

Szczegółowa Specyfikacja Techniczna

ST-02 Konstrukcja obiektów budowlanych

02-01 Konstrukcje geotechniczne i fundamenty specjalne

1 Przedmiot i zakres stosowania specyfikacji

1.1 Przedmiot specyfikacji

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót żelbetowych i fundamentowych dla obiektu. Specyfikacja Techniczna stanowi dokument pomocniczy przy realizacji i odbiorze żelbetowej płyty posadzkowej w piwnicy budynku mieszkalnego wielorodzinnego przy ul. Wróbla 24 w Gdańsku w technologii zapobiegającej zalewaniu piwnic.

Poniżej systematyka kodów CPV dla robót budowlanych

45000000-7 - Roboty budowlane

45200000-9 - Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

45210000-2 - Roboty budowlane w zakresie budynków

2. Zakres stosowania specyfikacji

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót konstrukcyjno-budowlanych związanych z budową żelbetowej płyty posadzkowej w piwnicy budynku mieszkalnego wielorodzinnego przy ul. Wróbla 24 w Gdańsku w technologii zapobiegającej zalewaniu piwnic.

3. Zakres robót objętych specyfikacją

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót geotechnicznych i fundamentowych w czasie budowy i obejmują wykonanie fundamentów w formie tzw. „białej wanny”. Zakres robót obejmuje:

- zabezpieczenie dna wykopów przez warstwy podbudowy,
- ustawienie deskowań;
- zbrojenia;
- betonowanie;

4. Podstawowe określenia

Wymienione poniżej określenia, należy rozumieć następująco:

Aprobata techniczna	Dokument stwierdzający przydatność wyrobu do stosowania w budownictwie, w odniesieniu do wyrobów, dla których nie ustanowiono Polskiej Normy lub wyrobów, które różnią się istotnie od właściwości określonych w Polskiej Normie.
Deklaracja zgodności producenta	Oświadczenie producenta, stwierdzające na jego wyłączną odpowiedzialność, że wyrób, proces wytwórczy lub usługa są zgodne z określoną normą lub innym dokumentem odniesienia.
Dokumentacja formalnoprawna	Zbiór dokumentów (materiałów) niezbędnych w celu nabywania nieruchomości,
Dokumentacja wstępna	Zbiór dokumentów (materiałów) niezbędnych do wykonania przedmiotu zamówienia, przekazywany Wykonawcy przez Inżyniera przed rozpoczęciem prac
Domieszka do betonu	Dodatek w ilości 2÷10% zawartości cementu mający na celu poprawienie konsystencji i urabialności mieszanki betonowej
Dziennik Budowy	Dziennik, wydany zgodnie z obowiązującymi przepisami, stanowiący urzędowy dokument przebiegu robót budowlanych oraz zdarzeń i okoliczności zachodzących w toku wykonywania robót.
Inżynier	Pisemnie upoważniony przedstawiciel Inwestora na budowie, upoważniony do podejmowania decyzji dotyczących zagadnień technicznych i ekonomicznych tej budowy w ramach dokumentacji projektowej przepisów prawa budowlanego oraz umowy.

Inwestor	Osoba prawna lub fizyczna, która zleciła Wykonawcy realizację zadania inwestycyjnego i występuje jako strona zawartego w tym celu Kontraktu.
Kierownik budowy	Osoba wyznaczona przez Wykonawcę, upoważniona do kierowania robotami i do występowania w jego imieniu w sprawach realizacji kontraktu
Kierownik prac geodezyjnych	Osoba posiadająca odpowiednie uprawnienia zawodowe z zakresu geodezji i kartografii, upoważniona przez Wykonawcę do kierowania pracami i do występowania w jego imieniu w sprawach dotyczących realizacji zamówienia,
Kontrakt	Pisemna umowa między Inwestorem, a Wykonawcą, spisana w celu realizacji zadania inwestycyjnego, określająca prawa i obowiązki obu stron.
Konsystencja i urabialność	Zespół cech określających właściwości mieszanki betonowej, od których zależy łatwość wypełniania formy i zdolność zachowania kształtu po rozformowaniu zaraz po zagęszczeniu
Kosztorys ofertowy	Wyceniony przez Wykonawcę kosztorys „ślepy”.
Kosztorys „ślepy”	Wykaz robót wraz z podaniem ich ilości.
Kryteria techniczne	Zestaw wymagań, stanowiący podstawę certyfikacji wyrobów budowlanych na znak bezpieczeństwa.
Księga obmiarów robót	Akceptowany przez Inżyniera Nadzoru zeszyt z ponumerowanymi stronami, służący do wpisywania przez Wykonawcę obmiaru robót w formie wyliczeń, szkiców i ewentualnie dodatkowych załączników. Wpisy w rejestrze obmiarów podlegają potwierdzeniu przez Inżyniera Nadzoru.
Laboratorium	Drogowe lub inne laboratorium badawcze zaakceptowane przez Zamawiającego, niezbędne do przeprowadzenia wszelkich badań i prób związanych z oceną jakości materiałów oraz robót.
Mieszanka betonowa	Mieszanina wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed i po zagęszczeniu, przed rozpoczęciem jego twardnienia
Odpowiednia bliskość	Zgodność wykonywanych robót z dopuszczonymi tolerancjami, a jeśli przedział tolerancji nie został określony – z przeciętnymi tolerancjami przyjmowanymi zwyczajowo dla danego rodzaju robót budowlanych.
Ośrodek dokumentacji	Centralny, wojewódzkie i powiatowe ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej, prowadzone przez odpowiednie organy Służby Geodezyjnej i Kartograficznej tj.: <ul style="list-style-type: none"> – Głównego Geodetę Kraju - w zakresie zasobu centralnego, – marszałków województw - w zakresie zasobów wojewódzkich, – starostów - w zakresie zasobów powiatowych,
Osnowa geodezyjna pozioma	Usystematyzowany zbiór punktów, których wzajemne położenie na powierzchni odniesienia zostało określone przy zastosowaniu techniki geodezyjnej,
Osnowa geodezyjna wysokościowa	Usystematyzowany zbiór punktów, których wysokość w stosunku do przyjętej powierzchni odniesienia została określona przy zastosowaniu techniki geodezyjnej,
Osnowa realizacyjna	Osnowa geodezyjna (pozioma i wysokościowa), przeznaczona do geodezyjnego wytyczenia elementów projektów w terenie oraz geodezyjnej obsługi budowy i montażu urządzeń i konstrukcji. Osnowa ta powinna służyć do pomiarów kontrolnych przemieszczeń i odkształceń, a także w miarę możliwości do pomiarów powykonawczych,
Podbudowa	Dolna część nawierzchni służąca do przenoszenia obciążeń od ruchu na podłoże. Podbudowa może się składać z podbudowy zasadniczej lub pomocniczej.
Podbudowa zasadnicza	Górna część podbudowy spełniająca funkcje nośne w konstrukcji nawierzchni. Może się ona składać z jednej lub dwóch warstw.
Podbudowa pomocnicza	Dolna część podbudowy spełniająca, obok funkcji nośnych, funkcje zabezpieczenia nawierzchni przed działaniem wody, mrozu i przenikaniem cząstek podłoża. Może zawierać warstwę mrozochronną, odsączającą lub odcinającą.
Podłoże	Grunt rodzimy lub nasypowy leżący pod powierzchnią do głębokości przemarzania obciążeń .
Podłoże ulepszone	Górna warstwa podłoża, leżąca bezpośrednio pod nawierzchnią, ulepszona w celu umożliwienia przejęcia ruchu budowlanego i właściwego wykonania nawierzchni
Podwykonawca	Osoba fizyczna lub prawna, której Wykonawca powierzył realizację części zadania

	inwestycyjnego.
Polecenie Inżyniera	Polecenia przekazane Wykonawcy przez Inżyniera Nadzoru w formie pisemnej, dotyczące sposobu realizacji robót lub inne spraw związanych z prowadzeniem budowy.
Projektant	Uprawniona osoba prawna lub fizyczna będąca autorem projektu.
Rysunki	Część Dokumentacji Projektowej, która wskazuje lokalizację, charakterystykę i wymiary obiektu i przedmiotu robót.
Rysunki robocze	Rysunki (plany) rusztowań, szalunków, plany gięcia stali zbrojeniowej lub inne dodatkowe plany, które Wykonawca powinien przedłożyć Inwestorowi do zatwierdzenia przed rozpoczęciem robót.
Ściana oporowa	Budowla utrzymująca w stanie statecznym uskok naziemu gruntów rodzimych lub nasypowych albo innych materiałów rozdrobnionych, które można scharakteryzować parametrami geotechnicznymi.
Sieć uzbrojenia terenu	Wszelkiego rodzaju naziemne, nadziemne i podziemne przewody i urządzenia: wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, ciepłne, telekomunikacyjne, elektroenergetyczne i inne, a także podziemne budowle, jak: tunele, przejścia, parkingi, zbiorniki, itp.,
Specyfikacje	Zbiór przepisów i wymagań uzupełniających, opracowanych dla realizacji zadania inwestycyjnego lub jego elementu.
Sprzęt	Wszystkie maszyny, środki transportu i inny drobny sprzęt z urządzeniami do konserwacji i obsługi, potrzebne dla prawidłowego prowadzenia budowy.
Plac budowy	Teren przekazany czasowo Wykonawcy przez Inwestora dla wykonania zadania inwestycyjnego.
Wymagania podstawowe	Wymagania podstawowe dla wyrobów dopuszczonych do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie stanowią: bezpieczeństwo konstrukcji, bezpieczeństwo pożarowe, bezpieczeństwo użytkowania, odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochrona środowiska, ochrona przed hałasem i drganiami, oszczędność energii i odpowiednia izolacyjność cieplna przegród.
Wyrób budowlany	Materiał decydujący o bezpieczeństwie, jakości i trwałości obiektów budowlanych, dopuszczony do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie zgodnie z Dokumentacją Projektową i Specyfikacjami Technicznymi,
Wykonawca	Osoba prawna lub fizyczna, która została przez Inwestora wybrana do realizacji zadania inwestycyjnego.
Wystąpienie	Zwroćenie się Wykonawcy do Inwestora na piśmie w sprawie związanej z realizacją zadania inwestycyjnego.
Zadanie budowlane	Część przedsięwzięcia budowlanego, stanowiąca odrębną całość konstrukcyjną lub technologiczną, zdolną do samodzielnego spełnienia przewidywanych funkcji techniczno-użytkowych. Zadanie może polegać na wykonywaniu robót związanych z budową, modernizacją, utrzymaniem oraz ochroną budowli drogowej lub jej elementów.

5. Ogólne wymagania dotyczące robót

5.1 Wymagania ogólne

Wykonawca jest odpowiedzialny za jakość prac oraz zgodność ich wykonania z obowiązującymi przepisami prawnymi i technicznymi, ustaleniami ST-Ogólna oraz poleceniami Inżyniera. Wymiary na rysunkach określone liczbami są ważniejsze od wymiarów wynikających ze skali rysunku. Wykonawca nie może wykorzystywać jakichkolwiek wyraźnych błędów lub braków w specyfikacjach na swoją korzyść. W przypadkach, gdy Wykonawca wykrył błędy, powinien natychmiast powiadomić o tym Inżyniera, który wprowadzi niezbędne zmiany lub uzupełnienia.

5.2 Roboty przygotowawcze i towarzyszące

Należy na czas wykonania robót dokonać realizować poniższe prace i pomiary geodezyjne:

- wytyczenia obrysu elementów żelbetowych płyty
- wytyczenie i stabilizację osnowy realizacyjnej;
- wytyczenie i stabilizacja głównych punktów i punktów charakterystycznych obiektu, przebiegu osi, krawędzi i załamania;
- wyznaczenie bezpiecznych (niezmiennych w czasie budowy) punktów wysokościowych – reperów;
- dokumentacja powykonawcza dla etapu robót ziemnych.

5.3 Beton

Szczegółowe wymagania w poz. 10.xxx

5.4 Stal zbrojeniowa

Szczegółowe wymagania w poz. 10.xxx

5.5 Ochrona własności

Wykonawca jest zobowiązany do ochrony przed uszkodzeniem lub zniszczeniem własności prywatnej i publicznej. W razie wyrządzenia szkód, w związku z wykonywaniem prac geodezyjnych (zniszczenie drzew, krzewów, nasadzeń, plonów itp.), Wykonawca zobowiązany jest, zgodnie z przepisami Kodeksu cywilnego i ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne, do naprawienia tych szkód lub wypłacenia właścicielom odszkodowania.

5.6 Bezpieczeństwo i higiena pracy

Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność za bezpieczeństwo i higienę pracy. W szczególności, dotyczy to sposobu zabezpieczenia terenu, ochrony istniejących obiektów budowlanych i technicznych, uzbrojenia terenu i elementów o wartości dla środowiska naturalnego i kultury; przy pomiarach wykonywanych na istniejących drogach, a także przy inwentaryzacji urządzeń podziemnych (otwieranie, przewietrzanie i wchodzenie do studzienek). Wykonawca zobowiązany jest zabezpieczyć prace prowadzone na drogach publicznych odpowiednimi znakami drogowymi, zgodnie z zatwierdzonym projektem organizacji ruchu. (Organizacja ruchu drogowego oraz sprzęt stosowany dla ochrony życia i zdrowia osób zatrudnionych przy wykonywaniu ww. prac nie podlegają odrębnej zapłacie - koszty te są włączone w cenę umowną). Wykonawca ponosi pełną odpowiedzialność cywilną wobec osób trzecich na zasadach ogólnych określonych w ustawie Kodeks cywilny.

6. Dokumentacja , którą należy przedstawić w trakcie budowy

Ogólne wymagania dotyczące wymaganej dokumentacji podano w ST-Ogólna. Konstrukcje fundamentowe i geotechniczne powinny być wykonywane na podstawie następujących dokumentów:

- dokumentacja geotechniczna, bądź geotechniczno-inżynierska;
- projekt deskowań;
- wyniki kontrolnych badań mieszanki betonowej, betonów i stali oraz innych materiałów użytych w robotach betoniarskich;
- wyniki badań laboratoryjnych i dokonane na ich podstawie zmiany technologii wykonania robót;
- dziennik budowy;
- protokoły odbioru robót częściowych i końcowych;
- operaty geodezyjne;
- książka obmiarów.

7. Materiały

7.1. Cement

Cement powinien posiadać następujące właściwości:

- wysoką wytrzymałość
- mały skurcz szczególnie w okresie początkowym
- wydzielanie małej ilości ciepła przy wiązaniu

Celem otrzymania betonu w dużym stopniu nieprzepuszczalnego i trwałego, a więc odpornego na działanie agresywnego środowiska, do konstrukcji mostowych należy stosować wyłącznie cement portlandzki (bez dodatków), o podwyższonej odporności na wpływy chemiczne.

Stosować cement portlandzki EN 197-1-CEM I 42,5 R

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-EN 197-1. Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek nie dających się roznieść w palcach.

Wykonawca powinien dokonywać kontroli cementu przed użyciem go do wykonania mieszanki betonowej, nawet bez oczekiwania na polecenie Inżyniera.

Obowiązkiem Inżyniera jest żądanie powtórzenia badań tej samej partii cementu, jeśli istnieje podejrzenie obniżenia jakości cementu spowodowane jakkolwiek przyczyną.

Kontrola cementu winna obejmować:

- oznaczenie wytrzymałości
- oznaczenie czasu wiązania i stałości objętości
- sprawdzenie stopnia zmielenia

7.2. Kruszywo

Kruszywo powinno spełniać wszystkie wymagania normy PN-86/B-06712 (wymagania dla kruszyw do betonów klasy powyżej C20/25). Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie, nie zawierać składników łamliwych, pyłących czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, piritów, piritów gliniastych i składników organicznych. Wykonawca powinien dostarczyć pisemne stwierdzenie, w oparciu o wykonane badania mineralogiczne, o braku obecności form krzemionki (opal, chalcedon, trydymit) i wapieni dolomitycznych reaktywnych w stosunku do alkaloidów zawartych w cemencie, wykonując niezbędne badania laboratoryjne.

7.3. Kruszywo grube

Do betonów klas do C20/25 i niższych ustalać indywidualnie z wytwórną betonu. Do betonów klas C30/37 i wyższych należy stosować wyłącznie grysy granitowe lub bazaltowe o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm. Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- zawartość pyłów mineralnych 1 %
- zawartość ziarn nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20 %
- wskaźnik rozkruszenia:
 - dla grysów granitowych do 16 %
 - dla grysów bazaltowych i innych do 8 %
- nasiąkliwość do 1.2 %
- mrozoodporność wg. metody bezpośredniej do 2 %
- mrozoodporność wg. zmodyfikowanej metody bezpośredniej do 10 %
- reaktywność alkaliczna z cementem określona nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1 %
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Żwir powinien spełniać wymagania PN-86/B-06712 „Kruszywa mineralne do betonu” dla marki 30 w zakresie cech fizycznych i chemicznych. Ponadto ogranicza się do 10 % mrozoodporność żwiru badaną zmodyfikowaną metodą bezpośrednią. W kruszywie grubym, tj. w grysach i żwirach nie dopuszcza się grudek gliny. Zaleca się, aby zawartość podziarna nie przekraczała 5 %, a nadziarna 10 %.

Kruszywo pochodzące z każdej dostawy musi być poddane badaniom niepełnym obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego
- oznaczenie zawartości ziarn nieforemnych
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych
- oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej partii kruszywa wyników badań pełnych oraz okresowo badania specjalne dotyczące reaktywności alkalicznej.

7.4. Kruszywo drobne

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia kopalnianego. Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okruchowym piasku powinna wynosić:

- do 0,25 mm \Rightarrow 14÷19 %,
- do 0,5 mm 33 do 48 %
- do 1,00 mm \Rightarrow 57÷76 %

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- zawartość pyłów mineralnych do 1,5 %
- reaktywność alkaliczna z cementem nie wywołuje zwiększenia wymiarów ponad 0,1 %
- zawartość związków siarki do 0,2 %
- zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

W kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny. Piasek pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom niepełnym obejmującym:

- oznaczenie składu ziarnowego
- oznaczenie zawartości pyłów mineralnych
- oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych

Dostawca powinien wystawiać Deklarację zgodności.

7.5. Uziarnienie kruszywa

Mieszanki kruszywa drobnego i grubego wymieszane w odpowiednich proporcjach powinny utworzyć stałą kompozycję granulometryczną, która pozwoli na uzyskanie wymaganych właściwości zarówno świeżego betonu

(konsystencja, jednorodność, urabialność, zawartość powietrza) jak i stwardniałego (wytrzymałość, przepuszczalność, moduł sprężystości, skurcz).

Krzywa granulometryczna powinna zapewnić uzyskanie maksymalnej szczelności betonu przy minimalnym zużyciu cementu i wody. Szczególną uwagę należy zwrócić na uziarnienie piasku w celu zredukowania do minimum wydzielania mleczka cementowego. Kruszywo powinno składać się z co najmniej 3 frakcji; dla frakcji najdrobniejszej pozostałość na sicie o boku oczka 5 mm nie może być większa niż 5 %. Poszczególne frakcje nie mogą zawierać uziarnienia przynależnego do frakcji niższej w ilości przewyższającej 15 % i uziarnienia przynależnego do frakcji wyższej w ilości przekraczającej 10 % całego składu frakcji.

Zaleca się betony klasy B30 i wyżej wykonywać z kruszywem o uziarnieniu ustalonym doświadczalnie, podczas projektowania składu mieszanki betonowej.

Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa

Bok oczka sita mm	Przechodzi przez sito w %	
	Kruszywo do 16 mm	Kruszywo do 31,5 mm
0,25	3 ÷ 8	2 ÷ 8
0,50	7 ÷ 20	5 ÷ 18
1,00	12 ÷ 32	8 ÷ 28
2,00	21 ÷ 42	14 ÷ 37
4,00	36 ÷ 56	23 ÷ 47
8,00	60 ÷ 76	38 ÷ 62
16,00	100	62 ÷ 80
31,50		100

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa powinien pozwalać na wypełnienie mieszanką każdej części konstrukcji przy uwzględnieniu urabialności mieszanki, ilości zbrojenia i grubości otuliny.

7.6. Woda

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-EN 1008:2004. Powinna pochodzić ze źródeł nie budzących żadnych wątpliwości, lub dobrze zbadanych. Stosowanie wody z wodociągu nie wymaga badań. Część wody zarobowej jest potrzebna do wiązania betonu, jest to woda aktywna, chemicznie związana w betonie. Ilość wody niezbędna do wiązania daje stosunek cementowo-wodny $w/c = 0,2 \div 0,25$. Woda powinna być dodawana w możliwie najmniejszych ilościach w stosunku do założonej wytrzymałości i stopnia urabialności mieszanki betonowej, biorąc pod uwagę również ilości wody zawarte w kruszywie, w sposób pozwalający na zachowanie możliwie małego stosunku $w/c = 0,4$.

7.7. Dodatki i domieszki do betonu

Dodatki i domieszki do betonu stosować wg PN-EN 934-2:2002. Zaleca się doświadczalne sprawdzenie skuteczności domieszek przy opracowywaniu recepty mieszanki betonowej.

7.8. Stal zbrojeniowa

Pręty stalowe do zbrojenia betonu winny być zgodne z wymaganiami PN-89/H-84023/06. Stal zbrojeniowa dostarczona na budowę powinna mieć atest hutniczy.

7.9. Asortyment stali

Do zbrojenia betonu prętami wiotkimi należy stosować następujące klasy i gatunki stali:

- A III N BSt500
- A II 18G2-b
- A I StsS-b

8. Sprzęt

8.1. Wymagania ogólne

Wykonawca zobowiązany jest do zastosowania takiego sprzętu, który pozwoli na osiągnięcie wymaganych jakości i dokładności, zarówno przy pracach pomiarowych jak i przy zabezpieczeniu terenu budowy.

8.2. Sprzęt do produkcji betonu

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inżyniera. Instalacje te powinny być typu automatycznego przy wagowym dozowaniu kruszywa, cementu, wody i dodatków. Silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Wagi do dozowania cementu powinny być kontrolowane co najmniej raz na dwa miesiące i rektyfikowane na rozpoczęcie produkcji, a następnie przynajmniej raz na rok. Urządzenia dozujące wodę powinny być sprawdzane co najmniej raz na miesiąc. Mieszanie składników powinno odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Objętość mieszalników betoniarek musi zabezpieczać pomieszczenie w nim, wszystkich składników ważonych bez wyrzucania na zewnątrz.

8.3. Sprzęt do prac zbrojarskich

Wybór sprzętu mechanicznego dla realizacji zadania należy do Wykonawcy. Prace zbrojarskie winny być wykonywane specjalistycznymi urządzeniami stanowiącymi wyposażenie zbrojarni. Zastosowany sprzęt wymaga akceptacji Inżyniera.

8.4. Sprzęt do prac obliczeniowych

Do prac obliczeniowych należy stosować sprzęt komputerowy z odpowiednim oprogramowaniem.

9. Transport

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w ST-Ogólna. Wybór środków transportu należy do Wykonawcy. Materiały i sprzęt mogą być przewożone dopuszczonymi do ruchu drogowego środkami transportu.

9.1 Transport betonu

Transport betonu z wytwórni do miejsca wbudowania, powinien być wykonywany przy użyciu odpowiednich środków transportowych w celu uniknięcia segregacji pojedynczych składników i zniszczenia betonu. Mieszanka betonowa powinna być transportowana w mieszalnikach samochodowych (tzw. gruszkach), a czas transportu nie powinien być dłuższy niż:

- 90 min przy temperaturze otoczenia + 15° C
- 70 min przy temperaturze otoczenia + 20° C
- 30 min przy temperaturze otoczenia + 30° C

Nie są dozwolone samochody skrzyniowe ani wywrotki. Zaleca się podawanie betonu do miejsca wbudowania za pomocą specjalnych pojemników o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie lub pompy przystosowanej do podawania mieszanek plastycznych. Użycie pomp jest dozwolone pod warunkiem, że przedsiębiorstwo zastosuje odpowiednie środki celem utrzymania ustalonego stosunku W/C w betonie przy wylocie. Jeśli transport mieszanki do pojemnika będzie wykonywany przy użyciu betoniarki samochodowej, jej jednorodność powinna być kontrolowana w czasie rozładunku. Obowiązkiem Inżyniera jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

9.2 Transport stali i zbrojeń

Ładunek, transport, rozładunek i składowanie zbrojenia powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny. Zbrojenie należy ułożyć równomiernie na całej powierzchni ładunkowej, obok siebie i zabezpieczyć przed możliwością przesuwania się podczas transportu.

10. Wykonanie robót

10.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót podano w ST-Ogólna.

10.2. Wytwarzanie betonu

Wytwarzanie betonu wg receptury wykonanej przez Wykonawcę i zaakceptowanej przez Laboratorium oraz przez Inżyniera po przedłożeniu wyników badań próbek z receptury na: ściskanie, nasiąkliwość 4%. Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni w której:

- Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 2%.
- Dozowanie cementu powinno odbywać się na niezależnej wadze, o większej dokładności.
- Do wody i dodatków dozwolone jest również dozowanie objętościowe.
- Dozowanie wody winno być dokonywane z dokładnością 2%.

Czas i prędkość mieszania powinny być tak dobrane, by produkować mieszankę odpowiadającą warunkom jedno-rodności, o których była mowa powyżej. Zarób powinien być jednorodny, posiadać jednolitą spójność,

by w czasie transportu i innych operacji nie wystąpiło oddzielanie poszczególnych składników. Urabialność mieszanki powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonowej lub na jej powierzchni. Urabialność nie może być osiągana przy większym zużyciu wody niż przewidziano w recepturze mieszanki. Inżynier może zezwolić na stosowanie środków napowietrzających, plastifikatorów i upłynniaczy, nawet jeśli ich zastosowanie nie było przewidziane w PT.

Produkcja betonu i betonowanie powinny zostać przerwane, gdy temperatura spadnie poniżej 0° C, za wyjątkiem sytuacji szczególnych, lecz wtedy Inżynier wyda każdorazowo dyspozycję na piśmie z podaniem warunków betonowania.

Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych (przy średniej temperaturze dobowej $>10^{\circ}\text{C}$), średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas przyjmuje się równe wartościom $1,3 R_{bG}$.

W przypadku odmiennych warunków wykonania i dojrzewania betonu (np. prasowanie, odpowietrzanie, dojrzewa nie w warunkach podwyższonej temperatury), należy uwzględniać wpływ tych czynników na wytrzymałość i inne parametry betonu. Wartość stosunku C/W nie może być mniejsza niż 2 (stosunek W/C nie większy niż 0,5). Konsystencja mieszanek nie rzadsza od plastycznej, sprawdzana aparatem Ve-Be. Dopuszcza się badanie konsystencji plastycznej stożkiem opadowym wyłącznie w warunkach budowy. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalony doświadczalnie, powinien odpowiadać najmniejszej jamistości. Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnienia kruszywa należy przestrzegać następujących zasad:

- Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego, osobno dozowanych, powinien być taki jak w mieszance kruszywa o najmniejszej jamistości.
- Zawartość piasku w stosie okruszowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać:
 - 42% przy kruszywie grubym do 16,0 mm
 - 37% przy kruszywie grubym do 31,5 mm

Wartość współczynnika A, stosowanego do wyznaczania wskaźnika C/W, charakteryzującego mieszankę betonową należy wyznaczać doświadczalnie. Współczynnik ten wyznacza się na podstawie uzyskanych wytrzymałości betonów z mieszanek o różnych wartościach wskaźnika C/W - mniejszym i większym od wartości przewidywanej teoretycznie - wykonanych z materiałów dostarczonych na budowie do stosowania. Dla zmniejszenia skurczu betonu należy dążyć do jak najmniejszej ilości cementu. Dopuszcza się maksymalne ilości cementu, zależnie od klasy betonu:

- 400 kg/m³ dla B 25 i B 30
- 450 kg/m³ dla B 35 i wyżej

Dopuszcza się przekroczenie tych ilości o 10% w uzasadnionych przypadkach za zgodą Inżyniera

10.3. Układanie mieszanki betonowej

10.3.1. Zalecenia ogólne

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej. Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inżyniera dokumentacji technologicznej, obejmującej także betonowanie. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu deskowań i zbrojenia przez Inżyniera i po dokonaniu na ten temat wpisu do Dziennika Budowy.

10.3.2. Zalecenia dotyczące betonowania elementów

Przy wykonywaniu elementów konstrukcji monolitycznych należy przestrzegać projektu technologii betonowania, która powinna uwzględniać następujące zalecenia:

- W fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy, bądź za pomocą rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wglębnymi.
- W słupach, w których strzemiona nie przecinają płaszczyzny poziomej, układać mieszankę betonową w sposób ciągły segmentami o wysokości do 5,0 m, podając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczać warstwami o grubości do 40 cm, stosując wibratory przyczepne lub wglębne.
- W słupach z gęstym zbrojeniem i strzemionami przecinającymi ich przekrój poprzeczny, o najmniejszym wymiarze przekroju 40 cm, mieszankę betonową układać bez przerwy segmentami o wysokości do 2,0 m, wprowadzając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczać warstwami o grubości do 40 cm, przy użyciu wibratorów wglębnych wprowadzonych od góry w osi słupa.

- Gdy wysokość słupa jest większa od jednego segmentu ($h > 5,0$ m lub $h > 2,0$ m), wówczas betonowanie kolejnego segmentu można rozpocząć po upływie $1\div 2$ godz.
- Przy wykonywaniu belek, mieszankę betonową układać warstwami o grubości do 40 cm, bezpośrednio z pojemnika lub pompy, lub za pośrednictwem rynny i zagęszczać wibratorami wglębnymi.
- W płytach, mieszankę betonową układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy. W płytach o gr. > 12 cm zbrojonych górą i dołem należy stosować wibratory wglębne.

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej. Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inżyniera dokumentacji technologicznej betonowania. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu deskowań i zbrojenia przez Inżyniera i po dokonaniu na ten temat wpisu do Dziennika Budowy.

Przy betonowaniu należy zachować następujące warunki:

- Przed ułożeniem zbrojenia, deskowanie należy pokryć środkiem antyadhezyjnym
- Przed betonowaniem sprawdzić:
 - ilość, rozstaw i średnice prętów zbrojeniowych,
 - położenie zbrojenia,
 - zgodność rzędnych z PW,
 - czystość deskowania,
 - wymaganą grubość otuliny podaną w PW,
- Betonowanie konstrukcji wykonywać wyłącznie w temperaturach $> + 5^{\circ}\text{C}$,
- Mieszanki betonowej nie należy zrzucać z wysokości $> 0,75$ m od powierzchni, na którą spada.
- Wibratory wglębne stosować o częstotliwości min. 6000 drgań/min z buławami o $\varnothing < 0,65$ odległości między prętami zbrojenia, leżącymi w płaszczyźnie poziomej.
- Podczas zagęszczania wibratorami wglębnymi nie wolno dotykać zbrojenia buławą wibratora.
- Podczas zagęszczania wibratorami wglębnymi zagłębiać buławę na głębokość $5\div 8$ cm w warstwę poprzednią i przetrzymywać buławę w jednym miejscu przez $20\div 30$ sek, po czym wyjmować powoli w stanie wibrującym.
- Kolejne miejsca zagłębiania buławy powinny być od siebie oddalone o $1,4 R$ (R - promień skutecznego działania wibratora). Odległość ta zwykle wynosi $0,35\div 0,70$ m.
- Zasięg działania wibratorów przyczepnych wynosi zwykle od $20\div 50$ cm w kierunku głębokości i od $1,0\div 1,5$ m w kierunku długości elementu. Rozstaw wibratorów należy ustalać doświadczalnie, aby nie powstały martwe pola, a mocowanie powinno być trwałe i sztywne.
- Gdyby betonowanie było wykonywane w okresach obniżonych temperatur, Wykonawca zobowiązany jest codziennie rejestrować minimalne temperatury za pomocą sprawdzonego termometru umieszczonego przy betonowanym elemencie.

Przy betonowaniu elementów konstrukcji należy każdorazowo uwzględnić następujące zalecenia:

- zmycie pyłu i kurzu,
- obfite zwilżenie powierzchni wodą i narzucenie cienkiej warstwy szczepnej.
- układane warstwy zagęszczać wibratorami wglębnymi,

Powyższe zabiegi należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem betonowania.

10.4 Projekt deskowań

Projekt deskowań opracowuje Wykonawca robót we własnym zakresie. Projekt ten podlega akceptacji przez Inżyniera. Elementy form deskowania powinny być zastabilizowane w dokładnej pozycji wg rysunków PW poprzez zastosowanie prętów stalowych wewnątrz rurek z PCV koloru szarego (rurki pozostają w betonie). Wyładunek mieszanki ze środka transportowego powinien następować z zachowaniem maksymalnej ostrożności celem uniknięcia rozsegregowania składników. Oprzążowanie, czasy i sposoby wibrowania muszą być uzgodnione i zatwierdzone przez Inżyniera. Zabrania się wyładunku mieszanki w jedną hałdę i rozprowadzania jej przy pomocy wibratorów. Kolejne betonowania nie mogą tworzyć przerw, nieciągłości ani różnic wizualnych, a podjęcie betonowania może nastąpić tylko po oczyszczeniu, wyszczotkowaniu i zmyciu powierzchni betonu poprzedniego. Inżynier, jeśli uzna to za celowe, może zdecydować o konieczności betonowania ciągłego celem uniknięcia przerw.

10.5. Pielęgnacja i rozdeskowanie betonu dojrzewającego normalnie.

Bezpośrednio po zakończeniu betonowania zaleca się przykrycie powierzchni betonu lekkimi osłonami wodoszczelnymi, zapobiegającymi odparowaniu wody z betonu i chroniącymi beton przed deszczem i inną wodą. Przy temperaturze otoczenia $> 5^{\circ}\text{C}$ należy nie później niż po 12 godzinach od zakończenia betonowania rozpocząć pielęgnację wilgotnościową betonu i prowadzić ją przez co najmniej 7 dni (polewanie co najmniej 3 razy na dobę). Woda stosowana do polewania betonu powinna spełniać wymagania PN-88/B-32250. W czasie dojrzewania betonu elementy powinny być chronione przed uderzeniami i drganiami. Rozdeskowanie konstrukcji może nastąpić po osiągnięciu przez beton wytrzymałości zgodnej z PN-63/B-06251 - konstrukcje monolityczne.

Przy prawidłowej pielęgnacji betonu i temperaturze otoczenia 15°C dla betonów z cementów portlandzkich dojrzewających w sposób normalny można przyjmować następujące terminy rozbiórki deskowań licząc od dnia zakończenia betonowania:

- 2 dni lub $R_{bG} = 5,0 \text{ MPa}$ dla bocznych deskowań
- 10÷12 dni 0,7 R_{bG} dla całości deskowania .

Roboty rozbiórkowe przy deskowaniach powinny być prowadzone z zachowaniem szczególnych środków ostrożności. Listwy umieszczone w narożach konstrukcji należy bezwzględnie usunąć.

10.6. Przerwy w betonowaniu

Przewiduje się systemowe rozwiązywanie przerw roboczych w trakcie betonowania konstrukcji. System należy uzgodnić z Inżynierem i Projektantem.

10.7. Usterki wykonania

Pęknięcia elementów konstrukcyjnych - **niedopuszczalne**

Rysy powierzchniowe, skurczowe są dopuszczalne pod warunkiem, że pozostaje zachowane 2,0 cm otulenia zbrojenia, a długości rys nie przekraczają:

- 0,5 m dla rys podłużnych.
- 0,1 m dla rys poprzecznych.

Pustki, raki i wykuszyny są dopuszczalne pod warunkiem, że otulenie zbrojenia betonu jest nie mniejsze niż 2,0 cm, a powierzchnia, na której występują jest nie większa niż 0,5% powierzchni odpowiedniej ściany. Ubytki konieczne uzupełnić.

10.8. Naprawa uszkodzonych miejsc betonu

Miejsca uszkodzeń betonu naprawiać zaprawami niskoskurczowymi uzgodnionymi z Inżynierem bezpośrednio po rozbiórce deskowania elementu. Otwory po ściągach wypełnić zaczynem cementowym.

10.9. Tolerancje wykonania

10.9.1 Tolerancje wykonania deskowań:

- przekroje poprzeczne elementów deskowania + 4%
- nierówności powierzchni deskowania ± 4 mm
- przesunięcie płaszczyzny deskowania ± 2% wymiaru elementu

Stwierdzenie podczas odbioru zgodności wykonanych konstrukcji deskowań z wymaganiami nie zwalnia Wykonawcy z odpowiedzialności za ujawnione w późniejszym okresie usterki.

10.9.2. Dopuszczalne odchyłki wymiarowe od projektu wynoszą:

- Rzędne wierzchu płyty fundamentowej ± 3 cm
- Wymiary w planie ± 2 cm
- Grubości ścian ± 1 cm

10.10. Otulenie zbrojenia

Otulenie zbrojenia, licząc od powierzchni pręta zbrojeniowego do powierzchni deskowania powinna wynosić:

- 0,05 m dla zbrojenia głównego fundamentów
- 0,04 m dla strzemion fundamentów i podpór

10.11. Czyszczenie prętów

W przypadku skorodowania prętów zbrojenia lub ich zanieczyszczenia w stopniu przekraczającym wymagania pkt. 5.3.1. należy przeprowadzić ich czyszczenie. Rozumie się, że zanieczyszczenia powstały w okresie od przyjęcia stali na budowie do jej wbudowania. Pręty zatłuszczone lub zabrudzone farbami można opalać lampami benzynowymi lub czyścić preparatami rozpuszczającymi tłuszcz. Stal narażoną na choćby chwilowe działanie słonej wody należy zmyć wodą słodką. Stal pokrytą łuszczącą się rdzą i zabłoconą oczyszcza się szczotkami stalowymi ręcznie, mechanicznie lub poprzez piaskowanie. Po oczyszczeniu należy sprawdzić wymiary przekroju poprzecznego prętów. Stal tylko zabłoconą, można zmyć strumieniem ciepłej wody. Możliwe są również inne sposoby czyszczenia stali zbrojeniowej akceptowane przez Inżyniera

10.12. Prostowanie prętów

Dopuszczalna wielkość miejscowego wykrzywienia nie powinna przekraczać 4 mm. W przypadku większych odchyłek stal zbrojeniową należy prostować.

10.13. Cięcie prętów zbrojeniowych

Cięcie prętów należy wykonywać przy maksymalnym wykorzystaniu materiału, wskazane jest sporządzenie w tym celu planu cięcia. Pręty ucinają się z dokładnością do 10 mm. Cięcia prętów przeprowadza się przy użyciu nożyc mechanicznych. Należy ucinąć pręty krótsze od długości podanej w projekcie o wydłużenie zależne od wielkości i ilości odgięć.

Minimalna odległość od krzywizny pręta do miejsca gdzie można na nim położyć spoinę wynosi 10d. Na zimno, na budowie można wykonywać odgięcia prętów średnicy $d < 12$ mm. Pręty o średnicy $d > 12$ mm powinny być odginane z kontrolowanym podgrzewaniem. Wewnętrzna średnica odgięcia prętów zbrojenia głównego, poza odgięciem w obrębie haka, powinna być nie mniejsza niż:

- 5d dla stali klasy A-I
- 10d dla stali klasy A-II
- powyższych nie giąc

W miejscach zagięć i załamów elementów konstrukcji, w których zagięciom ulegają jednocześnie wszystkie pręty zbrojenia rozciąganego, należy stosować średnicę zagięcia równą co najmniej 20 d. Wewnętrzna średnica odgięcia strzemion i prętów montażowych powinna spełniać warunki podane dla haków. Należy zwrócić uwagę przy odbiorze haków (odgięć) prętów na ich zewnętrzną stronę. Niedopuszczalne są tam pęknięcia powstałe podczas wyginania.

10.14. Montaż zbrojenia

10.14.1. Wymagania ogólne

Do zbrojenia betonu należy stosować stal spawalną (PN-91/S-10024). Wymaga się następujących klas stali:

- A-0 - dla elementów drugorzędnych, nie konstrukcyjnych
- A-I i A-II (PN-91/S-10041, PN-89/M-84023/06) dla elementów nośnych.
- A IIIN dla elementów w konstrukcjach odpowiedzialnych

Układ zbrojenia w konstrukcji musi umożliwić jego dokładne otoczenie przez jednorodny beton. Po ułożeniu zbrojenia w deskowaniu, rozmieszczenie prętów względem siebie i względem deskowania nie może ulec zmianie. W konstrukcję można wbudować stal pokrytą co najwyżej nalotem nie łuszczącej się rdzy. Nie można wbudowywać stali zatłuszczonej smarami lub innymi środkami chemicznymi, zabrudzonej farbami zabłoconej i oblodzonej stali, która była wystawiona na działanie słonej wody. Stan powierzchni wkładek zbrojeniowych ma być zadowalający bezpośrednio przed betonowaniem.

Możliwe jest wykonanie zbrojenia z prętów o innej średnicy niż przewidziane w Dokumentacji Projektowej oraz zastosowanie innego gatunku stali: zmiany te wymagają zgody pisemnej Inżyniera. Minimalna grubość otuliny zewnętrznej w świetle prętów i powierzchni przekroju elementu żelbetowego powinna wynosić co najmniej:

- 0,07 m dla zbrojenia głównego fundamentów i podpór masywnych
- 0,055 m dla strzemion fundamentów i podpór masywnych
- 0,05 m dla prętów głównych lekkich podpór i pali
- 0,03 m dla zbrojenia głównego dźwigarów
- 0,025 m dla strzemion dźwigarów głównych i zbrojenia płyt stropowych

Układanie zbrojenia bezpośrednio na deskowaniu i podnoszenie na odpowiednią wysokość w trakcie betonowania jest niedopuszczalne. Niedopuszczalne jest chodzenie i transportowanie materiałów po wykonanym szkieletie zbrojeniowym.

10.14.2. Montaż zbrojenia

10.14.2.1. Łączenie prętów za pomocą spawania

Zaleca się następujące rodzaje spawanych połączeń prętów:

- nakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym
- nakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym
- zakładkowe spoiny dwustronne - łukiem elektrycznym
- zakładkowe spoiny jednostronne - łukiem elektrycznym

W połączeniach zakładkowych ze spoiną jednostronną należy przyjmować: $l_s = 10d$
ze spoiną dwustronną $l_s = 5d$

10.14.2.2. Łączenie pojedynczych prętów na zakład bez spawania

Dopuszcza się łączenie na zakład bez spawania (wiązanie drutem) prętów prostych, prętów z hakami oraz zbrojenia wykonanego z drutów w postaci pętli.

10.14.2.3. Skrzyżowania prętów

Skrzyżowania prętów należy wiązać drutem wiązałkowym, zgrzewać lub łączyć tzw. słupkami dystansowymi. Drut wiązałkowy, wyżarzony o średnicy 1 mm używa się do łączenia prętów o średnicy do 12 mm. Przy średnicach większych należy stosować drut o średnicy 1,5 mm. W szkieletach zbrojenia belek i słupów należy łączyć wszystkie skrzyżowania prętów narożnych ze strzemionami.

11. Kontrola jakości robót

Ogólne wymagania dotyczące kontroli robót podano w ST-Ogólna. Do obowiązków Wykonawcy należy zapewnienie na wszystkich etapach realizowanych prac wewnętrznej kontroli. Kontrola wewnętrzna powinna być tak zorganizowana, aby na bieżąco zapewniała możliwość śledzenia przebiegu prac. Z wewnętrznej kontroli prac Wykonawca ma obowiązek sporządzić protokół częściowy, który będzie stanowił załącznik do protokołu końcowego danego etapu robót budowlanych.

Jeżeli w wyniku tej kontroli Wykonawca stwierdzi, że prace zostały wykonane wadliwie i wymagają dodatkowych opracowań lub czynności, prace te winien wykonać we własnym zakresie i na swój koszt.

Niezależnie od kontroli prowadzonej przez Wykonawcę, Inżynier może powołać we własnym zakresie Inżyniera nadzoru technicznego dla danego etapu robót.

11.1. Wymagane właściwości betonu

11.1.1. Zalecenia do projektowania betonów wysokiej wytrzymałości

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie, wymaga się stosowania dla konstrukcji odpowiedzialnych betonu co najmniej klasy:

- C 20/25 w odniesieniu do elementów podpór i ścian oporowych o grubości poniżej 60 cm, do przęsła żelbetowych, do płytkich tuneli i do prefabrykowanych elementów żelbetowych.

Klasę betonu należy rozumieć jako wytrzymałość gwarantowaną wg. PN-88/B-06250. Przy projektowaniu betonu należy opierać się na podstawowych wzorach wytrzymałości, (wzór Bolomey'a), szczelności i wodożądności cementu i kruszywa. Składniki do betonów wysokiej wytrzymałości muszą być specjalnej jakości. Wytrzymałość skały, z której pochodzi kruszywo powinno być co najmniej dwukrotnie wyższa od wytrzymałości betonu. Marka cementu powinna być przyjęta wg. pkt. 2.1. Do betonu stosować płukane kruszywo łamane marki 30 i piasek drobnoziarnisty możliwie bez frakcji 0÷0,125 mm. Szczególnie korzystne są kruszywa o uziarnieniu nieciąglym.

11.1.2. Jakość betonu

Przed rozpoczęciem betonowania Wykonawca jest zobowiązany określić jakość materiałów i mieszanek betonowych przedkładając do oceny Inżynierowi:

- Próbkę materiałów, które ma zamiar stosować wskazując ich pochodzenie, typ i jakość.
- Propozycje odnośnie uziarnienia kruszywa.
- Rodzaj i dozowanie cementu, stosunek wodno-cementowy.
- Rodzaj i dozowanie dodatków i domieszek, które zamierza stosować.
- Proponowany rodzaj konsystencji i przewidywany wskaźnik konsystencji wg. metody stożka opadowego w [cm], lub metody Ve-Be.
- Sposób wytwarzania betonu, transportu, betonowania i pielęgnacji betonu.
- Wyniki próbnych badań wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach
- Określenie trwałości betonu na podstawie prób opisanych w dalszej części niniejszej specyfikacji.

Nadzór Inwestorski wyda pozwolenie na rozpoczęcie betonowania po sprawdzeniu i zatwierdzeniu dokumentów stwierdzających jakość materiałów, wykonaniu próbnych mieszanek betonowych, przeprowadzeniu badań na próbkach przygotowanych zgodnie z propozycjami Wykonawcy.

11.1.3. Wytrzymałość i trwałość betonu

Celem określenia w trakcie wykonywania betonów ich wytrzymałości na ściskanie, powinny być pobrane 2 serie próbek. Próbkę powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu, dla każdej klasy betonu zaznaczonej na rysunkach PW i dla każdego wykonywanego odrębnie segmentu płyty fundamentowej i ścian.

Próbki oznakowane kolejnymi numerami zgodnie z protokołem pobrania winny być wyposażone w tabliczki z podpisami Inżyniera nadzoru i Kierownika robót, gwarantującymi ich autentyczność.

Próbki powinny być przechowywane w pomieszczeniach przez jedną dobę w formach. Pierwsza seria próbek zostanie zbadana w laboratorium wskazanym przez Inżyniera w obecności przedstawiciela Wykonawcy, celem stwierdzenia wytrzymałości odpowiadającej różnym okresom twardnienia, według dyspozycji podanych przez Inżyniera. Wyniki prób zgniatania pierwszej serii próbek mogą być przyjęte za podstawę rozliczania robót pod warunkiem, że wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu odpowiadać będzie klasie betonu nie niższej niż wskazana w PW. Jednakże celem potwierdzenia otrzymanych wyników powinny być poddane badaniom w Laboratorium Urzędowym, próbki drugiej serii w ilości 20% próbek.

W przypadku gdy wytrzymałość na ściskanie otrzymana dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu pierwszej serii próbek była niższa od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu przyjętej w obliczeniach statycznych i podanej na rysunkach PT, należy wszystkie próbki drugiej serii poddać badaniom w Laboratorium Urzędowym, niezależnie od tego do jakiej klasy zaliczony jest beton.

W oczekiwaniu na oficjalne wyniki badań Inżynier może zgodnie ze swoimi uprawnieniami wstrzymać betonowanie, a Wykonawca nie może z tego tytułu rościć pretensji do jakichkolwiek odszkodowań.

Jeżeli z badań drugiej serii wykonanych w Laboratorium urzędowym otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, odpowiadającą klasie betonu nie niższej niż wskazana w PW, a wynik taki zostanie przyjęty

do rozliczenia robót. Jeśli jednak z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach niższą od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu wskazanej w PW, Wykonawca będzie zobowiązany na swój koszt do wyburzenia i ponownego wykonania konstrukcji lub do wykonania innych zabiegów, które zaproponowane przez Wykonawcę muszą być formalnie zaakceptowane przez Inżyniera w uzgodnieniu z Projektantem.

Wszystkie koszty badań laboratoryjnych obciążają Wykonawcę.

Próba trwałości jest wykonywana przez podanie próbek 100 cykli zamrażania i rozmrażania. Zmiany właściwości w wyniku tej próby powinny znaleźć się w podanych niżej granicach:

- Zmniejszenie modułu sprężystości 20%
- Utrata masy 2%
- Rozszerzalność liniowa 2%

11.2. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

11.2.1. Zakres kontroli

Zachowując przepisy pkt. 5.1. PN-88/B-06250, dotyczące wytrzymałości betonu, Inżynier ma prawo pobrania w każdym momencie, kiedy uzna za stosowne, dalszych próbek materiałów lub betonu celem poddania badaniom, bądź próbom laboratoryjnym. Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej:

- Konsystencja mieszanki betonowej.
- Zawartość powietrza w mieszance betonowej.
- Wytrzymałość betonu na ściskanie.
- Nasiąkliwość betonu.
- Odporność na działanie mrozu.
- Przepuszczalność wody przez beton

Zwraca się uwagę na konieczność wykonania planu kontroli badań betonu, zawierającego m. in. podział obiektu (konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie liczebności i terminów pobierania próbek do kontroli mieszanki i betonu. Inżynier może zażądać wykonania badań i kontroli na betonie dojrzałym, za pomocą metod nieniszczących (badania sklerometryczne, za pomocą ultradźwięków lub pomiaru oporności).

11.2.2. Sprawdzenia konsystencji mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się podczas projektowania składu mieszanki betonowej i następnie przy stanowisku betonowania, co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej. Różnice pomiędzy przyjętą, a kontrolowaną konsystencją mieszanki nie powinny przekroczyć:

- 20% ustalonej wartości wskaźnika Ve-Be.
- 1 cm - wg. metody stożka opadowego przy konsystencji plastycznej.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej wyłącznie przez zmianę zawartości zaczynu w mieszance, przy zachowaniu stałego stosunku C/W, ewentualnie przez zastosowanie domieszek chemicznych.

11.2.3. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się metodą ciśnieniową podczas projektowania jej składu. Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg. PN-88/B-06250 nie powinna przekraczać:

- 2% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających.
- przedziałów wartości podanych w tabeli niżej w przypadku stosowania domieszek napowietrzających:

Uziarnienie kruszywa [mm]		0 ÷ 16	0 ÷ 31,5
Zawartość powietrza [%]	Beton narażony na czynniki atmosferyczne	3,5 ÷ 5,5	3 ÷ 5
	Beton narażony na stały dostęp wody przed zamarzaniem	3,5 ÷ 6,5	4 ÷ 6

11.2.4. Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu), należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, lecz nie mniej niż:

- 1 próbkę na 50 zarobów
- 1 próbkę na 50 m³
- 1 próbkę na zmianę roboczą
- 3 próbki na partię betonu

Próbki pobiera się przy stanowisku betonowania, równomiernie losowo po jednej w okresie betonowania, a następnie przechowuje zgodnie z PN-88/B-06250.

Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii. Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych 15 x 15 x 15 cm spełnia następujące warunki:

1. Przy liczbie kontrolowanych próbek $n < 15$

$$R_{i_{\min}} \geq aR_{b_G} \quad (1)$$

gdzie: $R_{i_{\min}}$ - najmniejsza wartość wytrzymałości w badanej serii złożonej z „n” próbek,

R_{b_G} - wytrzymałość gwarantowana,

a - współczynnik zależny od liczby próbek wg. tabeli:

Liczba próbek „n”	a
od 3 do 4	1,15
od 5 do 8	1,10
od 9 do 14	1,05

W przypadku, gdy warunek (1) nie jest spełniony, beton może być uznany za odpowiadający danej klasie, jeśli spełnione są następujące warunki:

$$R_{i_{\min}} > R_{b_G} \quad (2)$$

oraz:

$$\bar{R} > 1,2R_{b_G} \quad (3)$$

gdzie: \bar{R} - średnia wartość wytrzymałości badanej serii próbek, obliczona wg. wzoru (4)

$$\bar{R}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (4)$$

w którym: R_i - wytrzymałość poszczególnych próbek

2. Przy liczbie kontrolowanych próbek $n > 15$ zamiast warunku (1) lub połączonych warunków (2) i (3) obowiązuje warunek(5)

$$\bar{R}_i - 1,64 \times s > R_{b_G} \quad (5)$$

w którym:

\bar{R}_i - średnia wartość wg. wzoru (4)

s - odchylenie standardowe wytrzymałości dla serii „n” próbek obliczone wg. wzoru:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (R_i - \bar{R})^2} \quad (6)$$

W przypadku, gdy odchylenie standardowe wytrzymałości s według wzoru (6) jest większe od $0,2R$ wg wzoru (4), zaleca się ustalenie i usunięcie przyczyn powodujących zbyt duży rozrzut wytrzymałości. W przypadku gdy warunki (1) lub (2) nie są spełnione, kontrolowaną partię betonu należy zakwalifikować do odpowiednio niższej klasy. W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera, można przeprowadzić dodatkowe badania wytrzymałości betonu na próbkach wyciętych z konstrukcji lub elementu, albo badania nieniszczące wytrzymałości betonu. Jeżeli wyniki tych badań dodatkowych będą pozytywne, to można uznać beton za odpowiadający wymaganej klasie.

11.2.5. Sprawdzenie nasiąkliwości betonu

Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się przy ustalaniu składu mieszanki betonowej, oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 50 m^3 betonu. Zaleca się badanie nasiąkliwości na próbkach wyciętych z konstrukcji. Oznaczenie to przeprowadza się co najmniej na 5 próbkach pobranych z wybranych losowo różnych miejsc.

11.2.6. Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 50 m^3 betonu. Wymagany stopień mrozoodporności betonu F 150 jest osiągnięty jeśli po wymaganej (150) liczbie cykli zamrażania-odmrażania próbek spełnione są poniższe warunki:

1. Po badaniu metodą zwykłą

- Próbką nie wykazuje pęknięć.

- Łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5% masy próbek nie zamrożonych.
 - Obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do próbek nie zamrażanych, nie jest większe niż 20%.
2. Po badaniu metodą przyspieszoną
- Próbką nie wykazuje pęknięć
 - Ubytek objętości betonu w postaci złuszczeń, odłamków i odprysków, nie przekracza w żadnej próbce wartości $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$ powierzchni zanurzonej w wodzie.

11.2.7. Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton

Sprawdzenie stopnia wodoszczelności betonu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas projektowania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z harmonogramem pobierania próbek do badania. Wymagany stopień wodoszczelności betonu W 8 jest osiągnięty, jeśli pod ciśnieniem wody 0,8 MPa w czterech na sześć badanych próbek nie stwierdza się oznak przesiąkania wody.

11.2.8. Dokumentacja badań

Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratorium lub na zlecenie), przewidzianych niniejszą ST oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

11.3. Badania konstrukcji betonowych

11.3.1. Badania w czasie budowy

Badania konstrukcji betonowych i żelbetowych w czasie wykonywania robót polegają na bieżącym sprawdzaniu, w miarę postępu robót, jakości używanych materiałów i zgodności wykonanych robót z obowiązującymi normami. Badania powinny objąć wszystkie etapy produkcji, a przede wszystkim te roboty które przy ostatecznym odbiorze nie będą widoczne, a jakość ich wykonania nie będzie mogła być sprawdzona. Wyniki badań powinny być wpisane do Dziennika Budowy.

Zestawienie wymaganych badań betonu w czasie budowy

Lp.	Rodzaj badania	Termin lub częstość badania
1	BADANIA SKŁADNIKÓW BETONU	
	1.1. Badanie cementu: - czasu wiązania - zmiany objętości - obecności grudek	Bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii
	1.2. Badanie kruszywa: - składu ziarnowego - kształtu ziarn - zawartości pyłów mineralnych - zawartości zanieczyszczeń obcych	Każdej dostarczonej partii
	- wilgotności	Bezpośrednio przed użyciem
	1.3. Badanie wody:	Przy rozpoczęciu robót lub w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń
	1.4. Badanie dodatków i domieszek	Badania wykonuje IBDiM
2	BADANIA MIESZANKI BETONOWEJ	
	- urabialności	Przy rozpoczęciu robót
	- konsystencji	Przy projektowaniu recepty i 2 razy na zmianę roboczą
	- zawartość powietrza w mieszance	Przy ustalaniu recepty i 2 razy na zmianę roboczą
3	BADANIA BETONU	
	3.1. Badania wytrzymałości na ściskanie na próbkach 15x15x15 cm	Przy ustalaniu receptury oraz wykonaniu każdej partii betonu
	3.2. Badania nieniszczące betonu	W przypadkach technicznie uzasadnionych
	3.3. Badanie nasiąkliwości	Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji
	3.4. Badanie odporności na mróz	Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji
	3.5. Badanie przepuszczalności wody	Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji

11.3.2. Badania po zakończeniu budowy

Badania po zakończeniu budowy obejmują:

1. Sprawdzenie podstawowych wymiarów obiektu należy przeprowadzać przez wykonanie pomiarów na zgodność z PT w zakresie:

- Podstawowych rzędnych nawierzchni oraz położenia osi obiektu w stosunku do dojazdów.
 - Rozpiętości poszczególnych przęseł i długości całego obiektu.
2. Sprawdzenie konstrukcji należy wykonać przez oględziny oraz kontrolę formalną dokumentów z badań prowadzonych w czasie budowy.

Tolerancje wykonania deskowań:

- rozstaw osi podpór słupowych + 2 cm
- długość wsporników ± 1 cm
- rzędne podstawy i zwieńczenia słupów i ścian + 1 cm
- przekroje poprzeczne elementów deskowania + 4%
- nierówności powierzchni deskowania ± 4 mm
- przesunięcie płaszczyzny deskowania $\pm 2\%$ wymiaru elementu
- podniesienie wykonawcze 10% wartości obliczeniowej

Stwierdzenie podczas odbioru zgodności wykonanych konstrukcji deskowań z wymaganiami nie zwalnia Wykonawcy z odpowiedzialności za ujawnione w późniejszym okresie usterki

Równość powierzchni betonu i tolerancje wykonania

- nie dopuszcza się pęknięć elementów konstrukcyjnych,
- rysy skurczowe powierzchniowe dopuszcza się pod warunkiem zachowania otulenia zbrojenia,
- pustki, raki i wykruszyny mogą pozostać w konstrukcji pod warunkiem, że występują na powierzchni nie większej niż 0,5% i zachowana jest wymagana otulina zbrojenia.

Dopuszczalne odchyłki wymiarowe dla elementów dla ustroju niosącego:

- przekroje belek skrajnych stropów ± 1 cm,
- grubość płyty fundamentowej ± 2 cm,
- grubość płyty stropowej ± 1 cm,
- równość powierzchni betonu ± 1 cm,
- rzędne konstrukcji ± 1 cm.

W konstrukcji powinny być wykonane wszelkiego rodzaju otwory, nisze i zagłębienia zgodnie z PT. Wszystkie konsekwencje wynikające z braku lub nieprawidłowego wykonania ww. elementów obciążają całkowicie Wykonawcę, a w szczególności: rozkucia, naprawy oraz ewentualne opóźnienia w wykonywaniu prac własnych i towarzyszących.

11.3.3. Badania dodatkowe

Badania dodatkowe wykonuje się, gdy co najmniej jedno badanie wykonywane w czasie budowy lub po jej zakończeniu dało wynik niezadowolający lub wątpliwy.

11.4. Badania elementów zbrojeń

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w ST-Ogólna. Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczania zbrojenia podaje tabela Nr 3. Niezależnie od tolerancji podanych w tabeli obowiązują następujące:

- dopuszczalne odchylenie strzemion od linii prostopadłej do zbrojenia głównego nie powinno przekraczać 3 %
- różnica w wymiarach oczek siatki nie powinna przekraczać + 3 mm
- dopuszczalna różnica w wykonaniu siatki na jej długości nie powinna przekraczać +25 mm
- liczba uszkodzonych skrzyżowań w dostarczonych na budowę siatkach nie powinna przekraczać 20 % w stosunku do wszystkich skrzyżowań w siatce. Liczba uszkodzonych skrzyżowań na jednym przęcie nie może przekraczać 25 % ogólnej ich liczby na tym przęcie
- różnice w rozstawie między prętami głównymi w belkach nie powinny przekraczać +50 mm
- różnice w rozstawie strzemion nie powinny przekraczać + 20 mm.

Tabela 3. Dopuszczalne tolerancje wymiarów w zakresie cięcia, gięcia i rozmieszczania zbrojenia

Parametr	Zakresy tolerancji	Dop. odchyłka
Cięcia prętów (L - długość wg. projektu)	dla L < 6,0 m dla L > 6,0 m	20 mm 30 mm
Odgięcia (odchylenia w stosunku do położenia określonego w projekcie)	dla L < 0,5 m dla 0,5 m < L < 1,5 m dla L > 1,5 m	10 mm 15 mm 20 mm

Usytuowanie prętów:		
a) otulenie (zmniejszenie wymiaru w stosunku do wymagań projektu)		< 5 mm
b) odchylenie dodatnie (h-całkowita grubość elementu)	dla $h < 0,5 \text{ m}$	10 mm
	dla $0,5 \text{ m} < h < 1,5 \text{ m}$	15 mm
	dla $h > 1,5 \text{ m}$	20 mm
c) odstęp między sąsiednimi równoległymi prętami (kablami) a - odległość projektowana pomiędzy powierzchniami przyległych prętów	$a < 0,05 \text{ m}$	5 mm
	$a < 0,20 \text{ m}$	10 mm
	$a < 0,40 \text{ m}$	20 mm
	$a > 0,40 \text{ m}$	30 mm
	$b < 0,25 \text{ m}$	10 mm
d) odchylenia w relacji do grubości lub szerokości w każdym punkcie zbrojenia lub otworu kablowego b - całkowita grubość lub szerokość elementu	$b < 0,50 \text{ m}$	15 mm
	$b < 1,50 \text{ m}$	20 mm
	$b > 1,50 \text{ m}$	30 mm

12. Obmiar robót

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru robót podano w ST-Ogólna. W odniesieniu do betonu jednostką obmiarową jest $[\text{m}^3]$. W odniesieniu do stali zbrojeniowej jednostką obmiaru jest 1 kg. Nie dolicza się stali użytej na zakłady przy łączeniu prętów, przekładek montażowych ani drutu wiązałkowego. Nie uwzględnia się też zwiększonej ilości materiału w wyniku stosowania przez Wykonawcę prętów o średnicach większych od wymaganych w PW.

13. Odbiór robót

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST- Ogólna. Odbioru dokonuje Inżynier na podstawie dokumentów zawierających szkice polowe, dzienniki pomiarów geodezyjnych, operatów geodezyjnych i protokołów z odbiorów częściowych. Gotowość odbioru prac zgłasza Wykonawca wpisem do Dziennika Budowy i jednocześnie powiadomieniem Inżyniera.

Rodzaje odbiorów robót określają ogólne i szczegółowe warunki kontraktu. Do odbioru Wykonawca jest zobowiązany przedstawić:

- recepturę mieszanki betonowej,
- deklarację zgodności
- wyniki badania próbek betonu w zakresie mrozoodporności, nasiąkliwości i wodoprzepuszczalności,

Dowodem dokonania odbioru jest odpowiedni zapis w Dzienniku Budowy dokonany przez Inżyniera .

14. Podstawa płatności

Ogólne wymagania płatności podano w ST-Ogólna. Podstawą płatności w stosunku do prac geodezyjnych i przygotowawczych jest ilość wykonanych i odebranych prac pomiarowych zgodnych z PW w jednostkach obmiarowych i oceną jakości wykonanych prac oraz ewentualnych zmian wprowadzonych w czasie budowy, a udokumentowanych zapisami w Dzienniku Budowy przez Inżyniera. Podstawą płatności w stosunku do prac związanych z robotami ziemnymi jest protokół końcowy lub poszczególne protokoły częściowe (zgodnie z umową) zatwierdzone przez Inżyniera odbierającego.

15. Dokumenty odniesienia

- PN-88/B-06250 Beton zwykły
- PN-EN 197-1:2002 Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-EN 196-1:1996 Metody badania cementu. Oznaczenie wytrzymałości
- PN-EN 1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- PN-74/B-06261 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
- PN-74/B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- PN-EN 1097-3:2000 Badania mech. i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości
- PN-EN 1097-6:2002 Badania mech. i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
- PN-EN 12350-1:2001 Badania mieszanki beton. Pobieranie próbek
- PN-EN 12350-2:2001 Badania mieszanki beton. Badanie konsystencji metodą opadu stożka
- PN-EN 12350-3:2001 Badania mieszanki beton. Badanie konsystencji metodą Vebe
- PN-EN 12350-4:2001 Badania mieszanki beton. Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności

- PN-EN 12350-5:2001 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą stolika rozpliwowego
- PN-EN 12350-6:2001 Badania mieszanki betonowej. Gęstość
- PN-EN 12350-7:2001 Badania mieszanki betonowej. Badanie zawartości powietrza — Metody ciśnieniowe
- PN-EN 12390-1:2001 Badania betonu. Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
- PN-EN 12390-2:2001 Badania betonu. Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
- PN-EN 12390-3:2002 Badania betonu. Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania
- PN-EN 12390-6:2001 Badania betonu. Wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu próbek do badania
- PN-EN 12390-7:2001 Badania betonu. Gęstość betonu
- PN EN 933-1:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie składu ziarnowego. Metoda przesiewania
- PN-EN 934-2:2002 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu. Domieszki do betonu. Definicje, wymagania, zgodność, znakowanie i etykietowanie
- PN-86/H-84018 Stal niskostopowa o podwyższonej wytrzymałości. Gatunki
- PN-89/H-84023/06 Stal określonego zastosowania. Wymagania ogólne. Gatunki.
- PN-84/H-93000 Walcówka, pręty i kształtowniki walcowane na gorąco ze stali węglowych zwykłej jakości i nisko stopowych o podwyższonej wytrzymałości. Wymagania i badania.
- PN-82/H-93215 Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.

Opracował:



mgr inż. Waldemar Barski