



MINISTERSTWO EDUKACJI
NARODOWEJ



Danuta Gąsiorowska

Wykonywanie podstawowych robót zbrojarskich i betoniarskich 713[08].Z1.02

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2006**

Recenzenci:

mgr inż. Darecka Halina

prof. dr hab. inż. Król Mieczysław

Opracowanie redakcyjne:

inż. Frankiewicz Danuta

Konsultacja:

inż. Frankiewicz Danuta

mgr inż. Sagan Teresa

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 713[08].Z1.02 „Wykonywanie podstawowych robót zbrojarskich i betoniarskich” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu monter izolacji budowlanych.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Materiał nauczania	6
4.1. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót zbrojarskich i betoniarskich	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	7
4.1.3. Ćwiczenia	8
4.1.4. Sprawdzian postępów	8
4.2. Zastosowanie betonu i żelbetu w budownictwie	9
4.2.1. Materiał nauczania	9
4.2.2. Pytania sprawdzające	12
4.2.3. Ćwiczenia	12
4.2.4. Sprawdzian postępów	14
4.3. Podstawowe prace betoniarskie i zbrojarskie	15
4.3.1. Materiał nauczania	15
4.3.2. Pytania sprawdzające	27
4.3.3. Ćwiczenia	27
4.3.4. Sprawdzian postępów	30
4.4. Podstawowe narzędzia i sprzęt do robót betoniarskich i zbrojarskich	31
4.4.1. Materiał nauczania	31
4.4.2. Pytania sprawdzające	33
4.4.3. Ćwiczenia	33
4.4.4. Sprawdzian postępów	34
4.5. Rozliczanie robót betoniarskich i zbrojarskich	35
4.5.1. Materiał nauczania	35
4.5.2. Pytania sprawdzające	36
4.5.3. Ćwiczenia	36
4.5.4. Sprawdzian postępów	38
5. Sprawdzian osiągnięć	39
6. Literatura	44

1. WPROWADZENIE

Zdobywając kwalifikacje zawodowe w zawodzie montera izolacji budowlanych będziesz przyswajać wiedzę i kształtować umiejętności zawodowe, korzystając z nowoczesnego modułowego programu nauczania.

Do nauki otrzymujesz Poradnik dla ucznia, który zawiera:

- wymagania wstępne – wykaz umiejętności, jakimi powinien dysponować przed przystąpieniem do nauki w tej jednostce modułowej,
- cele kształcenia (wykaz umiejętności) jakie ukształtujesz podczas pracy z tym poradnikiem, czyli czego nowego się nauczysz,
- materiał nauczania, czyli co powinien wiedzieć, aby samodzielnie wykonać ćwiczenia,
- pytania sprawdzające – zestawy pytań, które pomogą Ci sprawdzić, czy opanowałeś podane treści i możesz już rozpocząć realizację ćwiczeń,
- ćwiczenia, które mają na celu ukształtowanie Twoich umiejętności praktycznych,
- sprawdzian postępów – zestaw pytań, na podstawie którego sam możesz sprawdzić, czy potrafiś samodzielnie poradzić sobie z problemami, jakie rozwiązywałeś wcześniej,
- wykaz literatury, z jakiej możesz korzystać podczas nauki.

W rozdziale Pytania sprawdzające zapoznasz się z wymaganiami wynikającymi z potrzeb zawodu montera izolacji budowlanych. Odpowiadając na te pytania, po przyswojeniu treści z Materiału nauczania, sprawdzisz swoje przygotowanie do realizacji Ćwiczeń, których celem jest uzupełnienie i utrwalenie wiedzy oraz ukształtowanie umiejętności intelektualnych i praktycznych.

Po przeczytaniu każdego pytania ze Sprawdzianu postępów zaznacz w odpowiednim miejscu TAK albo NIE – właściwą, Twoim zdaniem, odpowiedź. Odpowiedzi NIE wskazują na luki w Twojej wiedzy i nie w pełni opanowane umiejętności. W takich przypadkach jeszcze raz powróć do elementów Materiału nauczania lub ponownie wykonaj ćwiczenie (względnie jego elementy). Zastanów się, co spowodowało, że nie wszystkie odpowiedzi brzmiały TAK.

Po opanowaniu programu jednostki modułowej nauczyciel sprawdzi poziom Twoich umiejętności i wiadomości. Otrzymasz do samodzielnego rozwiązania test pisemny oraz zadanie praktyczne. Nauczyciel oceni oba sprawdziany i na podstawie określonych kryteriów podejmie decyzję o tym, czy zaliczyłeś program jednostki modułowej. W każdej chwili, z wyjątkiem testów końcowych, możesz zwrócić się o pomoc do nauczyciela, który pomoże Ci zrozumieć tematy ćwiczeń i sprawdzi, czy dobrze wykonujesz daną czynność.

Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas realizacji programu jednostki modułowej musisz przestrzegać zasad ujętych w regulaminach, instrukcjach przeciwpożarowych, przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony środowiska wynikających z charakteru wykonywanych prac.

Z zasadami i przepisami zapoznasz się w czasie nauki.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej „Wykonywanie podstawowych robót zbrojarskich i betoniarskich” powinieneś umieć:

- stosować terminologię budowlaną,
- określać przebieg robót budowlanych,
- odróżniać technologie wykonania budynku i budowli,
- rozpoznawać i charakteryzować podstawowe materiały budowlane,
- rozpoznawać spoiwa budowlane,
- rozpoznawać kruszywa,
- rozpoznawać materiały impregnacyjne i grzybobójcze,
- rozróżniać zaprawy budowlane oraz określać ich skład,
- rozróżniać rodzaje betonów oraz określać skład,
- rozróżniać rodzaje izolacji,
- rozróżniać poszczególne elementy dokumentacji,
- dobierać dokumentację techniczno – budowlaną do realizacji zadania,
- stosować informacje zawarte w opisie technicznym,
- odczytywać i interpretować rysunki budowlane,
- posługiwać się dokumentacją budowlaną,
- wykonywać szkice elementów budowlanych i obiektów,
- wykonywać przedmiary i obmiary robót,
- wykonywać pomiary i rysunki inwentaryzacyjne,
- organizować stanowiska składowania i magazynowania,
- określać szacunkowo ilość magazynowanego i składowanego materiału,
- dobierać sposób i środki transportu do rodzaju materiału,
- transportować materiały budowlane,
- stosować zasady ochrony środowiska naturalnego,
- dobierać i zastosować odzież ochronną oraz środki ochrony osobistej, w zależności od prowadzonych prac budowlanych,
- dobierać narzędzia i sprzęt do robót ciesielskich,
- dokonywać cięć i przycinania drewna na wymaganą długości i kształt,
- wykonywać elementy deskowania,
- wykonywać deskowanie prostego elementu,
- wykonywać zabezpieczenie przed zmianą kształtu deskowania,
- stosować procedury udzielania pomocy przedmedycznej osobom poszkodowanym,
- przestrzegać zasad bezpieczeństwa i higieny pracy, przewidywać i zapobiegać zagrożeniom,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- oceniać własne możliwości w działaniach indywidualnych i zespołowych,
- stosować zasady współpracy w grupie,
- uczestniczyć w dyskusji, prezentacji.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zorganizować, użytkować i zlikwidować stanowisko pracy zgodnie z wymaganiami technologicznymi, zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej,
- odczytać dokumentację w zakresie niezbędnym do wykonania robót,
- posłużyć się sprzętem pomiarowym,
- określić szacunkowo ilość materiału do wykonania robót i sporządzić zapotrzebowanie materiałowe,
- wybrać i ocenić zastosowanie materiałów do wykonania prac zbrojarskich i betoniarskich,
- przetransportować materiały (w poziomie i pionie) oraz dokonać składowania na stanowisku pracy,
- wykonać mieszankę betonową wg receptury,
- dobrać narzędzia i sprzęt do wykonania pracy oraz prawidłowo posłużyć się nimi,
- dociąć zbrojenie na żądany wymiar,
- dokonać profilowania stali zbrojeniowej na wymagany kształt,
- wykonać montaż zbrojenia zgodnie z dokumentacją oraz ułożyć je w miejscu wbudowania,
- przygotować mieszankę betonową według receptury,
- określić podstawowe cechy zaprawy i mieszanki betonowej,
- dokonać ułożenia i zagęszczenia mieszanki betonowej w wykonywanym elemencie,
- wykonać pielęgnowanie betonu,
- przygotować i zastosować materiały pomocnicze,
- ocenić jakość wykonanej pracy i usunąć usterki,
- sporządzić rozliczenie materiałowe wykonanej pracy,
- obliczyć wynagrodzenie za pracę i sporządzić kalkulacje oraz proste umowy na wykonanie prac betoniarsko – zbrojarskich,
- wykonać pracę, z zachowaniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy podczas robót zbrojarskich i betoniarskich

4.1.1. Materiał nauczania

Roboty zbrojarskie i betoniarskie stanowią zazwyczaj fragment konkretnego zadania budowlanego i bezpieczeństwo tych robót musi być ujęte w ogólnym projekcie zagospodarowania terenu budowy oraz instrukcji bezpiecznego prowadzenia prac. Kierownik budowy oraz mistrz budowy są bezpośrednio odpowiedzialni za bezpieczeństwo i higienę prowadzonych prac oraz są zobowiązani do prowadzenia odpowiednich szkoleń.

Na podstawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia, sporządzonej na etapie projektowania przez projektanta, kierownik budowy jest obowiązany przed rozpoczęciem budowy do przygotowania Planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia. Ogłoszenie zawierające dane dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia na budowie powinno być umieszczone na terenie budowy, która spełnia któryś z poniższych warunków określonych w Prawie budowlanym:

- czas trwania robót budowlanych powyżej 30 dni i jednocześnie zatrudnienie co najmniej 20 pracowników,
- planowany zakres robót przekracza 500 osobodni.

Stanowiska pracy powinny posiadać dobre oświetlenie naturalne, a od zmroku należy zapewnić odpowiednie oświetlenie elektryczne; w przypadku prowadzenia robót w zamkniętych pomieszczeniach, również odpowiednią wentylację.

W trakcie przygotowania zbrojenia stosuje się operacje prostowania, gięcia, cięcia, spawania i zgrzewania prętów. Wykorzystuje się w tych operacjach narzędzia i urządzenia elektryczne, które wymagają szczególnej uwagi:

- muszą posiadać aktualne świadectwo przeglądu,
- mogą być obsługiwane tylko przez osoby do tego upoważnione,
- obsługujący musi posiadać odpowiednią odzież ochronną oraz zabezpieczenia,
- nie mogą być pozbawione odpowiednich osłon przewidzianych przez producenta.

W przypadku prostowania stali przez wyciąganie, stanowisko wyciągania musi spełniać następujące wymagania:

- powinno być wydzielone i ogrodzone,
- w ogrodzonym terenie nie wolno składować jakichkolwiek materiałów i sprzętu,
- w pobliżu nie mogą być organizowane inne stanowiska pracy i składowiska,
- w pobliżu nie mogą przebywać osoby postronne,
- przebywanie osób wzdłuż wyciąganego pręta jest niedopuszczalne.

Pracownicy, którzy dokonują ręcznego czyszczenia stali, poza dwuczęściowym ubraniem ochronnym, powinni być wyposażeni w kaski, rękawice ochronne, a także okulary ochronne.

Zabronione jest:

- stosowanie nożyc ręcznych do cięcia prętów zbrojeniowych o średnicy większej niż 20 mm,
- podczas przycinania mechanicznego prętów zbrojeniowych – chwytania ręką prętów w odległości mniejszej niż 50 cm od nożyc,
- podchodzenie do transportowanego zbrojenia, znajdującego się wyżej niż 50 cm ponad miejscem ułożenia,
- chwytanie rękami za skrajne elementy zbrojenia układanego w formy,
- rzucanie elementów zbrojenia.

Pręty zbrojeniowe o średnicy większej niż 20 mm należy giąć wyłącznie za pomocą urządzeń mechanicznych. Zakładanie zbrojenia, przestawianie odbojnic lub trzpieni przy gięciu stali na mechanicznej giętarczy jest dopuszczalne wyłącznie przy unieruchomionej tarczy giętarki.

Podczas prac fundamentowych szczególną uwagę należy zwrócić na :

- właściwe zabezpieczenie ścian wykopów; wykopy głębsze niż 1 m należy zabezpieczyć wykonując odpowiednie skarpy lub deskowania,
- wykonanie wykopów w taki sposób, aby oprócz miejsca na fundamenty znajdowała się przestrzeń na swobodną pracę ludzi,
- zapewnienie właściwych dróg prowadzących do wykopu; dla ludzi i dla dowozu materiałów,
- właściwe zabezpieczenie pracujących w wykopie przed urazami od materiałów i narzędzi, które mogą spaść do wykopu.

Podczas układania zbrojenia oraz betonowania elementów znajdujących się na wysokości większej niż 2 m należy przestrzegać następujących zasad:

- dokładnie sprawdzać jakość deskowań, stempli i rusztowań przed przystąpieniem do robót i w ich trakcie,
- nie obciążać deskowań i rusztowań w sposób dynamiczny,
- nie gromadzić materiałów na pomostach i rusztowaniach w ilościach przekraczających ich dopuszczalną nośność,
- pracownicy dokonujący montażu zbrojenia i betonowania elementu powinni być zabezpieczeni przed upadkiem z wysokości za pomocą szelek bezpieczeństwa połączonych z amortyzatorami bezpieczeństwa.

Jeżeli na budowie będą wprowadzane ścieki do instalacji kanalizacyjnej, które nie odpowiadają warunkom wprowadzania ścieków do wody i ziemi, to instalacja ta powinna być wyposażona w urządzenia do oczyszczania ścieków, np. osadniki do zatrzymywania zawieszin, piasku i żwiru.

W miejscach, w których będą występować zanieczyszczenia powietrza w postaci gazów lub pyłów (np. czyszczenie stali zbrojeniowej), powinny być instalowane miejscowe mechaniczne urządzenia wentylacyjne, które uwolnią środowisko pracy od szkodliwych czynników.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Kto i kiedy przygotowuje Plan Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia?
2. Na co należy zwrócić uwagę podczas wykorzystywania narzędzi i urządzeń elektrycznych?
3. Jakie wymagania powinno spełniać stanowisko wyciągania stali zbrojeniowej?
4. Jakie środki ochrony indywidualnej powinni posiadać pracownicy podczas ręcznego czyszczenia stali?
5. Jakie czynności są dopuszczalne podczas gięcia stali zbrojeniowej?
6. Na co należy zwrócić uwagę podczas wykonywania robót fundamentowych?
7. Jakie zasady obowiązują podczas wykonywania prac na wysokości większej niż 2 metry?
8. Jakie przepisy ochrony środowiska obowiązują podczas wykonywania robót zbrojarskich i betoniarskich?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Spośród przedstawionych przez nauczyciela środków ochrony indywidualnej, wybierz środki stosowane przy ręcznym czyszczeniu stali zbrojeniowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 3) sprawdzić, czy jesteś odpowiednio przygotowany pod względem bezpieczeństwa pracy,
- 4) przejrzeć przedstawione środki ochrony indywidualnej,
- 5) określić zagrożenia, występujące przy ręcznym czyszczeniu stali,
- 6) wybrać odpowiednie środki ochrony indywidualnej,
- 7) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 8) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 10) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw różnych środków ochrony indywidualnej,
- instrukcja bhp dotycząca robót betoniarskich i zbrojarskich.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) określić zagrożenia występujące podczas wykonywania robót betoniarskich i zbrojarskich?
- 2) rozróżnić i scharakteryzować środki ochrony indywidualnej?

Tak Nie

4.2. Zastosowanie betonu i żelbetu w budownictwie

4.2.1. Materiał nauczania

Zaczyn cementowy

Zaczyn cementowy jest to mieszanina cementu z wodą.

Zaprawa cementowa

Zaprawa cementowa jest mieszaniną zaczynu cementowego z drobnym kruszywem w postaci piasku o ziarnach do 4 mm.

Beton

Jest mieszaniną zaprawy cementowej z grubym kruszywem na przykład żwirem. Podstawowym parametrem określającym właściwości wytrzymałościowe zaprawy jest jej wytrzymałość na ściskanie.

Zaprawa cementowa

Składa się z cementu, piasku oraz wody. Można stosować również dodatki uplastyczniające, uszczelniające, przyspieszające wiązanie, barwiące, zmniejszające ścieralność itp. Czas zużycia zaprawy od chwili zmieszania składników nie powinien przekroczyć 2 godzin, a w temperaturze otoczenia wyższej od 25° C należy go skrócić do pół godziny. Stosuje się ją do:

- murowania takich silnie obciążonych elementów budynku jak fundamenty, ściany, słupy, nadproża,
- murowania łuków i sklepień,
- mocowania kotew i elementów złączy,
- wykonywania podłoży pod posadzki,
- wykonywania wszystkich warstw tynku.

Zaletami zaprawy cementowej są: duża wytrzymałość oraz dobra przyczepność. Wadami: zła urabialność, mała plastyczność, słaba izolacyjność cieplna.

Beton

Jest sztucznym kamieniem powszechnie stosowanym w różnych działach budownictwa. Otrzymuje się go z mieszaniny trzech podstawowych składników: spoiwa, wody i kruszywa, które po wymieszaniu wiążą i twardnieją w wyniku zachodzących procesów chemicznych. Przed stwardnieniem mieszaninę tę nazywamy mieszanką betonową.

Podstawowym warunkiem uzyskania odpowiednich cech betonu jest właściwy, jakościowy i ilościowy dobór poszczególnych składników. Rodzaj i klasa wytrzymałości użytego cementu (spoiwa), stosunek ilości cementu do ilości wody oraz rodzaj i jakość kruszywa wpływają na wytrzymałość betonu.

Właściwości betonu zależą od:

- właściwości poszczególnych składników mieszanki,
- ilościowego stosunku składników,
- sposobu przygotowania mieszanki,
- ułożenia mieszanki,
- pielęgnacji świeżego betonu.

Betony dzieli się na: **ciężkie** (o gęstości pozornej $> 2600 \text{ kg/m}^3$), **zwykłe** ($2000 \div 2600 \text{ kg/m}^3$) i **lekkie** ($800 \div 2000 \text{ kg/m}^3$).

Składniki betonu zwykłego:

- Cement czyli spoiwo. Rozróżnia się cemeny:
 - CEM I – cement portlandzki,
 - CEM II – cement mieszany,
 - CEM III – cement hutniczy,
 - CEM IV – cement pucolanowy,
 - CEM V – cement wieloskładnikowy.
- **Kruszywa mineralne:** piasek, żwir lub grysy oraz ich mieszanki.
- **Woda zarobowa,**
- Ewentualnie: **domieszki** i/lub **dodatki**.

Domieszki wpływają na zmianę właściwości zapraw cementowych, mieszanek betonowych i stwardniałych betonów (całkowita ilość domieszek nie powinna być większa niż 50g na kg cementu):

- polepszają urabialność mieszanek - domieszki uplastyczniające nazywane superplastyfikatorami, np. Abiesod, Mixbet-S, Klutan,
- przyspieszają lub opóźniają wiązanie i twardnienie, np. Retarbet, chlorki wapnia, sodu i potasu oraz szkło wodne,
- napowietrzają mieszanki i beton, w celu znacznej poprawy mrozoodporności, np. glina bentonitowa, Abiesod P-1 i P-2, ale mogą spowodować spadek wytrzymałości,
- uszczelniają mieszanki i beton zwiększając wodoszczelność i zmniejszają nasiąkliwość, co powoduje zwiększenie ich trwałości, np. pyły mineralne, Hydrobet,
- umożliwiają wykonywanie betonu w temperaturze bliskiej 0° C, np. chlorek wapnia,
- barwią (powinny być odporne na działanie alkaliów), np. mielona cegła.

Do betonu zbrojonego nie można dodawać chlorku wapnia i domieszek zawierających chlorki, ponieważ powodują korozję stali.

Dodatki do betonów – są to drobnoziarniste składniki dodawane w celu zmiany właściwości betonu, ich ilość nie powinna przekraczać 1% masy cementu zawartego w mieszance:

- popioły lotne - poprawiają urabialność mieszanki, zwiększają odporność na agresję chemiczną, ale mogą zmniejszyć mrozoodporność betonu,
- pył krzemionkowy - uszczelnia beton.



Fot. 1. Hala targowa we Wrocławiu [11, s.15]

Zastosowanie betonów w zależności od ich rodzaju:

- **zwykle** - do wyrobu elementów drobnowymiarowych: do budowy ścian, stropów i stropodachów, dachówek, kostki brukowej itp.,
- **konstrukcyjne** – do przenoszenia obciążeń,
- **ogniodporne (żaroodporne)** – do użytkowania w temperaturze powyżej 200° C – do wykonywania elementów przewodów dymowych i spalinowych oraz do obudowy kotłów przemysłowych i pieców,
- **hydrotechniczne (wodoszczelne)** – do wykonywania zbiorników na ciecze, nabrzeży portowych, podpór mostowych itp.,
- **asfaltowe** – na nawierzchnie na mostach, placach, parkingach, peronach dworcowych, w hangarach, halach przemysłowych i magazynach, a także chodników, ścieżek rowerowych i spacerowych, na skarpach zbiorników i kanałów wodnych oraz ściekowych,
- **kwasoodporne** – do wykonywania konstrukcji specjalnych, zbiorników, posadzek w laboratoriach,
- **żywiczne** – do napraw i wzmocnień konstrukcji, na wykładziny antykorozyjne i posadzki przemysłowe, do wykonywania elementów prefabrykowanych odpornych na środowisko kwaśne i zasadowe,
- **odporne na ścieranie** – na podłogi w halach przemysłowych, na nawierzchnie drogowe, lotniskowe, peronów i ramp kolejowych, pochylni transportowych itp.,
- **osłonowe (promieniochronne)** – do osłabiania promieniowania jonizującego wysyłanego przez źródła promieniowania, np. przez reaktory jądrowe oraz urządzenia z izotopami promieniotwórczymi.



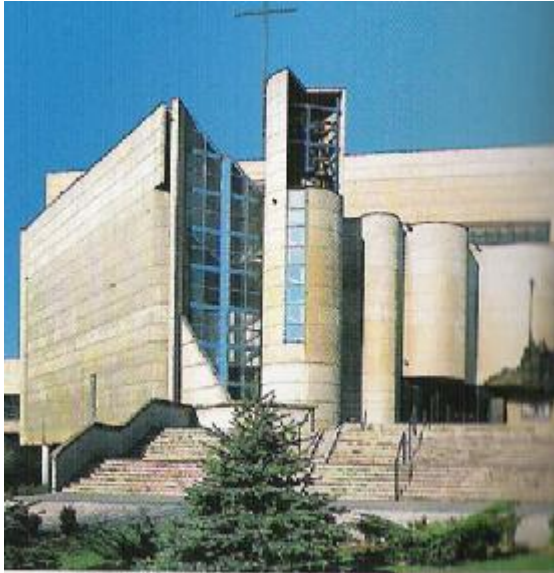
Fot. 2. Biblioteka Uniwersytetu Warszawskiego [11, s.60]

Beton ma znaczną wytrzymałość na ściskanie, ale małą wytrzymałość na rozciąganie. Dlatego elementy zginane wzmocnia się w strefie rozciąganej, stosując stal zbrojeniową, która ma 200 razy większą wytrzymałość na rozciąganie od betonu. Beton zbrojony prętami stalowymi nazywa się żelbetem.

Dobłą współpracę betonu i stali zapewniają:

- dobra przyczepność stali do betonu, dzięki czemu obciążenia działające na beton są przekazywane wskutek tarcia między obydwo materialami na stal,
- bardzo zbliżona rozszerzalność cieplna obydwo materialów,
- beton otulający pręty zbrojenie w elemencie żelbetowym chroni je przed działaniem korozyjnych czynników atmosferycznych,

- beton chroni stal zbrojoniową od niszczącego działania wysokiej temperatury powstającej w czasie pożaru; dzięki temu konstrukcje żelbetowe mają bardzo wysoką klasę odporności pożarowej i na ogół nie potrzebne są dodatkowe zabezpieczenia przeciwpożarowe, stanowiące poważny problem w konstrukcjach stalowych.



Fot. 3 . Kościół Św. Jadwigi w Krakowie [11, s.40]



Fot. 4. Wieże mieszkalne we Wrocławiu [11, s.34]

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaka jest różnica między zaczynem cementowym a zaprawą cementową?
2. Jakie są właściwości zaprawy cementowej?
3. Czym różni się mieszanka betonowa od betonu?
4. Z czego składa się beton zwykły?
5. Od czego zależą właściwości betonu?
6. Jakie jest zastosowanie betonów w zależności od ich rodzaju?
7. Od czego zależy dobra współpraca betonu i stali?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Ustal:

- zalety i wady zaprawy cementowej,
- podstawowe zastosowanie zaprawy cementowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) ustalić cechy techniczne zaprawy cementowej,

- 3) ustalić zalety zaprawy cementowej,
- 4) ustalić wady zaprawy cementowej,
- 5) ustalić zastosowanie zaprawy,
- 6) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 7) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 9) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansza poglądowa ilustrująca zastosowanie zaprawy cementowej,
- Polskie Normy dotyczące tematu ćwiczenia,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Na podstawie zastosowania podanego w charakterystykach technicznych (Załączniki Nr 1, 2, 3, 4 i 5 do ćwiczenia) ustal:

- rodzaj betonu,
- cechy techniczne betonu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przeczytać dokładnie wymienione charakterystyki,
- 2) ustalić kolejno rodzaje scharakteryzowanych betonów,
- 3) scharakteryzować betony pod względem technicznym,
- 4) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 5) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 6) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 7) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- charakterystyki techniczne określające zastosowanie betonów,
- plansza poglądowa dotycząca zastosowania betonów,
- Polskie Normy dotyczące tematu ćwiczenia,
- literatura.

Załącznik nr 1

Charakterystyka techniczna betonu

Beton ten, przeznaczony jest do:

- użytkowania w temperaturze powyżej 200° C,
- do wykonywania elementów przewodów dymowych i spalinowych oraz do obudowy kotłów przemysłowych i pieców,

Załącznik nr 2

Charakterystyka techniczna betonu

Beton ten, przeznaczony jest między innymi do wykonywania zbiorników na ciecze, nabrzeży portowych, podpór mostowych.

Załącznik nr 3

Charakterystyka techniczna betonu

Beton ten, przeznaczony jest do wykonywania nawierzchni między innymi:

- na mostach, placach, parkingach, peronach dworcowych, w hangarach, halach przemysłowych, magazynach,
- chodników, ścieżek rowerowych i spacerowych,
- na skarpach zbiorników i kanałów wodnych oraz ściekowych.

Załącznik nr 4

Charakterystyka techniczna betonu

Beton ten, przeznaczony jest między innymi do wykonywania:

- posadzek w halach przemysłowych,
- nawierzchni dróg, lotnisk, peronów i ramp kolejowych, pochylni transportowych.

Załącznik nr 5

Charakterystyka techniczna betonu

Beton ten, przeznaczony jest między innymi do osłabiania promieniowania jonizującego wysyłanego przez takie źródła promieniowania jak:

- reaktory jądrowe,
- urządzenia z izotopami promieniotwórczymi.

4.2.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

- 1) określić podstawowe cechy zaprawy?
- 2) określić właściwości betonu?

Tak Nie

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Podstawowe prace betoniarskie i zbrojarskie

4.3.1. Materiał nauczania

Stanowisko robocze

Stanowisko robocze jest to przestrzeń, na której wykonywany jest określony rodzaj pracy przez jednego robotnika lub zespół pracowników. Należy pamiętać, że właściwie zorganizowana praca ułatwia jej wykonanie i skraca czas jej realizacji. Dlatego trzeba dokładnie określić zadanie oraz przygotować środki (materiały, narzędzia, sprzęt) do jego wykonania, wykonać zadanie, a następnie skontrolować jakość wykonanych prac. Stanowiska pracy powinny być utrzymywane w czystości oraz posiadać właściwe oświetlenie, a w przypadku prowadzenia robót w zamkniętych pomieszczeniach – odpowiednią wentylację. Stanowiska znajdujące się na zewnątrz pomieszczeń powinny być tak usytuowane i zorganizowane, aby pracownicy nie byli narażeni na działanie warunków atmosferycznych, hałasu, gazów, par i pyłów.

W zależności od wykonywanego rodzaju robót należy zapewnić odpowiednią powierzchnię przeznaczoną na składowanie materiałów, wyrobów, przyrządów i narzędzi oraz odpadów. Nie należy magazynować surowców, gotowych wyrobów, materiałów pomocniczych i odpadów w ilościach większych niż wynika to z potrzeb technologicznych na danej zmianie.

Na stanowisku pracy powinny znajdować się tylko narzędzia potrzebne do wykonywania danego zakresu robót, inne należy przenieść do podręcznego magazynu. Każdy pracownik powinien być wyposażony we wszystkie potrzebne narzędzia, które należy utrzymywać w czystości. Do każdego stanowiska pracy należy zapewnić bezpieczne i wygodne dojście, przy czym jego wysokość na całej długości nie powinna być mniejsza niż 2 metry.

Ważnym elementem jest wprowadzenie w jak największym stopniu mechanizacji robót, właściwe rozplanowanie pracy, a także skrócenie dróg transportu. Jeżeli roboty wykonywane są na rusztowaniach, muszą być one prawidłowo zmontowane i codziennie kontrolowane przed rozpoczęciem pracy. Po zakończeniu robót należy zlikwidować stanowisko pracy i uporządkować pomieszczenie.

Procesy robocze

W pracach zbrojarskich i betoniarskich wyróżnia się następujące procesy robocze:

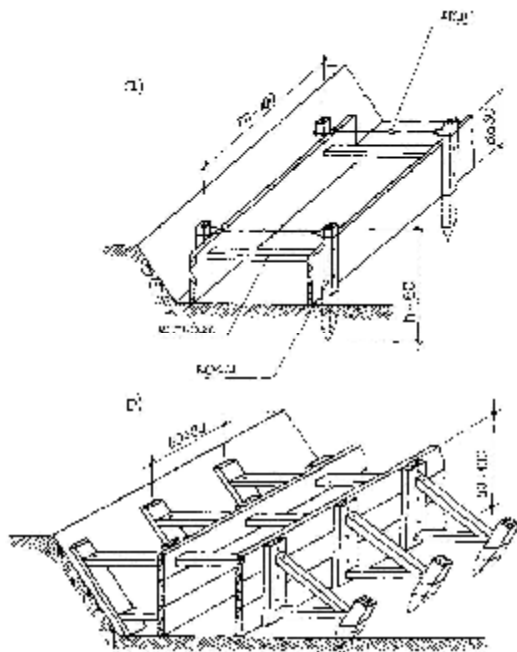
- ustawienie deskowań,
- ułożenie zbrojenia,
- betonowanie.

Deskowania

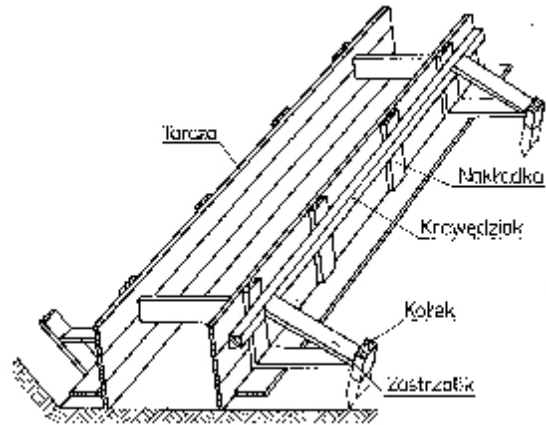
Deskowaniem nazywamy odpowiednio przygotowane formy przeznaczone do wykonania elementu betonowego lub żelbetowego.

Deskowania tradycyjne, wykonywane z drewna można stosować jako formy do betonowania wszystkich elementów konstrukcyjnych budynku. Deskowanie powstaje w wyniku odpowiedniego ustawienia i zbitcia zaimpregnowanych desek. W celu zachowania niezmienności kształtu oraz zapewnienia stateczności i sztywności deskowania stosuje się kołki, rozpórki, kotwy oraz podpory ukośne czyli zastrzały i ściągi w jednostce modułowej 713[08].Z1.01 „Wykonywanie podstawowych robót ciesielskich” jak dobrać narzędzia i sprzęt do robót ciesielskich oraz wykonać deskowania prostych elementów budowlanych nauczyłeś się.

Na większych budowach odchodzi się od deskowań tradycyjnych, których montaż jest pracochłonny i stosuje przede wszystkim deskowania wielokrotnego użytku: systemowe, przesuwne w poziomie i ślizgowe przesuwne w pionie.

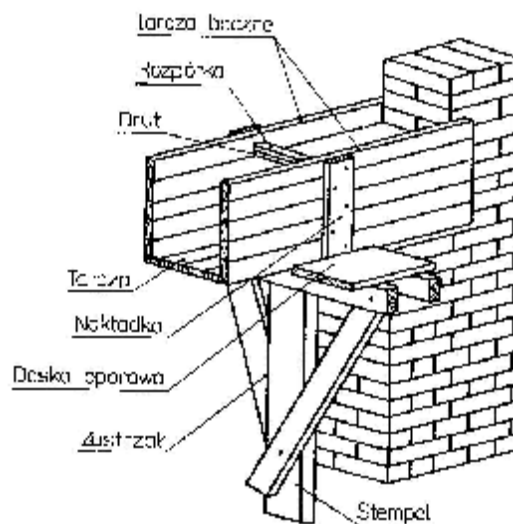


Rys. 1. Deskowanie ław fundamentowych:
a) o wysokości do 30 cm, b) o wysokości 50÷100 cm
[20, s.58]



Rys. 2. Inny sposób deskowania ławy fundamentowej
o wysokości do 50 cm [12, s.347]

Aby beton nie przywierał do deskowania, należy je przed betonowaniem silnie namoczyć oraz stosować gładkie deski. Można również smarować deskowanie preparatami antyadhezyjnymi. Suche deskowanie odciąga wodę z mieszanki betonowej, co wpływa ujemnie na wytrzymałość betonu, a w trakcie demontażu deski, przywierające do betonu, ulegają zniszczeniu.



Rys. 3. Deskowanie nadproża żelbetowego [12, s.368]

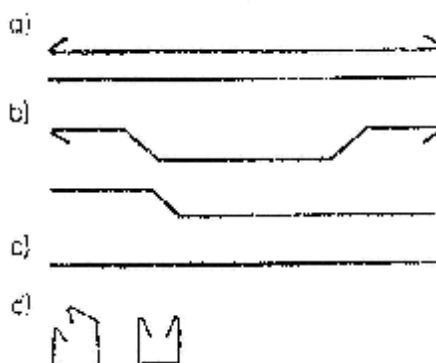
Podczas rozbiórki deskowania należy starać się odzyskać jak najwięcej elementów w dobrym stanie, aby umożliwić ich użycie do wykonania następnego deskowania. Nie należy zrzucać elementów nawet z niedużej wysokości lecz opuszczać na sznurze lub podawać innemu pracownikowi.

Prace zbrojarskie

Ogólne zasady zbrojenia betonu

Szczegółowe informacje na temat liczby, średnic, długości i sposobu rozmieszczania prętów stalowych w elemencie konstrukcyjnym podaje się na rysunkach roboczych (konstrukcyjnych) tych elementów. Zbrojenie wykonuje się przeważnie z prętów o przekroju okrągłym: gładkich lub żebrowanych.

Rozróżnia się pręty główne, nośne, montażowe, rozdzielcze i strzemiona.



Rys. 4. Rodzaje prętów zbrojenia: a) pręty nośne proste z hakami i bez haków, b) pręty główne odgięte, c) pręt montażowy lub rozdzielczy, d) strzemiona [1, s. 205]

Pręty główne mają charakter konstrukcyjny i służą zwiększeniu wytrzymałości elementu z betonu. Pręty montażowe zapewniają odpowiednie położenie prętów głównych i strzemion w czasie betonowania. Strzemiona wiążą zbrojenie główne w celu zapewnienia stałej odległości między prętami, przenoszą naprężenia główne rozciągające w belkach oraz zapobiegają pęknięciom skurczowym betonu.

Tabela 1. Klasy i gatunki stali zbrojeniowej wg PN-B-03264:2002

Klasy stali	Gatunki stali	Nominalna średnica prętów [mm]
A-0	St0S-b	4,5 ÷ 40
A-I	St3SX-b St3SY-b St3S-b	
A-II	St50B 18G2-b	6 ÷ 32
	20G2Y-b	6 ÷ 28
A-III	25G2S	6 ÷ 40
	35G2Y	6 ÷ 20
	34GS	6 ÷ 32
A-IIIN	20G2VY-b	6 ÷ 28

b – stosowane w budownictwie

Ze stali klas A-0 i A-I wykonuje się pręty gładkie, natomiast ze stali wyższych klas pręty żebrowane: spiralnie A-II i w jodełkę A-III.

Roboty zbrojarskie

Obejmują czynności związane z przygotowaniem i obróbką zbrojenia oraz wykonaniem i ułożeniem szkieletu zbrojenia w formie lub deskowaniu. W skład robót zbrojarskich wchodzi:

- czyszczenie stali zbrojeniowej,

- prostowanie stali zbrojeniowej,
- cięcie stali zbrojeniowej,
- gięcie stali zbrojeniowej,
- łączenie prętów w szkielety zbrojeniowe,
- transport i układanie szkieletów zbrojeniowych w formach lub deskowaniach.

Zbrojenie wiotkie elementu żelbetowego składa się z prętów stalowych odpowiednio połączonych w szkielet zbrojenia, nie ulegający deformacji w czasie transportu, układania w formie (deskowaniu) i w czasie betonowania elementu.

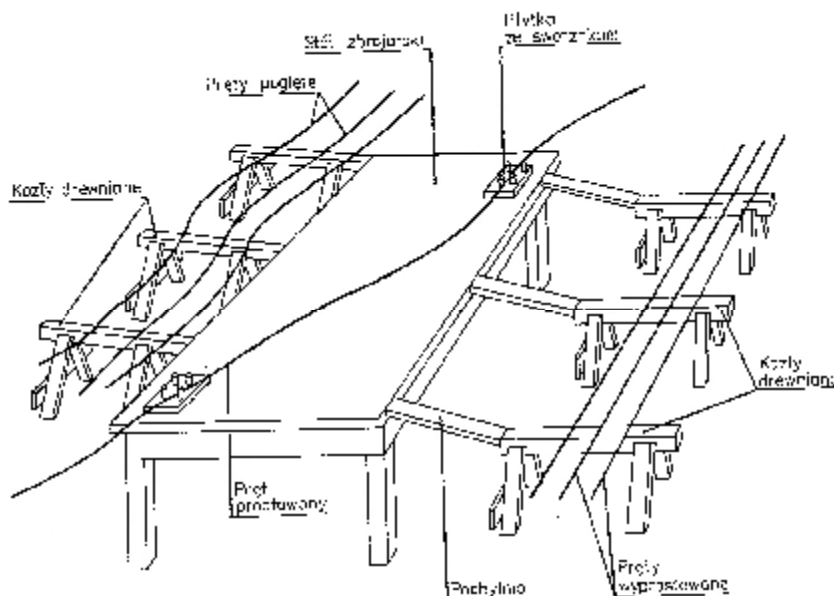
Czasem stosuje się zbrojenie składające się z kształtowników i prętów, które ze względu na znaczną sztywność kształtowników stalowych nazywane jest zbrojeniem sztywnym lub samonośnym. Zbrojenie sztywne wykorzystuje się niekiedy do mocowania na nim deskowania i przenoszenia sił pochodzących od ciężaru betonu przed osiągnięciem pełnej wytrzymałości elementu żelbetowego. Pręty wiotkie ze zbrojeniem sztywnym łączy się przez spawanie.

Na przebieg robót zbrojarskich istotny wpływ ma usytuowanie i organizacja składowiska stali zbrojeniowej. Składowisko powinno znajdować się w pobliżu warsztatu zbrojarskiego (na małych budowach) lub centralnej zbrojarni (na dużych budowach i w wytwórniach elementów żelbetowych). Zasady składowania stali poznałeś w jednostce modułowej 713[08].B1.05 „Magazynowanie, składowanie i transportowanie materiałów budowlanych”.

Przyczepność betonu do stali zbrojeniowej zależy od rodzaju stali (gładka lub żebrowana) oraz od **czystości** jej powierzchni. Rdzę i zgorzelinę usuwa się ręcznie, np. szczotką albo mechanicznie, np. przez piaskowanie. Błoto usuwa się silnym strumieniem wody, a smary, tłuszcze i farby opala się lub usuwa za pomocą odpowiednich środków chemicznych.

Stal zbrojeniowa jest dostarczana na budowę w kęgach (przy średnicy do 12 mm – zbrojenie lekkie) i w prętach (przy średnicy ponad 12 mm – zbrojenie ciężkie).

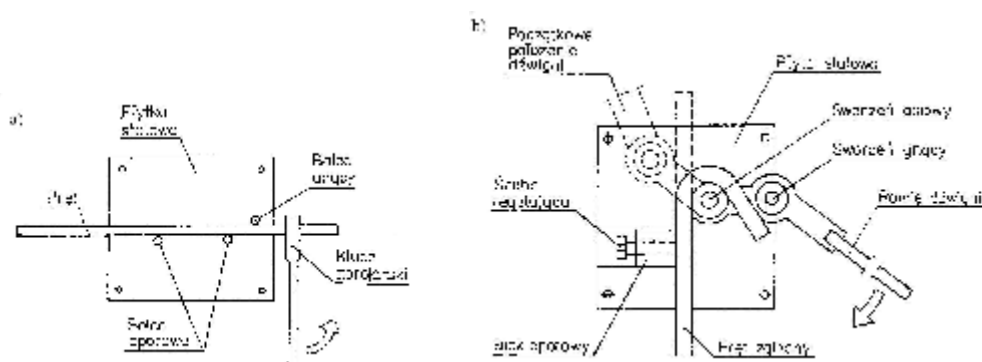
Prostowanie stali odbywa się najczęściej przez wyciąganie za pomocą wciągarek ręcznych lub obtaczanie w prostowarkach mechanicznych. Stal zbrojeniową o średnicy 12÷20 mm prostuje się na stole zbrojarskim za pomocą młotka, na umocowanej do stołu płycie stalowej lub przy użyciu kluczy zbrojarskich. Pręty o średnicy ponad 20 mm prostuje się na giętarcie mechanicznej.



Rys. 5. Stanowisko do ręcznego prostowania prętów zbrojenia [2, s.212]

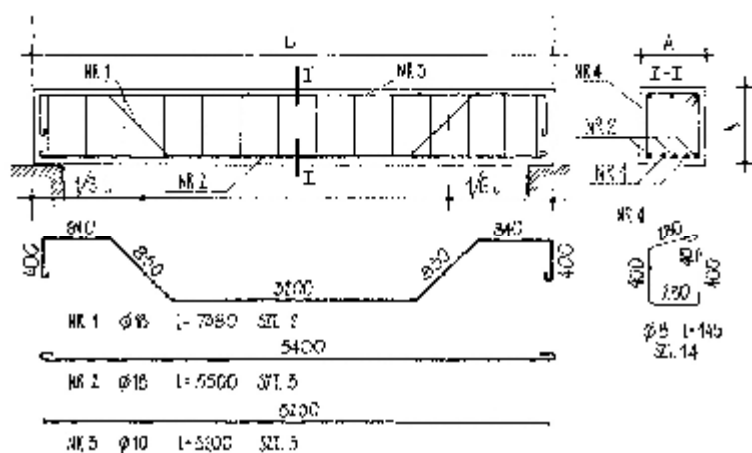
Pręty należy **ciąć** w taki sposób, aby odpady były jak najmniejsze. Przecinanie stali przy użyciu młotka i przecinaka może być stosowane tylko przy małym zakresie robót. Bardziej wydajnym i bezpieczniejszym narzędziem do cięcia prętów są nożyce ręczne dźwigniowe, którymi można ciąć pręty o średnicy do 30 mm. Przy większych średnicach (32÷40 mm) stosuje się nożyce o napędzie elektrycznym.

Pręty zbrojeniowe należy powyginać zgodnie z kształtem podanym na rysunkach konstrukcyjnych. **Gięcie** ręczne wykonywane jest kluczem zbrojarskim na stole zbrojarskim wyposażonym w płytę stalową z trzema bolcami. Sposób ten stosuje się tylko przy niewielkim zakresie robót zbrojarskich, ze względu na dużą pracochłonność.



Rys. 6. Gięcie pręta zbrojenia; a) kluczem, b) na giętarcie ręcznej [2, s.217]

Bardziej wydajne jest gięcie prętów giętarką ręczną. Przy wykonywaniu zagięcia na końcu pręta, należy przestrzegać podanej w normie PN-B-03264:2002 minimalnej długości odcinka prostego poza zagięciem, która powinna wynosić co najmniej 5 średnic pręta zaginanego. Jeżeli wykonuje się hak na końcu strzemion, jego długość uzależniona jest od kąta zagięcia haka i wynosi od 5 do 10 średnic pręta.

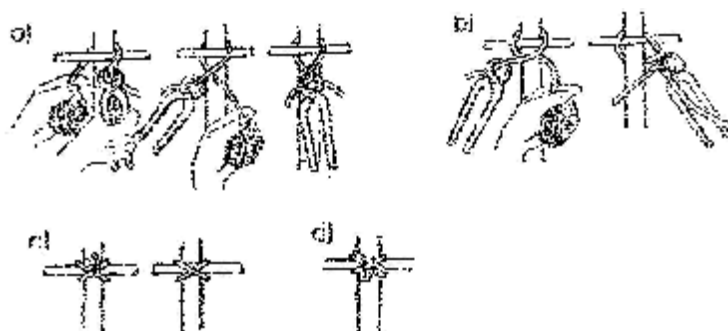


Rys. 7. Rysunek konstrukcyjny belki [26, s.156]

Łączenie szkieletów zbrojeniowych

Po wykonaniu odgięć i haków zgodnie z rysunkiem konstrukcyjnym (roboczym), pręty zbrojeniowe muszą być umieszczone we właściwych miejscach wykonywanego elementu żelbetowego i nie mogą zmienić swego położenia w trakcie betonowania oraz zagęszczania mieszanki betonowej. Pręty zbrojeniowe łączy się ze sobą przez wiązanie wyżarzonym drutem

wiązałkowym o średnicy 1÷2 mm oraz przez zgrzewanie elektryczne (zgrzewarkami czołowymi lub punktowymi) lub spawanie.



Rys. 8. Sposoby wiązania węzłów zbrojarskich: a) węzeł prosty, b) węzeł dwurzędowy, c) węzeł krzyżowy, d) węzeł krzyżowy podwójny [1, s. 230]

Szkielety zbrojeniowe mogą być montowane w warsztacie zbrojarskim (należy zwrócić uwagę, aby szkielet nie uległ deformacji w trakcie przenoszenia) lub bezpośrednio w deskowaniu na budowie.

Aby zmontować zbrojenie w deskowaniu, zaznacza się na nim najpierw kredą lub ołówkiem ciesielskim rozstaw prętów zbrojeniowych nośnych (głównych) i rozdzielczych. Następnie rozmieszcza się pręty zbrojenia nośnego, a na nich pręty rozdzielcze i wzajemnie łączy.

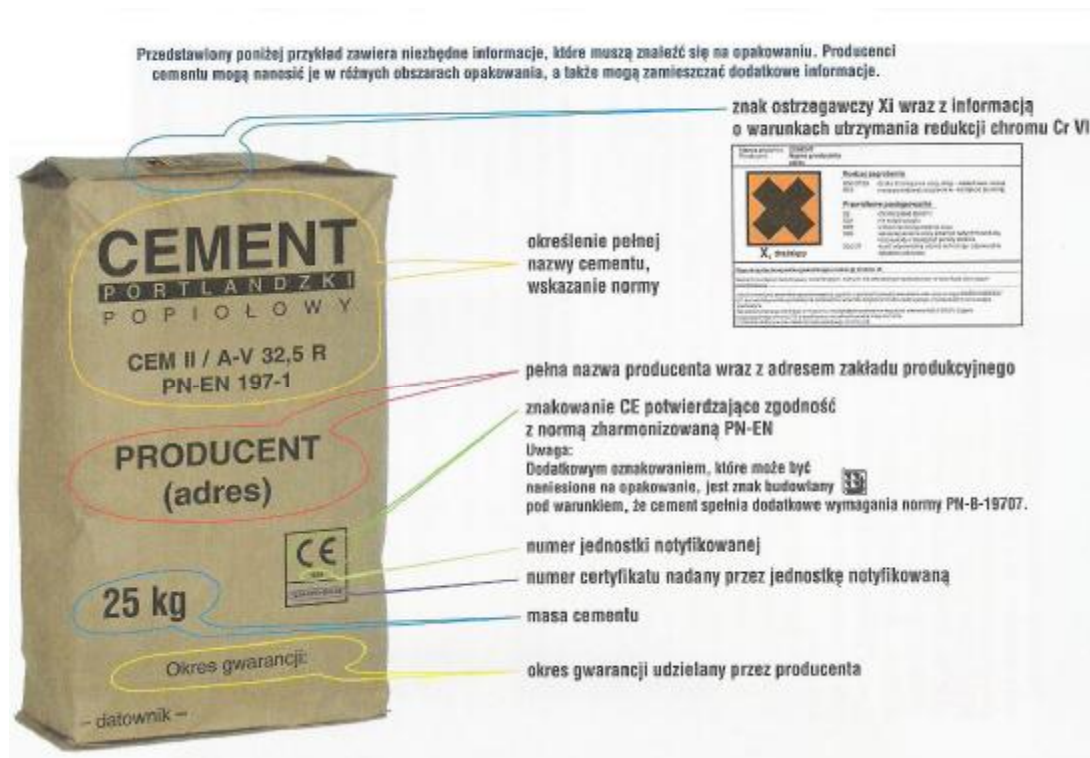
Zbrojenie powinno być ułożone w deskowaniu w taki sposób, aby każdy pręt był otulony betonem. Wielkość otuliny zależy od klasy betonu oraz od klasy ekspozycji. W tym celu stosuje się specjalne krążki dystansowe z tworzywa sztucznego nakładane na pręty zbrojeniowe albo małe klocki betonowe (które należy przed użyciem zanurzyć w zaprawie cementowej) lub ceramiczne. W przypadku układania mieszanki betonowej bezpośrednio na podłożu gruntowym - grubość otulenia powinna być nie mniejsza niż 75 mm.

Prace betoniarskie

Tabela 2. Kolory worków i nadruków dla odpowiednich klas wytrzymałościowych cementów [7, s.8]

R – cement o wysokiej wytrzymałości wczesnej

Klasa wytrzymałości cementu	Kolor worka	Kolor nadruku
32,5	jasnobrązowy	czarny
32,5 R		czerwony
42,5	zielony	czarny
42,5 R		czerwony
52,5	czerwony	czarny
52,5 R		biały



Zdjęcie 5. Przykład prawidłowego oznakowania worka cementowego [7, s.16]

Wytwarzanie i transportowanie mieszanki betonowej

Mieszanka betonowa

Składa się z cementu, drobnego (np. piasku) i grubego (np. żwir) kruszywa oraz wody, ewentualnie dodatków i domieszek. Po ułożeniu jej w formie zagęszcza się ją wybraną metodą np. ręcznie przez sztychowanie i ubijanie, lub mechanicznie przez wibrowanie, ubijanie, prasowanie, wibroprasowanie itp. Na skutek zachodzących w niej reakcji chemicznych wiąże i twardnieje, w ten sposób powstaje beton.

Klasa betonu

Według normy PN-88/B-06250 np. B30 to symbol literowo-liczbowy (30 -oznaczenie wytrzymałości gwarantowanej). Rozróżniano następujące klasy betonu: B7,5; B10; B12; B15; B17,5; B20; B25; B30; B35; B40 i B50. W normie PN-EN 206-1 wprowadzono klasy wytrzymałościowe na ściskanie dla betonów zwykłych i ciężkich (np. C20/25) oraz lekkich (np. LC20/22). Po symbolu C (lub LC) pierwsza liczba oznacza minimalną wytrzymałość charakterystyczną oznaczoną na próbkach walcowych, druga liczba – na próbkach sześciennych.

Tabela 3. Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów zwykłych i ciężkich

Klasa betonu według PN-88/B-06250	Wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach walcowych $f_{ck,cyl}$ [MPa]	Wytrzymałość charakterystyczna oznaczona na próbkach sześciennych $f_{ck,cube}$ [MPa]	Klasa wytrzymałości na ściskanie według PN-EN 206-1
B10	8	10	C8/10
B15	12	15	C12/15
B20	16	20	C16/20
B25	20	25	C20/25
B30	25	30	C25/30
B 35, B 40	30	37	C30/37

B 45	35	45	C35/45
B50	40	50	C40/50
-	45	55	C45/55
-	50	60	C50/60
-	55	67	C55/67
-	60	75	C60/75
-	70	85	C70/85
-	80	95	C80/95
-	90	105	C90/105
-	100	115	C100/115

Klasy wytrzymałościowe na ściskanie betonów lekkich mieszczą się w granicach od LC8/9 do LC80/88.

Skład mieszanki betonowej

Zależy od przeznaczenia i warunków użytkowania betonu, jego klasy, ewentualnie stopnia mrozoodporności i wodoszczelności. Receptura powinna zawierać:

- rodzaj, jakość i ilość poszczególnych składników (dostosowane do rodzaju i pojemności betoniarki),
- dozowanie składników wyrażone w jednostkach odpowiadających przyjętemu sposobowi dozowania (objętościowo lub wagowo),
- stopień zawilgocenia kruszywa,
- przeznaczenie betonu i jego konsystencję,
- dopuszczalny najkrótszy czas mieszania wszystkich składników po ich załadowaniu do betoniarki,
- kolejność dozowania składników.

Najważniejszymi cechami mieszanki betonowej są: konsystencja i urabialność.

Konsystencja zależy od ilości i jakości cementu, ilości wody zarobowej i stosunku w/c (woda/cement) zaczynu cementowego, uziarnienia i rodzaju kruszywa, oraz ilości ewentualnych domieszek oraz dodatków. Jest tym rzadsza, im większa jest ilość zaczynu. Rozróżnia się konsystencję mieszanki betonowej: wilgotną, gęstoplastyczną, plastyczną, półciekłą i ciekłą.

Urabialność mieszanki betonowej jest to zdolność do dokładnego układania się w formie lub w deskowaniu.

Dwa sposoby mieszania składników

Mieszanie składników betonu ma na celu uzyskanie maksymalnej jednorodności świeżej mieszanki betonowej. Kruszywo, cement, woda oraz ewentualne dodatki i domieszki muszą stanowić jednolitą masę o równomiernym rozmieszczeniu składników.

Przy urabianiu niewielkiej ilości betonu składniki można wymieszać **ręcznie** w szczelnej skrzyni lub taczce za pomocą łopaty.

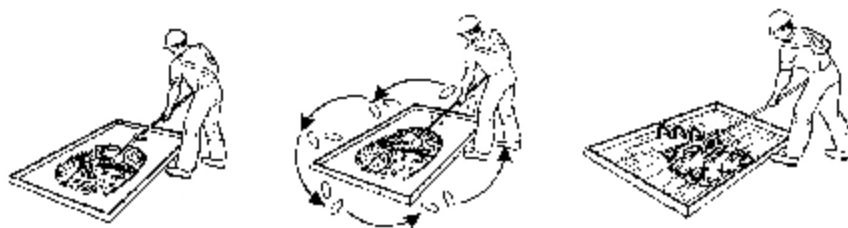
a)



b)



c)



d)



Rys 9. Wykonywanie mieszanki betonowej sposobem ręcznym: a) mieszanie na sucho składników mieszanki, b) wlewanie wody do suchych składników, c) mieszanie mieszanki betonowej, d) mieszanka o jednolitej barwie i żądanej konsystencji [27, s.19,20]

Równomiernie rozkłada się warstwę piasku, a na niej cement. Parokrotnie przesypuje się składniki do momentu, aż powstanie jednobarna mieszanina. Następnie w wierzchu przyzmy wykonuje się zagłębienie i wysypuje żwir oraz znowu przegarnia się składniki, aż mieszanina nabierze jednolitego szarego zabarwienia. W tak przygotowanej suchej mieszance powtórnie wykonuje się zagłębienie, w które wlewa się wodę i dokładnie miesza do uzyskania jednolitej barwy i żądanej konsystencji.

Do mieszania ręcznego przyjmuje się takie ilości składników, aby objętość zarobionej mieszanki betonowej wyniosła od 0,25 do 0,50 m³.

Najczęściej jednak przy wykonywaniu betonu korzysta się z **betoniarek** o pojemności 150, 200 lub 250 litrów (0,15, 0,20 lub 0,25 m³). Prawidłowe wymieszanie składników mieszanki betonowej uzyskuje się, gdy mieszalnik jest wypełniony w 70% swojej pojemności roboczej.

Kolejność łączenia składników jest nieco inna – cement nie może być wprowadzany jako pierwszy, gdyż jego ziarna przykleiłyby się do wilgotnych ścianek betoniarki. Część wody wlewa się do betoniarki i wysypuje cement. Stopniowo do zaczynu dosypuje się piasek i żwir, dolewając jednocześnie resztę wody. Jeżeli stosuje się domieszki do betonu, to należy ściśle przestrzegać instrukcji producenta domieszki, w której fazie mieszania i z jakim składnikiem należy daną domieszkę wprowadzić do betoniarki.

Do małych betoniarek składniki zasypuje się ręcznie, natomiast do większych (powyżej 200 l pojemności) stosuje się urządzenie zasypowe, zazwyczaj kosz, który po napełnieniu cementem, żwirem i piaskiem jest podnoszony mechanicznie, dzięki czemu jego zawartość wysypuje się do otworu podawczego w mieszalniku.

Czas mieszania uzależniony jest od konsystencji mieszanki, jednak nie może być krótszy niż 1 min. w przypadku konsystencji półciekłej i ciekłej, a w przypadku mieszanek o mniejszej ciekłości należy czas mieszania wydłużyć dwu- lub trzykrotnie.

Wygodnie jest przeliczyć skład mieszanki w zależności od pojemności betoniarki, dopasowując go jednocześnie do wielkości worków cementu (25 lub 50 kg).

Projektowanie składu betonu

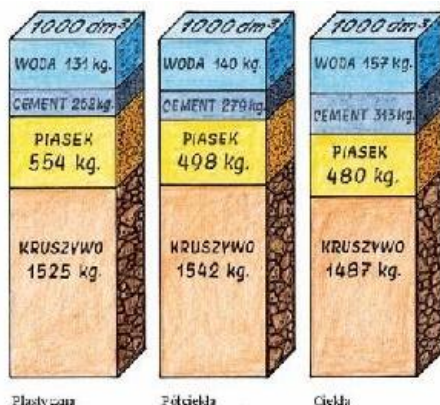
Recepta robocza mieszanki betonowej może być ustalana w sposób wagowy, wagowo-objętościowy lub objętościowy. Najbardziej dokładna jest metoda wagowa, stosowana głównie w wytwórniach betonu; na małych budowach stosuje się najczęściej dwie pozostałe, nazywane metodami przybliżonymi. Sposób dozowania składników na budowie musi być zgodny ze sposobem przyjętym w receptie roboczej.

W dozowaniu wagowo-objętościowym kruszywo i wodę dozuje się objętościowo, a cement wagowo. Ta metoda daje gwarancję zachowania stałej zawartości cementu w mieszance.

W dozowaniu objętościowym stosuje się następujące proporcje składników (cement : drobne kruszywo : grube kruszywo): 1:1,5:3, 1:2:4, 1:2,5:5, 1:3:6 – podane w kolejności do coraz mniejszych wytrzymałości betonów.

Przykłady receptur roboczych:

- **wagowa** - na 1 m³ betonu C16/20 (B20) w zależności od konsystencji:



Rys. 10. Przykładowy skład betonu C16/20, wykonanego z cementu klasy 32,5 [na podst.4, s.18]

- **wagowo-objętościowa** - na 1 m³ betonu C12/15 o konsystencji plastycznej:

cement klasy 32,5	325 kg,
piasek	395 l,
żwir	712 l,
woda	178 l.

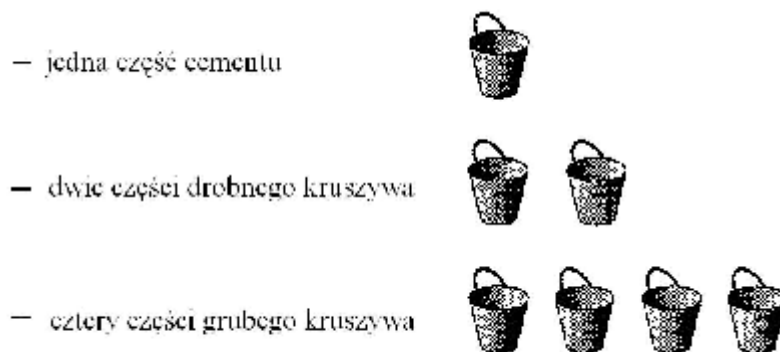
Ponieważ cement dostarcza się na budowę w workach 50-kilogramowych, należy więc ilości wszystkich dozowanych składników zmniejszyć do takiej samej proporcji, wynikającej z podzielenia $325 : 50 = 6,5$ czyli

piasek	$395 : 6,5 = 60,8$ l
żwir	$712 : 6,5 = 109,5$ l
woda	$178 : 6,5 = 27,4$ l

W zależności od potrzebnej ilości betonu można stosować do odmierzania poszczególnych składników np. wiadro 20 l (dla niewielkiej ilości mieszanki) lub wykonaną na budowie skrzynię drewnianą 60 l. Przy zastosowaniu wiadra 20-litrowego na jeden zarób potrzebne będą 3 wiadra piasku (60 l – błąd ok. 1%) oraz 5,5 wiadra żwiru. Jeżeli wiadro ma wytłoczoną podziałkę np. co 2 l, to można go użyć również do dozowania wody (28 l – błąd ok. 1%), ewentualnie posłużyć się naczyniem o mniejszej pojemności.

- **objętościowa**

Najczęściej stosuje się proporcje składników 1: 2 : 4 (cement : piasek : żwir). Składniki odmierza się: łopatami, wiadrami, taczkami lub innymi pojemnikami. Ilość wody dodaje się w zależności od potrzebnej konsystencji mieszanki betonowej.



Rys. 11. Objętościowe odmierzanie składników mieszanki betonowej [na podst. 27, s.16]

Ogólne zasady betonowania

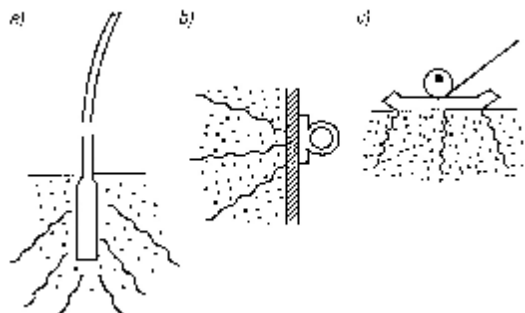
Sposób betonowania każdego elementu konstrukcyjnego zależy od :

- konsystencji mieszanki betonowej,
- sposobu zagęszczania betonu,
- rodzaju elementu i jego wymiarów,
- rozmieszczenia zbrojenia,
- możliwości wprowadzenia przerw w betonowaniu.

Mieszanka betonowa powinna być transportowana w taki sposób, aby nie nastąpiło rozsortowanie składników, przekroczenie czasu początku wiązania cementu, zanieczyszczenie jej i aby nie nastąpiło zwiększenie ilości wody przez padający deszcz.

Układanie mieszanki betonowej należy wykonywać w sposób ciągły jednocześnie z jej zagęszczaniem. Mieszankę betonową zagęszcza się:

- ręcznie: przez ostukiwanie deskowania (uderza się w listwy, do których deski są przymocowane), ubijanie kolejnych warstw lub sztychowanie (rydlowanie),
- mechanicznie: za pomocą wibratorów.



Rys. 12. Schemat działania wibratorów: a) włączony, b) przyczepny, c) powierzchniowy [na podst. 22, s.98]

Grubość warstwy układanej mieszanki betonowej zależy przede wszystkim od sposobu jej zagęszczania. Przy zagęszczaniu ręcznym układana warstwa powinna mieć grubość 15÷20 cm, a przy mechanicznym - około 20÷25 cm.

Zagęszczenie mieszanki betonowej można zakończyć, gdy:

- przestanie osiadać i wyrówna się jej powierzchnia w deskowaniu,
- na jej powierzchni wystąpi zaczyn cementowy o ciemnoszarym kolorze i tłustym połysku,
- przestaną się z jej powierzchni wydobywać pęcherzyki powietrza.

Sposób układania mieszanki betonowej powinien eliminować segregację składników kruszywa w betonie. Zjawisko to najczęściej występuje podczas zrzucania mieszanki betonowej ze środków transportowych.

Jeżeli zachodzi potrzeba zrzucania mieszanki betonowej ze środków transportowych, to zaleca się :

- nie stosować żadnych urządzeń pomocniczych przy wysokości zrzucania do 1 m,
- stosować rynny spustowe przy wysokości 1÷2 m,
- stosować oprócz rynny lej zsykowy przy wysokości 2÷3 m,
- stosować rynny lub rury zsykowe teleskopowe (kubły do betonu) przy wysokościach powyżej 3 m. Rynny spustowe mogą być drewniane, obite blachą lub blaszane. Należy przestrzegać zasady, aby mieszanka spływała po rynnie, a nie spadała. Leje zsykowe i zsykowe rury teleskopowe wykonuje się z blachy.

Ponadto:

- wysokość zrzucania mieszanki betonowej o konsystencji gęstoplastycznej lub wilgotnej nie może przekraczać 3 m,
- mieszanki o konsystencji ciekłej lub półciekłej nie wolno zrzucać - należy wlewać ją wprost do deskowań za pomocą rynien, jeśli różnica wysokości nie przekracza 3 m.

Przy **betonowaniu** należy również pamiętać o tym, że:

- czas układania mieszanki betonowej, gdy temperatura powietrza wynosi do 20°C, nie powinien przekraczać 1,5 h, a w temperaturze wyższej – 1h,
- aby zwiększyć ciekłość betonu – nie wolno dodawać samej wody, lecz proporcjonalnie zwiększyć ilość wody i cementu, albo zastosować domieszki chemiczne,
- jeśli betonowania nie uda się zakończyć w czasie jednego dnia pracy, to miejsce, w którym można je przerwać, nie może być przypadkowe, lecz musi być takie jak określono w projekcie.

Przerwy robocze w betonowaniu

Roboty betoniarskie nie zawsze kończą się w ciągu jednej zmiany, czy jednego dnia roboczego. Betonowanie poszczególnych elementów konstrukcji, szczególnie współpracujących ze sobą (np. słupów i belek opierających się na nich) powinno odbywać się bez przerwy. Przerwanie robót może nastąpić tylko w takich miejscach, które zostaną ściśle określone przez kierownictwo budowy. Są to przeważnie miejsca występowania najmniejszych sił, działających na dany element konstrukcyjny. Ściśle przestrzeganie przerw roboczych jest konieczne, ponieważ miejsca przerw roboczych są najsłabszymi miejscami w betonowanych elementach konstrukcyjnych.

Przed wznowieniem betonowania w miejscu przerwy roboczej należy:

- usunąć wierzchnią warstwę stwardniałego betonu na głębokość 0,5÷2,0 cm, tworząc powierzchnię nieregularną, chropowatą,
- połać obficie wodą tak przygotowaną powierzchnię, zmywając jednocześnie resztki skutego betonu i znajdujące się zanieczyszczenia,
- usunąć ze zbrojenia zanieczyszczenia w postaci stwardniałych sopli betonu, powstałych po poprzednim betonowaniu,
- narzucić na warstwę stykową zaprawę cementową.

Po wykonaniu tych czynności można przystąpić ponownie do betonowania elementu.

Pielęgnacja świeżego betonu

Pielęgnację świeżo ułożonej mieszanki betonowej należy rozpocząć bezpośrednio po jej ułożeniu i zagęszczeniu. Narażona jest na niekorzystne działanie czynników atmosferycznych takich jak nagrzewanie promieniami słonecznymi lub gwałtowne ochłodzenie, wiatr, ulewny

deszcz, mróz oraz uszkodzenia mechaniczne, wstrząsy, wibracje, a także obciążenia (chodzenie lub przejeżdżanie środkami transportowymi). Odkryte powierzchnie świeżego betonu należy:

- utrzymywać w stanie wilgotnym (przez nawilżanie) przez 7÷14 dni w zależności od rodzaju użytego cementu,
- przykrywać folią lub matami,
- stosować środki pielęgnacyjne, które tworzą powłoki ochronne.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Co to jest stanowisko robocze?
2. Jakie warunki powinno spełniać stanowisko robocze?
3. Jakie czynności należy wykonać, aby zorganizować właściwie pracę?
4. Jakie są procesy robocze przy wykonywaniu robót betoniarskich i zbrojarskich?
5. Na czym polega wykonanie deskowania?
6. O czym należy pamiętać podczas rozbiórki deskowania?
7. Jakie są rodzaje prętów zbrojenia?
8. Jakie czynności wchodzi w skład robót zbrojarskich?
9. W jaki sposób czyści się stal zbrojeniową?
10. Od czego zależy sposób prostowania stali zbrojeniowej?
11. W jaki sposób należy ciąć oraz giąć stal zbrojeniową?
12. Na czym polega przygotowanie szkieletu zbrojenia?
13. Ile jest klas wytrzymałości cementu?
14. Jakimi symbolami oznacza się klasy betonu?
15. Od czego zależy skład mieszanki betonowej?
16. Jaki są najważniejsze cechy mieszanki betonowej?
17. Na czym polega wykonanie mieszanki betonowej ręcznie oraz w betoniarce?
18. W jaki sposób projektuje się skład betonu?
19. Jakie są ogólne zasady betonowania?
20. W jaki sposób układa się mieszankę betonową?
21. Co to są przerwy robocze w betonowaniu?
22. W jakim celu wykonuje się i na czym polega pielęgnowanie świeżego betonu?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zorganizuj stanowisko pracy do wykonywania robót zbrojarsko – betoniarskich.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania zadania – ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) określić sposób składowania materiałów,
- 3) określić sposób ułożenia narzędzi,
- 4) wskazać potrzebną szerokość dojsć i przejść,
- 5) wskazać miejsce i sposób składowania odpadów,
- 6) określić zasady bezpieczeństwa i ergonomii,
- 7) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 8) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 10) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe ilustrujące sposoby organizacji stanowisk pracy,
- instrukcje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony środowiska oraz ochrony przeciwpożarowej,
- materiały budowlane stosowane do wykonywania robót zbrojarskich i betoniarskich,
- narzędzia i sprzęt stosowane do wykonywania robót zbrojarskich i betoniarskich,
- sprzęt do porządkowania stanowiska pracy.

Ćwiczenie 2

Przygotuj, na podstawie rysunku roboczego otrzymanego od nauczyciela, elementy zbrojenia belki o przekroju 0,20 x 0,30 m o rozpiętości 3,00 m.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zaplanować przebieg wykonania zadania – ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 3) dokonać analizy rysunku roboczego zbrojenia belki,
- 4) określić rodzaje i długości prętów zbrojeniowych,
- 5) ustalić rodzaj stali zbrojeniowej prętów,
- 6) przygotować pręty zbrojeniowe do cięcia na poszczególne elementy,
- 7) uciąć pręty zbrojeniowe o ustalonych długościach,
- 8) posegregować pręty zbrojeniowe,
- 9) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 10) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 11) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 12) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunek roboczy zbrojenia belki
- pręty zbrojeniowe z odpowiedniej stali, o ustalonej średnicy,
- narzędzia do cięcia stali,
- instrukcje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej,
- literatura.

Ćwiczenie 3

Wykonaj, na podstawie rysunku roboczego otrzymanego od nauczyciela, zbrojenie belki betonowej o przekroju 0,20 x 0,30 m o rozpiętości 3,00 m.

Uwaga:

Pręty stalowe do wykonania zbrojenia przygotowałeś realizując ćwiczenie nr 2.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zaplanować przebieg wykonania zadania – ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 3) sprawdzić wymiary przygotowanych prętów zbrojeniowych,
- 4) wygiąć strzemiona zgodnie z rysunkiem roboczym,
- 5) wykonać szkielet zbrojenia,
- 6) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,

- 7) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 9) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunek roboczy zbrojenia belki
- pręty zbrojeniowe z odpowiedniej stali, o ustalonej średnicy,
- narzędzia i urządzenia do gięcia stali,
- instrukcje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej,
- sprzęt do porządkowania stanowiska pracy.
- literatura.

Ćwiczenie 4

Przygotuj sposobem ręcznym mieszankę betonową o konsystencji plastycznej i proporcjach 1:2:4 przeznaczoną do wykonania belki o przekroju 0,20 x 0,30 m i rozpiętości 3,00m. Porcje składników mieszanki betonowej dozuj metodą objętościową.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zaplanować przebieg wykonania zadania – ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 3) zapoznać się z zasadą objętościowego dozowania składników betonu,
- 4) wyliczyć ilości poszczególnych składników mieszanki betonowej,
- 5) przygotować i odmierzyć składniki mieszanki betonowej,
- 6) przygotować potrzebne narzędzia i sprzęt,
- 7) wykonać mieszankę betonową o zadanej konsystencji,
- 8) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 9) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 11) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiały potrzebne do wykonania mieszanki betonowej:
 - woda,
 - cement,
 - piasek,
 - drobny żwir,
- narzędzia i sprzęt do przygotowania mieszanki,
- instrukcje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej,
- sprzęt do porządkowania stanowiska pracy.

Ćwiczenie 5

Wykonaj betonowanie belki, do której przygotowałeś wcześniej:

- deskowanie,
- zbrojenie,
- mieszankę betonową.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) zaplanować przebieg wykonania zadania – ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 3) przetransportować szkielet zbrojenia,
- 4) przetransportować mieszankę betonową na stanowisko pracy,
- 5) ułożyć szkielet zbrojenia belki w deskowaniu,
- 6) ułożyć i zagęścić mieszankę betonową w deskowaniu,
- 7) dokonać pielęgnacji świeżego betonu,
- 8) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 9) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 10) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 11) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- materiały potrzebne do wykonania belki,
- narzędzia i sprzęt do ułożenia i zagęszczenia mieszanki,
- materiały potrzebne do pielęgnacji betonu,
- instrukcje dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej,
- literatura,
- sprzęt do sprzątania.

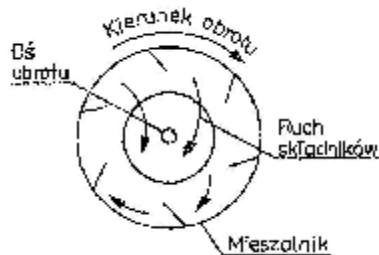
4.3.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) zorganizować, użytkować i zlikwidować stanowisko pracy zgodnie z wymaganiami technologicznymi, zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony przeciwpożarowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) odczytać dokumentację w zakresie niezbędnym do wykonania robót?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) posłużyć się sprzętem pomiarowym?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wybrać i ocenić zastosowanie materiałów do wykonania prac zbrojarskich i betoniarskich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) przetransportować materiały oraz dokonać składowania na stanowisku pracy?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wykonać mieszankę betonową według receptury?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) dociąć pręty zbrojenie na określony wymiar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) dokonać profilowania stali zbrojeniowej na wymagany kształt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) wykonać montaż zbrojenia zgodnie z dokumentacją oraz ułożyć je w miejscu wbudowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) dokonać ułożenia i zagęszczenia mieszanki betonowej w deskowaniu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) przeprowadzić pielęgnację betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) przygotować i zastosować materiały pomocnicze?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13) ocenić jakość wykonanej pracy i usunąć usterki?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

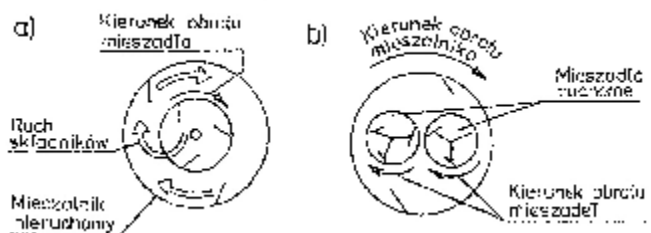
4.4. Podstawowe narzędzia i sprzęt do robót betoniarskich i zbrojarskich

4.4.1. Materiał nauczania

Beton na budowie wykonuje się ręcznie (niewielkie ilości), używając łopat i tacek lub w betoniarkach o pojemności 150, 200 lub 250 litrów (0,15, 0,20 lub 0,25 m³). Betoniarki mogą być wolnospadowe lub przeciwbieżne, o tzw. przymusowym mieszaniu.



Rys. 13. Schemat mieszania składników betonu w betoniarce wolnospadowej [2,s.139]

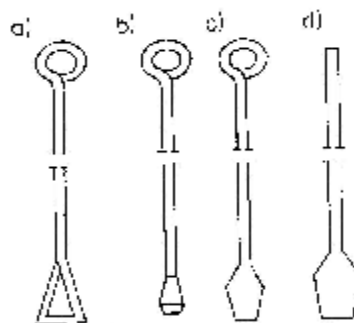


Rys. 14. Schemat mieszania w betoniarce o wymuszonym mieszaniu: a) z mieszalnikiem stałym, b) przeciwbieżna [2, s.139]

W zależności od konsystencji mieszanki i odległości przewiezienia dobiera się środki transportu. Mogą to być wózki lub taczki do transportu ręcznego, pojemniki z uchylnym dnem, przenośniki taśmowe, wózki elektryczne, samochody samowładowcze (wywrotki) stosowane do 5 km, betoniarki samochodowe (wyposażone w obrotowy pojemnik zapewniający utrzymanie jednorodności mieszanki betonowej) lub pompy hydrauliczne z wysięgnikiem na podwoziu samochodowym.

Do zagęszczania mieszanki betonowej stosuje się:

- młotki drewniane do ostukiwania deskowania, ubijaki o masie 10÷20 kg do ubijania kolejnych warstw lub różnego rodzaju pręty zakończone płaskimi płytkami lub łopatkami do sztychowania (rydlowania),



Rys.15. Narzędzia ręczne do zagęszczania mieszanki betonowej: a) sztychówka, b) ubijak, c) dziobak stalowy klinowy, d) dziobak drewniany klinowy [2, s.171]

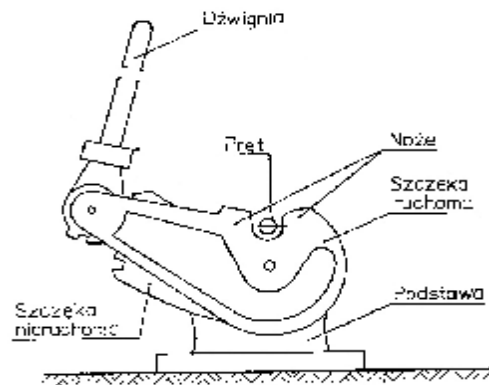
- wibratory wgłębne (zanurzalne), przyczepne lub powierzchniowe.



Zdjęcie. 6. Wibrator zanurzalny elektryczny [www.vibra.com.pl]

Do cięcia stali zbrojeniowej służą:

- młotek i przecinak,
- ręczne nożyce dźwigniowe,
- nożyce mechaniczne o napędzie elektrycznym,
- nożyce hydrauliczne,
- palniki acetylenowe.



Rys. 15. Nożyce ręczne do cięcia stali zbrojeniowej [2, s.214]

Prostowanie stali zbrojeniowej lekkiej wykonuje się najczęściej za pomocą wciągarek ręcznych lub obtaczanie w prostowarkach mechanicznych. Do wyciągania stali zbrojeniowej stosuje się wciągarki kozłowe. Stal zbrojeniową ciężką o średnicy 12÷20 mm prostuje się na stole zbrojarskim za pomocą młotka na umocowanej do stołu płycie stalowej, lub przy użyciu kluczy zbrojarskich. Pręty grubsze prostuje się na giętarcie mechanicznej.

Pręty wygina się kluczem zbrojarskim, na stole zbrojarskim wyposażonym w płytę stalową z trzema bolcami. Wydajniejsze jest gięcie prętów giętarką ręczną.

Długość prętów odmierza się zazwyczaj łąką wyposażoną w suwak odległości i płytkę oporową na jednym końcu. Do przecinania prętów służą nożyce. Nie wolno przecinać prętów o średnicach większych niż dopuszczalne dla danego typu nożyc. Niektóre modele nożyc ręcznych są wyposażone w przyrząd mierniczy. Nożyce mechaniczne mogą być spalinowe lub elektryczne.

Zgrzewanie prętów zbrojenia wykonuje się za pomocą kleszczy zgrzewalniczych.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Przy użyciu jakich narzędzi i sprzętu wykonuje się beton na budowie?
2. Od czego zależy rodzaj środków transportu mieszanki betonowej?
3. Jakie narzędzia stosuje się do zagęszczania mieszanki betonowej?
4. Jakie narzędzia służą do cięcia stali zbrojeniowej?
5. Za pomocą jakich narzędzi i sprzętu prostuje się stal zbrojeniową?
6. Przy użyciu jakich narzędzi wygina się stal zbrojeniową?
7. Jakie narzędzia służą do przecinania prętów?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Ustal, jakie z wymienionych urządzeń spawalniczych przedstawia poniższe zdjęcie:

- a) betoniarkę wolnospadową,
- b) wibrator zanurzalny,
- c) wibrator przyczepny.



Zdjęcie. 7. Urządzenie do urabiania betonu [www.vibra.com.pl]

Ustal również zastosowanie i zasadę działania tego urządzenia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) dokonać analizy zdjęcia,
- 3) ustalić rodzaj urządzenia,
- 4) ustalić zasadę działania,
- 5) ustalić zastosowanie urządzenia,
- 6) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 7) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 9) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze poglądowe ilustrujące narzędzia i urządzenia potrzebne do wykonywania robót betoniarskich i zbrojarskich,
- charakterystyki techniczne narzędzi i urządzeń do wykonywania robót betoniarskich i zbrojarskich,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Spośród przedstawionych przez nauczyciela narzędzi i sprzętu wybierz:

- klucz zbrojarski,
- dziobak stalowy klinowy.

Ustal – zastosowanie wybranych narzędzi, a zademonstruj sposób użycia klucza zbrojarskiego i dziobola stalowego klinowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) przejrzeć przedstawione narzędzia,
- 3) wybrać zadane narzędzia,
- 4) uzasadnić swój wybór,
- 5) zademonstrować sposób użycia narzędzi – ustalić zastosowanie wybranych narzędzi,
- 6) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 7) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 9) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zestaw narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich i zbrojarskich.

4.4.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) dobrać narzędzia i sprzęt do wykonania prac betoniarskich i zbrojarskich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) prawidłowo posłużyć się narzędziami i sprzętem?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) obsłużyć urządzenia do wykonywania mieszanki betonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.5. Rozliczanie robót betoniarskich i zbrojarskich

4.5.1. Materiał nauczania

Zasady wykonywania obmiaru robót betonowych i żelbetowych takich jak, m.in. ław i stóp fundamentowych, słupów oraz belek są następujące:

- obmierza się je w metrach sześciennych, a do obliczenia objętości przyjmuje się wymiary podane na rysunkach konstrukcyjnych. Objętości nie pomniejsza się o otwory, wnęki lub gniazda, jeżeli kubatura każdego z nich jest mniejsza niż 0,1 m³.
- objętość belek w stropach oblicza się przyjmując ich długości w świetle słupów lub wieńców, a dla belek wolnopodpartych ich całkowitą długość. Wysokość belek mierzy się od spodu do dolnej płaszczyzny płyty.

Nakłady rzeczowe na wykonanie belek zależą od rodzaju deskowania oraz stosunku długości deskowanego obwodu do powierzchni przekroju mierzonego w środku rozpiętości belek, który oblicza się ze wzoru:

$$\frac{b + 2h}{h \cdot b}$$

gdzie: b – szerokość belki [cm]

h – wysokość belki [cm]

Ilość stali zbrojeniowej obmierza się w tonach na podstawie rysunków roboczych lub zestawień stali. Oddzielnie zestawia się zużycie stali gładkiej i żebrowanej. Nakłady rzeczowe na przygotowanie i montaż zbrojenia dolicza się do nakładów rzeczowych robót betoniarskich.

Indywidualną kalkulację kosztów można sporządzić wykorzystując najbardziej zbliżone wielkości odpowiednich nakładów rzeczowych podanych w katalogach i zinterpretować te dane na zasadzie analogii. Można też wykonać pomiary czasu pracy ludzi, sprzętu oraz zużycia materiałów i dokonać analizy, korzystając z normatywów nakładów rzeczowych.

Umowa cywilno-prawna na wykonanie robót budowlanych stanowi podstawowy dokument, który określa zobowiązania między inwestorem a wykonawcą. Powinna zawierać: postanowienia ogólne, obowiązki zamawiającego i wykonawcy, określenie sposobu dostarczania materiałów, maszyn i urządzeń, terminy realizacji, warunki odstąpienia od umowy przez zamawiającego i przez wykonawcę oraz sposób odbioru robót, zasady rozliczeń, a także zakres ubezpieczenia, kary umowne oraz zasady rękojmi.

Wynagrodzenie odpowiadające rodzajowi pracy jest obligatoryjnym punktem umowy o pracę (zgodnie z art. 29 § 1 Kodeksu pracy). Ustalenia wysokości wynagrodzenia za pracę można dokonać w sposób:

- umowny,
- normatywny lub
- układowy.

W metodzie umownej ustalania wysokości wynagrodzenia strony negocjują w sposób dowolny i swobodny.

Do metody normatywnej odpowiednie kompetencje przydziela Minister Pracy i Polityki Socjalnej. Kompetencje te umożliwiają wydawanie aktów prawnych o charakterze normatywnym i wiążącym w zakresie ustalania zasad wynagradzania za pracę, a także przyznawania innych świadczeń.

Metoda układowa polega na ustaleniu wysokości wynagrodzenia zgodnie z kategorią osobistego zaszeregowania pracownika wynikającą z obowiązującego układu zbiorowego pracy lub regulaminu wynagradzania.

Przyjęty **system wynagradzania** w danej jednostce organizacyjnej wpływa na wydajność pracownika oraz wyniki jego pracy. Do najczęściej stosowanych systemów wynagradzania za pracę w Polsce zaliczyć można dwa systemy: czasowy oraz akordowy.

W systemach **czasowych** podstawą obliczeniową wynagrodzenia jest jednostka miary czasu, czyli wynagradza się za czas pracy. System ten nie uwzględnia różnic ilościowych i jakościowych w wynikach pracy, z tego też względu jest on mało motywujący do efektywnej pracy.

Akordowa forma płac polega na powiązaniu wyników pracy (liczby wykonanych jednostek, usług lub czynności) wykonanej przez pracownika w określonej jednostce czasowej, przy uwzględnieniu stopnia wykonania normy dla danego pracownika. Wynagrodzenie w tym systemie obliczane jest według stawki odpowiadającej danej kategorii pracy, w zależności od ilości i jakości wykonanej pracy w jednostce czasu.

4.5.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są zasady wykonywania obmiaru robót betonowych i żelbetowych?
2. W jakich jednostkach obmierza się stal zbrojeniową?
3. Co stanowi podstawę wykonania indywidualnej kalkulacji kosztów?
4. Jakie elementy powinna zawierać umowa o wykonanie robót budowlanych?

4.5.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Sporządź zapotrzebowanie materiałowe do wykonania mieszanki betonowej zadanej w ćwiczeniu Nr 4 w rozdziale 4.3 .

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) obliczyć ilość poszczególnych składników mieszanki betonowej,
- 3) sporządzić zapotrzebowanie materiałowe,
- 4) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 5) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 6) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 7) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- plansze pogłądowe dotyczące składu mieszanek betonowych,
- literatura.

Ćwiczenie 2

Sporządź rozliczenie materiałów zużytych do wykonania mieszanki betonowej przeznaczonej do betonowania belki w ćwiczeniu 5 w rozdziale 4.3.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) ustalić normatywne zużycie mieszanki betonowej na podstawie Katalogu Nakładów Rzeczowych nr 2-02 (tablica 0210),
- 3) ustalić objętość wykonanej mieszanki betonowej,
- 4) ustalić faktyczne zużycie mieszanki,
- 5) ustalić ewentualne różnice między normatywnym a faktycznym zużyciem mieszanki betonowej,
- 6) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 7) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 8) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 9) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Katalog nakładów rzeczowych nr 2-02,
- Polskie Normy dotyczące betonu,
- literatura.

Ćwiczenie 3

Koszt całkowity belki żelbetonowej o wymiarach 0,20x0,30 m i rozpiętości 3,00 m, wykonanej w ćwiczeniach 2, 3, 4 i 5 realizowanych w rozdziale 4.3. wyniósł 250,00 zł. Na ten koszt składały się następujące koszty cząstkowe:

- robocizny – 100,00 zł,
- materiałów – 120,00 zł,
- pracy sprzętu – 30,00 zł.

Oblicz orientacyjny koszt belki żelbetonowej o wymiarach 0,15x0,22 m i rozpiętości 4,00 m.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) obliczyć ilości materiałów potrzebnych do wykonania belki,
- 3) obliczyć koszt materiałów,
- 4) obliczyć koszt robocizny,
- 5) obliczyć koszt pracy sprzętu,
- 6) obliczyć koszt belki żelbetonowej,
- 7) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 8) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 10) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Katalog nakładów rzeczowych nr 2-02,
- literatura.

Ćwiczenie 4

Sporządź umowę cywilno-prawną wykonania belki żelbetonowej o przekroju 0,20x0,30 m i rozpiętości 3,00 m.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zaplanować przebieg wykonania ćwiczenia – plan zapisać w zeszycie,
- 2) określić zawartość umowy na wykonanie robót budowlanych,
- 3) ustalić obowiązki zamawiającego i wykonawcy,
- 4) ustalić wszystkie konieczne terminy i procedury,
- 5) ustalić formę wynagrodzenia i sposób rozliczenia za wykonaną pracę,
- 6) sformułować treść zapisu,
- 7) sporządzić w zeszycie notatkę z przeprowadzonego ćwiczenia,
- 8) sformułować wnioski z realizacji ćwiczenia,
- 9) zaprezentować efekty swojej pracy,
- 10) dokonać samooceny pracy.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- Katalog nakładów rzeczowych nr 2-02,
- literatura.

4.5.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) określić szacunkowo ilość materiałów potrzebnych do wykonania robót?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) sporządzić kalkulację kosztów elementu budowlanego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) sporządzić zapotrzebowanie materiałowe?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) obliczyć wynagrodzenie za pracę?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) sporządzić proste umowy na wykonanie prac betoniarsko-zbrojarskich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

INSTRUKCJA DLA UCZNIĄ

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
 2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
 3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
 4. Test zawiera 22 zadania. Do każdego zadania dołączone są 4 możliwości odpowiedzi. Tylko jedna jest prawdziwa.
 5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
 6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
 7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, wtedy odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
 8. Na rozwiązanie testu masz 45 min.
- Powodzenia!

Zestaw zadań testowych

1. Beton jest to mieszanina:
 - a) cementu z wodą,
 - b) zaprawy cementowej ze żwirem,
 - c) zaczynu cementowego z piaskiem,
 - d) cementu z wodą i drobnym kruszywem.
2. Pręty zbrojeniowe żebrowane spiralnie wykonane są ze stali klasy:
 - a) A-0,
 - b) A-I,
 - c) A-II,
 - d) A-III.
3. Mieszanka betonowa wiąże i twardnieje na skutek:
 - a) zjawisk fizycznych,
 - b) reakcji chemicznych,
 - c) środków biologicznych,
 - d) właściwości mechanicznych.
4. Grubość warstwy układanej mieszanki betonowej przy zagęszczaniu ręcznym powinna wynosić:
 - a) $10 \div 15$ cm,
 - b) $15 \div 20$ cm,
 - c) $20 \div 25$ cm,
 - d) $25 \div 30$ cm.
5. Do zagęszczania mieszanki betonowej sposobem mechanicznym stosuje się:
 - a) dziobak stalowy,
 - b) sztychówkę,
 - c) wibrator,
 - d) ubijak.

6. Wskaż, które z poniższych zdań nie jest prawdziwe:
- elementy zginane wzmacnia się prętami stalowymi w strefie ściskanej,
 - beton i stal mają bardzo zbliżoną rozszerzalność cieplną,
 - beton chroni stal zbrojeniową od niszczącego działania wysokiej temperatury w czasie pożaru,
 - obciążenia działające na beton są przekazywane na stal wskutek tarcia między obydwoma materiałami.
7. Który z poniższych symboli jest oznaczeniem jednej z klas wytrzymałości cementu?
- B25,
 - 32,5 R,
 - C 30/37,
 - LC 20/22.
8. Pompy hydrauliczne na podwoziu samochodowym z wysięgnikiem służą do:
- zagęszczania świeżego betonu,
 - transportu mieszanki betonowej,
 - wyciągania stali zbrojeniowej ciężkiej,
 - czyszczenia zabrudzonego błotem zbrojenia.
9. Za przygotowanie Planu Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia przed rozpoczęciem budowy jest odpowiedzialny:
- inwestor,
 - mistrz budowy,
 - inspektor nadzoru,
 - kierownik budowy.
10. Nie wolno stosować nożyc ręcznych do cięcia prętów zbrojeniowych o średnicy większej niż:
- 10 mm,
 - 20 mm,
 - 30 mm,
 - 40 mm.
11. Betony hydrotechniczne stosuje się:
- na nawierzchnie drogowe,
 - do wykonywania zbiorników na ciecze,
 - do osłabienia promieniowania jonizującego,
 - do użytkowania w temperaturze powyżej 200° C.
12. Nie można łączyć stali zbrojeniowej za pomocą:
- wiązania drutem,
 - zgrzewania,
 - spawania,
 - gięcia.
13. Grubość otulenia prętów zbrojenia betonem, w przypadku układania mieszanki betonowej bezpośrednio na podłożu gruntowym, powinna wynosić co najmniej:
- 25 mm,
 - 50 mm,
 - 75 mm,
 - 100 mm.

14. W celu wyeliminowania segregacji składników kruszywa w betonie, stosuje się m. in. rury teleskopowe przy wysokościach:
- do 1 m,
 - 1 ÷ 2 m,
 - 2 ÷ 3 m,
 - powyżej 3 m.
15. Który z wymienionych czynników nie ma wpływu na właściwości betonu?
- metoda mieszania składników,
 - ilościowy stosunek składników,
 - sposób ułożenia mieszanki betonowej,
 - właściwości poszczególnych składników.
16. Czas układania mieszanki betonowej w temperaturze powietrza powyżej 20° C nie powinien przekraczać:
- 1 h,
 - 1,5 h,
 - 2 h,
 - 2,5 h.
17. Przez obtaczanie w prostowarkach mechanicznych wykonuje się:
- prostowanie stali,
 - cięcie prętów zbrojenia,
 - gięcie stali zbrojeniowej,
 - łączenie prętów nośnych.
18. Jeżeli w dozowaniu objętościowym beton ma być wykonany w proporcji 1 : 2 : 4, oznacza to stosunek objętościowy następujących składników:
- cement : woda : piasek,
 - piasek : żwir : cement,
 - cement : piasek : żwir,
 - woda : żwir : cement.
19. Dodatkowe wyposażenie, które powinni posiadać pracownicy dokonujący ręcznego czyszczenia stali stanowią:
- rękawice ochronne, fartuch gumowy, kask,
 - kask, rękawice ochronne i okulary ochronne,
 - okulary ochronne, środki ochrony słuchu, buty gumowe,
 - obuwie na twardej podeszwie, rękawice ochronne, fartuch gumowy.
20. Wysokość wynagrodzenia strony negocjują w sposób dowolny i swobodny przy zastosowaniu metody:
- umownej,
 - akordowej,
 - układowej,
 - normatywnej.

21. Szczegółowe informacje na temat liczby średnic, długości i sposobu rozmieszczania prętów stalowych w elemencie znajdują się na rysunkach:
- a) sytuacyjnych,
 - b) instalacyjnych,
 - c) konstrukcyjnych,
 - d) architektonicznych.
22. Jakość deskowań, stempli i rusztowań należy sprawdzać:
- a) raz dziennie,
 - b) raz na tydzień,
 - c) raz w miesiącu,
 - d) przed każdym przystąpieniem do pracy.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko

Wykonywanie podstawowych robót betoniarskich i zbrojarskich

Zakreśl poprawną odpowiedź

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
11	a	b	c	d	
12	a	b	c	d	
13	a	b	c	d	
14	a	b	c	d	
15	a	b	c	d	
16	a	b	c	d	
17	a	b	c	d	
18	a	b	c	d	
19	a	b	c	d	
20	a	b	c	d	
21	a	b	c	d	
22	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Abramowicz M.: Roboty betonowe na placu budowy. Arkady, Warszawa 1992
 2. Adamiec B., Adamiec M.: Roboty zbrojarskie i betoniarskie. WSiP, Warszawa 1999
 3. Chudzicki M. (red.): Vademecum budowlane. Arkady, Warszawa 1994
 4. Deja J., Kijowski P.: ABC betonu. Polski Cement, Kraków 2002
 5. Frankiewicz D.: Magazynowanie, składowanie i transportowanie materiałów budowlanych. KOWEZ, Warszawa 2002
 6. Frankiewicz D.: Rozpoznawanie podstawowych materiałów budowlanych. KOWEZ, Warszawa 2002
 7. Garbacik A., Deja J., Kopia B.: Nowa norma cementowa – informator. Polski Cement, Kraków 1998
 8. Gąsiorowska D., Horsztyńska B.: Posługiwanie się podstawowymi pojęciami z zakresu budownictwa. KOWEZ, Warszawa 2002
 9. Jamroży Z.: Beton i jego technologie. PWN, Warszawa 2003
 10. Kowalczyk Z., Zabielski J.: Kosztorysowanie i normowanie w budownictwie. WSiP, Warszawa 2005
 11. Kozłowski D. (red.): Architektura betonowa. Polski Cement, Kraków 2001
 12. Lenkiewicz W., Zdziarska-Wis I.: Ciesielstwo. WSiP, Warszawa 1998
 13. Linczowski Cz.: Technologia robót budowlanych. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2000
 14. Mirski J. Z.: Organizacja budowy. WSiP, Warszawa 1999
 15. Miśniakiewicz E., Skowroński W.: Rysunek techniczny budowlany. Arkady, Warszawa 2006
 16. Neville A.M.: Właściwości betonu. Polski Cement, Kraków 2000
 17. Podawca K.: Zarys budownictwa ogólnego. WSiP, Warszawa 2003
 18. Roj-Chodacka A.: Przestrzeganie przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska. KOWEZ, Warszawa 2002
 19. Skibicka G. (red.): Szkoła budowania. Wydawnictwo MURATOR, Warszawa 2005
 20. Słowiński Z.: Technologia budownictwa 2. WSiP, Warszawa 1997
 21. Stefańczyk B. (red.): Budownictwo ogólne, tom 1, Materiały i wyroby budowlane. Arkady, Warszawa 2005
 22. Szymański E.: Materiałoznawstwo budowlane z technologią betonu. Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001
 23. Szymański E.: Materiały budowlane. WSiP, Warszawa 2003
 24. Śliwiński J.: Beton zwykły – projektowanie i podstawowe właściwości. Polski Cement, Kraków 1999
 25. Śliwiński J.: Projektowanie składu betonu, Beton w praktyce. Polski Cement, Kraków 2003
 26. Tauszyński K.: Budownictwo z technologią część 1. WSiP, Warszawa 2002
 27. Wojewoda K.: Wykonywanie zapraw budowlanych i betonów. KOWEZ, Warszawa 2002
 28. Praca zbiorowa: Nowy Poradnik majstra budowlanego. Arkady, Warszawa 2003
 29. Praca zbiorowa: Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych, Poradnik projektanta, kierownika budowy i inspektora nadzoru. Verlag Dashofer, Warszawa 2005
- Polskie Normy:
30. PN-EN 206-1:2003 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
 31. PN-EN 206-1:2003/Ap1:2004 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
 32. PN-92/M-47335 Betoniarki

33. PN-EN 197-1:2002 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
34. PN-EN 197-1:2002/A1:2005 Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku (Zmiana A1)
35. PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
36. PN-B-03264:2002/Ap1:2004 Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie
37. PN-EN 12390-1:2001 Badania betonu - Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form
38. PN-EN 12390-1:2001/AC:2004 Badania betonu - Część 1: Kształt, wymiary i inne wymagania dotyczące próbek do badania i form

Ustawy i rozporządzenia:

39. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jednolity Dz.U. z 2003, Nr 169, poz.1650 z późn. zm.)
40. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 Nr 47 poz.401)
41. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej (Dz.U. 2005 nr 259 poz. 2173)
42. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. Nr 217, poz. 1833 z późn. zm.)
43. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 marca 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz.U. Nr 26, poz. 313 z późn. zm.)
44. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska. (Dz.U. 2001 nr 100 poz. 1085)
45. Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. (z późn. zmianami) – Kodeks pracy (Dz.U. 1974 nr 24 poz. 141)

Strony internetowe:

www.vibra.com.pl
www.ciop.pl
www.pkn.pl