



### KARTA PRZEDMIOTU

|                                      |                                                                                                                                   |                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Kod przedmiotu                       | studia stacjonarne:                                                                                                               | <b>B1-6-TiOB-08<br/>B1-7-TiOB-07</b> |
|                                      | studia niestacjonarne:                                                                                                            | <b>BN1-7-TiOB-09</b>                 |
| Nazwa przedmiotu                     | <b>Technologia Betonów Mrozoodpornych 1<br/>Technologia Betonów Mrozoodpornych 2<br/>Technologia Betonów Mrozoodpornych 1 i 2</b> |                                      |
| Nazwa przedmiotu w języku angielskim | <b>Technology of Frost-Resistant Concretes</b>                                                                                    |                                      |
| Obowiązuje od roku akademickiego     | <b>2026/2027</b>                                                                                                                  |                                      |

### USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                  |                                                            |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Kierunek studiów                 | <b>BUDOWNICTWO</b>                                         |
| Poziom kształcenia               | <b>I stopień</b>                                           |
| Profil studiów                   | <b>Ogólnoakademicki</b>                                    |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | <b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>                 |
| Zakres                           | <b>Technologia i Organizacja Budownictwa</b>               |
| Jednostka prowadząca przedmiot   | <b>Katedra Materiałów Budowlanych i Technologii Betonu</b> |
| Koordynator przedmiotu           | <b>prof. dr hab. inż. Jerzy Wawrzeńczyk</b>                |
| Zatwierdził                      | <b>prof. dr hab. inż. Grzegorz Świt</b>                    |

### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                                          |                       |                                                         |
|------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| Przynależność do grupy/bloku przedmiotów |                       | <b>Przedmiot specjalnościowy</b>                        |
| Status przedmiotu                        |                       | <b>Obowiązkowy</b>                                      |
| Język prowadzenia zajęć                  |                       | <b>Polski</b>                                           |
| Usytuowanie w planie studiów - semestr   | studia stacjonarne    | <b>Semestr VI, semestr VII</b>                          |
|                                          | studia niestacjonarne | <b>Semestr VII</b>                                      |
| Wymagania wstępne                        |                       | <b>Technologia Betonu, Technologia Robót Betonowych</b> |
| Egzamin (TAK/NIE)                        |                       | <b>NIE</b>                                              |
| Liczba punktów ECTS                      |                       | <b>2</b>                                                |

| Forma prowadzenia zajęć   |                        | wykład    | ćwiczenia | laboratorium | projekt | inne |
|---------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|---------|------|
| Liczba godzin w semestrze | studia stacjonarne:    | <b>15</b> |           | <b>15</b>    |         |      |
|                           | studia niestacjonarne: | <b>10</b> |           | <b>10</b>    |         |      |

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

| Kategoria             | Symbol efektu | Efekty kształcenia                                                                                                                  | Odniesienie do efektów kierunkowych  |
|-----------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Wiedza                | W01           | Zna i rozumie podstawowe mechanizmy fizyczne odpowiadające za przemieszczanie, gromadzenie i przemiany fazowe wody w porach betonu. | B1_W01<br>B1_W13<br>B1_W18<br>B1_W19 |
|                       | W02           | Zna zagadnienia o projektowaniu betonów mrozoodpornych, zakresie ich stosowania oraz metodach badań.                                | B1_W08<br>B1_W13<br>B1_W18<br>B1_W19 |
| Umiejętności          | U01           | Potrafi zaprojektować mieszankę betonową spełniającą wymagania dla konstrukcji mrozoodpornych.                                      | B1_U24                               |
|                       | U02           | Potrafi wykonać badania napowietrzenia mieszanki betonowej oraz cech fizycznych i mrozoodporności betonu.                           | B1_U23                               |
| Kompetencje społeczne | K01           | Jest gotów dostrzegać aspekty systemowe i ekonomiczne przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadania inżynierskiego                      | B1_K01                               |

**TREŚCI PROGRAMOWE**

| Forma zajęć  | Treści programowe                                                                                                                                                                                                   |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | Klasyfikacja uszkodzeń mrozowych konstrukcji betonowych. Uwarunkowania konstrukcyjne i klimatyczne trwałości mrozowej elementów konstrukcyjnych. Omówienie normy EN 206.                                            |
|              | Właściwości wody wolnej i adsorbowanej. Struktura wody, napięcie powierzchniowe, gęstość, lepkość, przemiany fazowe wody, właściwości lodu.                                                                         |
|              | Geneza i charakterystyka geometryczna porów w betonie. Przemieszczanie i gromadzenie wody w betonie: dyfuzja, adsorpcja, kondensacja fizyczna, ciśnienie kapilarne.                                                 |
|              | Zamarzanie i odmarzanie wody w porach betonu. Wpływ soli rozmrzających (NaCl) na zmianę nasiąkliwości i warunków zamrażania.                                                                                        |
|              | Wpływ wskaźnika W/C na mrozoodporność, produkcja betonów mrozoodpornych bez stosowania środków napowietrzających i mikrosfer.                                                                                       |
|              | Napowietrzanie mieszanek betonowych, metody i środki napowietrzające, charakterystyka porów powietrznych i jej kształtowanie, współczynnik dystrybucji przestrzennej porów.                                         |
|              | Rodzaje kruszyw i cementów w kontekście przydatności do betonów mrozoodpornych. Metody badań mieszanek betonowych i stwardniałych betonów.                                                                          |
| laboratorium | Szkolenie BHP                                                                                                                                                                                                       |
|              | Określenie stosownych warunków eksploatacyjnych i środowiskowych dla betonu. Określenie wymagań stawianych mieszance betonowej w ściśle określonych warunkach eksploatacyjnych, dobieranych indywidualnie.          |
|              | Metody projektowania betonu o wymaganej mrozoodporności.                                                                                                                                                            |
|              | Ilościowy i jakościowy dobór składników do betonu o wymaganej mrozoodporności (cement, kruszywo, domieszki, dodatki, woda zarobowa).                                                                                |
|              | Wykonanie serii betonów referencyjnych, napowietrzonych tradycyjnie oraz z dodatkiem mikrosfer polimerowych na podstawie opracowanych receptur. Wykonanie wybranych metod badań napowietrzania mieszanki betonowej. |
|              | Dobór metod i procedur kontroli mrozoodporności betonu (normy europejskie, amerykańskie i skandynawskie), wykonanie badań cech fizycznych oraz mrozoodporności serii betonów.                                       |

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

| Symbol efektu | Metody sprawdzania efektów kształcenia |                 |           |         |              |       |
|---------------|----------------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------------|-------|
|               | Egzamin ustny                          | Egzamin pisemny | Kolokwium | Projekt | Sprawozdanie | Inne* |
| W01           |                                        |                 | X         |         |              | X     |
| W02           |                                        |                 | X         | X       |              | X     |
| U01           |                                        |                 |           | X       | X            | X     |
| U02           |                                        |                 |           | X       | X            | X     |
| K01           |                                        |                 |           | X       | X            | X     |

\*obrona projektu

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

| Forma zajęć  | Forma zaliczenia   | Warunki zaliczenia                                                                                                                              |
|--------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład       | zaliczenie z oceną | Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium.                                                                                                  |
| laboratorium | zaliczenie z oceną | Oddanie poprawnie wykonanego projektu i uzyskanie co najmniej 50% punktów z obrony projektu oraz uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium. |

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Bilans punktów ECTS |                                                                                                 |                       |   |    |   |   |                          |   |    |   |   |                |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|----|---|---|--------------------------|---|----|---|---|----------------|
| Lp.                 | Rodzaj aktywności                                                                               | Obciążenie studenta   |   |    |   |   |                          |   |    |   |   | Jed-<br>nostka |
|                     |                                                                                                 | studia<br>stacjonarne |   |    |   |   | studia<br>niestacjonarne |   |    |   |   |                |
| 1.                  | Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów                                                     | W                     | C | L  | P | I | W                        | C | L  | P | I | h              |
|                     |                                                                                                 | 15                    |   | 15 |   |   | 10                       |   | 10 |   |   |                |
| 2.                  | Inne (konsultacje, egzamin)                                                                     | 2                     |   | 2  |   |   | 2                        |   | 2  |   |   | h              |
| 3.                  | Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego                                       | 34                    |   |    |   |   | 24                       |   |    |   |   | h              |
| 4.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego | 1,36                  |   |    |   |   | 0,96                     |   |    |   |   | ECTS           |
| 5.                  | Liczba godzin samodzielnej pracy studenta                                                       | 16                    |   |    |   |   | 26                       |   |    |   |   | h              |
| 6.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy                         | 0,64                  |   |    |   |   | 1,04                     |   |    |   |   | ECTS           |
| 7.                  | Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym                                     | 25                    |   |    |   |   | 25                       |   |    |   |   | h              |
| 8.                  | Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym            | 1,00                  |   |    |   |   | 1,00                     |   |    |   |   | ECTS           |
| 9.                  | Sumaryczne obciążenie pracą studenta                                                            | 50                    |   |    |   |   | 50                       |   |    |   |   | h              |

|     |                                                                                  |          |      |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----------|------|
| 10. | <b>Punkty ECTS za moduł</b><br><i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i> | <b>2</b> | ECTS |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------|----------|------|

## LITERATURA

1. Wawrzeńczyk J.: Metody badania i prognozowania mrozoodporności betonu – Kielce, 2017.
2. Pigeon M., Pleau R.: Durability of concrete in cold climates. E & FN SPON, London, 1995.
3. Neville A. M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków, 2000.
4. Kurdowski W.: Chemia cementu i betonu. Wydawnictwo Polski Cement & PWN, Warszawa, 2010.
5. Rusin Z.: Technologia betonów mrozoodpornych. Wydawnictwo Polski Cement, Kraków 2002
6. Peukert S.: Cementy powszechnego użytku i specjalne. Wydawnictwo Polski Cement, Kraków 2000.
7. Praca zbiorowa pod kierunkiem L. Czarneckiego, Beton według normy PN-EN 206-1- komentarz. Polski Cement & PKN, Kraków, 2007.
8. Fagerlund G.: Trwałość konstrukcji betonowych. Arkady, 1997.