



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Konstrukcje Metalowe I

### Przedmiot

Kierunek studiów

Budownictwo

Studia w zakresie (specjalność)

Budownictwo Zrównoważone

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/ 5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

język angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratoria

0

Inne (np. online)

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

15

### Liczba punktów

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Katarzyna Rzeszut

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

email: katarzyna.rzeszut@put.poznan.pl

tel. 061 665 2097

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

ul. Piotrowo 5 60-965 Poznań

### Wymagania wstępne

WIEDZA: student ma podstawową wiedzę ogólną z zakresu fizyki, matematyki, wytrzymałości materiałów i mechaniki budowli oraz metod komputerowych.

UMIEJĘTNOŚCI: student potrafi pozyskiwać informacje ze wskazanych źródeł np. norm. Posiada umiejętność przygotowania prostej dokumentacji projektowej i przekształcania wyrażeń algebraicznych i arytmetycznych.

KOMPETENCJE SPOŁECZNE: student ma świadomość konieczności poszerzania swoich kompetencji zawodowych i odpowiedzialności związanej z pracą projektową. Ma umiejętność współdziałania w grupie i pełnienia w niej różnych ról.



## Cel przedmiotu

Cel przedmiotu: Zapoznanie studentów ze specyfiką materiałów wykorzystywanych w konstrukcjach metalowych. Przedstawienie studentom technologii procesu produkcji stali konstrukcyjnych, asortymentu materiałów i wyrobów stosowanych w budownictwie stalowym oraz zagadnień ochrony antykorozyjnej i przeciwpożarowej. Nauczenie studentów projektowania konstrukcji metalowych w zakresie połączeń spawanych i śrubowych w osiowym i złożonym stanie naprężenia. Nauczenie studentów podstawowych metod projektowania elementów konstrukcji metalowych podanych rozciąganiu, ściskaniu, ścinaniu lub zginaniu.

## Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Wiedza:

Zna normy krajowe (PN) i europejskie (EN) oraz warunki techniczne realizacji obiektów budowlanych. Zna zasady konstruowania i wymiarowania elementów i połączeń metalowych obiektów budowlanych. Zna wybrane programy komputerowe (również wykorzystujące technologię BIM) wspomagające obliczanie i projektowanie konstrukcji.

Umiejętności

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie. Potrafi dokonać zestawu obciążeń działających na obiekty budowlane oraz wykonać analizę statyczną konstrukcji prętowych statycznie wyznaczalnych. Umie zaprojektować wybrane elementy i proste konstrukcje metalowe

Kompetencje społeczne

Jest odpowiedzialny za rzetelność uzyskanych wyników swoich prac i ich interpretację. Samodzielnie uzupełnia i poszerza wiedzę w zakresie nowoczesnych technik projektowania konstrukcji. Posiada umiejętność krytycznej oceny wyników własnej pracy.

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Metoda podająca w tym kursowy wykład informacyjny, problemowy i konwersatoryjny. Metoda poszukująca w tym metoda przypadków

Ćwiczenia audytoryjne: Metoda ćwiczeniowa Kolokwium zaliczeniowe z treści wykładów obejmujące pytania zamknięte i zadania otwarte. Kolokwium z treści ćwiczeń audytoryjnych w formie zadań do rozwiązania.

Ocena indywidualnych projektów w formie: oceny merytorycznej wykonanej dokumentacji projektowej, systematyczności pracy (wpisy w karcie konsultacyjnej i obecności na ćwiczeniach), obrony projektu (forma pisemna lub ustna).



## Treści programowe

### Wykład 1

Temat: Wprowadzenie do projektowania konstrukcji metalowych

Treść: Podstawowe pojęcia i definicje dotyczące projektowania konstrukcji metalowych wg Eurokodów i polskich norm. Niezawodność konstrukcji, klasy konstrukcyjne, stany graniczne, modele obliczeniowe, wpływ imperfekcji. Przykłady konstrukcji metalowych.

### Wykład 2

Temat: Technologia produkcji stali

Treść: Gatunki stali stosowane w budownictwie i ich własności mechaniczne w naturalnych i podwyższonych temperaturach. Technologia produkcji stali profilowanej i asortyment wyrobów walcowanych na gorąco, giętych na zimno oraz spawanych.

### Wykład 3

Temat: Obciążenia i oddziaływania w obiektach budowlanych

Treść: Ogólne informacje na temat obciążeń i oddziaływań na obiekty budowlane wg PN-EN 1991. Rodzaje obciążeń. Metody określania oddziaływań na konstrukcje, częściowe współczynniki bezpieczeństwa i współczynniki jednoczesności występowania obciążeń. Schematy i kombinacje obciążeń wg Eurokodów i polskich norm.

### Wykład 4

Temat: Wprowadzenie do projektowania połączeń spawanych

Treść: Wiadomości ogólne, zasady i założenia dotyczące kształtowania połączeń spawanych. Technologia wykonania spoin. Wady i zalety połączeń spawanych.

### Wykład 5

Temat: Zasady projektowania połączeń spawanych zakładkowych i doczołowych

Treść: Podstawy konstruowania i kształtowania połączeń na spoiny pachwinowe i czołowe. Mechanizmy zniszczenia połączeń spawanych zakładkowych i doczołowych przy rozciąganiu, ścinaniu i zginaniu. Wymiarowanie (SGN) połączeń spawanych na spoiny pachwinowe i czołowe wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Oznaczania spoin na rysunkach warsztatowych.

### Wykład 6

Temat: Wprowadzenie do projektowania połączeń śrubowych



Treść: Wiadomości ogólne, zasady i założenia dotyczące kształtowania połączeń śrubowych. Technologia wykonania połączeń śrubowych. Mechanizmy zniszczenia i klasyfikacja połączeń śrubowych. Wady i zalety połączeń śrubowych.

#### Wykład 7

Temat: Zasady projektowania połączeń śrubowych zakładkowych i doczołowych

Treść: Podstawy konstruowania i kształtowania połączeń śrubowych zakładkowych i doczołowych. Mechanizmy ich zniszczenia przy rozciąganiu, ścinaniu i zginaniu. Wymiarowanie (SGN, SGU) połączeń śrubowych zakładkowych wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Oznaczenia na rysunkach warsztatowych.

#### Wykład 8

Temat: Stalowe elementy rozciągane

Treść: Podstawowe informacje na temat metod projektowania i wymiarowania rozciąganych elementów konstrukcji metalowych. Reguły ogólne. Zasady i zalecenia konstrukcyjne. Przyjmowane modele obliczeniowe, schematy statyczne i przekroje prętów rozciąganych. Warunki nośności na rozciąganie wg Eurokodów (PN-EN 1993 cz. 1-1) i polskich norm (stany graniczne, modele obliczeniowe, osłabienie przekroju). Przykłady rozciąganych elementów konstrukcji metalowych.

#### Wykład 9

Temat: Stateczność ogólna

Treść: Założenia i podstawy teoretyczne. Koncepcja nośności krytycznej i momentu krytycznego. Wpływ początkowych imperfekcji geometrycznych na nośność krytyczną oraz na ścieżki równowagi pokrytycznej. Wyboczenie elementów ściskanych i zwichrzenie elementów zginanych. Smukłość względna przy wyboczeniu i zwichrzeniu, współczynnik wyboczeniowy i zwichrzeniowy, siła i moment krytyczny. Metody zabezpieczania konstrukcji stalowych przed ogólną utratą stateczności.

#### Wykład 10

Temat: Elementy ściskane

Treść: Podstawowe informacje na temat metod projektowania i wymiarowania elementów konstrukcji metalowych. Reguły ogólne. Zasady i zalecenia konstrukcyjne. Przyjmowane modele obliczeniowe, schematy statyczne i przekroje prętów ściskanych. Warunki nośności na ściskanie wg Eurokodów (PN-EN 1993 cz. 1-1) i polskich norm (stany graniczne, modele obliczeniowe, wpływ imperfekcji, utrata stateczności). Przykłady ściskanych elementów konstrukcji metalowych.

#### Wykład 11

Temat: Elementy zginane

Treść: Podstawowe informacje na temat metod projektowania i wymiarowania zginanych elementów konstrukcji metalowych. Reguły ogólne. Zasady i zalecenia konstrukcyjne. Przyjmowane modele



obliczeniowe, schematy statyczne (belki ciągłe, wolnopodparte) i przekroje prętów zginanych. Klasa przekroju zginanego. Warunki nośności na zginanie i ścinanie wg Eurokodów (PN-EN 1993 cz. 1-1) i polskich norm (stany graniczne, modele obliczeniowe, utrata stateczności). Przykłady zginanych elementów konstrukcji metalowych.

#### Wykład 12

Temat: Korozja konstrukcji metalowych

Treść: Omówienie rodzajów korozji metali ze szczególnym uwzględnieniem procesu korozji elektrochemicznej. Rodzaje zabezpieczeń antykorozyjnych: materiały, technologia wykonania. Zasady kształtowania konstrukcji metalowych podnoszące ich odporność korozyjną. Korozja stali o podwyższonej odporności na korozję, nierdzewnych i kwasoodpornych.

#### Wykład 13

Temat: Ochrona przeciwpożarowa konstrukcji metalowych

Treść: Modele pożaru i łańcuch zdarzeń w sytuacji pożaru. Oddziaływania termiczne, metody obliczeniowe (temperatura krytyczna, krzywe pożarowe, zaawansowane modele obliczeniowe), parametry materiałowe. Podstawy projektowania konstrukcji stalowych w warunkach pożaru wg Eurokodu (PN\_EN 1993 cz. 1-2). Czynne i bierne środki ochrony p.poż.

#### Wykład 14

Temat: Podsumowanie treści wykładowych.

Treść: Powtórka i podsumowanie materiału z wykładów 1 do 13.

#### Wykład 15

Temat: Kolokwium obejmujące treści wykładowe.

Treść: Kolokwium obejmujące treści wykładowe.

#### Ćwiczenia audytoryjne 1

Temat: Wprowadzenie do projektowania połączeń w konstrukcjach metalowych

Treść: Wiadomości ogólne, zasady i założenia dotyczące kształtowania połączeń w konstrukcjach metalowych. Wady i zalety połączeń. Mechanizmy zniszczenia połączeń spawanych przy rozciąganiu, ścinaniu i zginaniu. Wymiarowanie połączeń spawanych wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Oznaczenia spoin na rysunkach warsztatowych

#### Ćwiczenia audytoryjne 2

Temat: Przykłady projektowania połączeń spawanych zakładkowych



Treść: Przykłady połączeń spawanych zakładkowych rozciąganych, zginanych i ścinanych wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 3

Temat: Przykłady projektowania połączeń spawanych teowych na spoiny pachwinowe

Treść: Przykłady połączeń spawanych teowych na spoiny pachwinowe rozciąganych, zginanych i ścinanych wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 4

Temat: Przykłady projektowania połączeń spawanych na spoiny czołowe

Treść: Przykłady połączeń spawanych na spoiny czołowe rozciąganych, zginanych i ścinanych wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 5

Temat: Przykłady projektowania połączeń śrubowych zakładkowych

Treść: Wiadomości ogólne, zasady i założenia dotyczące kształtowania połączeń śrubowych. Mechanizmy zniszczenia i klasyfikacja połączeń śrubowych. Przykłady styku śrubowego zakładkowego rozciąganego i mimośrodowo rozciąganego wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 6

Temat: Przykłady projektowania połączeń śrubowych zakładkowych

Treść: Przykłady styku śrubowego zakładkowego zginanego i ścinanego wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 7

Temat: Przykłady projektowania połączeń śrubowych doczołowych

Treść: Przykłady styku śrubowego doczołowego rozciąganego wg PN-EN 1993 cz. 1-8.

Ćwiczenia audytoryjne 8

Temat: Kolokwium obejmujące treści ćwiczeń audytoryjnych.

Treść: Kolokwium obejmujące treści ćwiczeń audytoryjnych.

Projekt 1

Temat: Wprowadzenie – projekt połączeń w konstrukcjach metalowych

Treść: Wydanie tematów projektowych, omówienie zasad wykonania i zaliczenia projektów.



### Projekt 2

Temat: Projekt połączeń spawanych i śrubowych – styk uniwersalny

Treść: Ustalenie klasy przekroju i wyznaczenie nośności przekroju na zginanie i ścinanie. Wyznaczenie obciążeń przypadających na styk. Ustalenie wymiarów nakładek i przykładek. Przykład. Konsultacje.

### Projekt 3

Temat: Projekt połączeń spawanych i śrubowych– styk uniwersalny cd.

Treść: Wyznaczenie liczby i wymiarów łączników. Sprawdzenie nośności połączeń i sprawdzenie naprężenia w przekrojach osłabionych otworami wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Przykład. Konsultacje.

### Projekt 4

Temat: Projekt połączeń spawanych i śrubowych – styk rozciągany dla kształtownika teowego

Treść: Ustalenie klasy przekroju i wyznaczenie nośności przekroju na rozciąganie. Wyznaczenie obciążeń przypadających na styk. Ustalenie wymiarów nakładek i przykładek. Przykład. Konsultacje.

### Projekt 5

Temat: Projekt połączeń spawanych i śrubowych– styk rozciągany dla kształtownika teowego cd.

Treść: Wyznaczenie liczby i wymiarów łączników. Sprawdzenie nośności połączeń i sprawdzenie naprężenia w przekrojach osłabionych otworami wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Przykład. Konsultacje.

### Projekt 6

Temat: Projekt połączeń śrubowych doczołowych

Treść: Projekt styku śrubowego doczołowego rozciąganego wg PN-EN 1993 cz. 1-8. Przykład. Konsultacje.

### Projekt 7

Temat: Rysunki warsztatowe styków w konstrukcjach metalowych

Treść: Omówienie zasad wykonywania rysunków warsztatowych połączeń spawanych i śrubowych: styk uniwersalny i styk rozciągany.

### Projekt 8

Temat: Oddanie projektów

Treść: Końcowe sprawdzenie poprawności wykonania projektu, ustna obrona projektu.

### Metody dydaktyczne

Wykład:



- 1) Metoda podająca w tym kursowy wykład informacyjny, problemowy i konwersatoryjny
- 2) Metoda poszukująca w tym metoda przypadków

#### Ćwiczenia audytoryjne

- 1) Metoda ćwiczeniowa
- 2) Metoda poszukująca w tym metoda przypadków

#### Projekt:

- 1) Metoda ćwiczeniowa
- 2) Metoda projektu

#### Literatura

##### Podstawowa

- [1] Unified Design of Steel Structures, 1st Edition, Louis F. Geschwindner, John Wiley & Sons , 2008.
- [2] The Behaviour and Design of Steel Structures to EC3.S, Trahair, M.A. Bradford, D.A. Nethercot, L. Gardner, Balkema, 2007.
- [3] EN 1990 - Basis of structural design.
- [4] EN 1993-1-1 - Design of steel structures - Part 1-1.
- [5] EN 1993-1-8 - Design of steel structures - Part 1-8.
- [6] Bródka J., Kozłowski A. (2013), Projektowanie i obliczanie połączeń i węzłów konstrukcji stalowych, Polskie Wydawnictwo Techniczne, 739s.

##### Uzupełniająca

- [1] Design of a Steel Structures 2nd Edition, L. da Silva, R. Simones and H. Gervasio, Willey Ernst&Sohn 2016 Structural Design of Steelwork to EN 1993 and EN 1994, , Lawrence Martin, Elsevier, 2007.
- [2] Structural Stability of Steel: Concepts and Applications for Structural Engineers, Theodore V. Galambos, Andrea E. Surovek, John Wiley & Sons , 2008.
- [3] Rzeszut K., Garstecki A., Interaction of clearances and imperfections – Stability problems of bolted steel structures w: EUROSTEEL 2014, 7th European Conference on Steel and Composite Structures. September 10-12, 2014, Naples, Italy, 183-184.





**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	60	2,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwίων/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	40	2,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności