**Nazwa przedmiotu:**

Civil Engineering Structures with FRP Materials

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Marek Urbański

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Civil Engineering

**Grupa przedmiotów:**

Elective

**Kod przedmiotu:**

1080-BU000-MSA-0511

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

Razem 50 godz. = 2 ECTS: wykład 20 godz., ćwiczenia 10 godz., zapoznanie z literaturą 10 godz., przygotowanie do zaliczenia 10 godz.

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

Razem 30 godz. = 1 ECTS: wykład 15 godz., ćwiczenia 15 godz,

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

Razem 25 godz. = 1 ECTS: ćwiczenia 15 godz., przygotowanie do ćwiczeń oraz projektu do zaliczeń (w tym konsultacje) 10 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

.

**Limit liczby studentów:**

1 grupa do 30 osób

**Cel przedmiotu:**

.

**Treści kształcenia:**

Lecture
Principles of designing reinforced concrete elements with the use of composite reinforcement. Properties of composite materials. Methods of producing FRP bars. Physico-mechanical properties of FRP reinforcement. The specificity of testing FRP composites. Bond of FRP bars to concrete. Ultimate Limit States and Serviceability Limit States of FRP reinforced concrete elements. Design of concrete beams with FRP reinforcement.
Design exercises
Calculation example of a concrete beam with FRP reinforcement. Preliminary design of a beam reinforced with FRP bars.

**Metody oceny:**

Written test checking theoretical knowledge presented during lectures and design exercises. Completion of design exercises based on the design prepared by the Student, including calculations and drawings, and the defense of the design. The final grade is the weighted average of the marks from the project (weight 0.6) and the exam (weight 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 zagadnienia związane z konstrukcjami betonowymi ze zbrojeniem kompozytowym.

Weryfikacja:

Lecture test.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W07, K2\_W10, K2\_W12, K2\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG, I.P7S\_WK

**Charakterystyka W2:**

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

Weryfikacja:

Lecture test; execution and defense of the design of a concrete beam reinforced with FRP bars.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_W07, K2\_W12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_W, I.P7S\_WG.o, III.P7S\_WG, I.P7S\_WK

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U1:**

Potrafi korzystać z norm przedmiotowych.

Weryfikacja:

Test of the lecture, implementation and defense of the project.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U08, K2\_U09, K2\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UK

**Charakterystyka U2:**

Potrafi zaprojektować belkę betonową ze zbrojeniem kompozytowym

Weryfikacja:

Test of the lecture, implementation and defense of the project.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_U04, K2\_U06, K2\_U12, K2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_U, I.P7S\_UO, I.P7S\_UW.o, I.P7S\_UU, I.P7S\_UK

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K1:**

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

Weryfikacja:

Project development

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P7U\_K, I.P7S\_KR