

Nazwa w języku polskim: Diagnostyka korozyjna budowli i niekonwencjonalne metody napraw
Nazwa w jęz. angielskim: Corrosion diagnostics of buildings and unconventional repair methods

Dane dotyczące zajęć:
Information on course:

Jednostka oferująca: Wydział Budownictwa // prof. dr hab. inż. Mariusz Jaśniok
Course offered by: Faculty of Civil Engineering // prof. dr hab. inż. Mariusz Jaśniok

Język wykładowy:
polski
Language:
Polish
Strona WWW: Course homepage:
Skrócony opis:
Kurs stanowi interdyscyplinarne studium degradacji i ochrony budowli, łącząc inżynierię lądową z elementami chemii, elektrochemii oraz fizyki. Program szczegółowo omawia mechanizmy korozji konstrukcji betonowych, metalowych, murowych, drewnianych i szklanych, kładąc nacisk na identyfikację zagrożeń w agresywnym środowisku. Studenci poznają praktyczne zastosowanie pola elektrycznego w regeneracji betonu oraz nowoczesne metody diagnostyki i monitoringu stanu technicznego. Ważnym elementem jest integracja narzędzi informatycznych, w tym technologii BIM i Cyfrowego Bliźniaka, w zarządzaniu cyklem życia obiektu. Wykłady, wzbogacone licznymi przykładami z eksperckiej praktyki rzeczoznawcy budowlanego, oferują wiedzę atrakcyjną także dla pasjonatów inżynierii materiałowej, elektrotechniki czy ochrony środowiska, prezentując kompleksowe podejście do trwałości i naprawy współczesnych oraz historycznych konstrukcji.
Short description:
This course provides an interdisciplinary study of the degradation and protection of structures, combining civil engineering with elements of chemistry, electrochemistry, and physics. The curriculum details the corrosion mechanisms of concrete, metallic, masonry, timber, and glass structures, emphasizing the identification of hazards in aggressive environments. Students explore the practical application of electric fields in concrete remediation as well as modern methods of technical diagnostics and structural health monitoring. A significant component is the integration of IT tools, including BIM and Digital Twin technologies, in asset life cycle management. The lectures, enriched by numerous examples from professional building surveyor expertise, offer knowledge that is also compelling for enthusiasts of materials science, electrical engineering, or environmental protection, presenting a comprehensive approach to the durability and repair of both contemporary and historical structures.
Opis:
Treści programowe Wykład
<ol style="list-style-type: none">1. BUDOWLA JAKO SYSTEM: Kompendium wiedzy o budowlu jako złożonym systemie inżynierskim obejmujące analizę stanów granicznych oraz przegląd imponujących konstrukcji historycznych i współczesnych. Zasady modelowania konstrukcji z uwzględnieniem geometrii, materiału i obciążeń według Eurokodów oraz klasyfikacja obiektów budowlanych. Analiza oddziaływań środowiskowych wpływających na trwałość obiektu w kontekście hierarchii materiałowej i ewolucji inżynierii.2. HISTORIA MATERIAŁÓW BUDOWLANYCH: Ewolucja technologii materiałowych od starożytnych rozwiązań rzymskich po współczesne kompozyty i inżynierię drewna klejonego. Analiza wpływu kluczowych surowców na rozwój cywilizacji w kontekście epoki antropocenu oraz wyzwań gospodarki o obiegu zamkniętym. Transformacja szkła i stali w nowoczesne elementy konstrukcyjne oraz rola materiałów w zrównoważonym budownictwie.3. DEGRADACJA KOROZYJNA BUDOWLI: Charakterystyka fizykochemicznych i biologicznych mechanizmów niszczenia materiałów budowlanych ze szczególnym uwzględnieniem betonu i stali. Analiza procesów degradacji zbrojenia w tym karbonatyzacji i agresji chlorkowej oraz destrukcyjne działanie soli na mury. Specyfika korozji biologicznej drewna oraz mechanizmy uszkodzeń mechanicznych i termicznych szkła konstrukcyjnego.4. DIAGNOSTYKA KOROZYJNA – KLASYCZNA I ZAAWANSOWANA: Przegląd metod badawczych

stosowanych w ocenie stanu technicznego konstrukcji obejmujący inspekcje wizualne oraz techniki nieniszczące. Procedury diagnostyki elektrochemicznej żelbetu w tym mapowanie potencjałów, pomiary rezystywności i ocena szybkości korozji metodami polaryzacyjnymi (LPR, GP, EIS). Specyfika badań diagnostycznych dla konstrukcji stalowych, drewnianych i murowych z wykorzystaniem analizy laboratoryjnej i obrazowania.

5. **NAPRAWY NIEKONWENCJONALNE I ZABEZPIECZENIA BUDOWLI:** Strategie ochrony i naprawy konstrukcji oparte na normie PN-EN 1504 obejmujące powłoki ochronne i inhibitory korozji oraz systemy ochrony katodowej zbrojenia. Technologie regeneracji elektrochemicznej betonu takie jak ekstrakcja chlorków i realkalizacja oraz zastosowanie betonów polimerowych (PCC, PC, PIC). Nowoczesne metody naprawcze wykorzystujące inteligentny beton zdolny do samonaprawy oraz wzmocnienia kompozytowe FRP.
6. **BIM W DIAGNOSTYCE I NAPRAWACH KONSTRUKCJI BETONOWYCH:** Wykorzystanie metodyki Building Information Modeling i standardów OpenBIM do zarządzania informacją o obiekcie budowlanym. Zastosowanie koncepcji Cyfrowego Bliźniaka do monitorowania stanu technicznego i diagnostyki korozyjnej w czasie rzeczywistym. Optymalizacja strategii naprawczych i analizy kosztów cyklu życia (LCC) w oparciu o wielowymiarowe modele cyfrowe.

Wykład:

- **stacjonarne: 30 h**
- **niestacjonarne: 18 h**

Liczba punktów ECTS: 2

Description:

Lecture

1. **THE STRUCTURE AS A SYSTEM:** A compendium of knowledge on the building as a complex engineering system, including limit state analysis and an overview of impressive historical and contemporary structures. Principles of structural modeling considering geometry, material, and loads according to Eurocodes, as well as the classification of construction objects. Analysis of environmental impacts affecting structural durability within the context of material hierarchy and engineering evolution.
2. **THE HISTORY OF BUILDING MATERIALS:** The evolution of material technologies from ancient Roman solutions to contemporary composites and glulam engineering. Analysis of the impact of key raw materials on the development of civilization in the context of the Anthropocene epoch and circular economy challenges. The transformation of glass and steel into modern structural elements and the role of materials in sustainable construction.
3. **CORROSIVE DEGRADATION OF STRUCTURES:** Characterization of physicochemical and biological mechanisms of building material destruction, with particular emphasis on concrete and steel. Analysis of reinforcement degradation processes, including carbonation and chloride aggression, as well as the destructive action of salts on masonry. Specifics of biological corrosion of timber and mechanisms of mechanical and thermal damage to structural glass.
4. **CORROSION DIAGNOSTICS – CLASSICAL AND ADVANCED:** An overview of research methods used in the assessment of the technical condition of structures, including visual inspections and non-destructive techniques. Procedures for electrochemical diagnostics of reinforced concrete, including potential mapping, resistivity measurements, and corrosion rate assessment using polarization methods (LPR, GP, EIS). Specifics of diagnostic testing for steel, timber, and masonry structures using laboratory analysis and imaging.
5. **UNCONVENTIONAL REPAIRS AND PROTECTION OF STRUCTURES:** Protection and repair strategies for structures based on the PN-EN 1504 standard, including protective coatings and corrosion inhibitors, as well as cathodic protection systems for reinforcement. Electrochemical concrete remediation technologies such as chloride extraction and realkalization, and the application of polymer concretes (PCC, PC, PIC). Modern repair methods utilizing smart concrete capable of self-healing and FRP composite reinforcements.
6. **BIM IN THE DIAGNOSTICS AND REPAIR OF CONCRETE STRUCTURES:** Utilization of Building Information Modeling methodology and OpenBIM standards for information management of construction objects. Application of the Digital Twin concept for real-time technical condition monitoring and corrosion diagnostics. Optimization of repair strategies and Life Cycle Cost (LCC) analysis based on multidimensional digital models.

Lecture:

- **full-time studies: 30 h**
- **part-time studies: 18 h**

Number of ECTS credits: 2

Literatura:

- [1] Czarnecki L., Emmons P.H.: Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych. Polski Cement, Kraków 2002.
[2] Fagerlund G.: Trwałość konstrukcji betonowych, Arkady 1997.
[3] Jaśniok M.: Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w diagnostyce konstrukcji betonowych i stalowych, Monografia nr 930, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2022, s. 202.
[4] Jaśniok M.: Modelowanie układu stal–beton w pomiarach szybkości korozji zbrojenia metodą spektroskopii impedancyjnej, Monografia nr 470, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013, s. 230.
[5] Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P.: BIM w praktyce. Standardy, wdrożenie, case study. PWN 2017.
[6] Kosmal M., Kuśnierz A., Kozłowski M.: Szkło budowlane. PWN 2022.
[7] Masłowski E., Spiżewska D.: Wzmacnianie konstrukcji budowlanych. Arkady, Warszawa 2000.
[8] Osiecka E.: Materiały budowlane. Kamień, ceramika, szkło. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2010.
[9] Ściślewski Z.: Ochrona konstrukcji żelbetowych, Arkady 1999.
[10] Tajchman J., Jurecki A.: Historia Technik Budowlanych. Fundamenty, rusztowania, mury, więźby, sklepienia. PWN 2020.
[11] Ziółko J.: Utrzymanie i modernizacja konstrukcji stalowych. Arkady, Warszawa 1991.
[12] Zybura A.: Zabezpieczanie konstrukcji żelbetowych metodami elektrochemicznymi, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2003.
[13] Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T.: Diagnostyka konstrukcji żelbetowych. Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu. t.2, PWN 2011.

Bibliography:

- [1] Czarnecki L., Emmons P.H.: Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych. Polski Cement, Kraków 2002.
[2] Fagerlund G.: Trwałość konstrukcji betonowych, Arkady 1997.
[3] Jaśniok M.: Elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w diagnostyce konstrukcji betonowych i stalowych, Monografia nr 930, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2022, s. 202.
[4] Jaśniok M.: Modelowanie układu stal–beton w pomiarach szybkości korozji zbrojenia metodą spektroskopii impedancyjnej, Monografia nr 470, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2013, s. 230.
[5] Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P.: BIM w praktyce. Standardy, wdrożenie, case study. PWN 2017.
[6] Kosmal M., Kuśnierz A., Kozłowski M.: Szkło budowlane. PWN 2022.
[7] Masłowski E., Spiżewska D.: Wzmacnianie konstrukcji budowlanych. Arkady, Warszawa 2000.
[8] Osiecka E.: Materiały budowlane. Kamień, ceramika, szkło. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2010.
[9] Ściślewski Z.: Ochrona konstrukcji żelbetowych, Arkady 1999.
[10] Tajchman J., Jurecki A.: Historia Technik Budowlanych. Fundamenty, rusztowania, mury, więźby, sklepienia. PWN 2020.
[11] Ziółko J.: Utrzymanie i modernizacja konstrukcji stalowych. Arkady, Warszawa 1991.
[12] Zybura A.: Zabezpieczanie konstrukcji żelbetowych metodami elektrochemicznymi, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2003.
[13] Zybura A., Jaśniok M., Jaśniok T.: Diagnostyka konstrukcji żelbetowych. Badania korozji zbrojenia i właściwości ochronnych betonu. t.2, PWN 2011.

Efekty uczenia się:

Wiedza: zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i Techniki.

Umiejętności: potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie.

Kompetencje społeczne: jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

Learning outcomes:

Knowledge: knows and understands the basic problems of modern civilization in relation to the achievements of science and technology

Skills: is able to independently plan and implement his own lifelong learning

Social competence: is ready to critically evaluate the knowledge he possesses and the content he receives, to recognize the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems, and to consult experts in case of difficulties in solving the problem independently.

Metody i kryteria oceniania:

Wykład

Zaliczenie w formie:

- kontaktowo/zdalnie;
- kolokwium w formie opisowej ;
- test;
- test wielokrotnego wyboru;
- raport na zadany temat;
- studium literaturowe na zadany temat;
- odpowiedź/kolokwium ustne;
- prezentacja multimedialna na zadany temat;
- przygotowanie referatu na zadany temat.

Kryterium zaliczenia: 100% ocena z testu

Assessment methods and assessment criteria:

Lecture

Assessment in the form of:

- in-person/remote;
- descriptive colloquium;
- test;
- multiple-choice test;
- report on a given topic;
- literature study on a given topic;
- oral response/colloquium;
- multimedia presentation on a given topic;
- preparation of a paper on a given topic.

Criteria for passing: 100% score on the test

**Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:
Element of course groups in various terms:**

Opis zajęć Course group description	
zajęcia z bazy UBZO studia stacjonarne i/lub niestacjonarne stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, semester – dowolny elective courses full-time and part-time studies degree – any field of study – any semester – any	2025/2026