



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie komputerowe konstrukcji cienkościennych [S1MiBM1>MKKC]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Mechanika i budowa maszyn

Rok/Semestr

3/6

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

15

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

3,00

### Koordynatorzy

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowa wiedza z zakresu matematyki i innych obszarów kształcenia w zakresie kierunku studiów. Uporządkowana wiedza z wytrzymałości materiałów. Umiejętność rozwiązywania zadań ze statyki. Umiejętność rozwiązywania zadań z matematyki: algebry, analizy matematycznej, geometrii. Umiejętność wyszukiwania niezbędnych informacji w literaturze, bazach danych, w internecie i we wskazanych źródłach. Umiejętność samodzielnej nauki i samokształcenia. Posługiwanie się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań inżynierskich.

### Cel przedmiotu

Przekazanie podstawowej wiedzy dotyczącej wyznaczania naprężeń i odkształceń w konstrukcjach cienkościennych takich jak belki i powłoki. Przedstawienie w zwięzłej i zrozumiałej formie podstaw stateczności, niezbędnych w projektowaniu bezpiecznych i niezawodnych konstrukcji. Omówienie podstawowych modeli i metod obliczeniowych, zwrócenie uwagi na znaczenie formułowania warunków stateczności. Zapoznanie z metodą elementów skończonych w zakresie modelowania i analizy konstrukcji cienkościennych. Wskazanie na możliwości rozwiązywania problemów stateczności różnymi metodami. Zwrócenie uwagi na zagrożenia dla bezpiecznej eksploatacji maszyn wynikające z utraty stateczności ich części lub ich zespołów. Uświadomienie złożoności problemów, z wyróżnieniem różnych postaci utraty stateczności.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza:

1. Znajomość i rozumienie zjawiska utraty stateczności układów, w tym konstrukcji.
2. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie określania charakterystyk geometrycznych przekrojów otwartych belek cienkościennych, w tym współrzędnych wycinkowych, środka sił poprzecznych i wycinkowych momentów bezwładności.
3. Zna i rozumie metody wyznaczania naprężeń normalnych i stycznych w przekrojach otwartych belek cienkościennych.
4. Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie określania wewnętrznych sił i momentów oraz naprężeń w powłokach cienkich.
5. Rozumienie podstawowych modeli i metod obliczeniowych niezbędnych w badaniu stateczności konstrukcji.
6. Świadomość znaczenia stateczności w projektowaniu bezpiecznych i niezawodnych konstrukcji.
7. Znajomość podstawowych pojęć dotyczących stateczności konstrukcji.
8. Zrozumienie znaczenia teorii i doświadczeń - eksperymentów w badaniu stateczności konstrukcji.
9. Znajomość aktualnych zagadnień w badaniach światowych.

#### Umiejętności:

1. Formułowanie i rozwiązywanie prostych zagadnień stateczności konstrukcji pod obciążeniami statycznymi.
2. Formułowanie warunków stateczności dla prostych konstrukcji.
3. Wyznaczanie obciążeń krytycznych dla wybranych konstrukcji.
4. Identyfikacja problemu technicznego- wskazanie problemu stateczności.
5. Umie zdefiniować i scharakteryzować konstrukcję cienkościenną.
6. Potrafi przeprowadzić podstawowe obliczenia wytrzymałościowe prostych konstrukcji cienkościennych metodą analityczną.
7. Potrafi przygotować model MES konstrukcji cienkościennej i przeprowadzić badania wytrzymałościowe.

#### Kompetencje społeczne:

1. Zrozumienie konieczność samokształcenia związanego z rozwojem techniki.
2. Świadomość znaczenia działalności inżynierskiej.
3. Umiejętność podejmowania odpowiednich decyzji i dokonywania właściwych do znaczenia problemu decyzji.
4. Zrozumienie znaczenia pracy zespołowej.
5. Rozumie znaczenie systemów komputerowych w projektowaniu i analizie konstrukcji cienkościennych.

#### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Zaliczenie wykładu: pisemne na ostatnich zajęciach w semestrze:

ocena 3.0 50.1%-60%

ocena 3.5 60.1%-70%

ocena 4.0 70.1%-80%

ocena 4.5 80.1%-90%

ocena 5.0 90.1%-100%

Zaliczenie laboratorium: bieżąca weryfikacja wyników kształcenia oraz kolokwium końcowe na ostatnich zajęciach w semestrze:

ocena 3.0 50.1%-60%

ocena 3.5 60.1%-70%

ocena 4.0 70.1%-80%

ocena 4.5 80.1%-90%

ocena 5.0 90.1%-100%

Ocena aktywności na wykładach i zaangażowania na ćwiczeniach uwzględniona w ocenach końcowych.

#### Treści programowe

1. Wprowadzenie  
- omówienie podstawowych właściwości konstrukcji cienkościennych

- przedstawienie przykładów konstrukcji cienkościennych
- przedstawienie podstawowych pojęć stateczności konstrukcji jako mechaniki ciał odkształcalnych
- przedstawienie metod obliczeniowych
- 2. Pręty cienkościennie
  - właściwości geometryczne przekrojów otwartych, współrzędne wycinkowe, wycinkowy moment bezwładności, siły wewnętrzne, bimoment
  - równanie kąta skręcenia pręta cienkościennego
  - naprężenia styczne i normalne przy skręcaniu nieswobodnym
- 3. Pręty i układy prętowe
  - stateczność prętów ściskanych lub układów prętowych
  - utrata stateczności sztywnego słupa podpartego prętem,
  - wyboczenie ściskanych belek o różnych sposobach podparcia brzegów, wyboczenie belek wieloprzęsłowych, wyboczenie belek na podłożu sprężystym,
  - wyboczenie ramy płaskiej
- 4. Stateczność płyt
  - stateczność płyt prostokątnych
  - stateczność płyt kołowych
- 5. Cienkościennie powłoki obrotowe
  - opis geometryczny cienkościennych powłok obrotowych
  - omówienie stanu błonowego
  - wyznaczanie naprężeń w powłokach obrotowych
  - stateczność powłok walcowych
- 6. Zastosowanie metody elementów skończonych w analizie konstrukcji cienkościennych
  - zasady modelowania belek i powłok cienkościennych - dobór elementu skończonego i warunków brzegowych
  - analiza typowych przypadków obciążenia

## Metody dydaktyczne

### Wykład:

- wykład z prezentacją multimedialną zawierającą rysunki i zdjęcia wspierające treści prezentowane na tablicy
- zastosowanie przedstawianych podstaw teoretycznych do rozwiązywania prostych przykładów z praktyki inżynierskiej
- podczas wykładu inicjowana jest dyskusja ze studentami

### Laboratorium

- modelowanie i rozwiązywanie problemów inżynierskich z wykorzystaniem systemu komputerowego działającego w oparciu o metodę elementów skończonych

## Literatura

### Podstawowa

1. Magnucki K., Stawecki W., Lewiński J. Modelowanie analityczne i numeryczne podstawowych części konstrukcji pojazdów szynowych, Instytut Pojazdów Szynowych TABOR, Poznań 2021.
2. Magnucki K., Szyca W. Wytrzymałość materiałów w zadaniach. Pręty, płyty i powłoki obrotowe. Wyd. naukowe PWN, Warszawa, 2000.
3. Magnucki K., Stawecki W. Stateczność wybranych części konstrukcji, Instytut Pojazdów Szynowych TABOR, Poznań 2016.
4. Weiss S., Giżejowski M. Stateczność konstrukcji metalowych. Arkady, Warszawa, 1991.
5. Życzkowski M. Stateczność prętów i ustrojów prętowych, s.242-380. M. Życzkowski (red.) Mechanika techniczna. Wytrzymałość elementów konstrukcyjnych. T.IX, PWN, Warszawa, 1988.

### Uzupełniająca

1. Bałant Z.P., Cedolin L. Stability of structures. Oxford University Press, New York, Oxford, 1991.
2. Doyle J.F. Nonlinear analysis of thin-walled structures. Springer Verlag, New York, 2001.
3. Demidowicz B.P. Matematyczna teoria stabilności. Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972.
4. Murray N.W. Introduction to the Theory of Thin-Walled Structures, Clarendon Press, Oxford 1986.
5. Vlasov V.Z. Thin-Walled Elastic Beams, National Science Foundation, Washington, D.C. 1961

## Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	75	3,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	40	1,50
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu)	35	1,50