

BUDOWA BUDYNKU SZKOLENIOWEGO NA TERENIE GOSPODARSTWA NASIENNO-SZKÓLKARSKIEGO W SUKOWIE

Działka nr ewid. 2898 obręb 0015 Suków gmina Daleszyce

SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT

ST 01. 11 ROBOTY ŻELBETOWE I BETONOWE

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej
- 1.2. Zakres stosowania ST
- 1.3. Zakres Robót objętych ST
- 1.4. Określenia podstawowe

2. MATERIAŁY

- 2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów
- 2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów
- 2.3. Składowanie materiałów
- 2.4. Deklaracja zgodności

3. SPRZĘT

- 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu
- 3.2. Sprzęt do wykonania robót żelbetowych

4. TRANSPORT

- 4.1. transport mieszanki betonowej

5. WYKONANIE ROBÓT

- 5.1. Ogólne zasady wykonania Robót
- 5.2. Przygotowanie betonowania
- 5.3. Betonowanie
- 5.4. Układanie mieszanki betonowej
- 5.5. Osadzenie elementów kotwiących
- 5.6. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów
- 5.7. Pielęgnacja i dojrzewanie betonu.
- 5.8. Deskowania i rusztowania
- 5.9. Rozszalowanie

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

- 6.1. Ogólne zasady kontroli
- 6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy
- 6.3. Badania kontrolne betonu
- 6.4. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych
- 6.5. Kontrola zgodności betonu projektowanego
- 6.6. Kontrola zgodności betonu recepturowego, w tym normowego betonu recepturowego

7. OBMIAR ROBÓT

- 7.1. Jednostka obmiarowa dla robót betonowych

8. ODBIÓR ROBÓT

- 8.1. Ustalenia ogólne dotyczące odbioru robót
- 8.2. Odbiór końcowy konstrukcji

9. ROZLICZANIE ROBÓT

- 9.1. Cena jednostki obmiarowej dla robót betonowych

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót żelbetowych i betonowych w projektowanym obiekcie.

1.2. Zakres stosowania ST

Specyfikacja Techniczna zawiera informacje oraz wymagania wspólne dotyczące wykonania i odbioru Robót, które zostaną zrealizowane w ramach zadania – BUDOWA BUDYNKU SZKOLENIOWEGO NA TERENIE GOSPODARSTWA NASIENNO-SZKÓLKARSKIEGO W SUKOWIE - w zakresie robót żelbetowych i betonowych.

1.3. Zakres Robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej Specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia następujących robót: wykonanie robót żelbetowych i betonowych w projektowanym obiekcie.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi polskimi normami podanymi w ST 00-01 „Wymagania ogólne”, pkt 1.

1.4.1. Beton zwykły

beton o gęstości powyżej 1,8 kg/dm³ wykonany z cementu, wody, kruszywa mineralnego o frakcjach piaskowych i grubszych oraz ewentualnych dodatków mineralnych i domieszek chemicznych.

1.4.2. Mieszanka betonowa

mieszanina wszystkich składników przed związaniem betonu.

1.4.3. Klasa betonu

symbol literowo-liczbowy (np. B30) klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie; liczba po literze B oznacza wytrzymałość gwarantowaną R_b (np. Beton klasy B30 przy R_{t,G}=30 MPa). Jednak zostały użyte ze względu na ich częste używanie przez Wykonawców robót budowlanych. Nowa norma PN-EN 206-1 wprowadziła nowe oznaczenia klas betonów. Określa się je w sposób następujący, np.: B20 wg starych norm – C16/20 wg nowej (pierwsza liczba po literze C oznacza wytrzymałość gwarantowaną R_b badanej próbki walcowej natomiast druga liczba po literze C oznacza wytrzymałość gwarantowaną R_b badanej próbki kostkowej). Beton użyty w projektach budowlanych to C25/30 (B30) C20/25 (B25), C16/20 (B20), C12/15 (B15) i C8/10 (B10).

1.4.4. Stopień mrozoodporność

symbol literowo-liczbowy (np. F50) klasyfikujący beton pod względem jego odporności na działanie mrozu; liczba po literze F oznacza wymaganą liczbę cykli zamrażania i odmrażania próbek betonowych.

1.4.5. Stopień wodoszczelności

symbol literowo-liczbowy (np. W6) klasyfikujący beton pod względem przepuszczalności wody; liczba po literze W oznacza dziesięciokrotną zwiększoną wartość ciśnienia wody w MPa, działającego na próbki betonowe.

1.4.6. Klasy ekspozycji

symbol literowo-liczbowy (np. xA2) określają zagrożenia oddziaływaniem środowiska na element konstrukcji wg PN-EN 206-1. Pozostałe określenia są zgodne z obowiązującymi Polskimi Normami oraz z definicjami podanymi w ST-00.01 „Wymagania ogólne”.

2. MATERIAŁY

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość wykonania Robót oraz za ich zgodność z Dokumentacją Projektową i ST.

2.1. Warunki ogólne stosowania materiałów

Przygotowanie mieszanki betonowej powinno być dokonywane ze składników odpowiadającym odpowiednim normom.

Zbrojenie powinno odpowiadać warunkom zgodnym z ST 01.02 ROBOTY ZBROJENIOWE. Elementy stalowe do mocowania marek zakotwione w betonie winny spełnić wymogi projektowe

2.2. Wymagania szczegółowe dla materiałów

Cement - Należy stosować cement hutniczy CEM III/A 32,5, który musi odpowiadać obowiązującym normą.

Kruszywo - Kruszywo użyte do betonu nie może zawierać więcej niż: /max % wagowo/

** części gliniastych, organicznych - 0,30

** elementów których długość jest 5 razy większa niż średnia grubość 18

Woda - Woda użyta do betonu musi być czysta, a w szczególności wolna od olejów, alkaloidów, soli, organicznych części itp.
Stal zbrojeniowa - Stal zbrojeniowa musi odpowiadać obowiązującej normie zgodnie z klasami podanymi w projekcie.
Wykonanie siatek zgrzewanych musi być zgodne z odpowiednim świadectwem stosowania tych siatek w budownictwie.
Dodatki do betonu - Dodatki do betonu będą stosowane zgodnie z instrukcją ich użycia i zaaprobowane przez Inspektora nadzoru inwestorskiego.
Kontrola jakości betonu musi być wykonywana dla każdego 50m³ wbudowanego betonu. Próbkę powinny być pobierane w miejscu rozładunku betonu, a testy wykonywane zgodnie z obowiązującą normą.

2.2.1. Mieszanka betonowa

Mieszanka betonowa winna być modyfikowana plastifikatorami i dostosowana na podstawie odrębnego projektu do wymogów konstrukcji budynku. Ustalona receptura mieszanki betonowej winna być przechowywana przez wykonawcę robót i dołączona do dokumentacji powykonawczej obiektu. Wszelkie zmiany dokonywane przez laboratorium w ostatniej recepturze powinny być odnotowywane w dzienniku budowy lub dzienniku betonowania. W okresie przygotowywania mieszanek betonowych, ich transportu i układania w konstrukcji należy prowadzić dziennik zmian atmosferycznych.
Mieszanka betonowa winna być zagęszczana za pomocą urządzeń mechanicznych.

2.2.2. Składniki mieszanki betonowej

Beton zwykły uzyskuje się z mieszanki betonowej, w której skład wchodzi: kruszywo mineralne o frakcjach piaskowych (do 2 mm) i grubszych, cement, woda oraz ewentualnie dodatki mineralne (udział w mieszance przekraczający 5% masy cementu) i domieszki chemiczne (udział do 5% masy cementu).

Kruszywo mineralne może być naturalne (kruszywo w stanie naturalnym) lub łamane. Rozróżnia się trzy podstawowe grupy asortymentowe tego kruszywa:

- piasek, piasek łamany (ziarna o średnicy 0-2 mm),
- żwir, grys, grys z otoczków (ziarna o średnicy od 2 mm do d_{max} , przy czym $d_{max} = 16; 31,5$ lub 63 mm),
- mieszanek kruszywa naturalnego sortowaną, kruszywa łamanego i z otoczków.

W zależności od uziarnienia kruszywo dzieli się na trzy rodzaje: drobne o ziarnach do 4 mm, grube o ziarnach 4 do 63 mm i bardzo grube o ziarnach 63 do 250 mm.

Ze względu na cechy jakościowe kruszywo dzieli się na:

- odmiany I i II, zależnie od zawartości grudek gliny w kruszywach łamanych ze skał węglanowych i/lub nasiąkliwości w grysach ze skał magmowych i metamorficznych,
- gatunki 1 i 2, zależnie od zawartości poszczególnych frakcji w kruszywie,
- marki 10, 20, 30, 50, zależnie od przydatności do odpowiedniej klasy betonu.

Cechy fizyczne poszczególnych asortymentów i marek kruszyw do betonów powinny odpowiadać wymaganiom podanym w PN 86/B-06712. W przypadku betonu o określonym stopniu mrozoodporności lub wodoszczelności zaleca się stosowanie kruszywa marki nie niższej niż 20.

Zalecane łączne graniczne krzywe uziarnienia kruszyw do betonu podano w obowiązującej normy. Przy ustalaniu proporcji kruszyw frakcji piaskowej i grubszych należy brać pod uwagę urabialność mieszanki betonowej. Ta urabialność powinna być dostosowana do warunków formowania, które są określane przez:

- kształt i wymiary konstrukcji, elementu lub wyrobu oraz ilość zbrojenia,
- zakładaną gładkość i wygląd powierzchni betonu,
- sposoby układania i zagęszczania mieszanki betonowej (ręczne przez sztychowanie lub ubijanie, mechaniczne przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie itd.).

Dostosowanie urabialności mieszanki betonowej do wymienionych warunków polega na doborze odpowiedniej ilości zaprawy i łącznej ilości cementu i frakcji kruszywa poniżej 0,125 mm (przedstawiono w tabeli poniżej) oraz konsystencji.

Rodzaje wyrobów elementów lub konstrukcji	Zalecana ilość zaprawy w dm ³ na 1 m ³ mieszanki betonowej	Najmniejsza suma objętości absolutnych cementu i ziarn kruszywa poniżej 0,125 mm w dm ³ na 1 m ³ mieszanki betonowej
Żelbetowe i betonowe konstrukcje masywne o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 500 mm i kruszywie do 63 mm	400-450	70
Sprężone, żelbetowe i betonowe wyroby, elementy i konstrukcje o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 60 mm i kruszywie do 31,5 mm	450-550	80
Sprężone, żelbetowe i betonowe wyroby, elementy i konstrukcje o najmniejszym wymiarze przekroju większym niż 60 mm i kruszywie do 16 mm	500-550	95

Konsystencję mieszanki betonowej sprawdza się metodą Ve-Be lub metodą stożka opadowego. Betony o konsystencji półcieklej i ciekłej zaleca się uzyskiwać w wyniku stosowania domieszek uplastyczniających lub upłynniających. Wymagane wskaźniki konsystencji mieszanek betonowych, zależne od metod badań, podano w tabeli poniżej.

Konsystencja i jej symbol	Sposoby zagęszczania i warunki formowania (kształt przekroju, ilość zbrojenia)	Wskaźnik wg metody:	
		Ve-Be, s	Stożka opadowego, cm
Wilgotna K-1	Mieszanki wibrowane (powyżej 100Hz) i wibroprasowane, przekroje proste, rzadko zbrojone	≥ 28	-
Gęstoplastyczna K-2	Mieszanki wibrowane lub ubijane ręcznie, przekroje proste, rzadko zbrojone	27 - 14	-
Plastyczna K-3	Mieszanki wibrowane i ręcznie sztychowane, przekroje proste, normalnie zbrojone (około 1- 2,5%) lub mieszanki wibrowane, przekroje złożone, rzadko zbrojone	13 – 7 (metoda zalecana)	2-5
Półciekła K-4	Mieszanki wibrowane lub ręcznie sztychowane, przekroje złożone, gęsto zbrojone lub ręcznie sztychowane, proste przekroje, normalnie zbrojone	≤ 6	6-11 (metoda zalecana)
Ciekła K-5	Mieszanki ręcznie sztychowane	-	12-15

Trzeba dodać, że ziarna kruszywa nie powinny być większe niż:

- 1/3 najmniejszego wymiaru przekroju poprzecznego elementu,
- 3/4 odległości w świetle między prętami zbrojenia, leżącymi w jednej płaszczyźnie prostopadłej do kierunku betonowania.

Do wykonania mieszanek betonowych stosuje się cementy hutnicze CEM III/A 32.5.

Szczegółowe informacje dotyczące cementu powszechnego użytku są zawarte w instrukcji ITB nr 356/98.

Woda stosowana do mieszanki betonowej powinna spełniać wymagania obowiązujących norm. Nie powinna zawierać składników wpływających niekorzystnie na wiązanie i twardnienie betonu. W przypadku wątpliwości należy przeprowadzić jej odpowiednie badanie. Ogólnie należy stwierdzić, że woda pitna (oprócz wód mineralnych) nadaje się do mieszanek betonowych.

Wymagania ogólne dotyczące wody do mieszanek betonowych i zapraw (wg PN-88/B--32250) podano w tabeli poniżej

Barwa	Powinna odpowiadać barwie wody wodociągowej
Zapach	Woda nie powinna wydzielać zapachu gnilnego
Zawiesina	Woda nie powinna zawierać zawiesiny
pH	≥ 4

2.2.3. Elementy kotwiące

Elementy kotwiące zabetonowane w elementach żelbetowych winny być wykonane ze stali zabezpieczonej antykorozyjną powłoką malarską. Elementy winny być osadzane wg szablonu wykonanego na podstawie marki.

2.3. Składowanie materiałów

Mieszanka betonowa winna być dostarczana bezpośrednio przed wbudowaniem z wyspecjalizowanej wytwórni. Elementy stalowe kotwiące składować pod zadaszeniami lub w pomieszczeniach zamkniętych w sposób uniemożliwiający uszkodzenie powłoki antykorozyjnej.

2.4. Deklaracja zgodności

Do każdej partii betonu powinno zostać wystawione przez producenta zaświadczenie o jakości betonu. Zaświadczenie to winno zawierać charakterystykę betonu, zastosowane dodatki; wyniki badań kontrolnych wytrzymałości betonu na ściskanie oraz typ próbek stosowanych do badań; wyniki badań dodatkowych; okres, w którym wyprodukowano daną partię betonu.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące Sprzętu podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne”.

3.2. Sprzęt do wykonania robót żelbetowych

Układanie mieszanki betonowej w szalunkach prowadzić za pomocą pomp. Przekrój przewodów powinien być dobrany do uziarnienia kruszywa zastosowanego do przygotowania mieszanki.

Mieszanka betonowa powinna być zagęszczana przy pomocy urządzeń mechanicznych. Wibratory powinny być dostosowane do pozycji i kształtu betonowanego elementu.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące Transportu podano w ST-00.01.00 „Wymagania ogólne”.

4.1. Transport mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa wytworzona w betoniarkach na placu budowy jest zazwyczaj przewożona taczakami. Przewóz w poziomie odbywa się po ułożonych deskach. Większe ilości mieszanki przewozi się wózkami dwukołowymi, tzw. japonkami.

Mieszanke betonową można podawać za pomocą pomp do mieszanki betonowej, wykorzystując rurociąg składający się z prostych odcinków długości od 0,5 do 3 m i kolan o różnym kącie nachylenia. Pompy z rurociągami są zazwyczaj umieszczane na samochodach lub przyczepach samochodowych. Mieszanke betonową za pomocą pompy można podawać na znaczne odległości w poziomie i w pionie. Przy doborze konkretnej pompy bierze się pod uwagę sumę długości poziomych i pionowych odcinków podawania mieszanki oraz liczbę załamań rurociągów i kąty nachylenia kolan.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania Robót

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne”.

5.2. Przygotowanie betonowania

Przed przystąpieniem do betonowania należy sprawdzić poprawność wykonania robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

- wykonanie deskowań, rusztowań, usztywnień i pomostów
- wykonanie zbrojenia
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego w miejscu przerwy roboczej
- wykonanie robót zanikających
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność mocowań elementów kotwiących zbrojenie i deskowanie
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania

Deskowanie i zbrojenie winno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, płatków rdzy. Powierzchnia deskowania winna być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania.

5.3. Betonowanie

Wysokość zrzutu mieszanki betonowej o konsystencji gęstoplastycznej i wilgotnej nie powinna być większa, niż 1,5m a o kompensacji ciekłej 0,5m. W czasie betonowania należy obserwować deskowania i rusztowania, czy nie następuje utrata prawidłowego kształtu konstrukcji. Przy betonowaniu w czasie upalnej pogody ułożona mieszanka powinna być niezwłocznie zabezpieczona przed nadmierną utratą wody. Przy betonowaniu w czasie deszczu należy zabezpieczyć mieszanke przed wodą opadową. Przebieg układania mieszanki betonowej w deskowaniu winien być rejestrowany w dzienniku robót. Po zakończeniu betonowania należy zapewnić właściwą pielęgnację betonu.

5.4. Układanie mieszanki betonowej

Układanie betonu

Beton winien być układany warstwami poziomymi nie przekraczającymi 30cm, w sposób zapobiegający rozwarstwieniu się mieszanki betonowej i zabezpieczający szalunki oraz zbrojenie przed przesunięciem. Przerwa pomiędzy wytworzeniem betonu a jego ułożeniem nie powinna przekraczać 30 minut. Ułożony beton należy wibrować mechanicznie.

Mieszanke betonową układa się po sprawdzeniu deskowań i rusztowań oraz zbrojenia elementów. Skład mieszanki powinien być zgodny z opracowaną receptą roboczą.

Ułożona mieszanka betonowa powinna być zagęszczona za pomocą odpowiednich urządzeń mechanicznych: wibratorów wgłębnych, powierzchniowych, przyczepnych, prętowych.

Zagęszczanie ręczne (za pomocą sztychowania i jednoczesnego lekkiego opukiwania deskowania młotkiem drewnianym) może być stosowane tylko w wypadku mieszanek betonowych o konsystencji ciekłej i półciekłej lub gdy zbrojenie jest zbyt gęste i uniemożliwia użycie wibratorów pogrążalnych.

Gdy cała powierzchnia wibrowanej mieszanki betonowej w elemencie pokryje się zaczynem cementowym, wibrowanie można zakończyć. Mieszanek półpłynnych i ciekłych nie trzeba wibrować.

Cienkie elementy pionowe grubości do 25 cm, zagęszcza się wibratorami przyczepnymi, przymocowanymi np. do jarzma deskowania słupa bądź stężeń deskowania ścian. Oś wirnika powinna być pionowa. Zasięg wibracji wynosi od 100 do 150cm.

Cienkie elementy poziome zagęszcza się wibratorem powierzchniowym, który przesuwany jest po powierzchni elementu. Wibrator prowadzi się tak, aby zachodził 10 cm na pasmo zawibrowane uprzednio.

Takie elementy jak podłogi betonowe wyrównuje się i zagęszcza listwami wibracyjnymi. Mieszanke betonową można też zagęszczać przez odpowietrzanie, stosując odpowiednie płyty odpowietrzające.

5.5. Osadzenie elementów kotwiących

Osadzenie w betonie elementów kotwiących do mocowania marek i elementów wyposażenia budynku musi odbywać się pod ścisłym nadzorem geodezyjnym w celu wyeliminowania jakichkolwiek odchyłek.

5.6. Kontrola i pielęgnacja świeżych betonów

Pielęgnacja betonu

Powierzchnia świeżo ułożonego betonu musi być chroniona przed słońcem i suchymi wiatrami, a ponadto polewana wodą. Inspektor nadzoru inwestorskiego może wyrazić zgodę na stosowanie środków chemicznych zabezpieczających mieszankę betonową przed utratą wody w czasie wiązania cementu. Czas i sposób pielęgnacji musi być zaaprobowany przez Inspektora nadzoru inwestorskiego.

5.7. Pielęgnacja i dojrzewanie betonu.

W okresie pielęgnacji betonu należy:

- chronić odsłonięte powierzchnie betonu przed szkodliwym działaniem warunków atmosferycznych, a szczególnie wiatru i promieni słonecznych (a w okresie zimowym -mrozu) przez ich osłanianie i zwilżanie w dostosowaniu do pory roku.
- utrzymywać ułożony beton w stałej wilgotności przez co najmniej 7 dni przy stosowaniu cementów portlandzkich i 14 dni w przypadku stosowania cementów hutniczych.
- polewać wodą beton normalnie twardniejący, rozpoczynając po 24 godzinach od chwili jego ułożenia:
 - przy temperaturze +15 °C i wyżej beton należy polewać w ciągu pierwszych 3 dni co 3 godziny w dzień i co najmniej jeden raz w nocy, a w następne dni co najmniej 3 razy na dobę.
 - przy temperaturze poniżej +5 °C betonu nie należy polewać.

Duże powierzchnie betonu mogą być powlekane środkami błonotwórczymi zabezpieczającymi przed parowaniem wody.

5.8. Deskowania i rusztowania

Szalowanie

Lokalizacja osi konstrukcyjnych oraz głównych elementów konstrukcji obiektu powinna być wytyczona przez pracowników obsługi geodezyjnej budowy. Szalunki muszą być wykonane tak, aby elementy betonowe miały wymiary i położenie zgodne z rysunkami konstrukcyjnymi. Odchyłki w wymiarach i usytuowaniu elementów konstrukcyjnych nie mogą przekraczać wartości podanych w dokumentacji projektowej.

Deskowania i związane z nimi rusztowania powinny zapewnić sztywność i niezmienność wymiarów konstrukcji podczas układania zbrojenia, betonowania i dojrzewania betonu, a więc w całym okresie ich eksploatacji. Deskowania powinny być szczelne, aby chronić przed wyciekaniem zaprawy cementowej z mieszanki betonowej. Zaleca się, aby szerokość desek przylegających bezpośrednio do betonu nie była większa niż 150 mm, z wyjątkiem dna form, gdzie może być zastosowana jedna deska odpowiedniej szerokości.

Prawidłowość wykonania deskowań i rusztowań należy sprawdzić przed ich użytkowaniem (dokonać odbioru). Sprawdzenie to i dopuszczenie do użytkowania powinno być potwierdzone zapisem w dzienniku budowy.

5.9. Rozszalowanie

Usuwanie deskowań powinno odbywać się pod ścisłym nadzorem technicznym.

Usuwanie deskowań zabetonowanych stropów budynków wielokondygnacyjnych należy przeprowadzić przy zachowaniu następujących zasad:

- usunięcie podpór deskowania stropu znajdującego się bezpośrednio pod betonowanym stropem jest niedopuszczalne.
- podpory deskowania następnego, niżej położonego stropu mogą być usunięte tylko częściowo, gdyż pod wszystkimi belkami i podciągami o rozpiętości 4 m i większej powinny być pozostawione stojaki w odległości nie większej niż 3 m.
- całkowite usunięcie deskowań stropów leżących niżej może nastąpić pod warunkiem osiągnięcia przez beton tych stropów założonej w projekcie wytrzymałości.

Usunięcie nośnego deskowania konstrukcji żelbetowych dopuszcza się po osiągnięciu przez beton:

- dla konstrukcji betonowych i żelbetowych wykonywanych w okresie letnim – 15 MPa w stropach i 2 MPa w ścianach.
- dla konstrukcji betonowych i żelbetowych wykonywanych w okresie obniżonych temperatur – 17.5 MPa w stropach i 10 MPa w ścianach.
- dla belek i podciągów o rozpiętości do 6 m - 70% projektowanej wytrzymałości betonu, a dla konstrukcji nośnych o rozpiętości powyżej 6.00 m - 100% projektowanej wytrzymałości.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości Robót podano w ST -00.01 „Wymagania ogólne”.

6.2. Zakres badań prowadzonych w czasie budowy

Podczas robót betonowych należy prowadzić systematyczną kontrolę:

- jakości składników betonu oraz prawidłowości ich składowania
- dozowania składników mieszanki betonowej
- jakości mieszanki betonowej w czasie transportu, układania i zagęszczania
- cech wytrzymałościowych betonu
- prawidłowości przebiegu twardnienia betonu, terminów rozdeskowania oraz częściowego lub całkowitego obciążenia konstrukcji.

Kontrola wytrzymałości betonu na ściskanie powinna być przeprowadzana na próbkach pobranych przy danym stanowisku betonowania. Liczba próbek nie powinna być mniejsza, niż: 1 próbka na 50m³ betonu, 3 próbki na dobę oraz 6 próbek na partię betonu.

6.3. Badania kontrolne betonu

Dla określenia wytrzymałości betonu wbudowanego w konstrukcja należy w trakcie betonowania pobierać próbki kontrolne w postaci kostek sześciennych o boku 15 cm w ilości nie mniejszej niż:

- 1 próbka na 100 zarobów,
- 1 próbka na 50 m³ betonu,
- 3 próbki na dobę,
- 6 próbek na partię betonu.

Próbki pobiera się losowo po jednej równomiernie w okresie betonowania, a następnie przechowuje, przygotowuje i bada w wieku 28 dni zgodnie z obowiązującą normą. Jeżeli próbki pobrane i badane jak wyżej wykazą wytrzymałość niższą od przewidzianej dla danej klasy betonu, należy przeprowadzić badania próbek wyciętych z konstrukcji. Jeżeli wyniki tych badań będą pozytywne, to beton należy uznać za odpowiadający wymaganej klasie betonu. W przypadku nie spełnienia warunku wytrzymałości betonu na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, dopuszcza się w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inspektora Nadzoru, spełnienie tego warunku w okresie późniejszym, lecz nie dłuższym niż 90 dni. Dopuszcza się pobieranie dodatkowych próbek i badanie wytrzymałości betonu na ściskanie w wieku wcześniejszym od 28 dni.

Dla określenia nasiąkliwości betonu, należy pobrać przy stanowisku betonowania, co najmniej 1 raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników betonu, sposobu układania i zagęszczania - po 3 próbki o kształcie regularnym lub po 5 próbek o kształcie nieregularnym, zgodnie z obowiązującą normą. Próbki przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni zgodnie z obowiązującą normą. Nasiąkliwość zaleca się również badać na próbkach wyciętych z konstrukcji.

Dla określenia mrozoodporności betonu, należy pobrać przy stanowisku betonowania - co najmniej 1 raz w okresie betonowania obiektu oraz każdorazowo przy zmianie składników i sposobu wykonywania betonu - po 12 próbek regularnych o minimalnym wymiarze boku lub średnicy próbki 100mm. Próbki należy przechowywać w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 90 dni zgodnie z obowiązującą normą. Zaleca się badać mrozoodporność na próbkach wyciętych z konstrukcji. Przy stosowaniu metody przyspieszonej wg obowiązującej normy, liczba próbek reprezentujących daną partię betonu może być zmniejszona do 6, a badanie należy przeprowadzić w wieku 28 dni.

Próbki przechowywać należy w warunkach laboratoryjnych i badać w wieku 28 dni wg obowiązującej normy.

Dopuszcza się badanie wodoszczelności na próbkach wyciętych z konstrukcji. Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub inne uprawnione) przewidzianych obowiązującą normą. Jeżeli beton poddany jest specjalnym zabiegom technologicznym, należy opracować plan kontroli jakości betonu dostosowany do wymagań technologii produkcji. W planie kontroli powinny być uwzględnione badania przewidziane aktualną normą i niniejszymi ST oraz ewentualnie inne, konieczne do potwierdzenia prawidłowości zastosowanych zabiegów technologicznych.

Badania powinny obejmować:

- badanie składników betonu,
- badanie mieszanki betonowej,
- badanie betonu

Zestawienie wymaganych badań wg obowiązującej normy:

6.4. Tolerancje wymiarów betonowych konstrukcji budowlanych

Podane niżej tolerancje wymiarów należy traktować jako miarodajne tylko wtedy, gdy Dokumentacja Projektowa nie przewiduje inaczej. Dotyczą one konstrukcji monolitycznych i wykonanych z elementów prefabrykowanych. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od określonych w Dokumentacji Projektowej wynoszą:

- długość przęsła ± 2 cm,
- oś podłużna w planie ± 3 cm,
- wymiary przekrojów ± 1 cm,
- grubość płyty pomostu $\pm 0,5$ cm,
- różnice wysokościowe ± 1 cm.

Tolerancje dla fundamentów:

- usytuowanie w planie - 2% największego wymiaru , ale nie więcej niż 50mm,
- wymiary w planie - ± 30 mm,
- różnice poziomu na płaszczyznach widocznych - ± 20 mm,
- różnice poziomu płaszczyzn niewidocznych - ± 30 mm,
- różnice głębokości - $\pm 0,05h$ i ± 50 mm.

Tolerancje dla podpór:

- pochylenie ścian 0,5% wysokości,
- wymiary w planie ± 1 cm,
- różnice wierzchu podpory ± 1 cm.

6.5. Kontrola zgodności betonu projektowanego

6.5.1. Kontrola zgodności wytrzymałości na ściskanie

A. Plan pobierania i badania próbek

Próbki mieszanki betonowej należy losowo wybierać i pobierać zgodnie z EN 12350-1. Próbki należy pobierać z każdej rodziny betonów produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. Wynik badania należy uzyskiwać z pojedynczej próbki do badania lub stanowić średnią z wyników co najmniej dwóch próbek do badania wykonanych z tej samej próbki mieszanki i badanej w tym samym wieku.

Gdy co najmniej dwie próbki do badania są wykonane z jednej próbki mieszanki, a zbadane wartości różnią się więcej niż o 15% od średniej, wówczas wyniki te należy pominąć, chyba że analiza danego przypadku nie wykaże racjonalnego powodu, uzasadniającego pominięcie pojedynczego wyniku badania.

Tablica 13- Minimalna częstotliwość pobierania próbek do oceny zgodności

produkcja	Minimalna częstotliwość pobierania próbek		
	Pierwsze 50 m ³ produkcji	Po pierwszych 50 m ³ produkcji ^a	
		Beton z certyfikatem kontroli produkcji	Beton bez certyfikatu kontroli produkcji
Początkowa (do momentu uzyskania co najmniej 35 wyników badań)	3 próbki	1/2000 m ³ lub 2/tydzień produkcji	1/150 m ³ lub 1/tydzień produkcji
Ciągła ^b (po uzyskaniu co najmniej 35 wyników badań)		1/400 m ³ lub 1/tydzień produkcji	
^a Pobieranie próbek powinno być rozłożone Kryteria czasie produkcji kryteria nie zaleca się pobierania więcej niż 1 próbki Kryteria każdych 25 m ³ mieszanki. ^b Gdy odchylenie standardowe ostatnich 15 wyników badania przekracza 1,37 σ , częstotliwość pobierania próbek należy zwiększyć do częstotliwości wymaganej dla produkcji początkowej, do uzyskania następnych 35 wyników badań.			

B. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie

Ocenę zgodności należy przeprowadzić na podstawie wyników badań uzyskanych podczas okresu oceny, który nie powinien przekroczyć ostatnich dwunastu miesięcy produkcji.

Zgodność wytrzymałości betonu na ściskanie ocenia się na próbkach badanych w 28 dniu dojrzewania dla:

- zbioru "n" niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników badań fcm (kryterium 1);
- każdego pojedynczego wyniku badania f_{ak} (kryterium 2).

Zgodność jest potwierdzona, jeśli oba kryteria podane w tablicy 14 dla produkcji początkowej albo ciągłej są spełnione.

Przy ocenie zgodności rodziny betonów, kryterium 1 stosuje się do betonu odniesienia, przy uwzględnieniu wszystkich przeliczonych wyników badań z rodziny; kryterium 2 stosuje się do początkowych wyników badań.

Aby potwierdzić przynależność każdego pojedynczego betonu do rodziny, na podstawie kryterium 3, podanego w tablicy 15, należy ocenić średnią z wszystkich źródłowych czyli początkowych wyników badań (f_{Cm}) dla pojedynczego betonu z rodziny.

Beton niespełniający tego kryterium powinien być usunięty z rodziny i oceniony pod względem jego zgodności indywidualnie.
Tablica 14 - Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na ściskanie

produkcja		Kryterium 1	Kryterium 2
	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Średnia z „n” wyników (f_{cm}) N/mm^2 , N_{81}	Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ci}) N/mm^2 , N_{81}
Początkowa	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Ciągła	15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Tablica 15 - Kryterium potwierdzenia przynależności betonów do rodziny

Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie dla pojedynczego betonu	Kryterium 3
	Średnia z „n” wyników (f_{cm}) dla pojedynczego betonu z rodziny N/mm^2 , N_{81}
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$

6.5.2. Kontrola zgodności wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

A. Plan pobierania i badania próbek Stosuje się p. 6.3.

B. Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

Gdy wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu jest wyspecyfikowana, ocenę zgodności należy przeprowadzić na podstawie wyników badań uzyskanych w okresie oceny zgodności, który nie powinien przekraczać ostatnich dwunastu miesięcy. Zgodność wytrzymałości betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu ocenia się na próbkach badanych w 28 dniu dojrzewania, chyba że określono inny wiek badania dla:

- zbioru „n” niepokrywających się lub pokrywających się kolejnych wyników badań f_{tm} (kryterium 1);
- każdego pojedynczego wyniku badania f_{ti} (kryterium 2).

Zgodność z charakterystyczną wytrzymałością na rozciąganie przy rozłupywaniu (f_{tk}) jest potwierdzona, jeśli wyniki badań spełniają oba kryteria podane w tablicy 16 odpowiednio dla produkcji początkowej albo ciągłej.

Tablica 16 - Kryteria zgodności dotyczące wytrzymałości na rozciąganie przy rozłupywaniu

produkcja	Liczba „n” wyników badań wytrzymałości na ściskanie w zbiorze	Kryterium 1	Kryterium 2
		Średnia z „n” wyników (f_{tm}) N/mm^2 , N_{81}	Dowolny pojedynczy wynik badania (f_{ti}) N/mm^2 , N_{81}
Początkowa	3	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Ciągła	15	$\geq f_{tk} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{tk} - 0,5$

6.5.3. Kontrola zgodności właściwości innych niż wytrzymałość

A. Plan pobierania i badania próbek

Próbki mieszanki betonowej należy losowo wybierać i pobierać zgodnie z EN 12350-1. Probki należy pobierać z każdej rodziny betonów produkowanych w warunkach uznanych za jednorodne. Minimalna liczba próbek oraz metody badania powinny być zgodne z tablicami 17 i 18.

B. Kryteria zgodności dotyczące właściwości innych niż wytrzymałość

Gdy są wyspecyfikowane inne niż wytrzymałość właściwości betonu, ocenę ich zgodności należy przeprowadzić na podstawie produkcji bieżącej w okresie oceny, który nie powinien przekraczać ostatnich dwunastu miesięcy.

Zgodność betonu określa się przez zliczenie liczby wyników uzyskanych w okresie oceny, które znajdują się poza określonymi wartościami granicznymi, granicami klas lub tolerancjami dla założonej wartości, oraz porównaniu jej z maksymalną dopuszczalną liczbą (metoda alternatywna).

Zgodność z wymaganą właściwością jest potwierdzona, gdy:

- wszystkie pojedyncze wyniki badania zawierają się w granicach maksymalnych dopuszczalnych odchyłeń podanych w tablicy 17 lub 18.

Tablica 17 - Kryteria zgodności dotyczące właściwości innych niż wytrzymałość

właściwość	Metoda badania lub metoda oznaczania	Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji dla wartości założonej	
				Dolna granica	Górna granica
Gęstość betonu ciężkiego	EN 12390-7	Jak w tablicy 13 dla wytrzymałości ściskanie	Patrz tablica 19a	-30 kg/m ³	Brak granicy ^a
Gęstość betonu lekkiego	EN 12390-7	Jak w tablicy 13 dla wytrzymałości ściskanie	Patrz tablica 19a	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³
Współczynnik woda/cement	Patrz p. 5.4.2 PN-EN 206-1	1 oznaczenie na dzień	Patrz tablica 19a	Brak granicy ^a	+0,02
Zawartość cementu	Patrz p. 5.4.2 PN-EN 206-1	1 oznaczenie na dzień	Patrz tablica 19a	-10 kg/m ³	Brak granicy ^a
Zawartość powietrza w napowietrzonym mieszkance	EN 12390-7 dla betonu zwykłego i betonu ciężkiego oraz	1 próbka/dzień produkcji, gdy jest ustabilizowana	Patrz tablica 19a	-0,5% wartości bezwzględnej	+1,0% wartości bezwzględnej
betonowej	ASTM C 173 dla betonu lekkiego				
Zawartość chlorków w betonie	Patrz p. 5.2.7 PN-EN 206-1	Oznaczenie należy wykonać dla każdego składu betonu i należy go powtórzyć, jeśli ma miejsce wzrost zawartości chlorków w którymkolwiek ze składników	0	Brak granicy ^a	Nie dopuszcza się wyższych wartości

^a Chyba, że granice są określone w specyfikacji

Tablica 18 - Kryteria zgodności dotyczące konsystencji

Metoda badania		Minimalna liczba próbek lub oznaczeń	Liczba kwalifikująca	Maksymalne dopuszczalne odchylenie ^a pojedynczych wyników badania od granic określonej klasy lub tolerancji do wartości założonej	
				Dolna granica	Górna granica
Ocena wizualna	Porównanie wyglądu z normalnym wyglądem mieszanki betonowej określonej konsystencji	Każdy zarób; dla dostaw samochodowych, każdy ładunek	-	-	-
Opad stożka	EN 12350-2	i) częstotliwość jak podano w tablicy 13 dla wytrzymałości na ściskanie ii) gdy bada się zawartość powietrza iii) w przypadku wątpliwości przy ocenie wizualnej	Patrz tablica 19b	-10 mm -20 mm ^b	+20 mm +30 mm ^b
Czas Vebe	EN 12350-3		Patrz tablica 19b	-4 s -6 s ^b	+2 s +4 s ^b
Stopień zagęszczalności	EN 12350-4		Patrz tablica 19b	-0,05 -0,07 ^b	+0,03 +0,05 ^b
Rozplływ	EN 12350-5		Patrz tablica 19b	-15 mm -25 mm ^b	+30 mm +40 mm ^b
^a Przy braku górnej lub dolnej granicy w odpowiednich klasach konsystencji, odchylen tych nie stosuje się.					
^b Dotyczy wyłącznie konsystencji badanej na początku rozładunku betoniarki samochodowej (patrz p. 5.4.1)					

^a Przy braku górnej lub dolnej granicy w odpowiednich klasach konsystencji, odchylen tych nie stosuje się.

^b Dotyczy wyłącznie konsystencji badanej na początku rozładunku betoniarki samochodowej (patrz p. 5.4.1)

6.6. Kontrola zgodności betonu recepturowego, w tym normowego betonu recepturowego

Zgodność każdego zarobu betonu recepturowego należy ocenić pod względem zawartości cementu, maksymalnego nominalnego górnego wymiaru ziaren kruszywa i jego uziarnienia, jeśli są określone, oraz odpowiednio współczynnika woda/cement, ilości domieszki lub dodatku. Ilości cementu, kruszywa (każdego określanego wymiaru ziaren), domieszki i dodatku, jakie zarejestrowano w zapisie produkcji lub na wydruku z przyrządu rejestrującego zarób, powinny zawierać się w granicach tolerancji podanych w pkt 6.4. Współczynnik woda/cement powinien zawierać się w granicach $\pm 0,04$ wartości określonej. W przypadku normowego betonu recepturowego, równoważne tolerancje mogą być podane w odpowiedniej normie. Przy ocenie zgodności składu betonu za pomocą analizy mieszanki betonowej, wykonawca i producent powinni wcześniej uzgodnić metody badania oraz granice zgodności, uwzględniając powyższe granice oraz dokładność metod badań.

Przy ocenie zgodności konsystencji, stosuje się odpowiednie postanowienia tablicy 18.

Dla:

- rodzaju i klasy wytrzymałości cementu;
- rodzajów kruszyw;
- typu domieszki lub typu dodatku; jeśli są stosowane;
- pochodzenia składników betonu, gdy są określone,

zgodność należy oceniać przez porównanie zapisu z produkcji oraz dokumentów dostawy składników z określonymi wymaganiami.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne”.

7.1. Jednostka obmiarowa dla robót betonowych

Jednostką obmiaru jest m³(metr sześcienny) wbudowanego betonu na podstawie Dokumentacji Projektowej i pomiaru w terenie.

8. ODBIÓR ROBÓT

8.1. Ustalenia ogólne dotyczące odbioru robót

Ogólne wymagania dotyczące odbioru Robót podano w ST 00.01 „Wymagania ogólne”.

8.2. Odbiór końcowy konstrukcji

Podczas odbioru końcowego powinny być przedstawione następujące dokumenty:

- a) dokumentacja techniczna (projekt) z naniesionymi wszystkimi zmianami w czasie budowy,
- b) dziennik budowy,
- c) protokoły stwierdzające uzgodnienia zmian i uzupełnień dokumentacji,
- d) wyniki badań kontrolnych betonu,
- e) protokoły z odbioru robót zanikających (np. fundamentów, zbrojenia elementów konstrukcji),
- f) inne dokumenty przewidziane w dokumentacji technicznej lub związane z procesem budowy, mające wpływ na udokumentowanie jakości wykonania konstrukcji, wymagane zgodnie z ustawą Prawo budowlane.

Sprawdzenie jakości wykonanych robót obejmuje ocenę:

- a) prawidłowości położenia obiektu budowlanego w planie,
- b) prawidłowości cech geometrycznych wykonanych konstrukcji lub jej elementów, np. szczelin dylatacyjnych
- c) jakości betonu pod względem jego zagęszczenia, jednorodności struktury, widocznych wad i uszkodzeń (np. raki, rysy); łączna powierzchnia ewentualnych raków nie powinna być większa niż 5% całkowitej powierzchni danego elementu, a w konstrukcjach cienkościennych nie większa niż 1%; lokalne raki nie powinny obejmować więcej niż 5% przekroju danego elementu; zbrojenie główne nie może być odsłonięte.

Dopuszczalne odchyłki od wymiarów i położenia konstrukcji betonowych i żelbetowych podano w pkt 6.4.

8.2. Odbiór końcowy

Końcowy odbiór stalowej konstrukcji dokonywany jest po ukończeniu obiektu. Obiekt musi być odbierany komisyjnie. Do odbioru końcowego Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć uaktualnioną Dokumentację Projektową zawierającą wszystkie zmiany wprowadzone w czasie budowy oraz inwentaryzację powykonawczą obiektu.

Jeżeli wyniki badań konstrukcji pozwalają na dopuszczenie obiektu do eksploatacji należy sporządzić protokół odbioru końcowego zawierający:

- 1) datę, miejsce i przedmiot spisanego protokołu,
- 2) nazwiska przedstawicieli:

-Inspektora Nadzoru

-jednostki przejmującej obiekt w administrację Wykonawcy montażu

- 3) oświadczenie jednostki przejmującej obiekt w administrację o przejęciu od Wykonawcy kompletnej dokumentacji budowy w skład której wchodzi:

- Dokumentacja Projektowa z naniesionymi zmianami

- Dziennik Budowy

- atesty materiałów użytych w Wytwórni i podczas montażu

-świadczenia kontroli laboratoryjnej wszystkich badań wymaganych w Specyfikacjach

-protokoły odbiorów częściowych

- 4) stwierdzenie zgodności wykonanego obiektu z Dokumentacją Projektową i wymaganiami Specyfikacji
- 5) stwierdzenie o dokonaniu odbioru i określenie warunków eksploatacji

9. ROZLICZANIE ROBÓT

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST 00-01 „Wymagania ogólne”, pkt 9.

9.1. Cena jednostki obmiarowej dla robót betonowych

Płatność za 1 m³ (metr sześcienny) betonu należy przyjmować zgodnie z obmiarem i oceną jakości wykonanych robót.

Cena jednostkowa obejmuje:

- opracowanie recepty laboratoryjnej mieszanki betonowej,
- dostarczenie wszystkich niezbędnych czynników produkcji, - opracowanie projektu deskowań i rusztowań,
- wykonanie deskowań, rusztowań,
- przygotowanie, transport i ułożenie mieszanki z odpowiednim zagęszczeniem i pielęgnacją,
- wykonanie w konstrukcji wszystkich wymaganych Dokumentacją Projektową otworów jak również wbetonowanie potrzebnych zakotwień, marek itp.,
- rozbiórkę deskowań, rusztowań,
- wykonanie wszystkich badań przewidzianych w Specyfikacji,
- oczyszczenie stanowiska pracy i usunięcie będących własnością Wykonawcy materiałów rozbiórkowych.
- Wykonanie zbrojenia płatne jest oddzielnie.

Oraz wszystkie inne roboty niewymienione, które są niezbędne do kompletnego wykonania robót objętych niniejszą ST przewidzianych w Dokumentacji projektowej.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

Obowiązujące Normy

1. Stosowanie cementu powszechnego użytku w budownictwie. Instrukcja ITB nr 356/98. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998.
2. Wytyczne wykonywania robót budowlano--montażowych w okresie obniżonych temperatur. Instrukcja ITB nr 282/88. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1988.
3. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych. Tom I - Budownictwo ogólne. Arkady, Warszawa 1989.
4. Neville A.M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków 1999.
5. Łukowski P.: Domieszki chemiczne do zapraw i betonów. Polski Cement, Kraków 1998.
6. Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999.
7. Król M., Tur W.: Beton ekspansywny. Arkady, Warszawa 1999.
8. Śliwiński J.: Beton zwykły. Projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement. Kraków 1999.