

I. KARTA PRZEDMIOTU

1. Nazwa przedmiotu: **WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW**
2. Kod przedmiotu: **Kw**
3. Jednostka prowadząca: **Wydział Mechaniczno-Elektryczny**
4. Kierunek: **Mechanika i budowa maszyn**
5. Specjalność: **Eksploatacja Siłowni Okrętowych**
6. Moduł: **treści podstawowych**
7. Poziom studiów: **I stopnia**
8. Forma studiów: **niestacjonarne**
9. Semestr studiów: **III, IV**
10. Profil: **praktyczny**
11. Prowadzący: **dr inż. Bogdan Szturomski**

CEL PRZEDMIOTU

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

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

EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1	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.
EK2	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.
EK3	Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia.
EK4	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.

EK5	Student zna teorię czystego ścinania. Potrafi wykonywać analizy wytrzymałościowe prętów i wałów skręcanych o przekrojach okrągłych i dowolnych.
EK6	Student zna podstawowe hipotezy wytrzymałościowe i rozumie pojęcie wyężenia materiału. Potrafi wyznaczać przemieszczenia konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.
EK7	Student zna istoty wyboczenia konstrukcji i potrafi obliczać siły krytyczne.
EK8	Student zna metodyką obliczeń wytrzymałościowych płyt i powłok dla prostych przypadków obciążenia.
EK9	Student stosuje twierdzenia o energii sprężystej ciała odkształcalnego.
EK10	Student praktycznie stosuje metody energetyczne do numerycznej analizy wytrzymałościowej elementów maszyn.
EK11	Student praktycznie wykonuje pomiar odkształceń podstawowymi metodami pomiarów.
EK12	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.
EK13	Student przestrzega zasad obowiązujących na wykładach. Dyskutuje o możliwościach modyfikacji zasad w celu podniesienia efektywności odbywania wykładów przez innych studentów.
EK14	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
W1	Podstawy wytrzymałości materiałów, definicja obciążenia i naprężenia, naprężenie dopuszczalne, jednostki miary, metody badania: a) obciążenia rozciągające, b) obciążenia ściskające, c) obciążenia zginające, d) obciążenia skręcające, e) obciążenia ścinające, f) obciążenia zmęczeniowe.	1
W2	Pojęcie naprężenia normalnego i stycznego w przekroju poprzecznym wału.	1
W3	Konstrukcje rozciągane i ściskane. Naprężenia dopuszczalne. Analiza konstrukcji prętowych i krat statycznie niewyznaczalnych. Obciążenia cieplne.	1
W4	Momenty bezwładności przekrojów.	1
W5	Siły wewnętrzne w belkach zginanych i ich wykresy. Analiza statyczna belek i ram zginanych obciążone w sposób ciągły i zmienny w czasie.	1
W6	Równanie różniczkowe osi ugiętej belki zginanej, zależności różniczkowe w belkach zginanych. Belki i rami statycznie niewyznaczalne i metody ich rozwiązywania.	1
W7	Teoria czystego ścinania. Teoria skręcania pręta o przekrojach okrągłych i dowolnych.	1
W8	Złożony stan naprężenia. Wyężenie materiału. Hipotezy wytrzymałościowe.	1
W9	Wyboczenie sprężyste i niesprężyste prętów. Siły krytyczne i postacie wyboczenia.	1
W10	Walcowe ugięcie płyty. Płyty kołowo symetryczne.	1
W11	Wyężenie rury grubościennej- zagadnienie Lamego.	1
W12	Zależności ogólne błonowej teorii powłok. Zbiornik kulisty, zbiornik walcowy, zbiornik stożkowy.	2
W13	Energia sprężysta ciała odkształconego. Układy liniowo sprężyste. Energia sprężysta układów Clapeyrona.	2
W14	Twierdzenie Castigliano, twierdzenie Menabrei. Zasada Bettiego, równania Maxwella-Mohra.	1
W15	Metoda sił. Równania kanoniczne. Sposób całkowania Wereszczagina.	2
W16	Elastoptyka, Tensometria, Metody numeryczne, metoda kruchych pokryć.	2
Razem		20
ĆWICZENIA		
Ć1	Wyznaczanie naprężeń i przemieszczeń w prętach ściskanych i rozciąganych. Wyznaczanie naprężeń dopuszczalnych w konstrukcjach prętowych.	1
Ć2	Wyważanie statyczne i dynamiczne wirników sztywnych.	1

Ć3	Pomiar metodą tensometrii elektrooporowej naprężeń tnących i momentu skręcającego w wale napędowym.	2
Ć4	Wyznaczanie momentów bezwładności przekrojów.	1
Ć5	Wykonywanie wykresów sił tnących i momentów gnących w belkach zginanych.	1
Ć6	Wyznaczanie osi ugiętej belki zginanej.	1
Ć7	Obliczanie belek obciążonych w sposób ciągły.	1
Ć8	Obliczanie belek statycznie niewyznaczalnych metodą Clebsha i przy użyciu tabel wytrzymałościowych.	1
Ć9	Obliczanie wytrzymałości wałów skręcanych.	2
Ć10	Wyznaczanie naprężeń w złożonym stanie obciążenia. Ściskanie ze zginaniem. Rdzeń przekroju, Skręcanie ze zginaniem.	2
Ć11	Wyznaczanie sił krytycznych w prętach ściskanych (wyboczenie).	2
Ć12	Obliczanie naprężeń i przemieszczeń w płytach walcowych. Obliczanie naprężeń i przemieszczeń w płytach kołowo symetrycznych.	1
Ć13	Wyznaczanie naprężeń w rurze grubościennej.	1
Ć14	Wyznaczanie naprężeń w poszyciu zbiorników kołowo symetrycznych.	1
Ć15	Obliczanie energii sprężystej w układach Clapeyrona.	1
Ć16	Wyznaczenie przemieszczeń i naprężeń w belkach i ramach z wykorzystaniem metod energetycznych.	1

Razem 20

ZAJĘCIA LABORATORYJNE

L1	Okręślanie odkształceń metodą eleatooptyczną.	1
L2	Pomiary odkształceń metodą tensometryczną.	1
L3	MES w programach CAE.	2

Razem 4

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1	Notebook z projektorem
2	Tablica i kolorowe pisaki
3	Kalkulatory naukowe

SPOSOBY OCENY

FORMUJĄCA

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

PODSUMOWUJĄCA

P1	Kolokwium nr 1	EK1-EK5
P2	Kolokwium nr 2	EK6-EK10
P3	Egzamin pisemny	EK1-EK11

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności			
	semestr	III	IV	razem
Godziny kontaktowe z nauczycielem		16	16	32
Przygotowanie się do wykładów i ćwiczeń		20	20	40
Samodzielne opracowanie zagadnień		10	10	20
Rozwiązywanie zadań domowych		15	15	30
SUMA GODZIN W SEMESTRZE		61	61	122
PUNKTY ECTS W SEMESTRZE		3	4	7

LITERATURA

PODSTAWOWA

- 1 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 Niezgodziński M., Niezgodziński 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 naprężnia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalch. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążonia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.</i>			
	Student rozwiązując układy sił, wyznacza przemieszczenia i naprężnia w konstrukcjach prętowych, statycznie wyznaczalch. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego. Słabo orientuje się w metodyce rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia i naprężnia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalch. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężnia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalch. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążonia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.	Student potrafi wyznaczać przemieszczenia, odkształcenia i naprężnia w konstrukcjach prętowych, statycznie niewyznaczalch. Wykorzystuje zależności różniczkowe w rozwiązywaniu zadań. Zna pojęcia naprężenia dopuszczalnego i obciążonia cieplnego. Zna metodykę rozwiązywania konstrukcji prętowych statycznie niewyznaczalnych, obciążonych mechanicznie i cieplnie.
EK3	<i>Student rozumie teorię stanu naprężenia i odkształcenia.</i>			
	Student myli pojecia 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>			
EK4	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>			
EK5	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>			
EK6	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>			
EK7	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>			
EK8	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>			
EK9	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>			
EK10	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>			
EK11	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>			
EK12	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>			
EK13	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>			
EK14	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