutuje trudniejsze fragmenty zajęć w celu lepszego zrozumienia	wyszukuje informacje uzupełniające z innych źródeł
	<i>Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.</i>			
<b>EK13</b>	Student nie przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach	student dba o przestrzeganie zasad obowiązujących na wykładach przez innych studentów	student wskazuje możliwe modyfikacje zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów
	<i>Aktywnie uczestniczy w wykładzie, ćwiczeniu, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści. Zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium. dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium.</i>			
<b>EK14</b>	Biernie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i nie zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	Aktywnie uczestniczy w wykładzie, laboratorium i zgłasza się do odpowiedzi w przypadku gdy wykładowca zadaje pytanie dotyczące ich treści	zgłasza wykładowcy swoje uwagi lub uzupełnienia odnoszące się do treści wykładów i laboratorium	dostarcza wykładowcy nowe materiały odnoszące się do treści poprzednich wykładów i laboratorium