

# WARUNKI TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

część A

## **Roboty ziemne i konstrukcyjne**

Leonard Runkiewicz, Jan Sieczkowski

zeszyt 5

## **Konstrukcje betonowe i żelbetowe**



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2022

## **KOMITET REDAKCYJNY SERII**

Redaktor naczelny  
Zastępca redaktora naczelnego  
Sekretarz  
Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ  
dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof ITB  
mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA  
dr inż. JAN BOBROWICZ  
dr hab. inż. BARBARA FRANCKE  
mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

### Recenzenci:

prof. dr hab inż. WIESŁAW BUCZKOWSKI  
mgr inż. JACEK BORUC

### Redaktor prowadzący serii

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

### Opracowanie redakcyjne

dr MICHAŁ GAJOWNIK, mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA

### Projekt okładki

EWA KOSSAKOWSKA

Niniejsza publikacja zastępuje wydanie z 2018 r.

Wydanie poprawione i uzupełnione

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej  
Warszawa 2022

ISBN całości 83-7370-660-7

ISBN zeszytu 978-83-249-8633-0, 978-83-249-8634-7 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności, ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



**Instytut Techniki Budowlanej**

Dział Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

tel.: 22 56 64 208, e-mail: [wydawnictwa@itb.pl](mailto:wydawnictwa@itb.pl) [www.itb.pl](http://www.itb.pl)

## Spis treści

Przedmowa .....	5
1. Wstęp.....	7
1.1. Przedmiot i zakres stosowania.....	7
1.2. Terminy i definicje .....	8
2. Dokumentacja.....	11
2.1. Projekt budowlany i projekt wykonawczy.....	11
2.2. Dokumentacja powykonawcza .....	14
3. Materiały .....	14
3.1. Wymagania ogólne .....	14
3.2. Beton.....	15
3.3. Zbrojenie.....	16
3.4. Inne wyroby stosowane do wykonywania konstrukcji żelbetowych .....	16
3.5. Składowanie i przechowywanie.....	17
3.6. Transport i warunki dostawy .....	18
4. Rusztowania i deskowania .....	20
4.1. Wymagania ogólne .....	20
4.2. Rodzaje rusztowań i deskowań oraz zasady ich stosowania.....	21
4.3. Rozbiórka rusztowań i deskowań .....	22
5. Sprzęt i urządzenia .....	23
5.1. Sprzęt do zagęszczania mieszanek betonowych .....	23
5.2. Sprzęt do prostowania, cięcia i gięcia prętów zbrojeniowych .....	24
5.3. Środki transportu na terenie budowy .....	24
6. Wykonywanie robót betonowych .....	25
6.1. Roboty przygotowawcze .....	25
6.2. Dostawa, odbiór i transport mieszanek betonowych na terenie budowy .....	25
6.3. Montaż zbrojenia .....	26
6.4. Wkładki w deskowaniu i elementy do zabetonowania .....	27
6.5. Układanie i zagęszczanie mieszanek betonowych.....	27
6.6. Pielęgnacja betonu .....	32
6.7. Rozdeskowywanie i obciążanie konstrukcji .....	36
7. Odbiory konstrukcji.....	37
7.1. Program badań.....	37
7.2. Badania i odbiory materiałów i wyrobów.....	38
7.3. Odbiór i ocena wykonania rusztowań i deskowań.....	42
7.4. Odbiór i ocena jakości wykonania zbrojenia .....	43
7.5. Odbiór końcowy .....	44
Bibliografia.....	48

## PRZEDMOWA

Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (WTWiORB) cieszą się niezmiennie od wielu już lat dużym zainteresowaniem środowiska budowlanego i dlatego też Instytut Techniki Budowlanej (ITB) podjął w 2003 r. inicjatywę ich publikacji, początkowo w ramach serii wydawniczej „Instrukcje, Wytyczne, Poradniki”, a obecnie w odrębnej serii WTWiORB. Ukazujące się kolejno zeszyty stanowią kontynuację wcześniejszych wydawnictw o takim samym tytule.

Opracowywane i wydawane przez ITB w latach 1960-1990 WTWiORB, na podstawie ustawy Prawo budowlane z roku 1972, były zaliczane do przepisów techniczno-budowlanych i w związku z tym miały charakter dokumentów obowiązujących.

Zgodnie z aktualną wersją artykułu 7 ustawy Prawo budowlane z 7 lipca 1994 r. (tekst jednolity: Dz.U. z 2021 r., poz. 2351 z późn. zm.) do przepisów techniczno-budowlanych zalicza się jedynie:

- Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane i ich usytuowanie,
- Warunki techniczne użytkowania obiektów budowlanych.

Według obecnie obowiązującej ustawy Prawo budowlane WTWiORB nie są więc przepisami techniczno-budowlanymi, ale wobec braku Polskich Norm z tego zakresu zasadne jest, aby ich zalecenia znalazły się w treści zamówienia i umowy pomiędzy inwestorem a wykonawcą.

Roboty budowlane wykonywane są na podstawie dokumentacji projektowej, przygotowanej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2020 r., poz. 1609 z późn. zm.) oraz opracowywanej indywidualnie specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót.

W przypadku umów o realizację obiektów objętych ustawą Prawo zamówień publicznych z 11 września 2019 r. (tekst jednolity: Dz.U. z 2022 r., poz. 1710 z późn. zm.) szczegółowy zakres i forma dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót oraz program funkcjonalno-użytkowy określone są w rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. (Dz.U. z 2021 r., poz. 2454 z późn. zm.).

Poszczególne zeszyty WTWiORB mogą służyć jako materiał pomocniczy przy sporządzaniu specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót, dokumentu niezbędnego przy zawieraniu umów na roboty budowlane. W każdym zeszycie podano

podstawowe wymagania dotyczące wykonywania i odbioru robót budowlanych stanowiących przedmiot danego zeszytu, umożliwiające prawidłowe i na wymaganym poziomie jakościowym wykonanie tych robót. Zawarto również zasady przeprowadzania odbiorów robót zanikających, odbiorów fragmentów obiektu, odbiorów międzyoperacyjnych, a także odbiorów końcowych, tj. przed przekazaniem obiektu inwestorowi.

W celu ułatwienia korzystania z tej serii wydawniczej przy opracowywaniu specyfikacji w przypadku zamówień publicznych, kiedy wymagane jest stosowanie podziału robót według Wspólnego Słownika Zamówień CPV (Dz. Urz. UE L 74 z 15 marca 2008 r.), we wstępie lub w pierwszym rozdziale każdego zeszytu, w punkcie omawiającym przedmiot i zakres stosowania danych warunków technicznych, podane są odpowiednie kody CPV.

\* \* \*

Tytuły opublikowanych dotychczas przez ITB zeszytów WTWIORB zamieszczone są zwykle na przedostatniej stronie okładki zeszytu.

Poniżej podano prawidłowy zapis powoływania zeszytów z serii WTWIORB: autor – nazwisko, inicjał imienia: tytuł zeszytu. ITB, rok wydania (seria: Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, cz. A-E, z. nr), np. Lenartowicz R., Świerżewski M.: Instalacje elektryczne, piorunochronne i telekomunikacyjne w obiektach przemysłowych. ITB, Warszawa 2021 (seria: Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych, cz. D, z. 3).

Komitet Redakcyjny  
Serii „Warunki Techniczne Wykonania  
i Odbioru Robót Budowlanych”  
Instytutu Techniki Budowlanej

# 1. WSTĘP

## 1.1. Przedmiot i zakres stosowania

Przedmiotem opracowania są ogólne warunki techniczne wykonania i odbioru robót związanych z realizacją obiektów budowlanych o konstrukcji betonowej lub żelbetowej.

W przypadku wykonywania budowlanych należy uwzględniać również dodatkowe wymagania, nieujęte w niniejszych warunkach i podawać je w specyfikacjach projektowych. Dodatkowe wymagania powinny być także podawane w specyfikacjach projektowych, gdy stosuje się:

- betony architektoniczne (betony licowe),
- betony samozagęszczalne,
- betony lekkie kruszywowe,
- betony przeznaczone do specjalnych zastosowań,
- betony niskoemisyjne,
- inne materiały (np. włókna) lub składniki betonów,
- technologie specjalne lub projekty innowacyjne.

Niniejsze warunki nie obejmują wymagań dotyczących:

- specyfikacji, produkcji i kontroli jakości betonów,
- produkcji elementów prefabrykowanych,
- konstrukcji realizowanych jako prefabrykowane,
- konstrukcji z betonu sprężonego,
- kwalifikacji personelu zatrudnionego na budowach.

Roboty betonowe powinny być wykonywane zgodnie z rozporządzeniem w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych [5] oraz standardami bezpieczeństwa (systemowymi rozwiązaniami z dziedziny BHP) opracowanymi przez stowarzyszenia wykonawców, np. [6].

Roboty budowlane stanowiące przedmiot niniejszych warunków technicznych określone są następującymi kodami według Wspólnego Słownika Zamówień CPV (zgodnie z przywołanym w Przedmowie rozporządzeniem Komisji (WE) nr 213/2008 z dnia 28 listopada 2007 r.):

- 45210000-2 Roboty budowlane w zakresie budynków,
- 45223000-6 Roboty budowlane w zakresie konstrukcji,
- 45223200-8 Roboty konstrukcyjne,
- 4522350-1 Konstrukcje z betonu zbrojonego.

## 1.2. Terminy i definicje

W niniejszym opracowaniu stosuje się następujące terminy podstawowe i ich definicje.

**Badanie identyczności** – badanie mające na celu wskazanie, czy określona objętość danego betonu należy do tej samej populacji, która w ramach oceny zgodności została sprawdzona przez producenta jako zgodna pod względem wytrzymałości charakterystycznej na ściskanie.

**Beton** – materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu.

**Beton architektoniczny (beton licowy)** – beton specjalnie zaprojektowany, o określonych wymaganiach pod względem wyglądu jego powierzchni, niewymagający przykrywania go tynkiem lub inną powłoką; spełnienie wymagań dotyczących wyglądu powierzchni może być osiągnięte przez współpracę inwestora, projektanta, wykonawcy i dostawcy betonu; betonem architektonicznym jest też beton, którego powierzchnia została poddana barwieniu przy zachowaniu faktury oraz obróbce, np. przez szlifowanie, polerowanie, spiekanie itp.

**Beton ciężki** – beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2600 \text{ kg/m}^3$ .

**Beton lekki** – beton o gęstości w stanie suchym nie mniejszej niż  $800 \text{ kg/m}^3$  i nie większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ , produkowany z zastosowaniem wyłącznie lub częściowo kruszywa lekkiego.

**Beton niskoemisyjny** – beton wytworzony z wykorzystaniem cementu o niskim śladzie węglowym; zalecany do stosowania w budownictwie.

**Beton projektowany** – beton, którego wymagane właściwości i ewentualne dodatkowe cechy są podane producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu zgodnego z wymaganymi właściwościami i dodatkowymi cechami – termin odnosi się do betonu o ustalonych właściwościach.

**Beton recepturowy** – beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte, podano producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu o tak określonym składzie – termin odnosi się do betonu o ustalonym składzie.

**Beton samozagęszczalny (SCC, ang. *self-compacting concrete*)** – beton, którego mieszanka pod własnym ciężarem rozplywa się i zagęszcza, wypełnia deskowanie ze zbrojeniem, kanały, ramy itp., zachowując właściwą jednorodność.

**Beton stwardniały** – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewną wytrzymałość.

**Beton towarowy** – beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę niebędącą wykonawcą; w znaczeniu niniejszych warunków betonem towarowym jest również:

- beton produkowany przez wykonawcę poza terenem budowy,
- beton produkowany na miejscu budowy, ale nie przez wykonawcę.

**Beton wytwarzany na budowie** – beton wyprodukowany na terenie budowy przez wykonawcę na jego własny użytek.

**Beton zagęszczany mechanicznie** – beton, którego mieszanka jest zagęszczana mechanicznie, zazwyczaj wibracyjnie, w celu uzyskania odpowiedniego stopnia zagęszczenia.

**Beton zwykły** – beton o gęstości w stanie suchym większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$ , ale nieprzekraczającej  $2600 \text{ kg/m}^3$ .

**Budowla** – obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, np.: most, wiadukt, tunel, przepust techniczny, budowla hydrotechniczna, zbiornik, stacja uzdatniania wody, konstrukcja oporowa, nadziemne i podziemne przejście dla pieszych, budowla sportowa, pomnik, a także fundament pod maszyny i urządzenia, jako odrębna pod względem technicznym część przedmiotów składających się na całość użytkową.

**Budownictwo zrównoważone** (budownictwo ekologiczne, ang. *sustainable building engineering*) – budownictwo związane z projektowaniem i wznoszeniem obiektów budowlanych przy wykorzystaniu zachowań właściwych dla zrównoważonego rozwoju, w szczególności przejawiającym się w dbałości o środowisko naturalne oraz oszczędne gospodarowanie surowcami w całym cyklu budowlanym, począwszy od projektu aż do rozbiórki.

**Dodatek (do betonu)** – drobnoziarnisty nieorganiczny składnik stosowany do betonu w ilości większej niż 5% masy cementu w celu poprawy niektórych właściwości stwardniałego betonu lub uzyskania właściwości specjalnych; różni się dwa typy dodatków:

- typu I (kruszywa wypełniające),
- typu II (dodatki o właściwościach pucolanowych lub hydraulicznych: popioły lotne, pył krzemionkowy, granulowany żużel wielkopiecowy).

**Domieszka (do betonu)** – substancja dodawana podczas wykonywania mieszanki betonowej w ilości nie większej niż 5% masy cementu w celu modyfikacji właściwości mieszanki betonowej lub stwardniałego betonu.

**Element referencyjny** (powierzchnia odniesienia, ang. *mock up*) – element o określonych wcześniej właściwościach oraz kształcie i wymiarach, który został wykonany na terenie budowy i uznany za wzorzec przy odbiorze wykonanych elementów.

**Faktura** – charakterystyczna powierzchnia elementu, zależna od właściwości tworzywa, z którego został on wykonany, sposobu obróbki i zastosowanych narzędzi.

**Klasa wykonania** – zestaw wymagań wyspecyfikowanych do wykonania całej konstrukcji lub indywidualnego elementu.

**Konstrukcja betonowa** – konstrukcja z betonu bez zbrojenia lub ze zbrojeniem mniejszym niż minimalne.



**Konstrukcja żelbetowa** – konstrukcja z betonu zbrojona wiotkimi prętami stalowymi w taki sposób, że sztywność i nośność konstrukcji uwarunkowana jest współpracą betonu i stali.

**Konsystencja mieszanki betonowej** – stopień ciekłości mieszanki betonowej określana przez klasy konsystencji.

**Kontrola** – ogół czynności podejmowanych w celu sprawdzenia, czy roboty budowlane są prowadzone zgodnie ze specyfikacją projektową.

**Ładunek** – ilość mieszanki betonowej transportowana pojazdem, obejmująca jeden lub więcej zarobów.

**Mieszanka betonowa** – wymieszane składniki, które są jeszcze w stanie umożliwiającym ich zagęszczenie wybraną metodą.

**Obiekt budowlany** – jest to:

- budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi,
- budowla stanowiąca całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami,
- obiekt małej architektury.

**Odchyłka wymiarowa** – różnica pomiędzy wymiarem rzeczywistym a projektowanym.

**Otulenie (betonem)** – odległość pomiędzy powierzchnią zbrojenia a najbliższą powierzchnią zewnętrzną betonu; w przypadku zapewnienia odporności ogniowej – odległość od osi zbrojenia do najbliższej powierzchni betonu.

**Pręt zbrojenia** – pręt prosty lub odcinek walcówki dostarczonej w kręgach, a także drut, przycięty i ukształtowany odpowiednio do wymagań projektu.

**Pył (frakcja pyłasta)** – materiał o maksymalnej wielkości ziaren mniejszej niż 125  $\mu\text{m}$ .

**Siatka zbrojeniowa** – element zbrojenia złożony z prętów podłużnych i poprzecznych, połączonych za pomocą zgrzewania.

**Spoiwo** – kombinacja cementu i domieszek typu II.

**Ślad węglowy** (ang. *carbon footprint*) – suma emisji gazów cieplarnianych wywołanych bezpośrednio lub pośrednio przez osobę, organizację, wydarzenie lub wyrób.

**Teren budowy** – przestrzeń, w której prowadzone są roboty budowlane wraz z przestrzenią zajmowaną przez urządzenia zaplecza budowy.

**Współczynnik woda/cement (w/c)** – stosunek masowy efektywnej zawartości wody do zawartości cementu w mieszance betonowej.

**Wykonanie robót budowlanych** – wszystkie czynności związane z realizacją konstrukcji obiektu, tj. dostarczanie materiałów, stemplowanie, deskowanie, betonowanie, pielęgnacja, wbudowywanie elementów prefabrykowanych itp. oraz kontrola i dokumentacja tych czynności.

**Wymiar projektowany (nominalny)** – wymiar docelowy, przyjęty w dokumentacji projektowej.

**Wymiar rzeczywisty (wyrobu)** – wymiar uzyskany w wyniku pomiaru gotowego wyrobu.

**Zaczyn** – mieszanina cementu i wody, z lub bez domieszek.

**Zaprawa** – mieszanina zaczynu i kruszywa o wielkości ziaren mniejszych niż 2 mm, z dodatkiem lub bez dodatku domieszek.

**Zarób** – ilość mieszanki betonowej wyprodukowanej w jednym cyklu operacyjnym mieszalnika lub ilość rozładowana w ciągu 1 minuty z mieszalnika o pracy ciągłej.

## 2. DOKUMENTACJA

### 2.1. Projekt budowlany i projekt wykonawczy

Konstrukcje betonowe i żelbetowe należy wykonywać na podstawie dokumentacji (technicznej) budowy, zawierającej m.in.:

- projekt budowlany opracowany według rozporządzenia w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [3],
- rysunki i opisy służące realizacji obiektu.

Projekt budowlany powinien zawierać:

- projekt zagospodarowania działki lub terenu,
- projekt architektoniczno-budowlany,
- projekt techniczny,
- opinie, uzgodnienia, pozwolenia i inne dokumenty.

Projekty budowlane opracowuje się zarówno dla nowych obiektów budowlanych, jak i dla obiektów przebudowywanych, rozbudowywanych lub przy zmianie sposobu ich użytkowania. W tym drugim przypadku niezbędne jest przeprowadzenie diagnostyki obiektu. Zasady wykonywania diagnostyk obiektów budowlanych opisano szeroko w literaturze technicznej, np. [14 i 15].

Projekt architektoniczno-budowlany powinien zawierać m.in.:

- układ przestrzenny oraz formę architektoniczną istniejących i projektowanych obiektów budowlanych,
- zamierzony sposób użytkowania obiektów budowlanych,
- charakterystyczne parametry techniczne obiektów budowlanych,
- opinię geotechniczną oraz informację o sposobie posadowienia,
- projektowane rozwiązania materiałowe i techniczne mające wpływ na otoczenie, w tym środowisko.

Projekt techniczny powinien obejmować m.in.:

- zwięzły opis techniczny oraz część rysunkową,
- specyfikację techniczną wykonania i odbioru robót,

- w zależności od potrzeb: dokumentację geologiczno-inżynierską lub geotechniczne warunki posadowienia,
- inne opracowania projektowe.

Opis techniczny powinien m.in. określać:

- układ konstrukcyjny obiektu budowlanego, zastosowane schematy konstrukcyjne, założenia przyjęte do obliczeń oraz podstawowe wyniki tych obliczeń,
- niezbędne rozwiązania techniczne i materiałowe,
- rozwiązania zasadniczych elementów wyposażenia budowlano-instalacyjnego, zapewniające użytkowanie obiektu budowlanego zgodnie z przeznaczeniem.

Część rysunkowa powinna m.in. przedstawiać rzuty wszystkich charakterystycznych poziomów obiektu budowlanego oraz przekroje przeprowadzone w charakterystycznych miejscach obiektu budowlanego, konieczne do przedstawienia:

- układu funkcjonalno-przestrzennego,
- rozwiązań budowlano-konstrukcyjnych i ich powiązania z podłożem oraz przyległymi obiektami budowlanymi.

Projekt techniczny powinien zawierać wszystkie niezbędne informacje i wymagania do wykonania robót oraz dokonania uzgodnień w trakcie budowy. Powinien składać się z:

- szczegółowych rysunków detali architektonicznych i konstrukcyjnych wraz z wymaganiami stawianymi wyrobom i materiałom w zakresie bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa użytkowania, wymagań zdrowotnych, ciepłno-wilgotnościowych, akustycznych, przeciwpożarowych, trwałości itp.,
- zestawień potrzebnych materiałów i wyrobów,
- wytycznych organizacji wykonania robót.

Do projektu technicznego powinny być dołączone wymagania techniczne i technologiczne w zakresie niezbędnym do prawidłowego wykonania robót, w tym projekt rusztowań i deskowań dla konstrukcji. Mogą one także zawierać wymagania dotyczące przygotowania mieszanki betonowej, metod wykonywania robót, ze szczególnym uwzględnieniem robót wykonywanych w obniżonej temperaturze, zaleceń stosowania przerw roboczych, pielęgnacji betonu, warunków obciążania konstrukcji itp.

Projekt techniczny powinien być zgodny z – podlegającym zatwierdzeniu w decyzji o pozwoleniu na budowę – projektem zagospodarowania działki lub terenu oraz projektem architektoniczno-budowlanym.

Postępująca cyfryzacja związana z realizacją i utrzymaniem obiektu budowlanego wiąże się z koniecznością określenia zakresu przetwarzanych (tworzonych, przechowywanych i uzupełnianych) informacji w formie graficznej oraz w formie danych cyfrowych, zaś uczestnicy procesu inwestycyjnego, w przypadku jego realizacji z udziałem BIM (*Building Information Modeling* – modelowanie informacji o budynku), zobowiązani są, zgodnie z PN-EN ISO 19650-2 [37], do oceny i zde-

finiowania potrzeb zamawiającego. Istotne jest, aby już w początkowej fazie opracowywania dokumentacji określona była forma przygotowania wymagań, tak aby podawany w niej zakres informacji mógł być wykorzystywany w modelach BIM. W przypadku robót żelbetowych dostępne są już rozwiązania (standardy) właściwego przygotowania informacji, np. [7].

Celem zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> generowanej przez konstrukcje z betonu zaleca się:

- stosowanie do ich wykonania betonów niskoemisyjnych (niskoklinkierowych), a nawet zeroemisyjnych, z cementów o zmniejszonym śladzie węglowym, np. cementów z dodatkami mineralnymi,

- optymalizację liczby elementów wykonanych z betonu.

Ilość uwalnianego do atmosfery CO<sub>2</sub> można zmniejszyć już na etapie projektowania betonu, z którego ma być wykonana konstrukcja, przez optymalizację składu betonu za pomocą domieszek i dodatków. W tym celu stosuje się w konstrukcjach betony o wyższej wytrzymałości, zwiększając efektywność transportu przez lokalne pozyskiwanie kruszywa (w tym pochodzącego z recyklingu), a także wykorzystując wysokowartościowe cementy w celu optymalizacji ich ilości w betonie.

Jeżeli w konstrukcji przewidywane jest stosowanie zbrojenia kompozytowego, w projekcie technicznym należy zwrócić uwagę na specjalne zasady projektowe w zakresie ugięć konstrukcji oraz jej bezpieczeństwa pożarowego.

W przypadku przewidywanego stosowania betonu architektonicznego w projekcie należy uwzględnić wymiary (rozmiar) projektowanych elementów oraz wielkość i rozmieszczenie zbrojenia. Powinny być określone wymagania dotyczące faktury, jej porowatości i równości zabarwienia oraz konieczności wykonania elementu referencyjnego. Powinny być również określone wymagania dotyczące deskowań i doświadczenia wykonawcy robót, które mają umożliwić uzyskanie powierzchni o oczekiwanej jakości.

Przy dalszym rozwoju stosowania betonu architektonicznego wskazane jest opracowanie norm i wytycznych wykonywania konstrukcji i elementów z tego betonu.

Beton samozagęszczający może być wykorzystywany w takim samym zakresie, jak beton zagęszczany wibracyjnie, zarówno jako beton towarowy, jak i w prefabrykacji, przy czym zaleca się jego stosowanie w przypadkach, gdy zagęszczanie mechaniczne jest niemożliwe (trudny dostęp do elementu, jego skomplikowany kształt lub gęste zbrojenie) [12]. Różnice we właściwościach obu betonów, wynikające ze sposobu zagęszczania, są niewielkie i są w pełni uwzględnione we współczynnikach bezpieczeństwa. Stosowanie betonów samozagęszczalnych nie wpływa na projektowanie konstrukcji

Właściwości stwardniałych betonów samozagęszczających i zagęszczanych mechanicznie nie różnią się istotnie od siebie; ewentualne różnice wynikają ze składów betonów samozagęszczających się, a zwłaszcza z dużej ilości zączynu i frakcji pyłowych. Ogólna zależność wytrzymałości na ściskanie od stosunku w/c jest taka sama, jak również rozwój wytrzymałości w czasie. Betony samozagęszczalne mogą

mieć nieco mniejsze moduły sprężystości (z uwagi na większą ilość zaczynu) oraz nieco większe pełzanie i skurcz. Przyczepność betonu samozagęszczalnego do zbrojenia jest zazwyczaj większa z uwagi na lepsze otulenie prętów.

Podczas prowadzenia robót budowlanych dopuszcza się, w przypadkach technicznie uzasadnionych, dokonywanie odstępstwa od projektu lub wprowadzenie do niego zmian, pod warunkiem udokumentowania ich potrzeby, uzgodnienia z projektantami konstrukcji oraz odpowiednich wpisów do dziennika budowy lub do innego równoważnego dokumentu.

Powyższa procedura dotyczy także zmiany klas stali lub ich gatunków. Zmiany te, oprócz wpisów do dziennika budowy, powinny być naniesione na rysunkach roboczych.

## **2.2. Dokumentacja powykonawcza**

Dokumentacja powykonawcza konstrukcji betonowych i żelbetowych powinna zawierać:

- uaktualniony projekt techniczny z naniesionymi zmianami,
- wyniki badań technicznych wynikających z norm i przepisów oraz przewidzianych w dokumentacji,
- dziennik budowy, w którym zarejestrowane są wydarzenia związane z procesem budowlanym,
- raporty z badań laboratoryjnych oraz opis zmian dokonanych na ich podstawie w technologii wykonywania,
- wyniki odbiorów robót częściowych,
- wyniki odbiorów robót zanikających,
- geodezyjne pomiary wykonawcze.

## **3. MATERIAŁY**

### **3.1. Wymagania ogólne**

Do wykonywania konstrukcji betonowych i żelbetowych należy stosować materiały i wyroby wprowadzone do obrotu zgodnie z obowiązującymi przepisami [1], [2], o ustalonej przydatności i przyjęte w projekcie. Wszystkie materiały i wyroby powinny mieć deklarację właściwości użytkowych wystawioną przez producenta, potwierdzającą zgodność właściwości z wymaganiami.

Beton towarowy jest, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [4], wyrobem budowlanym i podlega obowiązkowemu znakowaniu przez producenta znakiem budowlanym B.