**Nazwa przedmiotu:**

Statyka budowli

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Szymon Imiełowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Kierunkowe i Specjalizacyjne

**Kod przedmiotu:**

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2015/2016

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

wykład - 15 godzin, ćwiczenia audytoryjne - 30 godzin, zapoznanie się ze wskazaną literaturą - 5 godzin, przygotowanie referatu/prezentacji - 8 godzin, przygotowanie do kolokwium - 5 godzin, przygotowanie do ćwiczeń audytoryjnych - 7 godzin, przygotowanie do zaliczenia wykładów i obecność na zaliczeniu - 5 godzin. Razem 75 godzin.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 15h |
| Ćwiczenia: | 30h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wiadomości z zakresu przedmiotów Matematyka (sem I i II), Fizyka (sem I i II), Wytrzymałość Materiałów i Mechanika Budowli (sem II i III).

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Celem zajęć jest poszerzenie i pogłębienie wiedzy studentów w zakresie statyki i stateczności konstrukcji budowlanych. Program obejmuje obliczenia odkształceń i przemieszczeń konstrukcji statycznie wyznaczalnych i statycznie niewyznaczalnych: belek i ram, belek na sprężystym podłożu; analizę stanu naprężenia zbiorników kulistych i walcowych oraz projektowanie słupów pryzmatycznych z uwzględnieniem warunków stateczności. W opisie proponuje się metody bezpośredniego całkowania równań różniczkowych równowagi, metodę analityczno-graficzną oraz metody energetyczne. Przedstawiony zakres materiału stanowi niezbędny wstęp do zrozumienia zagadnień projektowania budowli i urządzeń dla potrzeb inżynierii środowiska.

**Treści kształcenia:**

PROGRAM WYKŁADU:
1.Równanie różniczkowe linii ugięcia, metoda analityczna wyznaczania linii ugięcia belki. Przykłady wyznaczenia ugięcia: belki wspornikowej obciążonej siłą skupioną, obciążeniem ciągłym i belki swobodnie podpartej obciążonej siłą skupioną.
2.Metoda Clebscha - uproszczony sposób wyznaczania stałych całkowania metody analitycznej. Założenia i ograniczenia metody.
3.Metoda analityczno-wykreślna wyznaczania linii ugięcia, podstawy teoretyczne metody, belki zastępcze. Przykład.
4.Metody energetyczne - układy liniowo-sprężyste Clapeyrona, energia sprężysta, twierdzenie Castigliano, zasada Bettiego, twierdzenie Menabrei. Określenie energii sprężystej w prostych przypadkach obciążenia: rozciągania/ściskania, czystego zginania, ścinania, skręcanie. Pojęcie uogólnionej siły i uogólnonego przemieszczenia.
5.Obliczanie ugięć i kątów obrotu przekrojów metodą Maxwella-Mohra, sposób Wereszczagina obliczania całek w metodzie Maxwella-Mohra. Przykłady wyznaczania ugięć belek metod MM. Wprowadzenie do metody sił, przykłady rozwiązania statycznie niewyznaczalnych belek i ram tróprzegubowych.
6.Stateczność pręta ściskanego. Wyboczenie sprężyste, wzór Eulera. Siła krytyczna, smukłość pręta, długość wyboczeniowa, naprężenie krytyczne. Granice stosowalności wzoru Eulera, smukłości granicznej. Wyboczenie niesprężyste, wzory Tetmajera-Jasińskiego i Johnsona-Ostenfelda, przykłady obliczania nośności i projektowania prętów ściskanych.
7.Wybrane zagadnienia teorii powłok. Teoria błonowa cienkościennych powłok osiowo-symetrycznych, wzór Laplace'a. Stan naprężenia i odkształcenia w powłoce kulistej, w walczaku i w zbiorniku stożkowym.
8.Def. płaskiego stanu napprężenia (PSN) i płaskiego stanu odkształcenia (PSO). Obliczanie naczyń grubościennych. Zagadnienie Lamego, określanie stanu naprężenia i odkształcenia w rurze grubościennej. Wytężenie materiału rury grubościennej, metoda redukcji spadku naprężeń rury grubościennej.
9.Równanie różniczkowe belki 4-go rzędu. interpretacja fizyczna kolejnych pochodnych równania linii ugięcia belki. Belki na podłożu sprężystym, ogólne równanie linii ugięcia belki na podłożu sprężystym, równanie linii ugięcia belki nieskończenie długiej spoczywającej na podłożu sprężystym, warunki brzegowe dla belek spoczywających na podłożu sprężystym.
PROGRAM ĆWICZEŃ AUDYTORYJNYCH:
1.Przypomnienie i uzupełnienie materiału - sporządzanie wykresów sił przekrojowych belek, wyznaczanie momentów bezwładności przekrojów, wykresy sił przekrojowych belek pod obciążeniem symetrycznym i antysymetrycznym.
2.Obliczanie ugięć i kątów obrotu przekrojów belek metodą analityczną - bezpośrednie całkowanie równania różniczkowego belki oraz rozwiązanie metodą Clebscha.
3.Metoda analityczno-wykreślna wyznaczania linii ugięcia belek. Dobór belki zastępczej, obliczanie ugięć i kątów obrotu przekrojów wybranych belek
4.Obliczanie ugięć i kątów obrotu przekrojów belek metodą Maxwella-Mohra. Sposób Wereszczagina obliczania całek w metodzie Maxwella-Mohra.
5.Obliczanie przemieszczeń i kątów obrotu przekrojów ram statycznie wyznaczalnych metodą Maxwella-Mohra. Rozwiązywanie ram jednokrotnie statycznie niewyznaczalnych metodą sił.
6.Ćwiczenia z wykorzystaniem koła Mohra momentów bezwładności - wyznaczanie kierunków głównych i momentów względem osi nachylonych pod dowolnym kątem.
7.Stateczność. Określanie nośności i wymiarownie prętów ściskanych w zakresie wyboczenia sprężystego i niesprężystego.
8.Obliczenia wytrzymałościowe i wymiarowanie zbiorników cienkościennych osiowo-symetrycznych kulistych i walcowych obciążonych ciśnieniowo i parciem cieczy
9.Wykresy sił przekrojowych statycznie wyznaczalnych łuków kołowych i parabolicznych.
10.2 kolokwia
Elementem ćwiczeń audytoryjnych jest praca domowa- sporządzenie wykresów sił przekrojowych i wyznaczenie linii ugięcia belki i ramy. Wyniki obliczeń są weryfikowane wynikami programów komputerowych. Praca samodzielna studentów jest konsultowana przez prowadzących.

**Metody oceny:**

Ocena końcowa przedmiotu jest średnią arytmetyczną z dwóch ocen: ćwiczeń audytoryjnych i kolokwium zaliczającego wykład.
Ocena końcowa ćwiczeń audytoryjnych jest średnią arytmetyczną z trzech ocen: dwóch kolokwiów i obrony pracy domowej.
Ocena końcowa wykładu jest ocena kolokwium zaliczającego.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Podręczniki:
[1] Kowalewski L.Z. Podstawy wytrzymałości materiałów Oficyna Wydawnicza PW
[2] Niezgodziński M.E. , Niezgodziński T., Wytrzymałość materiałów, PWN 2009
[3] Rżysko J., Statyka i wytrzymałość materiałów PWN
[4] A.Jakubowicz, Z.Orłoś, Wytrzymałość materiałów, WNT, Warszawa 1984
[5] Gawędzki A., Podstawy mechaniki konstrukcji prętowych, Wyd. Pol. Poznańskiej,1985
[6] Timoshenko S.P., Gere J.M., Teoria stateczności sprężystej, Arkady 1963
Zbiory zadań:
[7] Grabowski J., Iwanczewska A., Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów OWPW
[8] Banasik M., Grossman K., Trombski M. Zbiór zadań z wytrzymałości materiałów PWN
[9] Rajfert T.,Rżysko J., Zbiór zadań ze statyki i wytrzymałości materiałów, PWN 1974
[10] Szcześniak W., Zbiór Zadań z Mechaniki Ogólnej – Statyka, OWPW

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

Zachętą do indywidualnej aktywności ma być łatwy bezpośredni kontakt prowadzącego ze studentami, proponowane samodzielnie rozwiązywane zadania i praca domowa. Materiały dydaktyczne umieszczane są na dostępnej dla uczestników kursu stronie Moodle. Wymienione działania zwiększają zainteresowanie studentów przedmiotem i motywują do pracy.

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W01:**

Po zakończeniu kursu student analizuje przebieg wykresów sił przekrojowych belek i ram uwzględniając warunki brzegowe i działające obciążenie; na podstawie wykresu sił przekrojowych określa warunki równowagi sił przekrojowych działających na dowolny element konstrukcji wycięty z ramy; wykorzystuje oprogramowanie komputerowe do sporządzania wykresów sił przekrojowych belek, ram, wykresów naprężeń w wybranych przekrojach oraz wyznaczania momentów bezwładności przekrojów.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium na ćwiczeniach audytoryjnych, kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W12

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W04, T1A\_W07

**Efekt W02:**

Oblicza współrzędne linii ugięcia belek jednoprzęsłowych i wieloprzęsłowych poddanych dowolnemu obciążeniu, metodami Clebscha, metodą analityczno-wykreślną i metodą prac wirtualnych. Rozwiązuje statycznie niewyznaczalne belki i ramy wykorzystując metodę sił.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium na ćwiczeniach audytoryjnych, kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt W03:**

Wykonuje obliczenia słupów ściskanych: określa nośność istniejących konstrukcji oraz projektuje przekrój słupa ściskanego w zakresie wyboczenia sprężystego oraz sprężysto-plastycznego.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium na ćwiczeniach audytoryjnych, kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:**

**Powiązane efekty obszarowe:**

**Efekt W04:**

Wyznacza nośność istniejących cienkościennych zbiorników kulistych i walcowych, oblicza grubość ścianek i projektuje wymiary zewnętrzne zbiorników obciążonych ciśnieniem wewnętrznym lub parciem cieczy.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwium na ćwiczeniach audytoryjnych, kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W04, T1A\_W06

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U01:**

Po zakończonym kursie student posiada znacznie rozszerzony zakres umiejętności niezbędnych do projektowania konstrukcji inżynierskich: potrafi określić maksymalne wartości ugięć belek, oszacować wartość siły krytycznej, określić stan naprężenia w płaszczu zbiornika kulistego lub walcowego. Pogłębia się jego zrozumienie warunków pracy konstrukcji. Nabyte umiejętności są niezbędne do obliczania warunków prawidłowo zaprojektowanej konstrukcji inżynierskiej.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwia na ćwiczeniach audytoryjnych, i kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U13, IS\_U15

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U02, T1A\_U03, T1A\_U05, T1A\_U09, T1A\_U14, T1A\_U01, T1A\_U03, T1A\_U04, T1A\_U05

**Efekt U02:**

Student nabiera wprawy w posługiwaniu się ogólnie dostępnym inżynierskim oprogramowaniem komputerowym oraz posiada podstawowy zakres wiedzy potrzebny do analizowania otrzymanych wyników.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwia na ćwiczeniach audytoryjnych, i kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U03, T1A\_U07, T1A\_U08, T1A\_U09

**Efekt U03:**

Nabyte umiejętności mogą być wykorzystane przy pisaniu pracy dyplomowej, są niezbędne do zrozumienia treści przedmiotów realizowanych na studiach magisterskich, takich jak mechanika budowli, projektowanie konstrukcji budowlanych, hydraulika.

Weryfikacja:

Praca domowa, kolokwia na ćwiczeniach audytoryjnych, i kolokwium zaliczające wykład.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U10, T1A\_U11

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K01:**

Wiedza zdobyta podczas kursu daje studentowi wyobrażenie o tematyce i stopniu trudności części przedmiotów realizowanych na specjalnościach Inżynierii Wodnej, wpływa w ten sposób na jego decyzję o wyborze tematu inżynierskiej pracy dyplomowej oraz o wyborze przyszłej specjalizacji.

Weryfikacja:

Promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach, prezentacje indywidualne i zespołowe, praca domowa, kolokwia.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K02, IS\_K04

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, T1A\_K04

**Efekt K02:**

Student rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.

Weryfikacja:

Promowanie indywidualnej aktywności na zajęciach, prezentacje indywidualne i zespołowe, praca domowa, kolokwium.

**Powiązane efekty kierunkowe:** IS\_K03, IS\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K03, T1A\_K07