

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

Specjalności: Technologie informacyjne w systemach produkcyjnych, Automatyzacja systemów wytwarzania, Automatyka systemów konwersji energii, Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Wytrzymałość materiałów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Strength of the materials
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIS B23 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	3.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
3	7	7	7	0	21	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie studentów z podstawowymi wielkościami opisującymi ciała odkształcalne i poziomami analizy wytrzymałościowej.

Cel 2 Zapoznanie studentów z podstawowymi parametrami definiującymi materiał sprężysty.

- Cel 3** Zapoznanie studentów z podstawami projektowania konstrukcji z punktu widzenia elementów odkształcalnych.
- Cel 4** Zapoznanie studentów ze sposobami projektowania konstrukcji dla podstawowych czterech przypadków wytrzymałościowych.
- Cel 5** Zapoznanie studentów z projektowaniem konstrukcji statycznie niewyznaczalnych.
- Cel 6** Zapoznanie studentów z projektowaniem konstrukcji w złożonym stanie naprężenia.
- Cel 7** Zapoznanie studentów z projektowaniem konstrukcji z użyciem narzędzi komputerowych (metoda elementów skończonych).

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość podstaw mechaniki klasycznej.
- 2 Podstawowa wiedza z rachunku różniczkowego i całkowego.
- 3 Znajomość algebry wektorów i macierzy.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK1 Wiedza** Student rozróżnia poszczególne szczeble projektowania konstrukcji (bryła, przekrój, punkt). Charakteryzuje podstawowe pojęcia i twierdzenia (zasada zeszytnienia, continuum materialne, zasada Saint-Venanta).
- EK2 Wiedza** Student zna i rozróżnia cztery podstawowe przypadki wytrzymałościowe. Definiuje obciążenia wewnętrzne w każdym przypadku.
- EK3 Wiedza** Student rozróżnia jednoosiowy i złożony stan naprężenia. Rozpoznaje różnice w podejściu do projektowania w obu przypadkach.
- EK4 Wiedza** Student opisuje algorytm metody elementów skończonych. Definiuje pojęcia elementu skończonego, stopni swobody, funkcji kształtu, zbieżności. Przedstawia procedurę adaptacji w metodzie elementów skończonych.
- EK5 Umiejętności** Student wyznacza charakterystyki geometryczne dowolnego przekroju płaskiego.
- EK6 Umiejętności** Student określa rozkład obciążeń wewnętrznych dla każdego elementarnego przypadku wytrzymałościowego.
- EK7 Umiejętności** Student potrafi zaprojektować konstrukcję prętową w jednoosiowym oraz w złożonym stanie naprężenia, zarówno statycznie wyznaczalną, jak i statycznie niewyznaczalną.
- EK8 Umiejętności** Student wykorzystuje narzędzia komputerowe metody elementów skończonych do projektowania konstrukcji prętowych.
- EK9 Umiejętności** Student wyznacza eksperymentalnie podstawowe charakterystyki materiałowe dla zakresu sprężystego (moduł Younga, moduł Kirchhoffa, liczbę Poissona).
- EK10 Kompetencje społeczne** Student współpracuje w zespole oraz organizuje jego pracę a także wykonuje sprawozdania i raporty z pracy zespołu.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Charakterystyki geometryczne figur płaskich.	2
C2	Określanie rozkładu sił wewnętrznych w układach prętowych. Pręty rozciągane, skręcane i zginane.	3
C3	Analiza stanu naprężenia. Warunek bezpieczeństwa. Jednowymiarowe przypadki.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Wprowadzenie. Przepisy BHP.	1
L2	Statyczna próba rozciągania.	2
L3	Zginanie prętów.	2
L4	Skręcanie prętów o przekroju kołowym.	2

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Wyznaczanie sił wewnętrznych w układach prętowych.	4
P2	Projektowanie konstrukcji ramowych statycznie wyznaczalnych w jednoosiowym stanie naprężenia na przykładzie ramienia robota.	4
P3	Konstrukcje ramowe statycznie niewyznaczalne w jednoosiowym stanie naprężenia na przykładzie ramienia robota. Metoda sił. Metoda przemieszczeń.	4
P4	Konstrukcja ramowa poddana jednocześnie obciążeniom zginanym i rozciągany lub ściskanym. Złożony stan naprężenia.	4
P5	Podstawy analizy MES na przykładzie konstrukcji ramowej. Model geometryczny. Siatka elementów skończonych. Analiza stanu naprężenia i przemieszczenia.	3
P6	Zaawansowana analiza układu prętowego przestrzennego z zastosowaniem wielorakich przekrojów poprzecznych i/lub różnych materiałów pod działaniem złożonego stanu obciążenia.	2

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Podstawowe pojęcia z wytrzymałości materiałów. Poziomy analizy wytrzymałościowej. Pojęcie sił wewnętrznych. Podstawowe przypadki wytrzymałościowe.	2
W2	Pojęcie przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia. Prawo Hooke'a. Złożony stan naprężenia. Hipotezy wytrzymałościowe.	3
W3	Podstawowe pojęcia analizy numerycznej MES. Pojęcie elementu skończonego, stopnie swobody, funkcje kształtu na przykładzie elementu belkowego. Algorytm metody.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 Ćwiczenia laboratoryjne

N4 Ćwiczenia projektowe

N5 Praca w grupach

N6 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	42
Konsultacje przedmiotowe	2
Egzaminy i zaliczenia w sesji	2
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	5
Opracowanie wyników	3
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	21
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	75
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	3.00

9 SPOSOBY OCENY

Wymagania do zaliczenia przedmiotu: - pozytywna ocena z zaliczenia ćwiczeń (C); - pozytywna ocena z każdego z ćwiczeń laboratoryjnych (L); - pozytywna ocena z części projektowej (P); - pozytywna ocena z testu sprawdzającego wiedzę z wykładu (W). Ocena końcowa z przedmiotu (K) jest średnią ważoną ocen zaliczeniowych z poszczególnych form zajęć według wzoru: $K = 0,2*W + 0,15*C + 0,15*L + 0,5*P$

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium z ćwiczeń

F2 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F3 Projekt zespołowy

F4 Test

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu uczenia się.

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Wykonanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych

B2 Wykonanie zadań projektowych

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student objaśnia poszczególne szczeble projektowania konstrukcji. Objaśnia czym jest zasada zeszytnienia i zasada Saint-Venanta. Definiuje pojęcie continuum materialnego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student opisuje cztery podstawowe przypadki wytrzymałościowe. Określa obciążenia wewnętrzne w każdym z przypadków oraz warunki jakie dany przypadek musi spełniać.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student wskazuje różnice pomiędzy jednoosiowym i złożonym stanem naprężenia. Zna wielkości opisujące stan naprężenia, odkształcenia i przemieszczenia w obu przypadkach i wskazuje różnice w podejściu do projektowania konstrukcji.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student objaśnia algorytm metody elementów skończonych. Student wskazuje kolejne etapy rozwiązania zadania za pomocą wskazane powyżej metody komputerowej. Rozumie różnice pomiędzy podejściem analitycznym a podejściem numerycznym. Student definiuje funkcję kształtu, stopnie swobody, wskazuje na tej podstawie typ elementu skończonego. Rozumie pojęcie adaptacji i jego zastosowanie w poprawie dokładności rozwiązania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wyznacza pole przekroju, momenty statyczne, środek ciężkości oraz główne, centralne momenty bezwładności dla dowolnego przekroju płaskiego o jednej osi symetrii.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student określa rozkład obciążeń wewnętrznych za pomocą wykresów dla dowolnego prostego przypadku wytrzymałościowego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student stosuje zasady związane z prawidłowym projektowaniem konstrukcji, zarówno statycznie wyznaczalnych, jak i statycznie niewyznaczalnych, z wykorzystaniem warunku wytrzymałościowego lub sztywnościowego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi przeprowadzić analizę komputerową z wykorzystaniem metody elementów skończonych dla układu prętowego. Potrafi krytycznie zinterpretować uzyskane wyniki.
EFEKT KSZTAŁCENIA 9	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia warunków wymaganych na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student uzyskał 60% punktów wymaganych na ocenę 5,0.

NA OCENĘ 3.5	Student uzyskał 70% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.0	Student uzyskał 80% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 4.5	Student uzyskał 90% punktów wymaganych na ocenę 5,0.
NA OCENĘ 5.0	Student wyznacza na podstawie pomiarów laboratoryjnych moduł Younga, moduł Kirchhoffa i liczbę Poissona dla materiału izotropowego sprężystego.
EFEKT KSZTAŁCENIA 10	
NA OCENĘ 2.0	Student ma problemy z wykonaniem zadań, nawet pomimo udzielonego wsparcia. Nie przestrzega terminów oddania, pomimo ciągłego przypominania o zbliżającym się terminie.
NA OCENĘ 3.0	Student ma problemy z wykonaniem zadań według ogólnych wskazówek, potrzebuje ciągłej pomocy w planowaniu. Wymaga ciągłego przypominania i terminach i monitorowania efektów jego pracy.
NA OCENĘ 3.5	Student wykonuje zadania według ogólnych wskazówek, ale potrzebuje pomocy w planowaniu. Wymaga okresowego przypominania i terminach i monitorowania efektów jego pracy.
NA OCENĘ 4.0	Student wykonuje zadania według ogólnych wskazówek, ale potrzebuje pomocy w planowaniu. Wymaga ciągłego przypominania i terminach i monitorowania efektów jego pracy.
NA OCENĘ 4.5	Student wykonuje zadania według ogólnych wskazówek, ale potrzebuje częściowej pomocy w planowaniu. Potrzebuje czasami przypomnienia o terminie realizacji zadania.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi samodzielnie zaplanować zadania, wyznaczyć priorytety i efektywnie zarządzać czasem i pracą w zespole. Samodzielnie poszukuje rozwiązań, aktywnie uczestniczy w realizacji zadań.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	AiR-1-W02 AiR-1-W06	Cel 1	W1	N1	F4 P1
EK2	AiR-1-W02 AiR-1-W06	Cel 1	C2 P1 W1	N1 N2 N3 N4 N5 N6	F1 F3 F4 P1

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK3	AiR-1-W02 AiR-1-W05	Cel 6	P4 W2	N1 N4 N5 N6	F3 F4 P1
EK4	AiR-1-W02 AiR-1-W04	Cel 3 Cel 5 Cel 6 Cel 7	P5 W3	N4 N5 N6	F3 P1
EK5	AiR-1-U5	Cel 3 Cel 4	C1	N2	F1
EK6	AiR-1-U1 AiR-1-U3 AiR-1-U5	Cel 3 Cel 4 Cel 5	C2 P1 P2	N2 N4 N5 N6	F1 F3 P1
EK7	AiR-1-U1 AiR-1-U3 AiR-1-U5	Cel 4 Cel 5 Cel 6	C3 P2 P3 P4	N2 N4 N5 N6	F1 F3 P1
EK8	AiR-1-U1 AiR-1-U4	Cel 7	P5 P6	N4 N5 N6	F3 P1
EK9	AiR-1-U2 AiR-1-U4 AiR-1-U5	Cel 2	L1 L2 L3 L4	N3	F2 P1
EK10	AiR-1-S1 AiR-1-S3 AiR-1-S5	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5 Cel 6 Cel 7	L1 L2 L3 L4 P1 P2 P3 P4 P5 P6	N5 N6	F3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Cegielski E. — *Wytrzymałość materiałów. Teoria, przykłady, zadania*, Kraków, 2002, Wydawnictwo PK
- [2] | Dyląg Z., Jakubowicz A., Orłoś Z. — *Wytrzymałość materiałów*, Warszawa, 2009, WNT
- [3] | Brzoska Z. — *Wytrzymałość materiałów*, Warszawa, 1983, PWN
- [4] | Niezgodziński M.E., Niezgodziński T. — *Wytrzymałość Materiałów*, Warszawa, 2004, PWN

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Rżysko J. — *Statyka i Wytrzymałość Materiałów*, Warszawa, 1977, PWN
- [2] | Iwulski Z. — *Wyznaczanie sił tnących i momentów zginających w belkach*, Kraków, 2001, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Szymon Hernik (kontakt: szymon.hernik@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)