**Nazwa przedmiotu:**

FRP Composites for Civil Engineering Structures

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Marek Urbański, mgr inż. Kostiantyn Protchenko

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny dowolnego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Civil Engineering

**Grupa przedmiotów:**

Elective

**Kod przedmiotu:**

1080-BU000-ISA-0606

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykłady 20 godz., ćwiczenia 10 godz., studiowanie literatury 4 godz., konsultacje 1 godz., projekt 15 godz.

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

Razem 31 godz. = 1 ECTS: wykłady 20 godz., ćwiczenia 10 godz., konsultacje 1 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

Razem 25 godz. = 1 ECTS: ćwiczenia (laboratorium komputerowe) 10 godz., projekt 15 godz.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 20h |
| Ćwiczenia:  | 10h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagane jest zaliczenie podstawowego kursu konstrukcji betonowych, potrzebne podstawowe informacje o siłach przekrojowych w belkach, płytach, słupach, tarczach i powłokach.

**Limit liczby studentów:**

1 grupa 15 osobowa

**Cel przedmiotu:**

Zastosowanie zbrojenia kompozytowego w konstrukcjach betonowych. Student posiada wiedzę na temat elementów zbrojonych kompozytami FRP. Student potrafi zaprojektować belkę ze zbrojeniem FRP.

**Treści kształcenia:**

Wykład
Zasady projektowania elementów żelbetowych z udziałem zbrojenia kompozytowego. Właściwości składowych materiałów kompozytowych. Metody wytwarzania prętów FRP. Własności fizyko-mechaniczne zbrojenia FRP. Specyfika badań kompozytów FRP. Przyczepność prętów FRP do betonu Stany graniczne nośności i stany graniczne użytkowalności elementów betonowych zbrojonych FRP. Projektowanie belek betonowych ze zbrojeniem FRP.
Ćwiczenia projektowe
Przykład obliczeniowy betonowej belki ze zbrojeniem prętami FRP. Wykonanie wstępnego projektu belki zbrojonej prętami FRP.

**Metody oceny:**

Sprawdzian pisemny sprawdzający wiedzę teoretyczną przedstawioną na wykładach i ćwiczeniach projektowych. Zaliczenie ćwiczeń projektowych na podstawie wykonanego przez Studenta projektu zawierającego obliczenia i rysunki oraz obrony wykonanego projektu. Ocena końcowa jest średnią ważoną ocen z projektu (waga 0,6) i egzaminu (waga 0,4).

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1.ACI 440.1R-06. (2006). Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars. Farmington Hills, MI.: American Concrete Institute.

2. ACI440.3R-04. (2004). Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures. Farmington Hills, MI, USA: ACI.

3. Bank L. C. (2006). Composite for Construction, Structural design with FRP materials,. Hoboken, New Jersey: John Willey and Sons Ltd.

4. CSA S806-02. (2002). Design and Construction of Building Components with Fibre Reinforced Polymers. Mississauga: Canadian Standards Association.
5. FIB Bulletin 40. (2007). FRP Reinforcement in RC Structures. Ghent: fib TG 9.3.
6. Garbacz, A.; Urbański, M.; Łapko, A. (2016). BFRP bars as an alternative reinforcement of concrete structures - Compatibility and adhesion issues . Advanced Materials Research (1129), pp. 233-241.
7.Łapko, A. i Urbański, M. (2013, 03). Problemy badania betonowych elementów zginanych zbrojonych prętami bazaltowymi. Materiały Budowlane.
8.Łapko, A.; Urbański, M. (2015a). Experimental and theoretical analysis of concrete beams deflections reinforced with basalt rebar. Archives of Civil and Mechanical Engineering (15 ), strony 223 -230.
9. Łapko, A.; Urbański. M. (2015b). Zastosowanie cięgien BFRP do wzmacniania elementów nośnych techniką zewnętrznego sprężania. Konferencja Naukowo-Techniczna KS2015 Konstrukcje sprężone, Kraków 2015 (strony 57 -67). Kraków 2015: PK.
10.Urbanski, M., Lapko, A. i Garbacz, A. (2013, May). Investigation on concrete beams reinforced with basalt rebars as an effective alternative of conventional R/C structures. Procedia Engineering(57), strony 1183–1191.
11.Urbanski, M.; Łapko, A.; Suprynowicz, K. (2016). Analysis of the Crack Propagation Process in BFRP Beams with Digital Image Correlation Method. Solid State Phenomena (240), strony 55-60.
12.Urbański, M. . (2014). Badania wytrzymałościowe belek zbrojonych prętami bazaltowymi,. W J. Bzówka, Monografia: ”Wiedza i eksperymenty w budownictwie”, Praca zbiorowa pod redakcją Joanny Bzówki. (strony 379-386). Gliwice : Wydawnictwo Politechniki Śląskiej .
13.Urbański, M.; Łapko, A. (2014 a). Doświadczalna i teoretyczna analiza stanu ugięcia belek z betonu zbrojonego prętami BFRP. Acta Scientiarum Polonorum, Seria Architectura. 13 (3) , strony 17 -25. Warszawa: SGGW.
14. Urbański, M.; Łapko, A. (2014 b). Przyczynek do oceny stanu zarysowania belek z betonu zbrojonego prętami BFRP. Budownictwo i architektura. 13(3), strony 201-208. Lublin: PL.
15. Szmigiera, E.; Protchenko, K.; Urbański, M.; Garbacz, A. Mechanical Properties of Hybrid FRP Bars and Nano-Hybrid FRP Bars. Arch. of Civ. Eng., 2019, 65(1), pp. 97-110.
16.Protchenko, K., Szmigiera, E. D., Urbański, M., & Garbacz, A.. Development of Innovative HFRP Bars. MATEC Web of Conf., 2018, 196, pp.1–6.
17.Protchenko, K.; Dobosz, J.; Urbański, M.; Garbacz, A. Wpływ substytucji włókien bazaltowych przez włókna węglowe na właściwości mechaniczne prętów B/CFRP (HFRP). Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury, JCEEA, 2016, 63, 1/1, pp. 149–156.
18. Protchenko, K., Szmigiera, E.D., Urbański, M., and Garbacz, A.: Development of Innovative HFRP Bars, 2018, MATEC Web of Conferences 196, 1–6.
19. Urbanski, M. Compressive Strength of Modified FRP Hybrid Bars. Materials. 2020, 13(8), 1898, 17 pp.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W1:**

Zna zasady projektowania i analizy złożonych obiektów budownictwa ogólnego i przemysłowego ze zbrojeniem FRP.

Weryfikacja:

Ocena merytoryczna na podstawie napisanego artykułu i prezentacji.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_W04, K1\_W05, K1\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Umie zaprojektować złożone elementy i konstrukcje budowlane betonowe ze zbrojeniem FRP.

Weryfikacja:

Ocena ćwiczenia projektowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_U06, K1\_U07, K1\_U21, K1\_U15, K1\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o, P6U\_U

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

Rozumie znaczenie odpowiedzialności w działalności inżynierskiej, w tym rzetelności przedstawianych wyników swoich prac i ich interpretacji.

Weryfikacja:

Ocena merytoryczna na podstawie napisanego artykułu i prezentacji.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K1\_K01, K1\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KR, I.P6S\_KK