**Nazwa przedmiotu:**

Konstrukcje budowlane z materiałów FRP

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Marek Urbański

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Budownictwo

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty do wyboru

**Kod przedmiotu:**

1080-BU000-MZP-0565

**Semestr nominalny:**

4 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykład 16 godz.; ćwiczenia 8 godz.; praca z literaturą, przygotowanie do zaliczenia 26 godz.

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

Razem 24 godz. = 1 ECTS: wykład 16 godz., ćwiczenia 8 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

0 ECTS

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 16h |
| Ćwiczenia:  | 8h |
| 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 15-30 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:**

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Zna zagadnienia związane z konstrukcjami betonowymi ze zbrojeniem kompozytowym.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładu.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_W10, K2\_W16\_KBI, K2\_W21\_KBI

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07, T1A\_W03, T1A\_W06, T2A\_W04, T2A\_W05

**Efekt W2:**

Zna zagadnienia i normy niezbędne do zaprojektowania belki betonowej zbrojonej prętami FRP.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładu; wykonanie i obrona projektu belki betonowej zbrojonej prętami FRP.

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_W12\_KBI, K2\_W21\_KBI, K2\_W15\_KBI

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W03, T2A\_W05, T2A\_W07, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W03, T2A\_W04, T2A\_W05, T2A\_W06, T2A\_W07

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Potrafi korzystać z norm przedmiotowych.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładu, wykonanie i obrona projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U08, K2\_U11\_KBI, K2\_U13\_KBI, K2\_U14\_KBI

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U05, T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U15

**Efekt U2:**

Potrafi zaprojektować belkę betonową ze zbrojeniem kompozytowym.

Weryfikacja:

Zaliczenie wykładu, wykonanie i obrona projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_U11\_KBI, K2\_U13\_KBI, K2\_U14\_KBI

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U08, T2A\_U10, T2A\_U07, T2A\_U08, T2A\_U15

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K1:**

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

Weryfikacja:

Opracowanie projektu

**Powiązane efekty kierunkowe:** K2\_K01

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03, T2A\_K04