

**REMONT ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU ŚWIETLICY WIEJSKIEJ
W MIELESZKACH GM. GRÓDEK**

Mieleszki 25 gm. Gródek , dz. Nr geodez. 340

Specyfikacje Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych

**ST – 01 ROBOTY BUDOWLANE
ST-01/4 KONSTRUKCJE BETONOWE I ŻELBETOWE**

Rodzaje robót według Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

45111291-4 Roboty w zakresie zagospodarowania terenu
45210000-2 Roboty budowlane w zakresie budynków
45215500-2 Obiekty użyteczności społecznej

Pozycje przedmiarów robót:

poz. 5, 6, 61, 62, 72 – 74, 102, 104, 108

A. PRZEDMIOT ST

Przedmiotem S.T. są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót w zakresie robót betonowych i żelbetowych na wszystkich etapach zadania pod nazwą: REMONT ISTNIEJĄCEGO BUDYNKU ŚWIETLICY WIEJSKIEJ W MIELESZKACH GM. GRÓDEK. Specyfikacja Techniczna stanowi dokument pomocniczy przy realizacji i odbiorze robót.

B. ZAKRES ROBÓT

- Wykonanie fundamentowania budynków
- Wykonanie ścian, słupów, elementów stropów żelbetowych prefabrykowanych.
- Różne elementy betonowe i żelbetowe.

A. MATERIAŁY

- Betony konstrukcyjne klasy B-10,5, B-15, B 2-0, B-30
- Stal zbrojeniowa klasy A-III, 34GS, A-0,
- Blachy kotwiące, śruby, kotwy HILTI, drewno klasy C30 – według projektu konstrukcji

A. SPRZĘT

Skrzynia do zaprawy, wiadra, kielnie murarskie, czerpak blaszany, poziomice, szczotki stalowe, pędzle, betoniarka elektryczna, pompa do betonu (**szteter**), spawarki, gwintownice, szalunki inwentaryzowane, rusztowania systemowe, wciągniki, żuraw samojezdny.

B. TRANSPORT

Samochód ciężarowy, rozładunek ręczny, dźwig pionowy, transport ręczny.

C. WYKONANIE ROBÓT

Elementy konstrukcji betonowych i żelbetowych, poprzedzone wcześniejszymi wyburzeniami, należy wykonywać ze szczególną ostrożnością, zabezpieczeniami i zachowaniem elementów do ponownego zainstalowania. Prace należy kontynuować w koordynacji z robotami ziemnymi, robotami izolacyjnymi oraz branżowymi.

- Fundamenty wszystkich segmentów budynku (ławy i stopy fundamentowe.
- Stropy prefabrykowane i wylewki żelbetowe
- Klatki schodowe
- Wylewki posadzkowe

I. BETONY

1) Wymagania, właściwości, podstawy produkcji

a) Wstęp

Nowa norma betonowa PN-EN 206-1 Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność, która zastąpiła normę PN-88/B-06250 Beton zwykły, zawiera wymagania dla betonów zwykłych, ciężkich, lekkich i wysokiej wytrzymałości, a także wprowadza nowe pojęcia, symbole i skróty. Norma wprowadza klasyfikację betonów ze względu na kompetencję w zakresie odpowiedzialności za ich wykonanie oraz informacje o składzie. Na tej podstawie wyróżnia się beton: projektowany, recepturowy oraz normowy.

Beton projektowany w ujęciu PN-EN 206-1 to beton, którego żądane właściwości i dodatkowe cechy są podane przez wykonawcę producentowi odpowiedzialnemu za dostarczenie betonu w postaci mieszanki betonowej. Specyfikujący (wykonawca robót betonowych) formułuje w specyfikacji wymagania stawiane betonowi: przeznaczenie betonu (wymiały konstrukcji), wytrzymałość na ściskanie (klasa wytrzymałościowa), klasa konsystencji mieszanki betonowej, warunki pielęgnacji, warunki użytkowania, klasa ekspozycji, klasa zawartości chlorków oraz ewentualnie dodatkowe cechy. Odpowiedzialność za osiągnięcie wymaganych właściwości spoczywa na producencie betonu.

Beton recepturowy w ujęciu PN-EN 206-1 to beton, którego skład i składniki, jakie powinny być użyte do jego produkcji są podane przez wykonawcę producentowi. Specyfikujący (zamawiający, wykonawca) w specyfikacji podaje producentowi betonu jego konkretny skład, tzn. rodzaj cementu, rodzaj kruszywa, stosunek W/C, ilości składników na 1 m³ betonu. Odpowiedzialność za osiągnięcie wymaganych właściwości betonu spoczywa na autorze recepty, producent odpowiada tylko za dostarczenie betonu o określonym składzie (za dokładność dozowania składników oraz za zastosowanie w betonie składników podanych w specyfikacji). W betonie recepturowym nie ma jednak możliwości skontrolowania producenta.

Normowy beton recepturowy (NBR) w ujęciu PN-EN 206-1 to beton, którego skład jest podany w normie przyjętej w kraju stosowania betonu. W Polsce wprowadzono uzupełnienie normy PN-EN 206-1: Krajowe uzupełnienia PN-B-06265 Beton - część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. W tabeli 5.1.1.1/1. przedstawiono minimalne ilości cementu dla NBR.

W normie PN-EN 206-1 wprowadzono nowy podział betonów ze względu na gęstość. Beton zwykły to beton o gęstości w stanie suchym większej niż 2000 kg/m³ (w normie PN-88/B-06250 - 1800 kg/m³), ale nieprzekraczającej 2600 kg/m³. Betony lekkie, to betony o gęstości nie mniejszej niż 800 kg/m³ i nie większej niż 2000 kg/m³. Beton ciężki, to beton o gęstości powyżej 2600 kg/m³.

W normie PN-EN206-1 po raz pierwszy w Polsce jednoznacznie zdefiniowano beton wysokiej wytrzymałości. W ujęciu tej normy beton wysokiej wytrzymałości, to beton klasy wytrzymałości na ściskanie wyższej niż C50/60 w przypadku betonu zwykłego lub ciężkiego oraz beton klasy wytrzymałościowej na ściskanie wyższej niż LC50/55 w przypadku betonu lekkiego.

W normie PN-EN 206-1 rozszerzono pojęcie betonu towarowego. W jej ujęciu beton towarowy, to beton dostarczony jako mieszanka betonowa przez osobę lub jednostkę niebędącą wykonawcą, a także beton produkowany przez wykonawcę poza miejscem budowy i beton produkowany na miejscu budowy, ale nie przez wykonawcę. Należy zwrócić uwagę, że najważniejszą cechą betonu towarowego jest fakt jego przekazania między różnymi jednostkami (wykonawca, producent) lub z jednego na drugie miejsce.

W nowej normie betonowej wprowadzono pojęcie wytrzymałości charakterystycznej f_{tk} (odpowiada wytrzymałości gwarantowanej w normie PN-88/B-06250). W ujęciu PN-EN 206-1 jest to wartość wytrzymałości, poniżej której może się znaleźć 5% populacji wszystkich oznaczeń wytrzymałości na ściskanie dla danej objętości betonu. Wytrzymałość charakterystyczną określa się po 28 dniach dojrzewania betonu. Ze względu na kształt próbek betonowych stosowanych do badań wytrzymałości na ściskanie, rozróżnia się wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach walcowych o średnicy 15 cm i wysokości 30 cm ($f_{tk, cyl}$) oraz wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach sześciennych (f_{tk, kub).

nych o krawędzi 15 cm (f_{ck} c_{ub})

b) Klasy wytrzymałościowe na ściskanie oraz kryteria zgodności

Klasa betonu według normy PN-88/B-06250 to symbol literowo-liczbowy (np. B30), klasyfikujący beton pod względem jego wytrzymałości na ściskanie, a liczba po literze B oznaczała wytrzymałość gwarantowaną. W normie tej rozróżniano następujące klasy betonu: B7,5; B10; B12,5; B15; B17,5; B20; B25; B30; B35; B40; B50.

W normie PN-EN 206-1 wprowadzono klasy wytrzymałościowe na ściskanie dla betonów zwykłych i ciężkich (np. C20/25) oraz betonów lekkich (np. LC20/22). Po symbolu C (LC) pierwsza liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach walcowych, druga liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach sześciennych. W tabeli 5.1.1.2/1. przedstawiono klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów zwykłych i ciężkich wg PN-EN 206-1 oraz odpowiadające im klasy betonów wg PN-88/B-06250. W tabeli 1. przedstawiono klasy betonów lekkich.

W krajowym uzupełnieniu PN-B-06265 wprowadzono normowy beton recepturowy (NBR) produkowany w klasach wytrzymałości: C8/10, C12/15 oraz C16/20, dla których przyjęto odpowiednio oznaczenia: NBR 10, NBR 15 oraz NBR 20. W ujęciu PN-B-06265 do produkcji normowego betonu recepturowego należy używać cementu klasy 32.5R, kruszywa naturalnego (żwiru i piasku) i wody, bez możliwości modyfikacji jego składu dodatkami i domieszkami. Mieszanke betonową NBR można wytwarzać w trzech klasach konsystencji S1, S2 oraz S3.

Klasy konsystencji mieszanki betonowej

Konsystencja mieszanki betonowej według PN-88/B-06250 to stopień jej ciekłości. W tej normie dokonano podziału konsystencji na pięć stopni: wilgotną K-1, gęstoplastyczną K-2, plastyczną K-3, półciekłą K-4 oraz ciekłą K-5.

W nowej normie betonowej PN-EN 206-1 stopnie ciekłości mieszanki betonowej zastąpiono klasami konsystencji badanymi czterema metodami: opadem stożka (przebieg badania podano w normie PN-EN 12350-2), metodą Vebe (PN-EN 12350-3), metodą stopnia zagęszczalności (PN-EN 12350-4) i metodą rozplywu (PN-EN 12350-5). Dwie ostatnie metody badań nie były stosowane w starej normie betonowej.

Zgodnie z PN-EN 206-1 wyróżnia się następujące klasy konsystencji: od S1 do S5 dla metody stożka opadowego; od V0 do V4 dla metody Vebe; od CO do C3 dla metody stopnia zagęszczalności oraz od FI do F6 dla metody rozplywu.

Dla normowego betonu recepturowego w krajowym uzupełnieniu PN-B-06265 wprowadzono minimalne zawartości cementu w kg/m^3 w zależności od klasy konsystencji. W tabeli 10. przedstawiono minimalne zawartości cementu klasy 32.5 na 1 m^3 betonu przy założeniu maksymalnej wielkości ziaren zastosowanego kruszywa 32 mm. Zawartość cementu należy zwiększyć w przypadku zastosowania kruszywa o wielkości ziaren do 16 mm - o 10% oraz o 20% w przypadku kruszywa o uziarnieniu do 8 mm. Normowy beton recepturowy można wbudowywać tylko w środowiskach odpowiadających klasom ekspozycji: XO, XCI oraz XC2.

Nowa norma betonowa PN-EN206-1 Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność to norma o bardzo obszernej treści, aczkolwiek zdecydowanie odmienna od starej normy PN-B/88-06250.

Norma PN-EN206-1 wydaje się normą znacznie trudniejszą w odbiorze, sprawiającą wiele trudności w zrozumieniu nowych wymagań zarówno przez wykonawców robót betonowych, jak i producentów betonu. Pierwsze czytanie normy powoduje, że czytający może mieć problemy ze zrozumieniem jej treści. Norma ta jednak wprowadza szereg nowych, istotnych i bardzo trafnych zmian, między innymi bardzo dobrze reguluje zakres odpowiedzialności między zainteresowanymi stronami, tzn. osobą (firmą) specyfikującą, wykonawcą robót oraz producentem betonu. W normie PN-EN206-1 wyróżniono trzy betony: projektowany, recepturowy oraz normowy. Wydaje się, że najbardziej rozpowszechnionym w branży budowlanej będzie beton projektowany, gdzie odpowiedzialność za

osiągnięcie wymaganych właściwości (podanych w specyfikacji) spoczywa na producencie. Zdaniem autora można powiedzieć, że beton projektowany jest najbardziej „bezpieczny” zarówno dla wykonawców robót budowlanych, jak i producentów betonu.

Odpowiedzialność za osiągnięcie wymaganych właściwości betonu recepturowego spoczywa na autorze recepty. W betonie recepturowym nie ma możliwości skontrolowania producenta, który we własnym interesie powinien udokumentować, że skład mieszanki betonowej zrealizował z odpowiednią dokładnością oraz zastosował składniki identyczne, jak w specyfikacji betonu.

Normowy beton recepturowy (NBR) to beton, który można wbudować do mniej odpowiedzialnych konstrukcji, pracujących w środowiskach odpowiadających klasom ekspozycji: XO, XCI oraz XC2. Dla NBR w krajowym uzupełnieniu nowej normy betonowej podano minimalne ilości cementu w kg/m^3 w zależności od klasy konsystencji. Wydaje się jednak, że beton NBR będzie rzadko stosowany w praktyce ze względu na wysoki koszt jego wytworzenia z powodu dość dużych minimalnych ilości cementu w 1 m^3 betonu.

W normie PN-EN206-1 po raz pierwszy jednoznacznie zdefiniowano beton wysokiej wytrzymałości oraz wprowadzono nowe oznaczenia i nowe klasy wytrzymałości betonów. Nie ma jednak spójności w oznaczeniach i klasach wytrzymałościowych betonów z obowiązującą jeszcze normą żelbetową. W normie PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie nadal obowiązują stare oznaczenia klas betonów. W tej normie wyróżniono następujące klasy betonów: B15, B20, B25, B30, B37, B45, B50, B55, B60. Kolejny brak spójności to fakt, że nawet w starej normie betonowej PN-88/B-06250 nie rozróżniano klas B37, B45, B55, B60, które funkcjonują w normie żelbetowej.

W normie PN-EN206-1 wprowadzono klasy konsystencji mieszanek betonowych w zależności od metod ich badania. I tak w metodzie opadu stożka wyróżniono klasy od S1 do S5, w metodzie Vebe wyróżniono klasy od VO do V4, w metodzie stopnia zagęszczalności wyróżniono klasy od CO do C3, a w metodzie rozplywu wyróżniono klasy od FI do F6. Dwie ostatnie metody nie były stosowane w normie PN-88/B-06250. Zdaniem autora podawanie klas ciekłości mieszanek betonowych, stosując jedynie ich symbole, może sprawiać pewne trudności, zwłaszcza na budowie. Nazewnictwo według starej normy (wilgotna K-1, gęstoplastyczna K-2, plastyczna K-3, półciekła K-4 oraz cieka K-5) wydaje się bardziej obrazowe i czytelne.

I. BADANIA MIESZANKI BETONOWEJ, OZNACZANIE WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ŚCISKANIE

1) Wprowadzenie

Mieszanka betonowa to mieszanina cementu, wody, **mieszanka** kruszywa drobnego i grubego oraz ewentualnych **betonowa** domieszek i dodatków, która jest w stanie umożliwiającym ułożenie jej w formie i zagęszczenie wybraną metodą (ręcznie przez sztychowanie i ubijanie lub mechanicznie przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie, wibroprasowanie i inne). Cechy mieszanki betonowej to: konsystencja, urabialność, zawartość powietrza i gęstość.

Konsystencja mieszanki betonowej jest to stopień jej ciekłości (płynności), określany klasami konsystencji w zależności od metody badania.

Urabialność mieszanki betonowej jest to zdolność do łatwego i szczelnego wypełnienia formy z jednoczesnym zachowaniem jednorodności mieszanki betonowej.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej jest to objętość powietrza w zagęszczonej mieszance, z pominięciem powietrza zawartego w porach użytego kruszywa.

2) Dobór konsystencji mieszanki betonowej

Przy wykonywaniu robót betonowych konieczne jest zapewnienie odpowiednich warunków formowania mieszanki betonowej, które umożliwiają szczelne i jednorodne wypełnienie formy. Cechy, które określają praktyczne właściwości mieszanki betonowej i które są uzależnione od warunków jej

formowania i zagęszczania to konsystencja i urabialność. Na konsystencję mieszanki betonowej wpływa: ilość i jakość cementu (jego powierzchnia właściwa), ilość wody zarobowej i stosunek C/W zaczynu cementowego, skład ziarnowy kruszywa, rodzaj kruszywa grubego (naturalne, łamane) oraz ilość i rodzaj ewentualnych domieszek (plastyfikatorów i superplastyfikatorów) oraz dodatków (pyły krzemionkowe, popioły lotne). Klasę konsystencji dobiera wykonawca robót betonowych, uzależniając stopień ciekłości od sposobu podawania, układania i zagęszczania mieszanki betonowej.

W rozformować nie wcześniej niż po upływie 16 godzin i nie później niż po upływie 3 dni, zabezpieczając je przed wstrząsami oraz utratą wody. Próbkę w formach powinny być przechowywane w temperaturze $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Po wyjęciu próbek z form należy je pielęgnować aż do chwili badania w wodzie o temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$ lub w komorze klimatyzacyjnej w temperaturze $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $> 95\%$.

Badanie wytrzymałości na ściskanie przeprowadza się po 28 dniach dojrzewania. Próbkę wyciera się z wilgoci i umieszcza w maszynie wytrzymałościowej na płycie dociskowej.

Zbrojenie należy wykonywać zgodnie z danymi zawartymi w projekcie. Wszelkie odstępstwa muszą techniczno-roboczo być zatwierdzone przez projektanta lub inspektora nadzoru inwestorskiego i odnotowane w dokumentacji technicznej oraz w dzienniku budowy. Dotyczy to zarówno zmiany klasy i gatunku stali, jak i rozmieszczenia zbrojenia w przekrojach i na długości elementu oraz typu zbrojenia. Zmiany w zbrojeniu nie mogą powodować obniżenia nośności i trwałości konstrukcji.

Dokumentacja zbrojenia konstrukcji lub jej części musi zawierać następujące informacje:

- rozmieszczenie zbrojenia podłużnego i strzemion (otulina, ilość warstw, odległości) oraz uchwytów montażowych w elementach prefabrykowanych,
- szczegółowe zasady przedłużania prętów pojedynczych, siatek i szkieletów (sposób i lokalizacja miejsc przedłużania),
- zestawienie stali z podziałem na gatunki i średnice,
- wykaz akcesoriów do przedłużania zbrojenia,
- szczegółowy rysunek ukształtowania elementów zbrojenia i uchwytów montażowych (kąty zagięć, długości odcinków składowych i inne informacje niezbędne do nadania prawidłowego kształtu, długość całkowita, średnica i znak stali, numer pręta, ilość sztuk).

Miejsca pracy zbrojarzy powinny być zlokalizowane w pomieszczeniach lub pod wiatami. Stanowiska pracy, usytuowane po obu stronach stołu, należy oddzielić umieszczoną nad stołem siatką o wysokości 1 m i oczkach nie większych niż 20 mm. Stoły warsztatowe do przygotowania zbrojenia muszą mieć stabilną konstrukcję i być przytwierdzone do podłoża. Miejsca pracy przy stołach zbrojarskich i na stanowiskach obsługi maszyn należy wyposażyć w pomosty drewniane lub wykonane z innych materiałów o właściwościach termoizolacyjnych.

Na placu budowy stal może być składowana wyłącznie w przygotowanych do tego strefach magazynowych na wolnym powietrzu lub pod zadaszeniem. Ze względu na niekorzystne oddziaływanie warunków atmosferycznych składowanie na wolnym powietrzu nie może trwać dłużej niż 4 miesiące. W wytwórniach stal najczęściej jest przechowywana w magazynach.

Przed umieszczeniem w miejscu składowania należy przeprowadzić przegląd stali:

sprawdzić prawidłowość oznakowania oraz ocenić jej wygląd. Ocena wyglądu ma na celu oddzielenie prętów, które powinny być poddane prostowaniu albo mają wady powierzchniowe lub pęknięcia, co dyskwalifikuje je z dalszej obróbki i użycia jako zbrojenie. Pręty i kręgi zbrojenia składa się posortowane na gatunki, średnice i długości. Wyselekcjonowany zbiór należy składać na oddzielnym oznakowanym stanowisku na podkładach drewnianych lub betonowych w celu odizolowania ich od podłoża, albo na specjalnych stelażach magazynowych. Podpory pod prętami powinny być rozmieszczone dostatecznie gęsto, aby pręty nie ugiwały się nadmiernie, nie rzadziej niż co $2 \div 2,5$ m.

Zbrojenie w kręgach można składać ułożone warstwami. Kręgi w warstwie powinny być ustawione pod kątem około 60° do podłoża, w drugiej warstwie kręgi nachyla się w kierunku przeciwnym.

Ukształtowane elementy zbrojenia należy składać posortowane w miejscach wydzielonych dla wyrobów gotowych.

Czyszczenie polega na usunięciu z powierzchni zanieczyszczeń biologicznych, rdzy, smarów i tłuszczów w celu uzyskania możliwie najlepszej przyczepności między betonem i zbrojeniem.

Usuwanie rdzy i zanieczyszczeń biologicznych wykonuje się ręcznie lub mechanicznie szczotkami drucianymi, albo przez piaskowanie. Usuwa się tylko łuski rdzy, pozostawiając na powierzchni zbrojenia rdzawy nalot. Czyszczenie mechaniczne może być wykonane za pomocą specjalnie do tego przeznaczonych maszyn lub w maszynach do prostowania (prościarki z obrotowym bębnem prostującym). Łód należy usuwać, roztapiając go ciepłym powiem rzem podgrzewanym dmuchawami. Zanieczyszczenia smarami i tłuszczami można usuwać przez opalenie lutownicami lub za pomocą odpowiednich środków chemicznych, które po czyszczeniu należy usunąć z powierzchni zbrojenia, wycierając ją do sucha.

Prostowaniu poddaje się stal składowaną w kręgach lub pręty wykrzywione na przykład podczas transportu. Stal prostuje się ręcznie lub mechanicznie. Metodę ręczną stosuje się w praktyce do prętów o średnicy nie większej niż 20 mm. Prostowanie ręczne (rys. 5.5.1/1.) polega na umieszczeniu pręta (1) ciasno pomiędzy układem sworzni (2) osadzonych w stalowej płytce i odginaniu go kluczem zbrojarskim (3) w kierunku przeciwnym do wygięcia. Ciasne osadzenie pręta pomiędzy sworzniami uzyskuje się przez nałożenie na nie nakładek (4). Płytke ze sworzniami należy przymocować do stołu zbrojarskiego.

Prostowanie mechaniczne wykonuje się przez kilkakrotne przeciągnięcie pręta pomiędzy układem ciasno rozmieszczonych wałków (odpowiednio do średnicy) lub przez obrotowy bęben prostujący.

Stanowiska pracy, miejsca zamocowania prętów oraz trasę z obu stron toru wyciągowego należy zabezpieczyć ogrodzeniem. W ogrodzonym terenie nie wolno organizować innych stanowisk pracy lub składowisk. Wprowadzanie końca pręta do urządzenia dozwolone jest tylko po jego zatrzymaniu. Prościarkę można uruchomić dopiero po opuszczeniu przez pracowników ogrodzonego terenu. Pracownikom nie wolno przebywać w pobliżu napiętego pręta.

Cięcie zbrojenia wykonywane jest ręcznie lub mechanicznie. Ze względu na czasochłonność cięcie ręczne jest stosowane przy przygotowywaniu niewielkiej ilości zbrojenia. Ręczne cięcie zbrojenia dozwolone jest tylko do średnicy 20 mm. Ponadto pręt musi być dwoma końcami podparty na kołach lub na stole zbrojarskim. Podczas mechanicznego cięcia pręty należy chwytać ręką w odległości nie mniejszej niż 50 cm od nożyc.

Długość prętów należy odmierzać łąką wyposażoną w suwak odległości i płytkę oporową na jednym końcu. Niektóre modele nożyc ręcznych są fabrycznie wyposażone w przyrząd mierniczy. Nożyce mechaniczne mają zastosowanie przy dużych robotach zbrojarskich i w wytwórniach zbrojenia. Są instalowane w stanowisku do cięcia wyposażonym w przyrząd do pomiaru długości i przenośniki wałkowe do transportu stali na stanowisko oraz na stanowisko do gięcia. Nożyce są dostosowane do cięcia prętów w szerokim zakresie średnic. Przykładowo, nożyce mechaniczne typu NM 4-40 dostosowane są do cięcia prętów i drutów w zakresie średnic od 6 do 40 mm. Przy mniejszych średnicach można nożycami mechanicznymi ciąć kilka prętów jednocześnie. W przypadku nożyc typu NM 4-40 maksymalne ilości prętów wynoszą dla prętów (I) 6 ze stali St3SX 47 szt, a ze stali 18G2A i 34GS - 34 szt. W zakładach zbrojarskich o bardzo dużej produkcji dobowej znajdują zastosowanie wysokowydajne linie do cięcia zbrojenia. Mechaniczne cięcie prętów i drutów wykonuje się również wielofunkcyjnymi maszynami zbrojarskimi. Maszyny tego rodzaju charakteryzuje duża precyzja cięcia. Stosowane są w nich nożyce gilotynowe lub obrotowe. Rys. 50. pokazuje schemat pracy maszyn do prostowania i cięcia zbrojenia z dwoma typami nożyc. Po rozwinięciu z kręgu (1) pręt jest przepuszczany przez urządzenie prostujące (2). Po dojściu czoła wyprostowanego pręta do urządzenia oporowego (5) następuje samoczynne uruchomienie nożyc (4). Długość pręta jest ustalana przez regulację położenia urządzenia oporowego. Zaginanie zbrojenia wykonuje się ręcznie lub mechanicznie. Zaginanie ręczne jest stosowane do kształtowania niewielkiej ilości zbrojenia. Giętarkami ręcznymi można giąć pręty o średnicy nie większej niż 20 mm. Pręty grubsze należy zaginać giętarkami mechanicznymi. Mogą one być stosowane do gięcia kilku prętów jednocześnie oraz do gięcia siatek i szkieleatów. Gięcie ręczne wykonywane jest na stole zbrojarskim. Pręty gięte są w płaszczyźnie poziomej. Giętarki ręczne służą do wykonywania zagięć pojedynczych i podwójnych. Średnicę gięcia pręta można regulować za pomocą nakładek na sworznie, na których pręt jest zaginany. Do ręcznego wykonania podwójnego zagięcia na tak zwanych prętach ogiętych można wykorzystać klucz zbrojarski w kształcie litery „Y”, dostosowany do średnicy pręta i długości odcinka ukośnego. Kąt zagięcia należy regulować przez ustawienie w odpowiednim rozstawie listew oporowych dla giętego pręta.

Przy zaginaniu zbrojenia należy przestrzegać ograniczeń doboru średnicy zagięcia określonych w normie [NI]. Zastosowanie zbyt małej średnicy zagięcia grozi podczas kształtowania pręta jego pęknięciem, a podczas pracy konstrukcji - miażdżeniem lub rozłupywaniem betonu w zagięciu. Wykonując zagięcie na końcu pręta, należy przestrzegać podanej w normie [NI] minimalnej długości odcinka prostego poza zagięciem. Niespełnienie wymagań postawionych w normie może spowodować uszkodzenie betonu na długości tego odcinka i wokół zagięcia oraz zerwanie przyczepności pomiędzy betonem i zbrojeniem, a w konsekwencji osłabienie zakotwienia. Wymaga się, aby przy zaginaniu pręta hakiem półokrągłym i prostym długość odcinka prostego poza zagięciem wynosiła co najmniej 5 średnic pręta zaginanego (rys. 54).

Kształtowanie otuliny zbrojenia

Otulenie prętów zbrojeniowych

Przez grubość otulenia prętów zbrojeniowych należy rozumieć odległość od zewnętrznej powierzchni zbrojenia (włączając w to pręty rozdzielcze i strzemiona) do najbliższej powierzchni zewnętrznej betonu.

Grubość otulenia powinna zapewniać:

- bezpieczne przekazanie sił przyczepności,
- ochronę stali przed korozją,
- ochronę przeciwpożarową,

- umożliwiać należyte ułożenie i zagęszczenie betonu.

Stosowaniu minimalnej grubości otulenia towarzyszy odpowiednia jakość betonu określona przez minimalną klasę wytrzymałości, maksymalny stosunek w/c oraz minimalną zawartość cementu w kg/m^3 .

Ze względu na występującą korozję minimalne grubości otulenia mogą być zmniejszone gdy:

- użyta zostanie stal nierdzewna lub zastosuje się inne specjalne środki ochronne,
- użyty zostanie beton szczelny o specjalnym składzie,
- wykona się na powierzchni betonu dodatkowe powłoki ochronne lub powierzchnia zostanie obetonowana.

Minimalne grubości otulenia powinny być zwiększone co najmniej o 5 mm w elementach o nierównej lub porowatej powierzchni (np. przy odsłoniętym kruszywie). W przypadku układania mieszanki betonowej bezpośrednio na podłożu gruntowym grubość otulenia powinna być nie mniejsza niż 75 mm. Jeżeli betonowanie wykonuje się na podłożu betonowym, to grubość otuliny powinna być nie mniejsza niż 40 mm. W środowiskach agresywnie oddziaływujących na beton (klasy XF oraz XA) należy zwrócić szczególną uwagę na strukturę betonu, a w środowisku agresji chemicznej (XA) - na konieczność powierzchniowej ochrony betonu. Minimalne grubości otulenia w tych przypadkach można określać wg tabeli 62., w zależności od występowania czynników powodujących korozję stali w wyniku karbonatyzacji lub na skutek działania chlorków.

Rozmieszczenie zbrojenia w przekrojach

Rozstaw prętów w przekroju powinien umożliwiać należyte ułożenie mieszanki betonowej bez segregacji składników, przy zapewnieniu właściwych warunków przyczepności zbrojenia do betonu. Pręty rozmieszczone w kilku warstwach powinny być ułożone jeden nad drugim, a przestrzeń między prętami powinna mieć szerokość wystarczającą do wprowadzenia wibratora wgnębnego. Maksymalny rozstaw prętów zbrojeniowych poza przekrojami krytycznymi powinien być nie większy niż 300 mm. W elementach ściskanych maksymalny rozstaw w osiach prętów powinien być nie większy niż 400 mm.

Przyczepność zbrojenia do betonu

Długość strefy kotwienia zbrojenia oraz strefy łączenia na zakład należy według normy PN-B-03264:2002 ustalać z uwzględnieniem warunków przyczepności i uzależnionych od nich obliczeniowych wartości naprężeń przyczepności.

Kotwienie zbrojenia

Norma PN-B-03264:2002 pozwala na kotwienie zbrojenia zarówno w strefie rozciąganej, jak i ściskanej przekroju. Jeżeli jest to możliwe, zbrojenie należy kotwić w strefie ściskanej. Pręty o średnicy przekraczającej 32 mm należy kotwić wyłącznie w strefie ściskanej.

Pręty i siatki zbrojeniowe można kotwić przez zakotwienie proste, hakiem półokrągłym lub hakiem prostym oraz przyspajając w strefie kotwienia pręt poprzeczny

.Zbrojenie elementów zamocowanych w murze, wykonane z siatek z prętów gładkich, należy przedłużać poza krawędź podpory o odcinek długości jak na rys. 83. Norma PN-B-03264:2002 wymaga, aby na tym odcinku umieścić przynajmniej jeden pręt poprzeczny.

Strzemiona i zbrojenie na ścinanie należy kotwić następująco:

- hakiem półokrągłym o kącie zagięcia nie mniejszym niż 135°, zakończonym odcinkiem prostym o długości minimum pięciu średnic pręta zaginanego i 50 mm (rys. 88a),
- za pomocą przyspojonego zbrojenia poprzecznego składającego się z:

Należy pamiętać, że inne sposoby kotwienia niż opisane w normie [N-I] mogą być stosowane tylko pod warunkiem, że posiadają aktualne aprobaty techniczne.

Łączenie zbrojenia

Norma PN-B-03264:2002 zaleca, aby zbrojenie wykonywać z nieprzerwanych prętów o długości jednego przęsła lub jednego elementu konstrukcyjnego. Jeżeli z różnych względów nie jest to możliwe, zbrojenie powinno być łączone przez spajanie (zgrzewanie i spawanie) lub za pomocą zacisków mechanicznych. Dopuszcza się również łączenie prętów na zakład.

Norma zaleca, aby połączenia były wykonywane w miejscach, w których nośność zbrojenia nie jest w pełni wykorzystana.

Połączenia spajane należy wykonywać zgodnie z przepisami wykonywania robót spawalniczych. Nośność połączeń należy obliczać według normy PN-90/B-03200 przy założeniu, że nośność połączenia nie jest większa niż nośność łączonych prętów. Połączenia doczołowe można wykonywać tylko przez zgrzewanie iskrowe (tabela 79.). Zgrzewać można stale wszystkich gatunków wymienionych w normie PN-B-03264:2002. Pręty zgrzewane muszą być wykonane ze stali tego samego gatunku. Dopuszcza się łączenie prętów o różnych średnicach pod warunkiem osiowego połączenia. Pręty łączone na zakład należy kotwić zgodnie z wytycznymi podanymi w punkcie 5.b). Połączenia prętów na zakład nie powinny się znajdować w miejscu występowania największych naprężeń. W miarę możliwości zakłady powinny być symetrycznie rozmieszczone w każdym przekroju strefy łączenia oraz powinny być równoległe do zewnętrznej powierzchni elementu.

A. Kontrola jakości

Sprawdzenie prawidłowości wykonania konstrukcji żelbetowej, konstrukcji stalowej, bruzd, przewiązek, mocowań w trakcie odbiorów częściowych przed zakryciem, sprawdzenie jakości materiałów i elementów, zachowanie zaleceń technologicznych i zgodności z projektem

B. Jednostka obmiaru

Objętość wylewek betonowych (m³), długości, typy, ilość i jakość elementów wbudowywanych.

C. Odbiór

Odbiór końcowy, po odbiorach częściowych.

D. Podstawa płatności

Po obmiarach i po sprawdzeniu zapisów w dzienniku budowy.

E. Przepisy związane

I. Literatura:

- 1) A.M. Neville, *Właściwości betonu*, Polski Cement, Kraków, 2000.
- 2) C. Wolska-Kotańska, *Kształtowanie właściwości betonu pyłami krzemionkowymi*, Inżynieria i Budownictwo, 9, 1993.
- 3) A.M. Brandt, *Wpływ warstwy przejściowej na własności mechaniczne betonów wysokowartościowych (BBB)*, II Konf. Naukowo-Techniczna „Zagadnienia Materiałowe w Inżynierii Lądowej”, Matbud, Kraków - Mogilny 1998.
- 4) Brylicki W., *Kostka brukowa z betonu wibroprasowanego*, Polski Cement Sp. z o.o., Kraków 1998.
- 5) Bielawski J. *Urządzenia do formowania zbrojenia - prościarki, obcinarki, zgrzewarki, giętarki*; XVII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji, Ustroń, 20-23 lutego 2002.
- 6) Stefański A., Walczak J. *Technologia robót budowlanych*, Arkady, Warszawa 1983.
- 7) Praca zbiorowa: *Poradnik majstra budowlanego*, Arkady, Warszawa 1992.
- 8) Praca zbiorowa: *Poradnik majstra budowlanego*, Arkady, Warszawa 2004.
- 9) Starosolski W., *Konstrukcje żelbetowe według PN-B-02364:2002*, Tom I, Wyd. Naukowe PWN. Warszawa 2003.
- 10) Praca zbiorowa pod red. Bohdana Lewickiego: *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Komentarz naukowy do PN-B-03264:2002*, Wydawnictwo Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa 2005.
- 11) Katalog firmowy „BETOMAX – POLSKA”.
- 12) Katalog firmowy „ADAE”.

II. Normy:

- 1) [N-I] PN-B-03264:2002: Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- 2) PN-EN 206-1 *Beton - Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*.
- 3) PN-88/B-06250 *Beton zwykły*.
- 4) PN-B-03264:2002 *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie*.
- 5) PN-B-06265 Krajowe uzupełnienia PN-EN206-1 Beton-część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- 6) PN-EN 12350-1 Badania mieszanki betonowej. Pobieranie próbek.
- 7) PN-EN 12350-2 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą stożka opadowego.
- 8) PN-EN 12350-3 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą Vebe.
- 9) PN-EN 12350-4 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą oznaczania stopnia zagęszczalności.

- 10) PN-EN 12350-5 Badania mieszanki betonowej. Badanie konsystencji metodą stolika rozplywowego.
- 11) PN-EN 206-1 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- 12) PN-B/06250 Krajowe uzupełnienie PN-EN 206-1. Beton - część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- 13) PN-88/B-06250 Beton zwykły.
- 14) PN-EN 12390-1 Badania betonu. Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form.
- 15) PN-EN 12390-2 Badania betonu. Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych.
- 16) PN-EN 12390-4 Badania betonu. Wytrzymałość na ściskanie. Wymagania dla maszyn wytrzymałościowych.
- 17) PN-EN 933-4:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 4. Oznaczenie kształtu ziaren. Wskaźnik kształtu.
- 18) PN-EN 933-8:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Część 8. Ocena zawartości drobnych cząstek. Badanie wskaźnika piaskowego.
- 19) PN-EN 933-3:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości.
- 20) PN-EN 933-5:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie procentowej zawartości ziaren o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych.
- 21) PN-EN 933-1:2000 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Metoda przesiewania.
- 22) PN-EN 933-2:1999 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczenie składu ziarnowego. Nominalne otwory sit badawczych.
- 23) PN-EN 1097-7:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 7. Oznaczanie gęstości wypełniacza. Metoda piknometryczna.
- 24) PN-EN 1097-6:2002 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 6. Oznaczanie gęstości ziaren i nasiąkliwości.
- 25) PN-EN 1097-2:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Metody oznaczenia odporności na rozdrabianie.
- 26) PN-EN 1097-3:2000 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości nasypowej i jamistości.
- 27) PN-EN 206-1 Beton, Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- 28) PN-88/B-06250 Beton zwykły.
- 29) PN-EN 197-1:2002 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- 30) PN-EN 197-2:2002 Cement - Część 2: Ocena zgodności.
- 31) PN-EN 196-1:1996 Metody badania cementu - Oznaczanie wytrzymałości.
- 32) PN-EN 196-3:1996 Metody badania cementu - Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości.
- 33) PN-EN 196-6:1997 Metody badania cementu - Oznaczanie stopnia zmielenia.
- 34) PN-EN 196-7:1997 Metody badania cementu - Sposoby pobierania i przygotowania próbek cementu.

- 35) PN-EN1008:2004 Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek wody, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
- 36) PN-EN 1338 Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań.
- 37) PN-91/S-10042 - Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obiekty mostowe. Projektowanie.
- 38) PN-ISO 6935-1:1998 - Stal do zbrojenia betonu. Pręty gładkie.
- 39) PN-ISO 6935-2:1998 - Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane.
- 40) PN-ISO 6935-2/Ak: 1998 - Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- 41) PN-ISO 6935-2/Ak/Apl:1999 - Stal do zbrojenia betonu. Pręty żebrowane. Dodatkowe wymagania stosowane w kraju.
- 42) PN-H/84023/06 - Stal do zbrojenia betonu. Stal określonego zastosowania. Gatunki.
- 43) PN-89/H-84023/01 - Stal określonego zastosowania. Wymagania ogólne. Gatunki.
- 44) PN-82/H-93215 - Walcówka i pręty stalowe do zbrojenia betonu.