**Nazwa przedmiotu:**

Złożone konstrukcje metalowe

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. / Maciej Banach / adiunkt

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla specjalności (KB)

**Kod przedmiotu:**

BS2A\_16

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Wykład 30h; Ćwiczenia 30h;
Przygotowanie do zaliczenia 12,5h;
Przygotowanie do egzaminu 15h;
Razem 87,5h = 3,5 ECTS

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

Wykład 30h; Ćwiczenia 30h; Razem 60h = 2,4 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0

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

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

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

Wykłady: min. 15; Ćwiczenia 15-30

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest rozszerzenie wiadomości z zakresu specjalnych konstrukcji stalowych oraz z obliczeniami statycznymi i wymiarowaniem nieskomplikowanych, przestrzennych konstrukcji stalowych. W wykonaniu ćwiczenia projektowego wykorzystane zostaną komputerowe techniki obliczeniowe.

**Treści kształcenia:**

W1 - Konstrukcje wsporcze urządzeń technologicznych. Estakady pod rurociągi.
W2. Silosy i zasobniki. Silosy na materiały sypkie - obciążenia, zasady obliczeń.
W3. Silosy na kiszonki. Rozwiązania konstrukcyjne. Metody montażu silosów. Zasobniki.
W4. Konstrukcje cienkościenne. Materiały i wyroby. Przykłady zastosowań. Założenia do obliczeń przy różnych stanach naprężeń.
W5. Łączniki lekkiej obudowy. Rodzaje łączników, zagadnienia technologii połączeń, zasady wymiarowania.
W6. Konstrukcje cięgnowe. Kryteria podziałów. Materiały, rodzaje cięgien, właściwości lin. Straty sił sprężających.
W7. Połączenia i zakotwienia cięgien. Obciążenia konstrukcji cięgnowych. Statyka pojedynczego cięgna.
W8. Rozszerzenie wiadomości z zakresu stalowych prętów wielogałęziowych. Pręty o gałęziach równoległych i zbieżnych.
W9. Ugięcia, skręcanie, wyboczenie prętów wielogałęziowych - równoległych i zbieżnych.
W10. Konstrukcje łukowe. Łuki z wieszakami i ściągiem. Siły krytyczne i wyboczenie łuków.
W11. Bezpieczeństwo pożarowe konstrukcji stalowych. Kryteria ognioodporności. Wymagania odporności pożarowej budynków. Metody projektowania konstrukcji stalowych na warunki pożarowe. Zabezpieczenia ognioochronne. W12. Szybkości nagrzewania elementów stalowych niezabezpieczonych i z zabezpieczeniami ognioochronnymi. Temperatura krytyczna elementu stalowego. Właściwości stali w podwyższonej temperaturze. W13. Obliczeniowe nośności elementów stalowych. Wykorzystanie nomogramów rozkładów temperatur w stalowych elementach do doborów izolacji ognioochronnych. W.14 Konstrukcje zespolone stalowo - betonowe. Łączniki stosowane do zespolenia stali konstrukcyjnej z betonem. Nośność poprzecznych przekrojów belek. Obliczeniowa nośność plastyczna na zginanie przekroju częściowo zespolonego. W15. Zwichrzenie zespolonych belek. Obliczanie ugięć dźwigarów zespolonych. Zespolone słupy i zespolone elementy ściskane. Płyty zespolone na poszyciu ze stalowych blach profilowanych.

C1. Rodzaje świetlików dachowych. Rozwiązania materiałowo – konstrukcyjne. Wpływ stosowania świetlni dachowych na wielkości obciążeń klimatycznych działających na ustroje nośne hal przemysłowych. Obliczenia statyczno – wytrzymałościowe świetlików dachowych i ich połączeń z elementami konstrukcyjnymi dachów hal.
C2. Belki podsuwnicowe. Kształtowanie torów jezdnych suwnic. Oddziaływania suwnic na belki torów jezdnych. Grupy oddziaływań i współczynniki dynamiczne. Oddziaływania pionowe i poziome suwnic pomostowych. Współczynniki kombinacji obciążeń.
C3. Obliczenia belek podsuwnicowych metodą dokładną i uproszczoną. Sprawdzenie stanów granicznych belki oraz zmęczenia tego elementu.
C4. Obudowa ścienna i dachowa hal przemysłowych.
C5. Konstrukcja wsporcza obudowy hali. Pełnościenne płatwie i rygle ścienne. Współdziałanie elementów przekrycia z obudową. Schematy statyczne i obciążenia. Sprawdzenie elementów konstrukcji wsporczej w fazie montażu i eksploatacji. Styki montażowe elementów.
C6. Główny układ poprzeczny hali. Kształtowanie przekroju poprzecznego hali z pełnościennym ryglem dachowym. Obliczenia statyczne. Kombinacje obciążeń. C7. Interpretacja komputerowych wyników obliczeń statycznych. Wymiarowanie elementów składowych układu poprzecznego. Długości wyboczeniowe elementów ramy. C8. Konstruowanie węzłów i styków montażowych ram. Projektowanie węzłów spawanych i śrubowych. Sprawdzenie stanu granicznego użytkowalności.
C9. Słupy hal. Rozwiązania konstrukcyjne trzonów słupów hal przemysłowych. Długości wyboczeniowe słupów w układach ramowych. Obliczenia wytrzymałościowe i sprawdzenie przemieszczeń poziomych.
C10. Węzły ram. Połączenie rygla dachowego ze słupami. Konstruowanie i obliczenia wytrzymałościowe węzłów. C11. Rozwiązania konstrukcyjne podstaw słupów ściskanych i zginanych. Rodzaje zakotwień. Obliczenia wytrzymałościowe podstaw słupów i zakotwień.
C12. Stężenia prętowe hal. Rodzaje stężeń i ich kształtowanie. Wpływ zastosowania stężeń na wymiarowanie elementów hal. C13. Obliczenia wytrzymałościowe stężeń dachowych i ściennych według zaleceń Eurokodu 3. C14. Obliczenia wytrzymałościowe stężeń dachowych i ściennych według dokładniejszych metod prezentowanych w literaturze technicznej. C15. Dokumentacja techniczna konstrukcji stalowych.

**Metody oceny:**

1. Obecność na ćwiczeniach jest obowiązkowa. Dopuszczalne jest opuszczenie co najwyżej dwóch zajęć, które należy usprawiedliwić indywidualnie. W przypadku zwolnienia lekarskiego, liczba nieobecności na ćwiczeniach nie powinna przekroczyć 50% zajęć. Obecność na wykładach jest zalecana.
2. Efekty kształcenia przypisane do przedmiotu będą weryfikowane na dwóch kolokwiach, które odbędą się w czasie trwania ćwiczeń z przedmiotu, zapowiedzianych kartkówkach w czasie wykładów oraz egzaminu, w czasie sesji egzaminacyjnej.
3. Zaliczenie przedmiotu uzyskuje student, który zdobył co najmniej 50% punktów z dwóch kolokwiów, które odbywają się w czasie szóstego i dwunastego tygodnia zajęć w semestrze na ćwiczeniach. Za każde z kolokwiów student może uzyskać maksymalnie 20 punktów. W sumie, za kolokwia, student maksymalnie otrzymuje 40 punktów. W czasie wykładów, zostaną przeprowadzone zapowiedziane kartkówki z zagadnień teoretycznych. Za kartkówki student może uzyskać 20pkt. Do egzaminu ma prawo przystąpić każdy student. Egzamin, przeprowadzany jest w trakcie terminów podanych w harmonogramie sesji. Zadania na egzaminie dotyczą wskazanych przez wykładowcę umiejętności oraz treści teoretycznych z wykładu i z ćwiczeń, które nie zostały zweryfikowane na kolokwiach. W sumie z punktami z kartkówek, za egzamin student może uzyskać 60 punktów. Kryterium oceny z egzaminu: (0 - 50%] liczby punktów – ocena 2,0; (50 - 60%] – ocena 3,0; (60 - 70%] – ocena 3,5; (70 - 80%] – ocena 4,0; (80 - 90%] – ocena 4,5; (90 - 100%] – ocena 5,0. Do oceny końcowej punkty uzyskane z egzaminu są sumowane z punktami z zaliczenia. Ocena końcowa jest ustalona zgodnie z następującymi zasadami: (50-60]-ocena 3, ; (60-70]-ocena 3,5; (70-80]-ocena 4; (80-90]- ocena 4,5; (90-100] – ocena 5,0. Osoby, które uzyskały 20 i więcej punktów z dwóch kolokwiów do czternastego tygodnia zajęć, mogą przystąpić do terminu zerowego egzaminu, który odbywa się w czasie ostatniego tygodnia zajęć w semestrze.
4. Liczba punktów uzyskana z kolokwium lub kartkówki przekazywana jest do wiadomości studentów niezwłocznie po sprawdzeniu prac i dokonaniu ich oceny (forma przekazywania ocen do ustalenia ze studentami w trakcie zajęć). Ocena z egzaminu i ocena końcowa z przedmiotu przekazywana jest do wiadomości studentów w formie uzgodnionej ze studentami.
5. Prowadzący ćwiczenia może przeprowadzić poprawę kolokwium, z którego maksymalnie student może uzyskać 15 pkt., w dodatkowym terminie, ustalonym ze studentami. Każdy student ma prawo do uczestnictwa w poprawie. Osoby, które nie uzyskały zaliczenia na podstawie odbytych kolokwiów, mogą się o nie starać, w ostatnim tygodniu zajęć w semestrze, przystępując do kolokwium poprawkowego. To kolokwium obejmuje zakres wszystkich treści weryfikowanych na kolokwiach odbytych w semestrze i maksymalnie student może uzyskać 40 punktów za poprawne rozwiązania i odpowiedzi. Punkty uzyskane wcześniej nie sumują się z punktami uzyskanymi na ostatniej pracy kontrolnej. Kryteria zaliczenia jak wyżej.

6. Student, który uzyskał zaliczenie przedmiotu i niezadawalający wynik z egzaminu powtarza zajęcia wykładowe z przedmiotu. Student, który uzyskał zadawalający wynik z egzaminu i niezadawalający wynik z zaliczenia powtarza zajęcia ćwiczeniowe z przedmiotu. Student, który nie uzyskał zaliczenia z przedmiotu i niezadawalający wynik z egzaminu powtarza całość przedmiotu.
7. W czasie kolokwium i egzaminu można korzystać z kalkulatora, lecz nie w telefonie komórkowym. Telefony w czasie trwania pracy pisemnej należy wyłączyć. Zabronione jest również korzystanie z urządzeń elektronicznych. Materiały, z których mogą korzystać studenci w czasie prac kontrolnych, ustala prowadzący zajęcia.
8. Jeżeli podczas weryfikacji osiągnięcia efektów uczenia się zostanie stwierdzona niesamodzielność pracy studenta lub korzystanie przez niego z materiałów lub urządzeń innych niż dozwolone w regulaminie przedmiotu, student uzyskuje ocenę niedostateczną i traci prawo do zaliczenia przedmiotu w jego bieżącej realizacji.
9. Rejestrowanie dźwięku i obrazu przez studentów w trakcie zajęć, bez zgody prowadzącego, jest zabronione.
10. Prowadzący zajęcia umożliwia studentowi wgląd do jego ocenionych prac pisemnych do końca danego roku akademickiego w terminach konsultacji.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1.J. Bródka, M. Broniewicz, M. Giżejowski: Kształtowniki gięte,
2. Z. Kurzawa: Stalowe konstrukcje prętowe cz. I, II, III,
3. J. Bródka, M. Broniewicz: Konstrukcje stalowe z rur,
4. praca zbiorowa: Budownictwo Ogólne, tom 5,
5. praca zbiorowa: Projektowanie i obliczanie połączeń i węzłów konstrukcji stalowych, tom 1 i 2
6. K. Rykaluk: Konstrukcje metalowe cz. II,
7. praca zbiorowa pod redakcją A. Kozłowskiego: Konstrukcje stalowe. Przykłady obliczeń według PN-EN 1993-1 cz. II i cz. III

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

Program studiów dostosowany do potrzeb społeczno-gospodarczych w ramach zadania 8 projektu NERW PW

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W06\_01:**

Ma podstawową wiedzę o trwałości obiektów budowlanych, o trwałości materiałów i konstrukcji budowlanych, umie zidentyfikować różnice w okresach trwałości elementów i obiektów budowlanych, dobrać typ konstrukcji do wymaganych warunków trwałości i zidentyfikować różnice w okresach trwałości elementów i obiektów budowlanych.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów i ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_W06\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG

**Charakterystyka W12\_01:**

Zna typowe technologie inżynierskie w zakresie produkcji materiałów i wyrobów budowlanych, wykonawstwa obiektów i konstrukcji budowlanych i inżynierskich.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów i ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_W12\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P7S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01\_01:**

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych źródeł, integrować je, dokonywać ich interpretacji oraz wyciągać wnioski i formułować opinie.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów i ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_U01\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U

**Charakterystyka U01\_02:**

 Potrafi korzystać z forów internetowych i tematycznych grup dyskusyjnych umożliwiających pozyskanie potrzebnych informacji.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_U01\_02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01\_01:**

Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych. Rozumie potrzebę poznawania nowych osiągnięć techniki budowlanej, nowych materiałów i technologii budowlanych.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów i ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_K01\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK

**Charakterystyka K01\_02:**

Rozumie potrzebę zdobycia uprawnień budowlanych umożliwiających samodzielną działalność inżynierską.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładów i ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2A\_K01\_02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK