



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	Z-IB-502
	studia niestacjonarne:	Z-IBN-502
Nazwa przedmiotu	Wytrzymałość materiałów	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Strength of materials	
Obowiązuje od roku akademickiego	2022/2023	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA	
Poziom kształcenia	I stopień	
Profil studiów	Praktyczny	
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne	
Zakres	Wszystkie zakresy	
Jednostka prowadząca przedmiot	Uczelnia	Politechnika Świętokrzyska
	Jednostka	Katedra Inżynierii Produkcji
Koordynator przedmiotu	dr hab. inż. Dariusz Bojczuk, prof. PŚk	
Zatwierdził	dr hab. inż. Dariusz Bojczuk, prof. PŚk	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot kierunkowy	
Status przedmiotu	Obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr V
	studia niestacjonarne	Semestr V
Wymagania wstępne	Mechanika	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE	
Liczba punktów ECTS	4	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	30	15	15		
	studia niestacjonarne:	18	9	9		

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Student ma elementarną wiedzę nt. podstawowych wielkości opisujących zachowanie ciał odkształcalnych takich jak naprężenie, przemieszczenie, odkształcenie oraz rozumie znaczenie ich uniwersalności	IB1P_W01
	W02	Student ma wiedzę nt. prostych przypadków wytrzymałościowych dla konstrukcji prętowych takich jak rozciąganie, ścinanie, zginanie, skręcanie; zna wybrane metody obliczeniowe w tym zakresie	IB1P_W01 IB1P_W11
	W03	Student zna wybrane zagadnienia bezpieczeństwa materiałów i konstrukcji takie jak hipotezy wytrzymałościowe, wybrane twierdzenia i metody energetyczne, elementy teorii płyt cienkich, podstawy analizy stateczności konstrukcji oraz zjawisko zmęczenia materiałów; ma wiedzę dotyczącą wybranych metod obliczeniowych w tym zakresie	IB1P_W01 IB1P_W11
Umiejętności	U01	Student potrafi wykonywać nieskomplikowane analizy dla prostych przypadków wytrzymałościowych takich jak rozciąganie, ścinanie, zginanie, skręcanie	IB1P_U06 IB1P_U12
	U02	Student potrafi wykonywać proste analizy dotyczące wyznaczania przemieszczeń w konstrukcjach prętowych, obliczania naprężeń zredukowanych oraz wyznaczania obciążeń krytycznych	IB1P_U06 IB1P_U12
	U03	Student posiada umiejętność oceniania przydatności analiz wytrzymałościowych w rozwiązywaniu prostych zagadnień inżynierskich z zakresu inżynierii biomedycznej	IB1P_U20
Kompetencje społeczne	K01	Student rozumie potrzebę stałego uzupełniania wiedzy z obszaru wytrzymałości materiałów	IB1P_K01
	K02	Student potrafi przedstawić i uzasadnić swoje stanowisko oraz sposób myślenia, używając rzeczowych argumentów w dyskusji.	IB1P_K06

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<p>Podstawy wytrzymałości materiałów, zadania, założenia i uproszczenia przedmiotu. Modele materiałów, klasyfikacja modeli konstrukcji.</p> <p>Wektor naprężenia i stan naprężenia w punkcie. Analiza płaskiego stanu naprężenia – transformacja, wyznaczanie kierunków głównych i naprężeń głównych, koło Mohra. Wektor przemieszczenia. Stan odkształcenia w punkcie – wydłużenia względne, odkształcenia postaciowe, związki geometryczne.</p> <p>Elementarne związki fizyczne, wykres rozciągania stali miękkiej i wysokowęglowej. Prawo Hooke’a dla jednoosiowego stanu naprężenia. Uogólnione prawo Hooke’a. Geometria przekroju poprzecznego pręta – środki ciężkości, moment bezwładności przekroju poprzecznego względem osi i bieguny, dewiacyjny moment bezwładności. Główne centralne osie bezwładności przekroju poprzecznego.</p> <p>Siły wewnętrzne w pręcie, klasyfikacja przypadków wytrzymałościowych. Rozciąganie – analiza przemieszczeń, odkształceń i naprężeń, warunek wytrzymałościowy. Przypadki rozciągania statycznie niewyznaczalnego, naprężenia wywołane błędami montażowymi, naprężenia termiczne.</p> <p>Ścinanie, czyste ścinanie, ścinanie technologiczne.</p> <p>Skręcanie prętów o przekroju kołowym, analiza odkształceń i naprężeń, naprężenia maksymalne i kąt skręcenia wału, warunek wytrzymałościowy.</p> <p>Zginanie, wykresy sił tnących i momentów gnących, opis odkształceń belki poddanej zginaniu, analiza naprężeń w belce, warunek wytrzymałościowy. Naprężenia styczne przy zginaniu. Linia ugięcia belek, równanie różniczkowe linii ugięcia.</p> <p>Energia odkształcenia – energia odkształcenia objętościowego i postaciowego. Hipotezy wytrzymałościowe – hipoteza Hubera-Misesa-Hencky’ego, hipoteza największych naprężeń stycznych. Praktyczne wykorzystanie hipotez wytrzymałościowych do analizy złożonych przypadków wytrzymałości pręta.</p> <p>Wyboczenie pręta – wzór Eulera, smukłość i smukłość graniczna, wyboczenie w zakresie sprężysto-plastycznym.</p> <p>Energia odkształcenia konstrukcji prętowych, zasada wzajemności prac Bettiego, wyznaczanie przemieszczeń w ustrojach prętowych metodą Maxwella-Mohra.</p> <p>Elementy teorii płyt cienkich: założenia i podstawowe zależności.</p> <p>Śpiętrzenie naprężeń. Zmęczenie materiałów.</p>
ćwiczenia	<p>Analiza płaskiego stanu naprężenia – wyznaczanie kierunków głównych i naprężeń głównych, transformacja stanu naprężenia.</p> <p>Wyznaczanie środków ciężkości, momentów bezwładności względem osi i bieguny oraz dewiacyjnych momentów bezwładności przekroju poprzecznego pręta. Wyznaczanie głównych centralnych osi bezwładności i głównych centralnych momentów bezwładności.</p> <p>Obliczanie naprężeń, odkształceń i przemieszczeń w prętach poddanych rozciąganiu (ściskaniu), warunek wytrzymałościowy. Przypadki rozciągania statycznie niewyznaczalnego.</p> <p>Skręcanie prętów o przekroju kołowym, naprężenia maksymalne i kąt skręcenia wału, warunek wytrzymałościowy.</p> <p>Wykresy sił tnących i momentów gnących w belkach, wyznaczanie naprężeń, warunek wytrzymałościowy, wyznaczanie linii ugięcia.</p> <p>Analiza wybranych przypadków wytrzymałości złożonej.</p>

laboratorium	<p>Wprowadzenie do sytemu ABAQUS/CAE. Wyznaczenie naprężeń w kratownicy płaskiej (budowa modelu z elementami kratowymi, dyskretyzacja, rozwiązanie, analiza wyników). Prawo Hooke'a dla jednoosiowego stanu naprężeń.</p> <p>Wyznaczenie naprężeń przekrojowych w elementach belkowych (budowa modelu z elementami belkowymi, wykresy momentów gnących i sił tnących). Weryfikacja zasady zeszywnienia poprzez analizę zadania nieliniowego geometrycznie.</p> <p>Analiza statyczna tarczy z otworem, wyznaczenie przemieszczeń, rozkładów odkształceń i naprężeń (dwuwymiarowe zagadnienie liniowej teorii sprężystości, elementy tarczowe trój- i czterowęzłowe). Hipoteza wytrzymałościowa Hubera-Misesa-Hencky'ego dla płaskiego stanu naprężeń. Ilustracja zasad de Saint-Venanta i Bernoulliego.</p> <p>Wprowadzenie modelu materiału sprężysto-plastycznego do analizy naprężeń w tarczy (analiza przyrostowa). Parametry modelu sprężysto-plastycznego: granica plastyczności, odkształcenie plastyczne.</p> <p>Obciążenie krytyczne i postacie wyboczenia płaskich elementów ramowych. Weryfikacja numeryczna wzoru Eulera na siłę krytyczną.</p>
--------------	--

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
W03			X			
U01			X			
U02			X			
U03			X			
K01						X
K02			X			

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z zaliczenia końcowego
ćwiczenia	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium w trakcie zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednostka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	30	15	15			18	9	9			H
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2	2	2			2	2	2			h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	66					42					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,6					1,7					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	34					58					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,4					2,3					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	50					50					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2,0					2,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100					100					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	4										ECTS

LITERATURA

1. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T. (2009), *Wytrzymałość materiałów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa (lub inne wydanie).
2. Gierulski W., Miksa M., Radowicz A. (1996), *Mechanika techniczna*. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Skrypt 291, Kielce.
3. Jakubowicz A., Orłowski Z. (1984), *Wytrzymałość materiałów*, WNT, Warszawa (lub inne wydania).
4. Piechnik S. (1980), *Wytrzymałość materiałów dla wydziałów budowlanych*, PWN, Warszawa.
5. Niezgodziński M. E., Niezgodziński T. (2012), *Zadania z wytrzymałości materiałów*, WNT, Warszawa.
6. Barchan A., Wójcik S. (1994), *Mechanika techniczna. Zbiór zadań z rozwiązaniami*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Skrypt 247, Kielce.
7. Banasiak M., Grossman K., Trombski M. (1998), *Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów*, PWN, Warszawa.
8. Abaqus/CAE User's Manual