



MINISTERSTWO EDUKACJI  
NARODOWEJ



**Ryszard Rozborski**

## **Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu 712[01].Z2.04**

**Poradnik dla ucznia**

**Wydawca**

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

Recenzenci: mgr inż. Halina Darecka  
mgr inż. Marcin Klimkiewicz

Opracowanie redakcyjne:  
mgr inż. Marzena Rozborska

Konsultacja:  
mgr inż. Krzysztof Wojewoda

Korekta:

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 712[01].Z2.04 „Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu” zawartej w modułowym programie nauczania dla zawodu betoniarz-zbrojarz.

Wydawca  
Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy Radom 2006

---

„Projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego”

# SPIS TREŚCI

<b>1. Wprowadzenie</b>	3
<b>2. Wymagania wstępne</b>	5
<b>3. Cele kształcenia</b>	6
<b>4. Materiał nauczania</b>	7
<b>4.1. Układanie mieszanki betonowej</b>	7
4.1.1. Materiał nauczania	7
4.1.2. Pytania sprawdzające	10
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	14
<b>4.2. Zagęszczanie mieszanki betonowej</b>	15
4.2.1. Materiał nauczania	15
4.2.2. Pytania sprawdzające	20
4.2.3. Ćwiczenia	21
4.2.4. Sprawdzian postępów	23
<b>4.3. Pielęgnacja świeżego betonu</b>	24
4.3.1. Materiał nauczania	24
4.3.2. Pytania sprawdzające	26
4.3.3. Ćwiczenia	26
4.3.4. Sprawdzian postępów	27
<b>4.4. Betonowanie w obniżonych temperaturach</b>	28
4.4.1. Materiał nauczania	28
4.4.2. Pytania sprawdzające	34
4.4.3. Ćwiczenia	34
4.4.4. Sprawdzian postępów	35
<b>5. Sprawdzian osiągnięć</b>	36
<b>6. Literatura</b>	41

# 1. WPROWADZENIE

Poradnik, ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy na temat układania i zagęszczania mieszanki betonowej.

Poradnik zawiera:

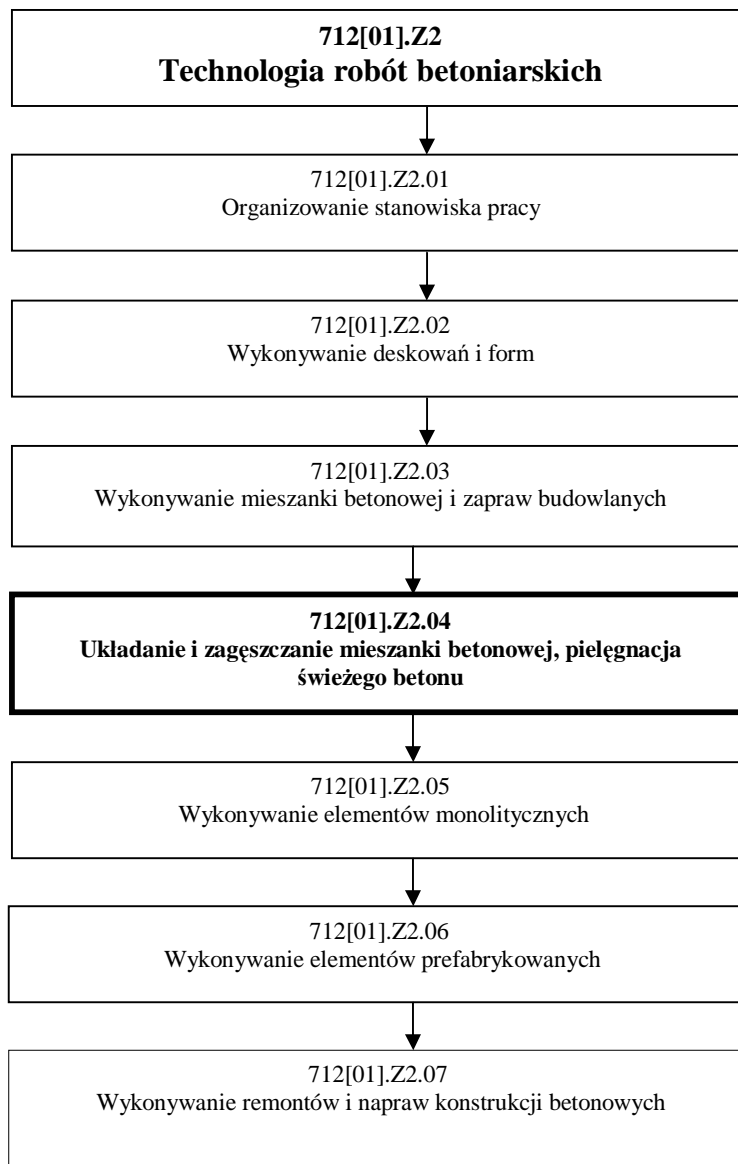
1. Wymagania wstępne, czyli wykaz niezbędnych umiejętności i wiedzy, które powinieneś posiadać, aby przystąpić do realizacji jednostki modułowej „Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu”.
2. Cele kształcenia tej jednostki modułowej.
3. Materiał nauczania (rozdział 4) umożliwia samodzielne przygotowanie się do wykonania ćwiczeń i zaliczenia sprawdzianów. Wykorzystaj do poszerzenia wiedzy wskazaną literaturę oraz inne źródła informacji. Obejmuje on również ćwiczenia, które zawierają:
  - pytania sprawdzające wiedzę potrzebną do wykonania ćwiczenia,
  - wykaz materiałów, narzędzi i sprzętu potrzebnych do realizacji ćwiczenia,
  - sprawdzian postępów umożliwiający sprawdzenie poziomu wiedzy po wykonaniu ćwiczeń.
4. Sprawdzian osiągnięć, który umożliwi sprawdzenie wiadomości i umiejętności jakie powinieneś opanować podczas realizacji programu tej jednostki modułowej. Sprawdzian osiągnięć powinieneś wykonać według instrukcji załączonej w poradniku.

Jeżeli masz trudności ze zrozumieniem tematu lub ćwiczenia, to poproś nauczyciela lub instruktora o wyjaśnienie i ewentualne sprawdzenie, czy dobrze wykonujesz daną czynność. Po przyswojeniu materiału spróbuj zaliczyć sprawdzian z zakresu jednostki modułowej.

Jednostka modułowa: „Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu”, której treść teraz poznasz jest konieczna do zapoznania się z procesem wykonywania elementów żelbetowych zarówno monolitycznych jak i prefabrykowanych.

## Bezpieczeństwo i higiena pracy

W czasie pobytu w pracowni musisz przestrzegać regulaminów, przepisów bhp oraz instrukcji przeciwpożarowych, wynikających z rodzaju wykonywanych prac. Przepisy te poznasz podczas trwania nauki.



**Schemat jednostek modułowych**

## 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu budownictwa,
- stosować przepisy bhp, ochrony przeciwpożarowej oraz ochrony środowiska,
- rozpoznawać podstawowe materiały budowlane,
- posługiwać się dokumentacją techniczną,
- magazynować, składować i transportować materiały budowlane,
- stosować przepisy bhp podczas wykonywania robót budowlanych,
- organizować stanowisko prac betoniarskich,
- dobierać materiały, narzędzia i sprzęt do robót betoniarskich,
- przygotować ręcznie i mechanicznie mieszanki betonowe według receptur i przybliżonych metod ustalania składu betonu,
- przygotować ręcznie i mechanicznie zaprawy budowlane,
- określać konsystencję betonów i zapraw,
- stosować domieszki do betonów i zapraw.

### 3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zorganizować, użytkować i zlikwidować stanowiska prac betoniarskich, zgodnie z zasadami organizacji pracy, wymaganiami technologicznymi, przepisami bhp, ochrony środowiska i zasadami ergonomii,
- dobrać narzędzia i sprzęt do realizacji zadań,
- przeprowadzić bieżącą konserwację narzędzi i sprzętu,
- ułożyć mieszankę betonową w deskowaniu i formie, z uwzględnieniem koniecznych przerw roboczych,
- zagęścić mieszankę betonową różnymi metodami,
- przyspieszyć dojrzewanie betonu różnymi metodami,
- dokonać pielęgnowania świeżego betonu w różnych porach roku,
- wykonać obmiar i przedmiar robót,
- ocenić jakość wykonanej pracy, usunąć usterki,
- dobrać odpowiednią odzież ochronną i sprzęt ochrony osobistej,
- dobrać i zastosować narzędzia pomiarowe,
- zastosować przepisy bhp i ochrony przeciwpożarowej,
- zagospodarować odpady,
- porozumieć się z przełożonymi i współpracownikami.

## 4. MATERIAŁ NAUCZANIA

### 4.1. Układanie mieszanki betonowej

#### 4.1.1. Materiał nauczania

Układanie mieszanki betonowej w deskowaniu lub formach należy wykonywać z jednoczesnym jej zagęszczaniem. Przed przystąpieniem do betonowania powinna być formalnie stwierdzona prawidłowość wykonania wszystkich robót poprzedzających betonowanie, a w szczególności:

- prawidłowość wykonania deskowania, rusztowań, usztywnień pomostów,
- prawidłowość wykonania zbrojenia,
- przygotowanie powierzchni betonu poprzednio ułożonego, w miejscu przerwy roboczej,
- prawidłowość wykonania wszystkich robót zanikających, jak wykonania warstw izolacyjnych, szczelin dylatacyjnych,
- prawidłowość rozmieszczenia i niezawodność zamocowania elementów wkładanych dla zakotwienia zbrojenia i deskowania formującego kanały, przepony oraz innych elementów ustalających położenie armatury,
- gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania.

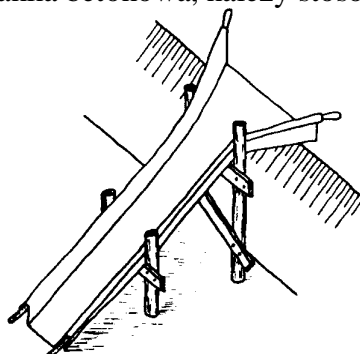
Deskowanie i zbrojenie powinno być bezpośrednio przed betonowaniem oczyszczone ze śmieci, brudu, rdzy, ze szczególnym zwróceniem uwagi na oczyszczenie dolnej części słupów i ścian. Powierzchnie deskowania powtarzalnego z drewna, stali lub innych materiałów powinny być powleczone środkiem uniemożliwiającym przywarcie betonu do deskowania. Do środków takich należą emulsje oraz gotowe preparaty antyadhezyjne. Nanoszenie tych emulsji może odbywać się za pomocą pędzla lub rozpylacza malarskiego. W przypadku zastosowania deskowania drewnianego jednorazowego, należy je zmoczyć wodą.

Powierzchnie uprzednio ułożonego betonu konstrukcji monolitycznych i prefabrykowanych elementów wbudowywanych w konstrukcje monolityczne, powinny być przed zabetonowaniem oczyszczone z brudu i szkliwa cementowego. Pozostała w zagłębieniach betonu woda powinna być usunięta.

Podstawową zasadą dobrego ułożenia betonu jest niedopuszczenie do rozsegregowania składników i powstawania pustych miejsc, tzw. raków w konstrukcji betonowej lub żelbetowej.

Aby zapobiec rozsegregowaniu składników mieszanki betonowej należy przestrzegać następujących zasad:

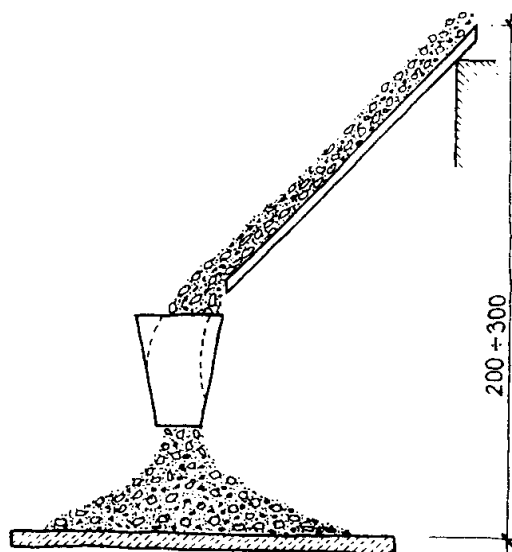
- przy betonowaniu elementów znajdujących się 1—2m poniżej poziomu stanowiska, na które dostarczana jest mieszanka betonowa, należy stosować rynny spustowe (rys.1),



Rys.1. Rynna blaszana do opuszczania mieszanki betonowej [4 s.21]

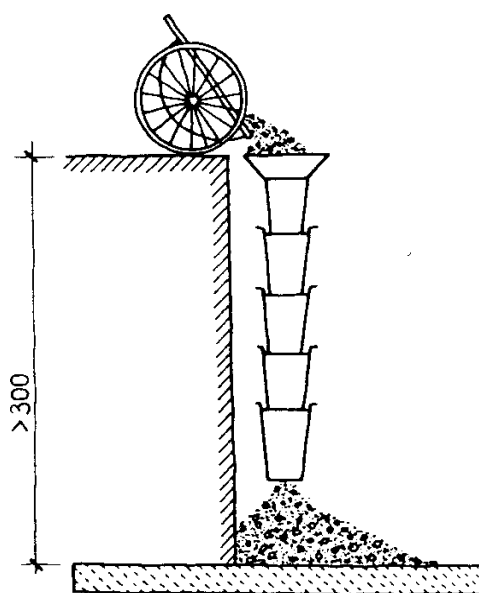


- przy betonowaniu elementów znajdujących się 2—3m poniżej poziomu stanowiska, na które dostarczana jest mieszanka betonowa, należy stosować rynny spustowe z lejami zsypowymi (rys.2),



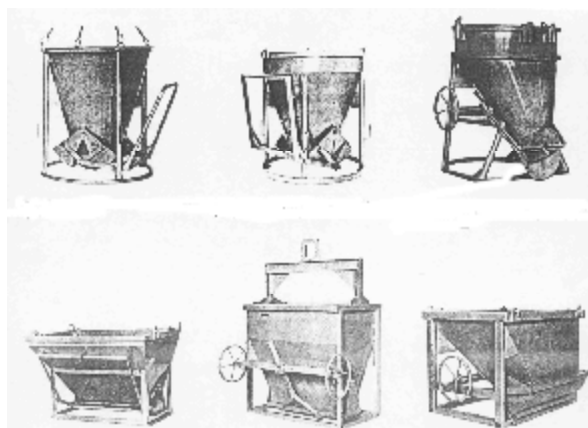
Rys.2. Rynna spustowa z lejem [4 s.21]

- przy betonowaniu elementów znajdujących się 3m i więcej poniżej poziomu stanowiska, na które dostarczana jest mieszanka betonowa, stosuje się rury zsypowe teleskopowe (rys.3) .



Rys.3. Rura teleskopowe [4 s.21]

Betonowanie elementów znajdujących się na dużych wysokościach wymaga zastosowania żurawi budowlanych i odpowiednich pojemników do transportu i układania mieszanki betonowej. Dotyczy to również konstrukcji, których kształt wymaga układania mieszanki w małych porcjach ale z dużą precyzją. Pojemniki zawieszane są na haku żurawia i przenoszone na miejsce betonowania, gdzie ustawiane są na pomostach roboczych. Aby ograniczyć częste manewrowanie całym pojemnikiem stosuje się rękawy lub fartuchy, które ułatwiają betonowanie .



**Rys. 4.** Pojemniki do transportu mieszanki betonowej żurawiem [7]

Obecnie bardzo często stosowany jest transport mieszanki za pomocą pomp i układanie jej bezpośrednio z rurociągu. Stwarza to dogodniejsze warunki pracy betoniarzy ponieważ występuje tu duża możliwość zmiany stanowiska betonowania. Mieszanka dostarczana jest na miejsce betonowania równomiernie, końcówka rurociągu kierowana jest mechanicznie za pomocą wysięgnika sterowanego hydraulicznie. Udział ludzi i ich wysiłek fizyczny przy tym sposobie betonowania jest minimalny. Pompy do mieszanek betonowych zależnie od rodzaju podwozia i sposobu ich przemieszczania na plac budowy dzielimy na stacjonarne, holowane, samochodowe oraz pompy na samochodach z mieszalnikami. Pompy stacjonarne i holowane są obecnie rzadko stosowane. Pompy samochodowe są wyposażone w hydrauliczne wysięgniki i przewody rurowe. Pompy na samochodach z mieszalnikami do przewożenia mieszanki betonowej oraz wysięgnikiem z przewodem tłoczącym służą do realizacji obiektów o małym zakresie robót i dużym rozproszeniu.

Rurociągu, którym jest transportowana mieszanka betonowa nie można układać na deskowaniach i zawieszać na rusztowaniach. Pomosty na przewody muszą być elementami niezależnymi od konstrukcji pomocniczej, na której wykonuje się betonowanie.

Ułożenie mieszanki betonowej w formie lub deskowaniu powinno nastąpić przed początkiem wiązania cementu. Czas ten w naszych warunkach można przyjąć równy 1 h, licząc od chwili wymieszania składników, przy temperaturze powietrza przekraczającej 20°C oraz 1,5h przy temperaturze do 20°C. Przy betonowaniu elementów o dużych wymiarach takich jak fundamenty, ściany, filary mostowe mieszankę betonową należy układać warstwami prostopadłymi do kierunku działających sił. Grubość warstw zależy od sposobu zagęszczania mieszanki. W przypadku betonowania dużych elementów budowlanych zachodzi niekiedy potrzeba przerwania czynności betonowania. Miejsce, w którym zakończono betonowanie w danym dniu i podjęto jego kontynuację w dniu następnym, nazywa się przerwą roboczą. Przerwy robocze w betonowaniu konstrukcji powinny się znajdować w miejscach uprzednio przewidzianych w projekcie.

Po wznowieniu betonowania po dłuższej przerwie powierzchnię styku należy oczyścić z resztek luźno przylegającego betonu oraz zmyć wodą. Jeżeli powierzchnia wcześniej ułożonego betonu pokryta jest szklistą warstwą stwardniałego zaczynu cementowego, miejsce styku należy oczyścić szczotką stalową lub skuć młotkiem następnie przepłukać wodą. Resztki wody znajdujące się w zagłębieniach betonu powinny być usunięte przed rozpoczęciem betonowania. Okres czasu pomiędzy ułożeniem jednej warstwy mieszanki betonowej i nałożeniem na tę warstwę drugiej warstwy mieszanki, bez zaliczenia tego okresu jako przerwy roboczej, powinien być ustalony przez nadzór techniczny w zależności od temperatury zewnętrznej, warunków klimatycznych, właściwości użytego cementu i innych czynników wpływających na jakość betonowanej konstrukcji. O ile temperatura powietrza wynosi więcej niż 20°C, czas trwania przerwy roboczej nie powinien być dłuższy niż

2 godziny. Przy wznowieniu betonowania nie należy dotykać wibratorami deskowania, zbrojenia i uprzednio ułożonego betonu. Jeżeli zachodzi konieczność dokonania przerwy w betonowaniu konstrukcji wykonywanych w deskowaniu ślizgowym, konieczne jest powolne podnoszenie deskowania na niezbędną wysokość po zabetonowaniu ostatniej przed przerwą warstwy, aż do ukazania się widocznej szczeliny pomiędzy deskowaniem i powierzchnią betonu. Podczas układania mieszanki betonowej należy zachować zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy sprawdzić jakość wykonania deskowań i stemplowań przed przystąpieniem do betonowania. Usuwać systematycznie zanieczyszczenia z pomostów i rusztowań, unikać bezpośredniego kontaktu mieszanki betonowej ze skórą. Przy pracy na dużych wysokościach gdy, nie można zbudować pomostu roboczego z barierkami ochronnymi należy stosować pasy bezpieczeństwa i linki.

#### **4.1.2. Pytania sprawdzające**

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

1. Od czego zależy sposób układania mieszanki betonowej?
2. Jakie prace należy wykonać przed przystąpieniem do betonowania?
3. Jakie czynności należy podjąć przed wykonaniem betonowania?
4. Kiedy stosujemy rynny do opuszczania mieszanki betonowej?
5. Kiedy stosujemy rynny spustowe z lejem?
6. Kiedy stosujemy rury teleskopowe?
7. W jaki sposób układa się mieszankę betonową w obiektach o dużej wysokości?
8. Na czym polega betonowanie za pomocą pomp i przewodów rurowych?
9. W jakim czasie należy wykonać betonowanie?

#### **4.1.3. Ćwiczenia**

##### **Ćwiczenie 1**

Sprawdź prawidłowość wykonania robót przygotowawczych przed przystąpieniem do układania mieszanki betonowej w deskowaniu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) sprawdzić prawidłowość wykonania deskowania,
- 2) sprawdzić prawidłowość wykonania zbrojenia,
- 3) sprawdzić prawidłowość ułożenia zbrojenia w deskowaniu,
- 4) sprawdzić gotowość sprzętu i urządzeń do betonowania,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubeł na odpady,

- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

## **Ćwiczenie 2**

Przygotuj deskowanie powtarzalne z drewna do układania mieszanki betonowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) sprawdzić prawidłowość wykonania deskowania,
- 2) ocenić stan powierzchni deskowania,
- 3) dobrać środki i narzędzia do przygotowania powierzchni deskowania,
- 4) przygotować powierzchnię deskowania,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

## **Ćwiczenie 3**

Przygotuj powierzchnię deskowania drewnianego jednorazowego do układania mieszanki betonowej.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) sprawdzić prawidłowość wykonania deskowania,
- 2) ocenić stan powierzchni deskowania,
- 3) dobrać środki i narzędzia do przygotowania powierzchni deskowania,
- 4) przygotować powierzchnię deskowania,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### **Ćwiczenie 4**

Ułóż mieszankę betonową w deskowaniu elementu znajdującego się 1—2m poniżej poziomu stanowiska.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ocenić stan deskowania,
- 2) dobrać sprzęt do układania mieszanki,
- 3) ułożyć mieszankę warstwami,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubel na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### **Ćwiczenie 5**

Ułóż mieszankę betonową w deskowaniu elementu znajdującego się 2-3m poniżej poziomu stanowiska.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ocenić stan deskowania,
- 2) dobrać sprzęt do układania mieszanki,
- 3) ułożyć mieszankę warstwami,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubel na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

## Ćwiczenie 6

Przygotuj powierzchnię betonu do dalszego betonowania po przerwie technologicznej.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) ocenić stan powierzchni stwardniałego betonu,
- 2) dobrać narzędzia do przygotowania powierzchni,
- 3) oczyścić powierzchnię, skuć warstwę zaczynu, zmyć wodą,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

## Ćwiczenie 7

Ustaw w wyznaczonym miejscu rynnę blaszaną do opuszczania mieszanki betonowej.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) ustawić odpowiednio rynnę,
- 4) wykonać stemplowanie rynny,
- 5) sprawdzić stabilność konstrukcji,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 7) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

## Ćwiczenie 8

Ustaw w wyznaczonym miejscu rynnę spustową z lejem zasypowym do opuszczania mieszanki betonowej.

### Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 2) zorganizować stanowisko pracy,
- 3) ustawić odpowiednio lej,
- 4) ustawić odpowiednio rynnę,
- 5) ustabilizować konstrukcję,
- 6) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 7) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- rynna spustowa, szkielet zbrojeniowy,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

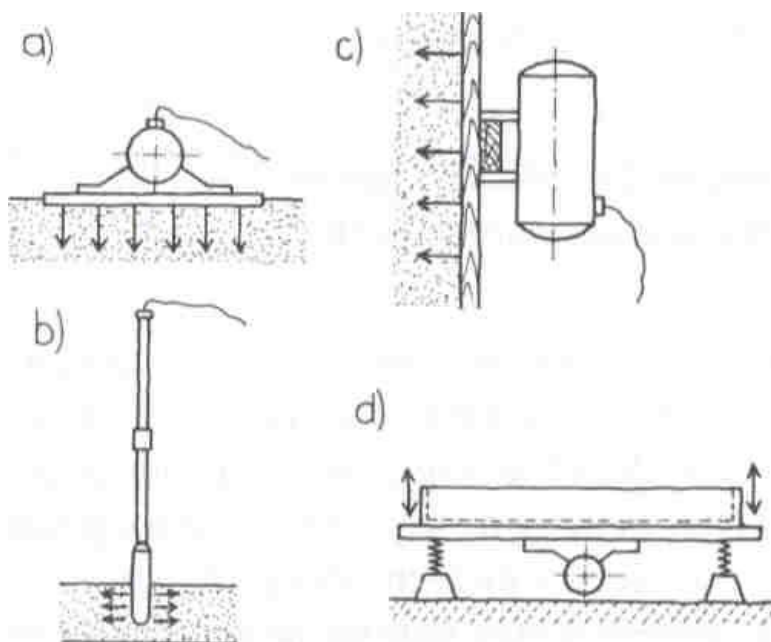
### 4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) zachować ostrożność podczas wykonywania betonowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) zorganizować stanowisko pracy do wykonania betonowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać prawidłowo układanie mieszanki betonowej w warunkach typowych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) współpracować z innymi w trakcie wykonywania prac?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) stosować przepisy bhp podczas betonowania?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



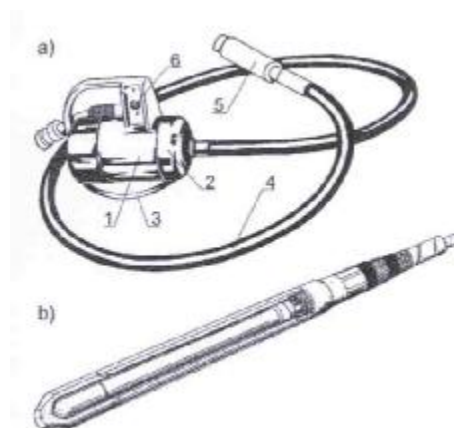




**Rys.6.** Schematy wibratorów [4 s.23]  
a) powierzchniowy, b) wgłębny, c) przyczepny, d) stół wibracyjny

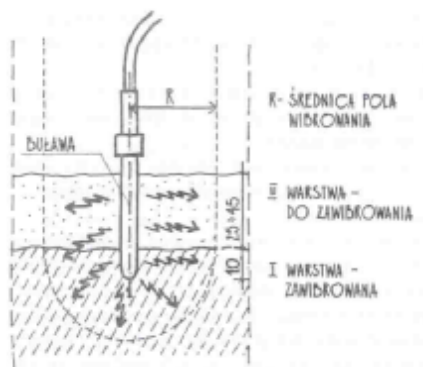
Na placu budowy najczęściej stosuje się wibratory wgłębne oraz powierzchniowe, natomiast w stacjonarnych wytwórniach elementów betonowych i żelbetowych stoły wibracyjne (rys.6).

Wibratory wgłębne składają się z silnika elektrycznego, wytwarzającego drgania wału giętkiego przekazującego napęd oraz końcówek wymiennych, zwanych buławami (rys.7).



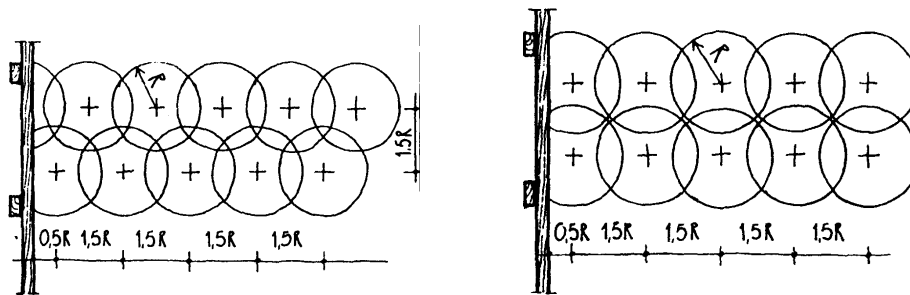
**Rys.7.** Wibrator wgłębny a) schemat b) buława [3 s.245]  
1- silnik, 2-przetwornik częstotliwości, 3-podstawa, 4-waż, 5-buława, 6-wyłącznik

Buławy o średnicy 3÷10 cm mają zasięg działania odpowiednio 30÷100cm a dobór buławy zależy od wielkości wibrowanego elementu. Zagłębienie buławy powinno sięgać do dna deskowania lub przy betonowaniu warstwami, częściowo wchodzić do warstwy niższej. Buławę wibratora wgłębego po uruchomieniu należy zanurzyć w mieszance betonowej do połowy jej długości i dokładnie pionowo (rys8). W tym położeniu utrzymuje się wibrator przez 20-30s, następnie powoli podnosi się go do góry i przenosi na kolejne miejsce. W momencie przestawiania wibratora w nowe miejsce nie wyłącza się go.



**Rys.8.** Zasady zagłębienia wibratora wglębnego [5 s.166]

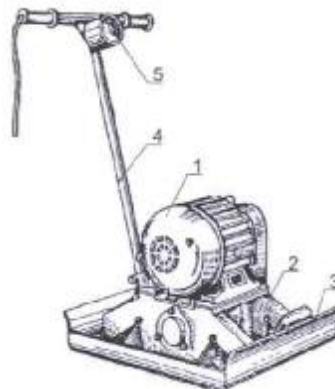
Odstępy między punktami, w których następuje zanurzenie buławy wibratora, nie powinien wynosić więcej niż 1,5 średnicy zasięgu działania, tak aby zapewnić wibrację w całym przekroju elementu (rys.9).



**Rys.9.** Rozmieszczenie punktów zagłębienia wibratora [5 s.166]

Stosując wibrowanie wglębne grubość warstw układanej mieszanki można zwiększyć do 40cm. Wibratory wglębne stosuje się przeważnie do zagęszczania mieszanki w deskowaniach ścian, belek, słupów i fundamentów.

Wibratory powierzchniowe przekazują drgania na powierzchnię mieszanki betonowej za pośrednictwem płyty stalowej, nad którą jest umieszczony silnik z obciążnikami mimośrodowymi (rys.10)

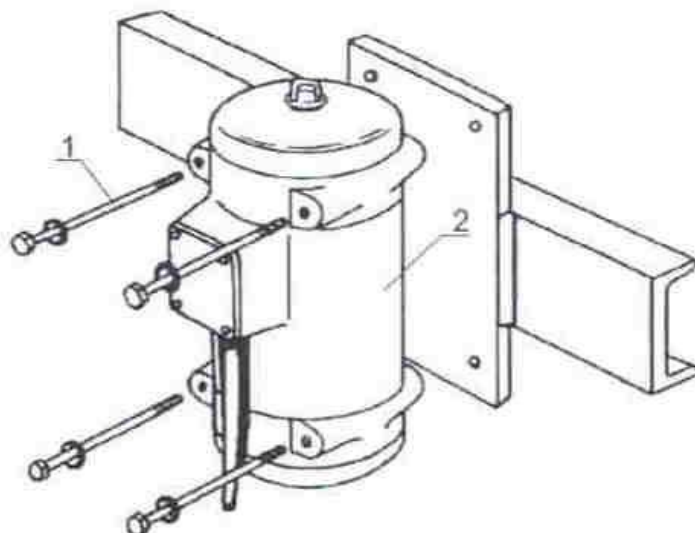


**Rys.10.** Wibrator powierzchniowy [3 s.246]

1-silnik elektryczny, 2-postawa, 3-płyta robocza, 4-drażek kierowniczy, 5-wyłącznik

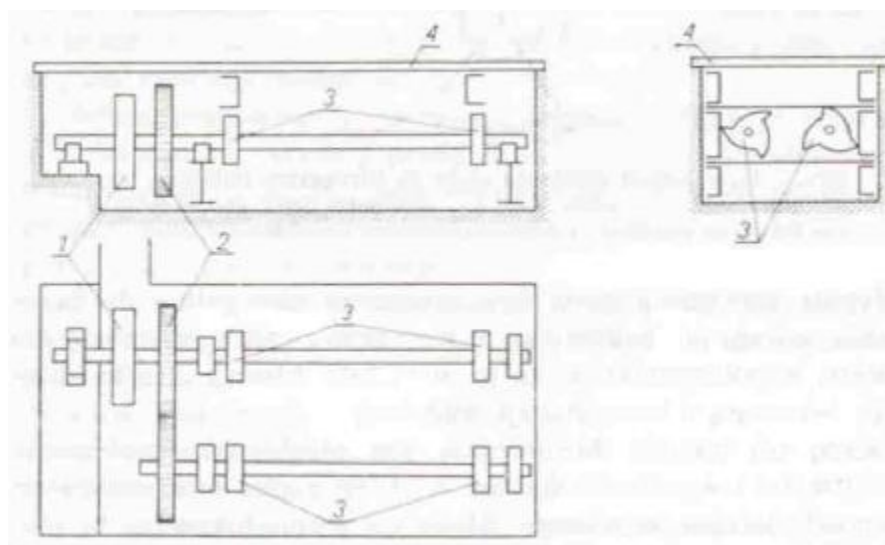
Drgania płyty powodują zagęszczanie mieszanki pod płytą. Wibrator należy przestawiać na sąsiednie stanowisko tak, aby pola zagęszczania były nałożone na siebie na ok. 5 ÷ 8cm. Wibratory powierzchniowe najlepiej nadają się do zagęszczania płyt i nawierzchni drogowych.

Podobną konstrukcję do wibratorów powierzchniowych mają wibratory przyczepne, zagęszczają one mieszankę betonową przekazując drgania przez formę lub deskowanie, do którego są przymocowane śrubami lub specjalnymi uchwytyami (rys.11). Stosowanie wibratorów przyczepnych wymaga deskowań o konstrukcji odpornej na drgania oraz pracochłonnego przyczepiania i zdejmowania wibratora. Wibratory te rzadko spotyka się na budowach, natomiast stosuje się w wytwórniach prefabrykatów, gdzie są mocowane na stałe do stalowych form o odpowiedniej konstrukcji. Podczas wibrowania betonu ścian i słupów pierwsze zamocowanie wibratorów na deskowaniu powinno znajdować się na wysokości 80 – 100cm, a następne 1,8-1,9R.



**Rys.11.** Wibrator przyczepny [3 s.245]  
1-śruby mocujące, 2-wibrator

Stoły wibracyjne stosuje się w produkcji elementów prefabrykowanych, zagęszczają mieszankę betonową przekazując drgania przez płytę stołu na formę, w której jest betonowany element (rys.12). Wibracje stołu powoduje wał z obciążnikami mimośrodowymi, napędzany przez silnik elektryczny. Czas wibrowania zależy od wielkości elementu i charakterystyki stołu, wynosi 1÷3 min.



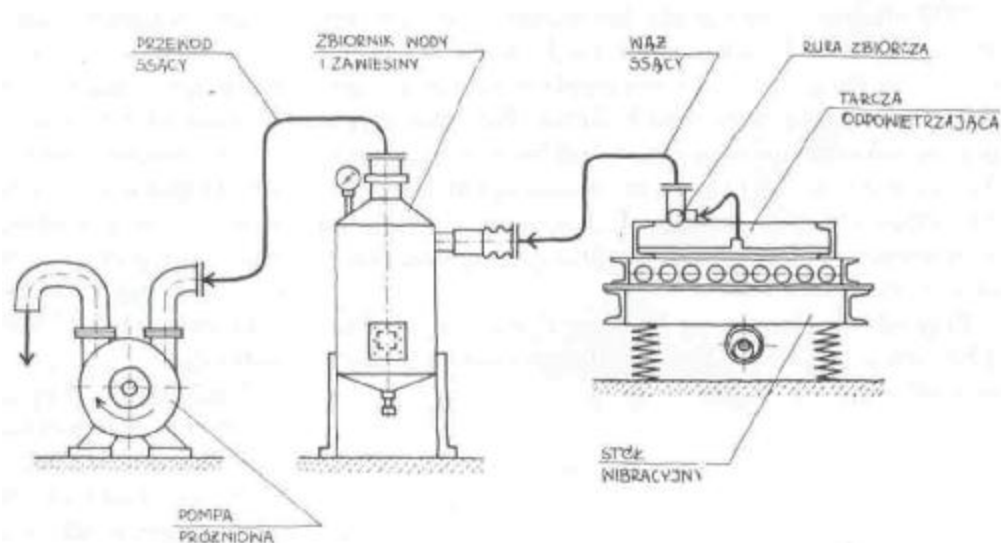
**Rys.12.** Schemat stołu wibracyjnego [2 s.197]  
1-koło napędowe, 2-koła zębate przekładni, 3-sektor wstrząsający, 4-płyta stołowa

Zagęszczanie mieszanki betonowej można uznać za zakończone gdy:

- mieszanka betonowa przestanie osiadać, a jej górna powierzchnia się wyrówna,
- na powierzchni mieszanki występuje zaczyn cementowy o jednolitej szarej barwie,
- na powierzchni mieszanki przestały pojawiać się pęcherzyki powietrza.

Po wystąpieniu opisanych objawów wibrowanie należy przerwać, ponieważ dalsze zagęszczanie może powodować osiadanie kruszywa na dnie deskowania oraz zasysanie powietrza przez mieszankę przy stykach z deskowaniem.

Zagęszczanie mieszanki betonowej przez odpowietrzanie polega na odprowadzeniu z niej nadmiaru powietrza i wody metodą odsysania (rys.13). Uzyskuje się to przez ułożenie na betonowanym elemencie deskowania aktywnego, składającego się z warstwowego układu siatek i tkanin filtrujących, podłączonego do pompy ssącej. Podczas pracy pompy siatki i tkaniny przepuszczają powietrze i nadmiar wody, natomiast uniemożliwiają odciąganie zaczynu z mieszanki.



**Rys.13.** Schemat urządzenia do odpowietrzania betonu ułożonego w formie [4 s.23]

Odpowietrzanie stosowano głównie w zakładach prefabrykacji, ponieważ potrzebne do tego urządzenia miały znaczne wymiary i dość skomplikowaną budowę. Jeżeli odpowietrzanie wykonuje się prawidłowo, to zaraz po zakończeniu tej czynności można rozebrać formę, dzięki czemu znacznie zwiększa się wykorzystanie form w zakładzie.

**Tabela.2.** Czas odpowietrzania zależnie od grubości warstwy betonu

Grubość warstwy cm	Czas odpowietrzania min
4	2
5	3
6	4
7	5
8	6
9	7,5
10	9
11	10,5
12	12

Obecnie nowoczesne urządzenia do odpowietrzania mają stosunkowo niewielkie wymiary dzięki temu, że podciśnienie odsysające nadmiar wody i powietrza przykłada się do elementu betonowego za pomocą elastycznej maty filtracyjnej. Umożliwia to odpowietrzanie betonów wykonywanych na budowie, np. na stropach lub podczas budowy dróg.

Zagęszczanie mechaniczne betonu za pomocą prasowania polega na wywieraniu nacisku na całą powierzchnię formowanego elementu. Zwykle prasuje się elementy płaskie o małych powierzchniach, takie jak płyty chodnikowe, krawężniki. Grubość elementów prasowanych nie powinna wynosić więcej niż 10cm. Do prasowania należy stosować beton o małej zawartości wody.

Pomimo stosowania zabezpieczeń na stanowiskach wibrowania mieszanki betonowej robotnicy pracujący na tych stanowiskach powinni być okresowo badani przez lekarzy specjalistów, a w razie stwierdzenia objawów choroby wibracyjnej należy ich przenieść do innej pracy. Robotnicy powinni być zaopatrzeni w specjalne ochrony antywibracyjne, w postaci butów, rękawic. Agregaty i stanowiska wibracyjne powinny być oddzielone amortyzatorami od otoczenia, a rozgarnianie masy betonowej powinno być dokonywane urządzeniami wykluczającymi bezpośrednie działanie wibracji na robotnika. Najlepiej stosować urządzenia mechaniczne, a rozgarnianie ręczne prowadzić po wyłączeniu wibratorów.

Podczas formowania i zagęszczania elementów betonowych należy przestrzegać niżej podanych zasad:

- miejsce pracy trzeba utrzymywać w należytym porządku,
- w czasie smarowania form środkami chemicznymi stosuje się gumowe rękawice i fartuchy,
- nie można zdejmować osłon z ruchomych części maszyn,
- nie można otwierać samowolnie elektrycznych tablic rozdzielczych, ani bez pozwolenia naprawiać bezpieczników,
- nie należy przejeżdżać taczkami lub wózkami przez przewody doprowadzające energię elektryczną do wibratorów przyczepnych i powierzchniowych,
- nie należy przebywać w zasięgu suwnic będących w ruchu,
- nie można chodzić po formach w czasie wibrowania,
- zabronione jest uruchamianie jakichkolwiek agregatów bez odpowiedniego do tego upoważnienia.

#### **4.2.2. Pytania sprawdzające**

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

1. Co daje zagęszczanie betonu?
2. Jakie czynniki mają wpływ na sposób zagęszczania betonu?
3. Jakie są sposoby zagęszczania betonu?
4. Jakie są rodzaje wibratorów stosowanych do zagęszczania betonu?
5. Kiedy stosujemy wibrator wgłębny?
6. Kiedy stosujemy wibrator powierzchniowy?
7. Jakie są zasady stosowania wibratorów przyczepnych?
8. Kiedy stosujemy stoły wibracyjne?
9. Jakie znasz podstawowe przepisy bhp przy stosowaniu urządzeń mechanicznych?
10. Jakie zasady należy przestrzegać podczas formowania i zagęszczania elementów betonowych?

### 4.2.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Wykonaj ręczne zagęszczanie mieszanki betonowej ułożonej w formie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 3) przygotować formę,
- 4) wykonać mieszankę betonową zgodnie zadaną recepturą,
- 5) wykonać betonowanie,
- 6) wykonać zagęszczanie,
- 7) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 8) omówić zasady pielęgnacji świeżego betonu,
- 9) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- stanowisko z formą,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### Ćwiczenie 2

Wykonaj zagęszczanie mieszanki betonowej ułożonej w formie za pomocą wibratora wgnębnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 3) przygotować formę,
- 4) wykonać mieszankę betonową zgodnie zadaną recepturą,
- 5) wykonać betonowanie,
- 6) zapoznać się z instrukcją obsługi wibratora,
- 7) sprawdzić prawidłowość działania wibratora,
- 8) wykonać zagęszczanie,
- 9) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 10) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- stanowisko z formą,

- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

### **Ćwiczenie 3**

Wykonaj zagęszczanie mieszanki betonowej ułożonej w formie przy użyciu stołu wibracyjnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 3) przygotować formę,
- 4) wykonać mieszankę betonową zgodnie z zadaną recepturą,
- 5) wykonać betonowanie,
- 6) zapoznać się z instrukcją obsługi stołu wibracyjnego,
- 7) wykonać zagęszczanie,
- 8) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 9) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- stanowisko z formą,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

### **Ćwiczenie 4**

Wykonaj zagęszczanie mieszanki betonowej ułożonej w formie przy użyciu wibratora powierzchniowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) zorganizować stanowisko pracy,
- 2) dobrać odpowiedni sprzęt i narzędzia,
- 3) przygotować formę,
- 4) wykonać mieszankę betonową zgodnie z zadaną recepturą,
- 5) wykonać betonowanie,
- 6) zapoznać się z instrukcją obsługi wibratora,

- 7) sprawdzić prawidłowość działania wibratora,
- 8) wykonać zagęszczanie,
- 9) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 10) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odzież ochronna i środki ochrony osobistej,
- stanowisko z formą,
- zestaw materiałów do wykonania mieszanki betonowej,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót betoniarskich,
- zestaw podstawowych narzędzi i sprzętu do robót ciesielskich,
- zestaw narzędzi pomiarowych,
- zestaw narzędzi pomocniczych,
- stalowy kubeł na odpady,
- apteczka,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.2.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) zorganizować stanowisko robocze do przeprowadzenia zagęszczania mieszanki betonowej za pomocą wibratora wglębnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wykonać prawidłowo zagęszczanie mieszanki betonowej za pomocą wibratora wglębnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) zorganizować stanowisko robocze do przeprowadzenia zagęszczania mieszanki betonu przy pomocy stołu wibracyjnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wykonać prawidłowo zagęszczanie mieszanki betonowej za pomocą stołu wibracyjnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) zorganizować stanowisko robocze do przeprowadzenia zagęszczania mieszanki betonowej za pomocą wibratora powierzchniowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) wykonać prawidłowo zagęszczanie mieszanki betonowej za pomocą wibratora powierzchniowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) zachować ostrożność podczas wykonywania zagęszczania mieszanki betonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## 4.3. Pielęgnacja świeżego betonu

### 4.3.1. Materiał nauczania

Mieszanka betonowa bezpośrednio po ułożeniu i zagęszczeniu jest podatna na niekorzystne działanie czynników atmosferycznych oraz gwałtownych wstrząsów, uderzeń i dużych obciążeń.

Odkryte powierzchnie betonu powinny być chronione przed niekorzystnym działaniem czynników atmosferycznych i utrzymywane w stanie wilgotnym przez nawilżanie co najmniej przez 7 dni przy stosowaniu cementów portlandzkich, oraz 14 dni przy stosowaniu cementów hutniczych. Nawilżanie powierzchni poziomych lub o niewielkim nachyleniu można zastąpić stosowaniem specjalnych środków zabezpieczających beton przed utratą wody. Beton można chronić przed utratą wody przykrywając go matami lub nanosząc na powierzchnię specjalne preparaty. Elementy betonowe lub żelbetowe, których odkryte powierzchnie znajdują się na poziomie lub poniżej poziomu terenu, należy chronić przed działaniem wód gruntowych przez pierwsze 4 dni od ułożenia mieszanki betonowej.

Świeży beton jest narażony na niekorzystne działanie mrozu. Najgroźniejsze w skutkach są mrozy występujące na przemian z odwilżą, gdyż w okresie cieplejszym następuje wiązanie mieszanki betonowej, natomiast w czasie mrozu woda zamarzająca w częściowo związanym betonie zwiększa swą objętość i rozsadza beton. Odporność na działanie mrozu, w warunkach gdy występuje bezpośrednie działanie wilgoci i mrozu, wykazuje beton o wytrzymałości na ściskanie nie mniejszej niż 5MPa przy stosowaniu cementów portlandzkich i 10MPa przy stosowaniu cementów hutniczych.

Świeży beton zabezpieczony przed dostępem wilgoci z zewnątrz, wykazuje odporność na działanie mrozu po określonym czasie dojrzewania, czas ten zależy od rodzaju i marki użytego cementu oraz średniej temperatury betonu w okresie pielęgnacji.

**Tabela .1** Czas pielęgnacji świeżego betonu, dający gwarancję odporności na działanie mrozu, pod warunkiem zabezpieczenia przed dostępem wilgoci z zewnątrz

Rodzaj cementu	Czas pielęgnacji przy średniej temperaturze [doby]		
	5°C	12°C	20°C
Portlandzki Hutniczy	2÷5 8	1½÷3½ 5	1÷2 3

Podczas pielęgnacji betonu należy zachować ostrożność podczas przemieszczania się po pomostach. Nie można gromadzić materiałów na pomostach i rusztowaniach w ilościach przekraczających ich wytrzymałość.

Dojrzewanie betonu można przyspieszyć przez stosowanie cementów szybko twardniejących i cementów wyższych klas niż przewidziane w receptce laboratoryjnej, dodawanie do mieszanek betonowych specjalnych domieszek chemicznych oraz poprzez obróbkę cieplną.

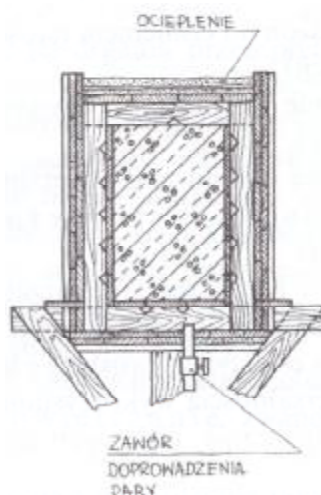
Do najczęściej stosowanych metod obróbki cieplnej betonu zalicza się podgrzewanie elementów parą wodną pod normalnym lub podwyższonym ciśnieniem. Sposób ten jest stosowany w zakładach prefabrykacji. Innym sposobem przyspieszania dojrzewania betonu jest podgrzewanie składników mieszanki betonowej, kruszywa i wody.

Cały proces naparzania niskoprężnego odbywa się w czterech fazach: dojrzewanie wstępne betonu, podgrzewanie betonu, właściwe naparzanie betonu, studzenie betonu do temperatury otoczenia. O skuteczności obróbki cieplnej betonu świadczy

wytrzymałość betonu bezpośrednio po zakończeniu naparzania oraz wytrzymałość, jaką beton osiągnie po zakończeniu procesu dojrzewania.

Naparzanie niskoprężne można prowadzić na stałych stanowiskach, w stosach, w komorach typu dołowego lub naziemnego i w tunelach. Wymienione sposoby naparzania stosuje się głównie przy produkcji prefabrykatów.

Przy obróbce cieplnej elementów konstrukcji monolitycznych stosuje się tzw. naparzanie koszulkowe. Wykonuje się wówczas podwójne deskowanie z przestrzenią powietrzną, do której wprowadza się parę wodną.



**Rys.14.** Schemat deskowania do koszulkowego naparzania betonu [4 s.26]

Budynki o ścianach monolitycznych można poddać naparzeniu, wpuszczając parę do poszczególnych pomieszczeń, których otwory okienne i drzwiowe zamyka się brezentem lub folią.

Stosowanie obróbki cieplnej betonu przy wykonywaniu konstrukcji monolitycznych powinno odbywać się przy zachowaniu następujących warunków:

- maksymalna temperatura betonu w czasie obróbki cieplnej nie może przekroczyć 70°C,
- rozpoczęcie podnoszenia temperatury powyżej 20° C od chwili zakończenia betonowania konstrukcji lub jej fragmentu powinno nastąpić nie wcześniej niż po upływie:
  - 4 h — przy temperaturze początkowej betonu 20°C,
  - 6 h — przy temperaturze początkowej betonu 10°C,
  - 8 h — przy temperaturze początkowej betonu 5°C,
- wytrzymałość betonu poddanego obróbce powinna wynosić nie mniej niż 90% wytrzymałości takiego samego betonu dojrzewającego w normalnych warunkach, po 28 dniach twardnienia.

Obróbkę cieplną betonu pod zwiększonym ciśnieniem, zwanym naparzaniem wysokoprężnym lub autoklawizacją, przeprowadza się w specjalnych szczelnych zbiornikach- autoklawach.

### 4.3.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki wpływ ma pielęgnacja betonu na jego właściwości mechaniczne?
2. Jakie są metody pielęgnacji betonu?
3. Jak należy postępować z betonem, w trakcie jego dojrzewania podczas upałów?
4. Jak należy postępować z betonem, w trakcie jego dojrzewania podczas umiarkowanych warunków atmosferycznych?
5. Jak należy postępować z betonem, w trakcie jego dojrzewania podczas deszczów?
6. Jakie są podstawowe przepisy bhp przy pielęgnacji mieszanki betonowej?
7. Jakie są sposoby przyspieszania dojrzewania betonu?

### 4.3.3. Ćwiczenia

#### Ćwiczenie 1

Określ czynności przy pielęgnacji betonu, który został wykonany przy użyciu cementu portlandzkiego, zakładając różne warunki atmosferyczne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić na czym polega pielęgnacja betonu,
- 2) wypisać czynności dla warunków atmosferycznych umiarkowanych,
- 3) wypisać czynności postępowania w przypadku upałów,
- 4) wypisać czynności postępowania przypadku pogody deszczowej,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- długopis, ołówek,
- arkusz papieru A4,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia,

#### Ćwiczenie 2

Określ czynności przy pielęgnacji betonu, który został wykonany przy użyciu cementu hutniczego, zakładając różne warunki atmosferyczne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić na czym polega pielęgnacja betonu,
- 2) wypisać czynności dla warunków atmosferycznych umiarkowanych,
- 3) wypisać czynności postępowania w przypadku upałów,
- 4) wypisać czynności postępowania przypadku pogody deszczowej,
- 5) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 6) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- długopis, ołówek,
- arkusz papieru A4,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia,

#### 4.3.4. Sprawdzian postępów

**Czy potrafisz:**

	<b>Tak</b>	<b>Nie</b>
1) scharakteryzować różne metody pielęgnacji mieszanki betonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) prowadzić pielęgnację świeżego betonu przy umiarkowanych warunkach atmosferycznych?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) prowadzić pielęgnację świeżego betonu podczas upałów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) prowadzić pielęgnację świeżego betonu podczas kilkudniowego deszczu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) wskazać metody przyspieszania dojrzewania betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) współpracować z innymi w trakcie wykonywania prac?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) stosować przepisy bhp podczas pielęgnacji mieszanki betonowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 4.4. Betonowanie w obniżonych temperaturach

### 4.4.1. Materiał nauczania

Obniżone temperatury mają ujemny wpływ na proces wiązania betonu, co wyraża się obniżeniem wytrzymałości betonu. Im niższa jest temperatura betonu, tym beton wolniej wiąże i przy odpowiednio niskiej temperaturze może nigdy nie uzyskać wytrzymałości, jaką uzyskałby dojrzewając w temperaturze normalnej, tj.  $18 \pm 2$  °C.

Przy obniżeniu się temperatury do ok. -1°C woda w betonie bez domieszek chemicznych zamarza. Zamarzanie wody nie jest szkodliwe przed rozpoczęciem wiązania oraz po odpowiednim stwardnieniu betonu.

Prowadzenie robót betonowych w okresie obniżonych temperatur wymaga stosowania specjalnych środków zabezpieczających świeży beton przed zamarznięciem. Odporność betonu na działanie mrozu zależy od stopnia stwardnienia betonu i od warunków, w jakich następuje zamrożenie. Rozróżnia się dwa rodzaje odporności betonu na działanie mrozu:

- pełną dotyczy ona betonów narażonych na bezpośrednie działanie wilgoci i mrozu,
- warunkową odnosi się ona do betonów nie narażonych na bezpośredni wpływ wilgoci z zewnątrz.

Odporność warunkową uzyskuje beton wykonany na cementach portlandzkich, który twardnieje przynajmniej 18 godzin w normalnej temperaturze +18° C bądź przez czas odpowiednio dłuższy w temperaturze niższej.

Podstawowym warunkiem wykonywania betonu w niskiej temperaturze zewnętrznej jest doprowadzenie go do stanu odporności na działanie mrozu albo zastosowanie odpowiednich środków, umożliwiających uzyskanie przez beton wymaganej wytrzymałości bez stosowania podgrzewania deskowań.

Na działanie mrozu podatna jest tylko woda zawarta w betonie. Zamarznięcie jej przerywa proces wiązania i twardnienia. Woda zamarzając zwiększa swą objętość, co powoduje rozsadzenie betonu. Aby zabezpieczyć beton przed wpływem mrozu, należy zatem do zarobienia masy betonowej stosować możliwie najmniejsze ilości wody i unikać zwilżania betonu. Beton powinien być również zabezpieczony przed nawilżaniem wodą z zewnątrz.

Podstawowym zadaniem przy prowadzeniu robót betonowych w okresie obniżonych temperatur jest ograniczenie lub wyeliminowanie szkodliwego oddziaływania czynników atmosferycznych na procesy budowlane. Można to osiągnąć tylko wówczas, gdy roboty zimowe zostaną odpowiednio wcześniej przygotowane oraz gdy w trakcie ich wykonywania będą spełnione podstawowe wymagania, dotyczące zabezpieczenia betonu przed mrozem.

W przypadkach uzasadnionych technicznie i ekonomicznie lub w razie konieczności wykonania robót bez względu na występujące warunki klimatyczne należy dodatkowo podgrzewać zabetonowane konstrukcje stosując metody ustalone w projekcie organizacji robót do czasu uzyskania wymaganej mrozoodporności betonu.

Najbardziej ekonomiczne w naszych warunkach klimatycznych jest wykonywanie robót betonowych w obniżonych temperaturach przy zastosowaniu metody zachowania ciepła. Metoda ta polega na pielęgnacji masy betonowej, ułożonej w deskowaniu, bez dodatkowego podgrzewania. Wymaganą wytrzymałość osiąga beton zachowując przez odpowiednio długi czas ciepło uzyskane przy podgrzewaniu składników masy betonowej oraz wydzielone dodatkowo przez cement w okresie wiązania i twardnienia betonu. W celu uzyskania potrzebnej ilości ciepła oraz utrzymania go przez dostatecznie długi okres stosuje się zwykle cement wysokokaloryczny oraz starannie chroni się masę betonową przed utratą

ciepła w okresie jej przygotowania, transportu i układania, wiązania i twardnienia w deskowaniu. Po ułożeniu masy betonowej w deskowaniu i starannym okryciu osłoną beton dojrzewa w temperaturze dodatniej, tracąc powoli zakumulowany zapas ciepła i odpowiednio obniżając swoją temperaturę. Po utracie całego zapasu ciepła, tj. gdy temperatura betonu w deskowaniu obniży się do 0°C, proces pielęgnacji betonu metodą zachowania ciepła zostaje zakończony, a beton powinien w tym czasie uzyskać pełną odporność na zamrażanie.

Drugą metodą wykonywania robót betonowych w obniżonych temperaturach jest zastosowanie nagrzewania parą lub ciepłym powietrzem. Metoda ta powinna być stosowana tylko wtedy, kiedy wymagana wytrzymałość betonu nie może być osiągnięta przy stosowaniu omówionej wyżej metody zachowania ciepła.

Wykonywanie robót betonowych w obniżonych temperaturach wymaga stosowania następujących środków i zabezpieczeń:

- zwiększenia o ok. 10% ilości cementu lub zamiany go na cement wyższej klasy,
- dodawania domieszek chemicznych (chlorku wapnia),
- podgrzewania składników mieszanki betonowej w celu uzyskania podwyższonej temperatury,
- osłaniania elementów konstrukcji w celu zabezpieczania ich przed szybkim ostygnięciem,
- ogrzewania betonu w deskowaniach za pomocą pary, ciepłego powietrza lub prądu elektrycznego,
- wykonywania robót betonowych w prowizorycznych, pomieszczeniach, tzw. cieplakach.

Środki te są stosowane oddzielnie lub w odpowiednich kombinacjach, zależnie od warunków prowadzenia robót i wymagań stawianych betonowi. Na ogół w naszym klimacie wystarczające jest zastosowanie środków wymienionych w czterech pierwszych punktach.

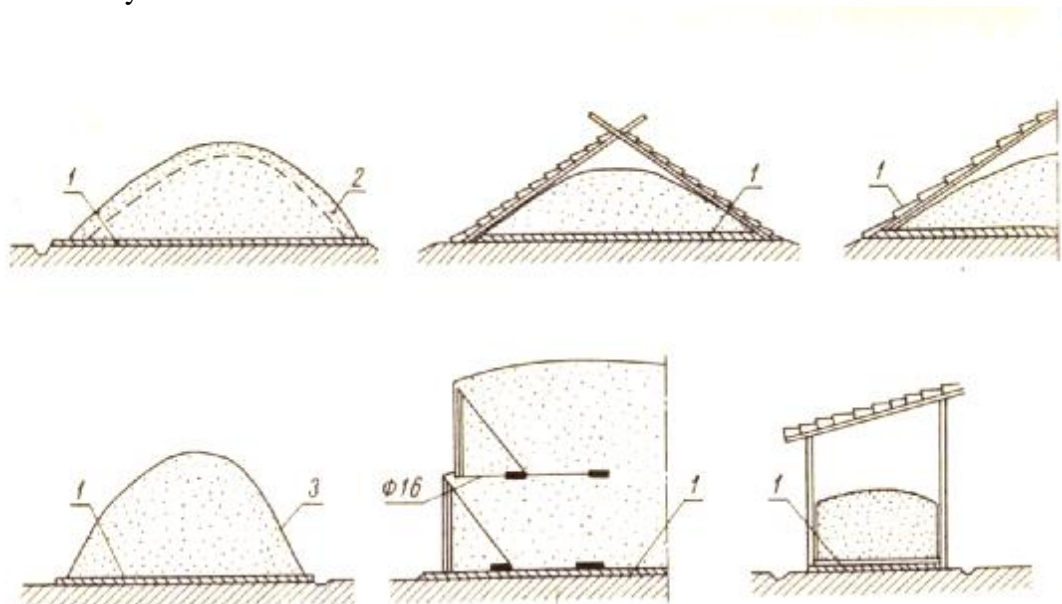
Do elementów zbrojonych stosuje domieszki w postaci węglanu potasu i azotynu sodu. Betony z domieszką węglanu potasu nie zamarzają. Węglan potasu dodaje się w ilości od 2 do 6% masy cementu. Wadą tego środka jest powodowanie szybkiego tracenia przez mieszankę betonową urabialności. Azotynu potasu dodaje się 5% w stosunku do masy cementu. Podobnie jak węglan potasu obniża on punkt zamarzania wody zarobowej.

W okresie obniżonych temperatur mieszankę betonową należy przygotowywać tylko z niezbędną ilością wody zarobowej. Trzeba stosować możliwie najgęstsze konsystencje mieszanki betonowej, unikając konsystencji półcieklej i ciekłej. W okresie spodziewanych większych spadków temperatury należy unikać wykonywania betonów o stosunku c/w mniejszym od 1,8.

W celu uzyskania podwyższonej temperatury mieszanki betonowej należy odpowiednio podgrzać składniki z wyjątkiem cementu. Najłatwiej jest podgrzewać wodę zarobową. Często samo podgrzanie wody wystarcza już do osiągnięcia potrzebnej temperatury mieszanki betonowej. Mieszaemy w betoniarce kruszywo ze znaczną ilością wody zarobowej, dopiero potem dodajemy cementu i ewentualnie pozostałą ilość wody do uzyskania wymaganej konsystencji masy. Taka kolejność mieszania zapobiega bezpośredniemu zetknięciu się gorącej wody z cementem, co powodowałoby natychmiastowe wiązanie cementu. Cement wiąże nawet w przypadku, gdy temperatura wody nieznacznie przekracza +50°C. Temperaturę mieszanki betonowej w deskowaniu ustala się w ten sposób, że okres jej stygnięcia powinien wystarczyć do osiągnięcia przez beton wymaganej mrozoodporności. Aby z kolei określić temperatury, do jakich należy podgrzać składniki mieszanki betonowej, trzeba uwzględnić straty powstające w okresie transportu i układania masy w deskowaniu. Przy betonowaniu słupów można w praktyce obniżenia temperatury nie uwzględniać.

Zazwyczaj na okres zimowy magazynuje się odpowiedni zapas kruszywa. Składowanie

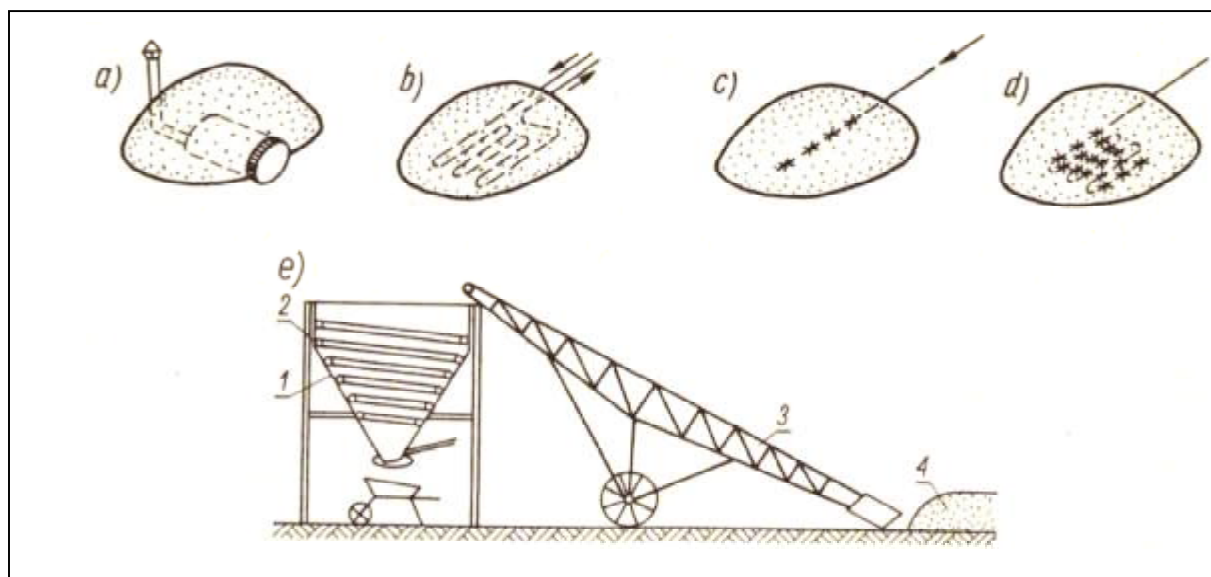
jego powinno być tak przygotowane, aby ograniczyć powstawanie zmarzlin powierzchniowych. Dotyczy to szczególnie kruszyw drobnych, jak piaski i pospółki. Zaleca się wykonywanie zasieków, które umożliwiają składowanie kruszywa w wysokich hałdach i zajmują małą powierzchnię. Wskazane jest zabezpieczyć zasieki przed zawilgoceniem (rys.15). Podgrzewanie kruszywa stosuje się dopiero wówczas, gdy nie wystarcza samo podgrzanie wody.



**Rys.15.** Sposoby zabezpieczenia kruszywa przed zawilgoceniem [1 s.236]  
1-trylnika, 2-zmarzlina, 3-plandeka

Kruszywo podgrzewa się za pomocą (rys.16):

- gorącego powietrza,
- pary w obiegu zamkniętym,
- pary niskoprężnej wypuszczanej bezpośrednio w hałdę,
- gorącej wody o obiegu zamkniętym.

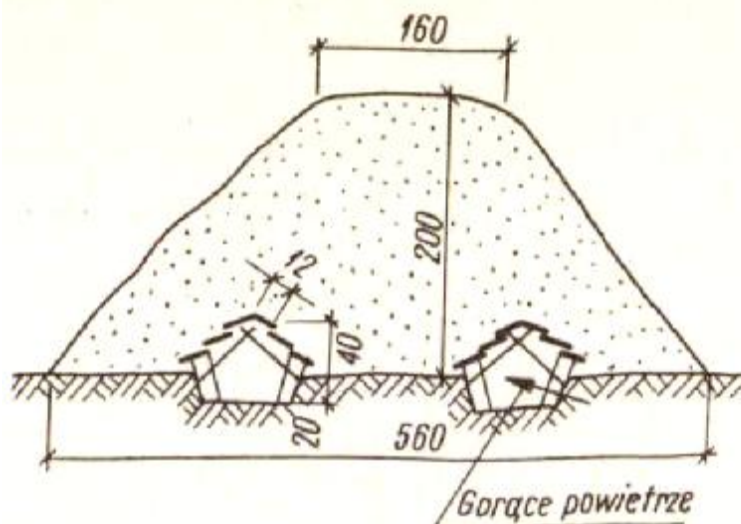


**Rys.16.** Sposoby podgrzewania kruszywa [1 s.236]

a) gorącym powietrzem, b) parą za pomocą węzownicy parowej o obiegu zamkniętym, c) parą wpuszczaną w hałdę, d) parą wpuszczaną w hałdę za pomocą węzownicy perforowanej, e) w pojemnikach z parą wodną w obiegu zamkniętym

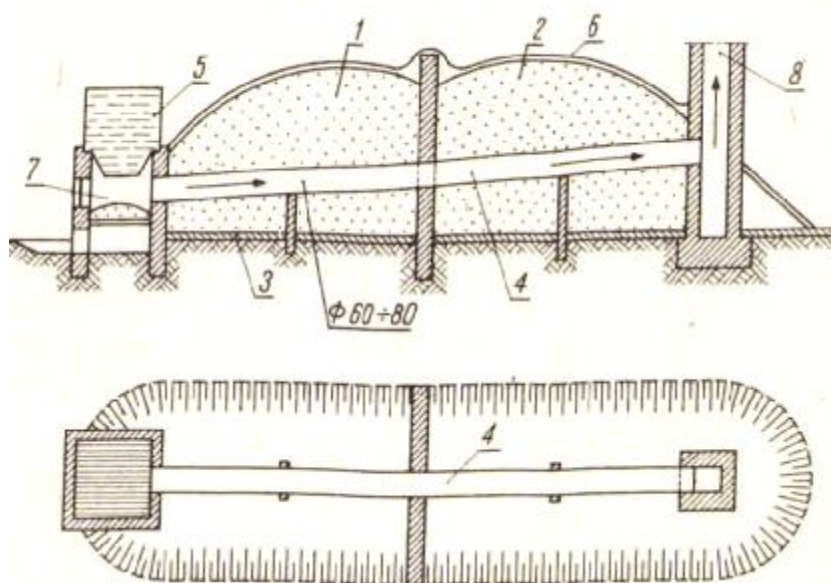
1-pojemnik, 2- węzownicy parowej o obiegu zamkniętym, 3-przenośnik taśmowy, 4-hałda kruszywa

Najprostsze jest podgrzewanie kruszywa za pomocą gorącego powietrza (rys.17). Poziomo układa się rury stalowe lub żeliwne średnicy 50÷100 mm, na końcach których rozpala się ogniska. Można też wpuszczać do rur powietrze z nagrzewnic, stosowanych do suszenia budynków. Kruszywo sypie się wprost na rury, pozostawiając tylko dostęp do ich wylotów. Zamiast rur można wykonać w terenie rowki, przykryte deskami.



**Rys.17.** Podgrzewanie hałd kruszywa gorącym powietrzem [1 s.237]

Na większych budowach przygotowuje się zazwyczaj stanowisko do jednoczesnego podgrzewania wody i kruszywa (rys.18).



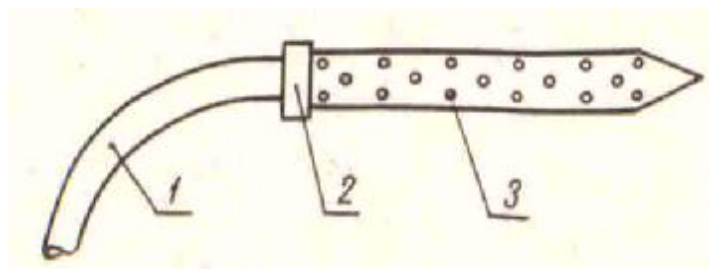
**Rys.18.** Podgrzewanie wody i kruszywa z wykorzystaniem spalin [1 s.237]

1-piasek, 2-żwir, 3-trylinka, 4-rura, 5- kolebka do podgrzewania wody, 6-plandeka, 7-palenisko, 8-komin

Ogrzewanie parą może być realizowane za pomocą węzownicy umieszczonej pod hałdą

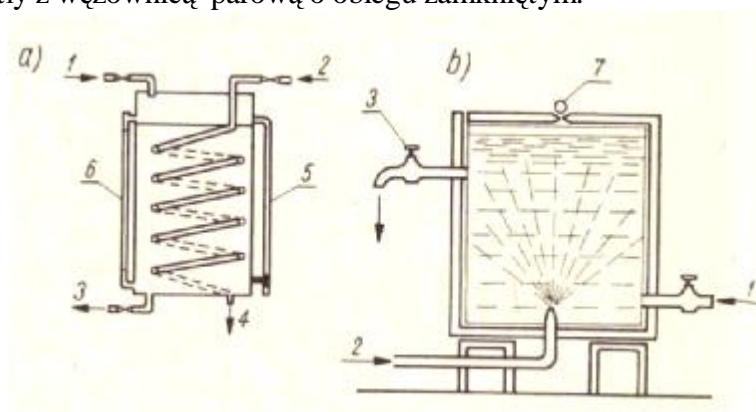


kruszywa. Wężownica może mieć otwory wprowadzające parę bezpośrednio do hałdy. Parę można też wprowadzić do hałdy za pomocą tzw. szpilek.(rys.19)



**Rys.19.** Szpilka do podgrzewania kruszywa[1 s.237]  
1-wąż gumowy, 2-obejma, 3-rura stalowa perforowana

Woda może być podgrzewana w kotłach ustawionych na paleniskach w specjalnych podgrzewaczach lub w pojemnikach za pomocą „ostrej” pary (rys.20). Najczęściej stosowane są jednak specjalne kotły z wężownicą parową o obiegu zamkniętym.



**Rys.20.** Podgrzewacz wody [1 s.238]

a) za pomocą pary w obiegu zamkniętym, b) podgrzewanie wody parą wpuszczaną do zbiornika  
1-rura doprowadzająca wodę, 2- rura doprowadzająca parę, 3-pobór gorącej wody, 4-odpływ kondensatu,  
5-rura przelotowa, 6-wskaźnik wody, 7-zawór bezpieczeństwa

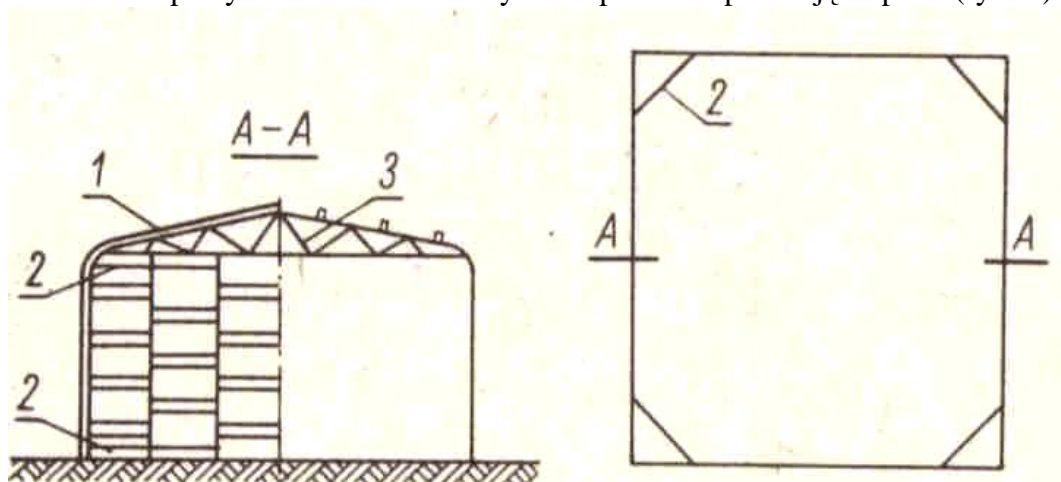
Mieszanie mieszanki betonowej w warunkach zimowych powinno odbywać się w pomieszczeniach zamkniętych, ogrzewanych aby maksymalnie ograniczyć straty ciepła. Punkty produkcji mieszanki powinny być zlokalizowane w miarę możliwości w pobliżu betonowanych elementów aby odległości transportowe były jak najkrótsze. Czasu mieszania nie należy niepotrzebnie przedłużać, gdyż występują wówczas znaczne spadki temperatury mieszanki betonowej.

Transport mieszanki betonowej powinien być jak najszybszy, szczególnie jeżeli pojemność środków transportowych jest mała. Środki transportowe muszą być nakrywane, a w miarę możliwości ocieplone. Szczególną uwagę należy zwrócić na szczelność pokrywy, która powinna dokładnie przylegać do krawędzi pojemnika, największe straty ciepła powstają w czasie transportu przez górną powierzchnię masy. Jeżeli pokrywy są wykonywane z drewna, to przy czasie transportu mieszanki nie przekraczającym 10 minut nie jest wymagane dodatkowe ich ocieplanie.

Przed przystąpieniem do układania mieszanki betonowej należy usunąć z deskowania i zbrojenia lód i śnieg. Luźny śnieg i zanieczyszczenia można usunąć strumieniem zimnego stężonego powietrza. Jeżeli zbrojenie i deskowanie jest oblodzone, należy najpierw z całego deskowania usunąć śnieg oraz luźne kawałki lodu. a następnie bezpośrednio przed układaniem mieszanki betonowej stopić lód z deskowania i zbrojenia za pomocą pary lub gorącego powietrza.

Nie zaleca się stosowania pary do odśnieżania deskowania przed ułożeniem w nim zbrojenia. Śnieg w tym. przypadku usuwa się za pomocą szufli i omiotania. Zbrojenie po ułożeniu, w celu ochrony przed zaśnieżeniem, okrywa się brezentem lub matami. Układanie mieszanki betonowej i jej zagęszczenie powinno być wykonane w możliwie najkrótszym czasie. Należy zwrócić szczególną uwagę na staranność wibrowania ze względu na stosowanie mieszanki betonowej o małej ilości wody, co utrudnia proces zagęszczania. Niezwłocznie po wykonaniu elementu bądź dużych części elementu należy beton zabezpieczyć przed stratami ciepła przez przykrycie folią, papą, brezentem itp.

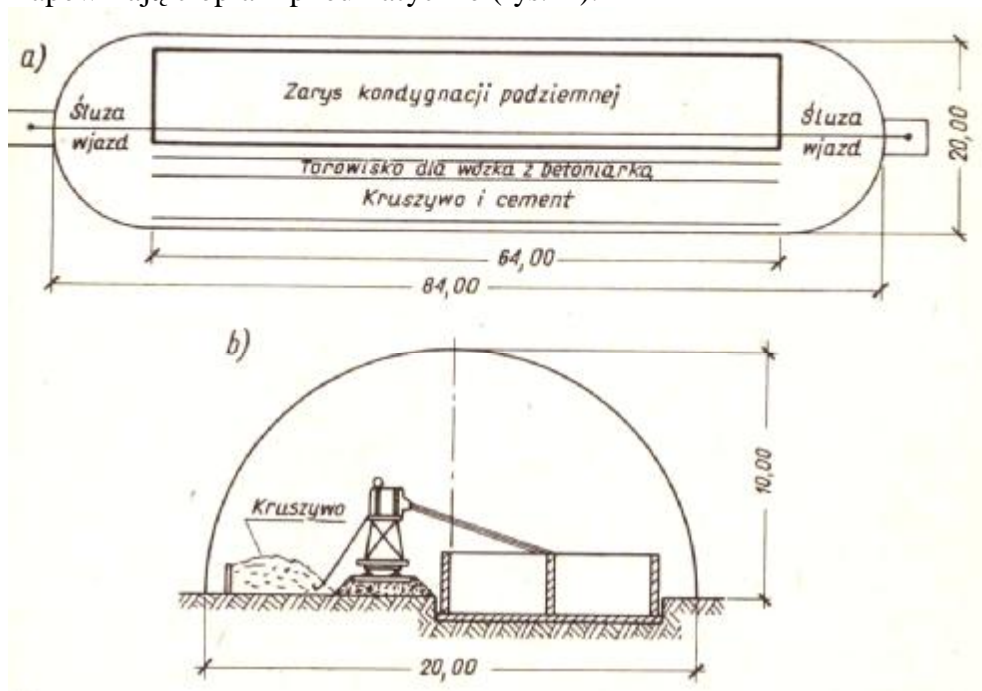
Dobre warunki pracy w okresach obniżonych temperatur zapewniają cieplaki (rys.21).



**Rys.21.** Ciepłaki z rur stalowych [1 s.239]

1- tkanina pokryta polichlorkiem winylu, 2- stężenie poziome, 3- dźwigar

Ze względu na koszt samego cieplaka oraz ilość niezbędnego opału należy dążyć do tego, aby wielkość cieplaka była dostosowana do aktualnych potrzeb budowy. W cieplaku można wykonywać wszelkie roboty betonowe przy dowolnej temperaturze zewnętrznej, pod warunkiem dostarczenia niezbędnej ilości ciepła do wnętrza cieplaka. Najlepsze warunki zapewniają cieplaki pneumatyczne (rys.22).



**Rys.22.** Powłoka pneumatyczna jako cieplak [1 s.239]

a) rzut, b) przekrój

#### 4.4.2. Pytania sprawdzające

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

1. Jaki wpływ ma obniżona temperatura na mieszankę betonową?
2. Jakie są metody pozwalające na produkcję mieszanki betonowej w warunkach zimowych?
3. Jakie są środki zabezpieczające stosowane przy produkcji mieszanki betonowej w obniżonych temperaturach?
4. Jakie są metody podgrzewania kruszywa do betonu?
5. Jakie są metody podgrzewania wody stosowanej do betonu?
6. Jak powinien odbywać się transport mieszanki betonowej w okresie zimowym?
7. Jakie są podstawowe przepisy bhp przy podgrzewania składników betonu?

#### 4.4.3. Ćwiczenia

##### Ćwiczenie 1

Zaproponuj środki i zabezpieczenia przy wykonywaniu robót betonowych w obniżonych temperaturach.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić wpływ niskich temperatur na mieszankę betonową,
- 2) wypisać środki zabezpieczające stosowane w obniżonych temperaturach,
- 3) wypisać zastosowanie poszczególnych środków,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- długopis, ołówek, marker,
- arkusz papieru A4,
- próbki różnych domieszek,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

##### Ćwiczenie 2

Zaproponuj jedną z metod podgrzewania kruszywa stosowaną przy wykonaniu mieszanki betonowej w obniżonych temperaturach.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić warunki podgrzewania kruszywa,
- 2) wypisać metody podgrzewania kruszywa,
- 3) wybrać jedną z metod podgrzewania kruszywa,
- 4) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 5) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ołówek,
- arkusz papieru A4,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia,

### Ćwiczenie 3

Zaproponuj sposób przygotowania wody stosowany przy wykonaniu mieszanki betonowej w obniżonych temperaturach.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) określić wpływ temperatury wody na wiązanie mieszanki betonowej,
- 2) wypisać metody podgrzewania wody,
- 3) zaprezentować wykonane ćwiczenie,
- 4) dokonać oceny poprawności wykonania ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- ołówek,
- arkusz papieru A4,
- literatura z rozdziału 6 poradnika dla ucznia.

#### 4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

	Tak	Nie
1) określić metody produkcji mieszanki betonowej w okresie obniżonych temperatur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) scharakteryzować środki zabezpieczające mieszankę betonową przed niską temperaturą?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić metody podgrzewania kruszywa stosowanego do betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić metody podgrzewania wody stosowanej do betonu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) dokonać oceny środków zabezpieczających mieszankę betonową przed niską temperaturą?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) scharakteryzować cieplaki stosowane przy betonowaniu w niskich temperaturach?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) stosować przepisy bhp podczas wykonywania mieszanki betonowej w okresie obniżonych temperatur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## **5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ**

### **INSTRUKCJA DLA UCZNIA**

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
4. Test zawiera 20 zadań dotyczących układania, zagęszczania betonu oraz jego pielęgnacji. Zarówno w części podstawowej jak i ponadpodstawowej znajdują się zadania wielokrotnego wyboru( jedna odpowiedź jest prawidłowa).
5. Udzielaj odpowiedzi tylko na załączonej karcie odpowiedzi, prawidłową odpowiedź w pytaniach wielokrotnego wyboru zaznacz znakiem 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 rozwiązanie zadania na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
8. Na rozwiązanie testu masz 45 min.

Powodzenia

## ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

1. Przed przystąpieniem do betonowania należy sprawdzić:
  - a) poprawność wykonania deskowania i zbrojenia.
  - b) konsystencję i temperaturę mieszanki betonowej.
  - c) stan techniczny betoniarki.
  - d) temperaturę mieszanki betonowej.
2. Powierzchnię deskowania powtarzalnego powleka się preparatami antyadhezyjnymi w celu:
  - a) zwiększenia przyczepności betonu do deskowania.
  - b) ukształtowania powierzchni betonu.
  - c) zmniejszenia przyczepności betonu do deskowania.
  - d) wzmocnienia ścian deskowania.
3. Po przerwie technologicznej powierzchnię betonu należy:
  - a) pomalować farbą olejną.
  - b) oczyścić z zanieczyszczeń i szkliwa cementowego.
  - c) pomalować emulsją antyadhezyjną.
  - d) wygładzić szlifierką.
4. Przy betonowaniu elementów znajdujących się poniżej poziomu stanowiska mieszankę betonową układa się za pomocą:
  - a) rynny spustowej lub rury teleskopowej.
  - b) rynny spustowej lub taczki.
  - c) rury teleskopowej lub taczki.
  - d) taczki lub łopaty.
5. Transport mieszanki betonowej wymagający najmniejszego wysiłku betoniarza odbywa się za pomocą:
  - a) tacek.
  - b) pomp.
  - c) japoniek.
  - d) pojemników.
6. Zagęszczanie mieszanki betonowej przeprowadza się:
  - a) w betoniarce.
  - b) dwie godziny po ułożeniu.
  - c) podczas jej układania.
  - d) godzinę po ułożeniu.
7. Podczas zagęszczania ręcznego prętem stalowym należy:
  - a) zagłębić go 20cm w warstwę poprzednią.
  - b) zagłębić go 2 cm w warstwę poprzednią.
  - c) zagłębić go 5-10 cm w warstwę poprzednią.
  - d) zagłębić go 2-20cm w warstwę poprzednią.

8. Na rysunku przedstawiony jest:
- a) wibrator wglębny.
  - b) wibrator powierzchniowy.
  - c) wibrator przyczepny.
  - d) stół wibracyjny.



9. Wibratory powierzchniowe podczas zagęszczania należy przestawiać tak aby kolejne pola zagęszczania zachodziły na siebie:
- a) ok. 20 mm.
  - b) ok.8-10cm.
  - c) ok.30 mm.
  - d) ok.5-8 cm.
10. Zagęszczanie mieszanki betonowej można uznać za zakończone gdy:
- a) na powierzchni pojawi się kruszywo.
  - b) na powierzchni pojawi się zaczyn cementowy.
  - c) opadnie zaczyn cementowy.
  - d) kruszywo opadnie na dno.
11. Przy zastosowaniu cementu portlandzkiego odkryte powierzchnie betonu powinny być chronione przed czynnikami atmosferycznymi:
- a) przez miesiąc.
  - b) przez 20 dni.
  - c) przez 14 dni.
  - d) przez 7 dni.
12. Istotą metody zachowania ciepła jest:
- a) naparzanie wysokoprężne.
  - b) naparzanie niskoprężne.
  - c) podgrzewanie składników mieszanki betonowej.
  - d) podgrzewanie mieszanki betonowej.
13. W okresie obniżonych temperatur korzystne jest stosowanie mieszanki o konsystencji:
- a) gęstoplastycznej lub ciekłej.
  - b) ciekłej lub półciekłej.
  - c) gęstoplastycznej lub plastycznej.
  - d) tylko ciekłej.
14. W okresie obniżonych temperatur kruszywo można podgrzewać:
- a) okrywając matami.
  - b) za pomocą ciepłego powietrza.

- c) za pomocą wody.
  - d) w specjalnych piecach.
15. Zbyt długie zagęszczanie mieszanki betonowej może spowodować:
- a) opadanie kruszywa.
  - b) wypływanie kruszywa.
  - c) zanieczyszczenie mieszanki.
  - d) zmianę konsystencji.
16. Zagęszczanie mieszanki betonowej za pomocą prasowania stosuje się w elementach, których grubość nie przekracza :
- a) 5 cm.
  - b) 8 cm.
  - c) 10 cm.
  - d) 20 cm.
17. Dojrzewanie betonu można przyspieszyć:
- a) zagęszczając mieszankę betonową.
  - b) zmieniając konsystencję.
  - c) za pomocą domieszek.
  - d) zwiększając liczbę cementu.
18. Przez zastosowanie cementów szybko twardniejących:
- a) zwiększa się wytrzymałość betonu.
  - b) zmniejsza się wytrzymałość betonu.
  - c) przyspiesza się dojrzewanie betonu.
  - d) zmniejsza zużycie kruszywa.
19. Zamarznięcie wody w betonie, podczas jego twardnienia powoduje:
- a) niszczenie kruszywa.
  - b) przerywanie procesu wiązania i twardnienia.
  - c) ubytek cementu.
  - d) zmniejszenie grubości otulenia.
20. Ogrzewanie kruszywa parą wodną można przeprowadzić za pomocą węzownicy lub za pomocą:
- a) nawiewu.
  - b) kotłów.
  - c) nagrzewnicy.
  - d) tzw. szpilek.



## KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko .....

### Układanie i zagęszczanie mieszanki betonowej, pielęgnacja świeżego betonu

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	
Razem:					

## 6. LITERATURA

1. Abramowicz J M.: Roboty betoniarskie na placu budowy – poradnik. Arkady, Warszawa 1992
2. Adamiec B, Adamiec B.: Technologia-Roboty betoniarskie i zbrojarskie. WSiP, Warszawa 1996
3. Nowy poradnik majstra budowlanego-praca zbiorowa. Arkady, Warszawa 2004
4. Słowiński Z.: Technologia budownictwa 2 WSiP, Warszawa 1996
5. Tauszyński K.: Budownictwo z technologią. cz. I . WSiP, Warszawa 1997
6. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych ITB Warszawa 1997r. z nowymi specyfikacjami uwzględniającymi nowe technologie wykonywania robót w budownictwie.
7. Zestaw katalogów firm
8. PN-B-03264 grudzień 2002 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone”.
9. Wasilewski Z: Bhp Na placu budowy. Arkady, Warszawa 1989.