

ćwiczenie G:

Projektowanie betonów

Cel ćwiczenia:

Celem zajęć laboratoryjnych jest zdobycie umiejętności projektowania składów mieszanek betonowych dla betonów zwykłych, spełniających wymagania normy PN-EN 206+A2:2021-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”, z uzupełnieniem krajowym PN-B-06265:2022-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność - Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A2:2021-08” oraz zdobycie umiejętności przygotowania próby laboratoryjnej dla receptury betonowej.

Zajęcia umożliwią poznanie analitycznego projektowania składu mieszanki betonowej, tj. metody trzech równań Bukowskiego. Zajęcia są również wstępem do projektowania składu mieszanek betonowych metodami analityczno-doświadczalnymi, które znajdują się w programie zajęć laboratoryjnych kilku specjalności na II stopniu studiów.

Przebieg ćwiczenia

Projektowania betonu metodą analityczną – metodą trzech równań
Indywidualne zadanie analityczno-obliczeniowe

1. Podanie przez prowadzącego treści zadania projektowego.
2. Analiza danych wejściowych do procesu projektowania i warunków wstępnych procesu:
 - a. Szczegółowa analiza dotycząca elementu, do którego realizacji służyć będzie projektowany beton (wymiary, rozkład prętów zbrojeniowych, itp.).
 - b. Analiza warunków wykonania elementu (technologia układania i zagęszczania mieszanki, warunki dojrzewania i pielęgnacji).
 - c. Ustalenie warunków eksploatacji gotowego elementu (charakterystyka oddziałujących czynników środowiskowych: narażenie na działanie wilgoci, zamarzanie, oddziaływanie środków odladzających oraz innych czynników o charakterze zarówno chemicznym jak i mechanicznym) oraz przyjęcie granicznych kryteriów dotyczących składu mieszanki betonowej i zawartości powietrza.
 - d. Przyjęcie założeń dotyczących podstawowych, wymaganych właściwości mieszanki betonowej i betonu stwardniałego (klasa konsystencji, klasa wytrzymałościowa betonu – zwykle narzucona z góry przez projekt, ustalenie, czy mieszanka betonowa będzie napowietrzona).
 - e. Dobór jakościowy kruszywa (jego rodzaju, maksymalnego uziarnienia, oraz fizycznych i mechanicznych właściwości użytkowych)
 - f. Dobór rodzaju i klasy cementu stosownie do wcześniejszych założeń.
 - g. Przyjęcie założeń dla możliwości stosowania dodatków mineralnych i/lub domieszek chemicznych
 - h. Przyjęcie zawartości zaprawy w mieszance betonowej w celu zapewnienia odpowiedniej urabialności, odpowiednio do rodzaju konstrukcji.
3. Ocena składu ziarnowego kruszyw tworzących mieszankę dobranych do krzywych uziarnienia mieszanki betonowej
4. Obliczenia wspólne dla analitycznych i doświadczalnych metod projektowania:
 - a. Określenie do obliczeń projektowych średniej wytrzymałości na ściskanie na podstawie założonej klasy betonu.
 - b. Obliczenie wartości parametru $m=C/W$ ze wzoru Bolomey'a oraz sprawdzenie jego poprawności w odniesieniu do zaleceń normy (wynikających np. z warunków pracy betonu).
5. Założenie punktu piaskowego mieszaniny kruszyw na podstawie przyjętej zawartości zaprawy w betonie i obliczonego stosunku $C/W=m$. Obliczenie stosunku w jakim należy zmieszać ze sobą kruszywa dla uzyskania mieszaniny o założonym punkcie piaskowym oraz sprawdzenie poprawności przebiegu krzywej uziarnienia na podstawie zaleceń normy PN-B-06250:1988 Beton zwykły.

**Instrukcja wykonawcza do ćwiczenia laboratoryjnego „G”
TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW WIAŻĄCYCH I BETONÓW
WIMiC, IV rok - semestr 7**

6. Obliczenie składu ilościowego mieszanki betonowej metodą Trzech Równań Bukowskiego i weryfikacja analityczna wyników obliczeń obejmująca:
 - a. sprawdzenie obliczonego składu mieszanki betonowej pod względem: zawartości cementu (minimalnej, stosownie do rodzaju i warunków pracy elementu oraz maksymalnej, stosownie do projektowanej klasy betonu), wskaźnika W/C (zapewniającego odpowiednią trwałość betonu w danych warunkach eksploatacji), rzeczywistej objętości zaprawy oraz ziaren poniżej 0,125 mm,
 - b. przeliczenie receptury z kruszywa suchego dla warunków produkcyjnych uwzględniających wilgotności wykorzystywanych kruszyw oraz
 - c. korekta niezgodności z założeniami normy PN-EN 206.

Uwaga!!!

Na zajęciach obowiązuje odzież ochronna tj. fartuch ewentualnie rękawice robocze i okulary ochronne. Proszę przynieść na zajęcia kalkulatory dla usprawnienia prowadzenia obliczeń.

Osoby wykonujące ćwiczenie z projektowania betonów metodą analityczną powinny posiadać jeden z wymienionych niżej podręczników AGH, oraz materiały piśmiennicze i kalkulator.

Wydane na zajęciach indywidualnie zadanie projektowe (obliczeniowe) ma zostać wykonane i oddane do wstępnego sprawdzenia NA ĆWICZENIACH, a następnie zeskanowane i przesłane w systemie MS TEAMS w terminie do 7 dni od wykonania ćwiczenia, wraz komentarzami i omówieniem do obliczeń.

Proszę nie przysyłać zadania na e-mail !!!

Wymagany zakres wiadomości

Znajomość podstawowych pojęć stosowanych w technologii betonu. Znajomość metod projektowania betonu metodą trzech równań i metodą znanego zaczynu. Znajomość równań z uwzględnieniem wartości stałych i zasad dobierania zmiennych zapisanych w równaniach. Zasady dobierania rodzaju cementu i kruszywa w zależności od rodzaju i przeznaczenia projektowanego betonu.

Warunki zaliczenia:

1. Pozytywna ocena ze sprawdzianu odbywającego się na początku pierwszych zajęć z zakresu projektowania betonu. (test w formie papierowej lub na platformie MS Teams – rozwiązywany na smartphonach)
2. Pozytywna ocena z indywidualnego zadania projektowego – projektowania betonu metodą trzech równań (zadanie oddane w terminie 7 dni od zakończenia zajęć skan odręcznie rozwiązane zadanie przesłane przez platformę MS Teams)
3. Wyciągnięcie próbek z form w wyznaczonym dniu po zajęciach (organizacja związanych z tym czynności należy do uczestników całej grupy).

Literatura:

1. **W. Nocuń-Wczelik i inni „Cement – Metody badań; Wybrane kierunki stosowania” wydanie 2 popr. i uzup. Wydawnictwo AGH, Kraków 2015 (można również korzystać z wydania 1 z 2010r.). – rozdział 9: „Projektowanie betonów zwykłych i badanie ich właściwości – podstawy”**
2. J. Śliwiński, „Beton zwykły - projektowanie i podstawowe właściwości”, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 1999.
3. **J. Małolepszy, J. Deja, W. Brylicki, M. Gawlicki, „Technologia betonu - metody badań”, Wydawnictwo AGH, Kraków 2000.**
4. ABC Betonu, Wydawnictwo SPC, <https://www.polskicement.pl/abc-betonu/>
5. Norma PN-EN 206+A2:2021-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
6. Norma PN-B-06265:2022-08 „Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność - Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A2:2021-08”

**Instrukcja wykonawcza do ćwiczenia laboratoryjnego „G”
TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW WIĄŻĄCYCH I BETONÓW
WIMiC, IV rok - semestr 7**

7. Norma PN-B-06250; 1988 „Beton zwykły”.
8. Norma PN-EN 12350-1:2019-07 „Badania mieszanki betonowej. Część 1. Pobieranie próbek i uniwersalna aparatura” (lub zamiennie PN-EN 12350-1:2009 „Badania mieszanki betonowej. Część 1. Pobieranie próbek”)
9. Norma PN-EN 12350-2:2019-07 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą opadu stożka.
10. Norma PN-EN 12350-3:2019-07 Badania mieszanki betonowej. Część 3. Badanie konsystencji metodą Vebe.
11. Norma PN-EN 12350-4:2019-08 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności.
12. Norma PN-EN 12350-5:2019-08 Badania mieszanki betonowej. Część 2. Badanie konsystencji metodą stolika rozptywowego.