

# **TECHNIK BUDOWNICTWA klasa 2 BB ZSTiO w Opolu - dla uczniów grupy I-szej. Prowadzący zajęcia Barbara Chrzanowska-Guenther (wtorek 07.04.2020 r.)**

**Temat zajęć 17:** Betonowanie wybranego elementu konstrukcyjnego na podstawie rysunku technicznego.

Zadanie do wykonania:

- a) Opisz w jaki sposób wykonasz mieszankę betonową z podanej receptury.
- b) Podaj metody układania mieszanki betonowej w deskowaniu oraz wymień metody zagęszczania mieszanki betonowej.
- c) Oblicz ilość mieszanki betonowej do wykonania 15 szt. belek nadprożowych wg załączonego rysunku w załączniku nr 3.

Receptura na przygotowanie betonu C16/20 na 1 m<sup>3</sup> betonu:

Cement (32,5) - 400 kg

Piasek - 600 kg

Żwir - 1300 kg

Woda – 190 L

W dniu 07.04.2020 r. (wtorek) proszę o potwierdzenie odebrania powyższych materiałów przez każdego z Was do mnie na adres e-mail: [b.chrzanowska@zpo.opole.pl](mailto:b.chrzanowska@zpo.opole.pl)

Na ten sam adres e-mail proszę przesłać gotowe zadania do dnia 15.04.2020 r.

Załączniki:

1. Filmy instruktażowe.
2. Część teoretyczna.
3. Rysunek belki nadprożowej (pdf)

## **Załącznik nr 1:**

Belki nadprożowe

<https://www.youtube.com/watch?v=P8AUAjlWabQ>

Montaż szalunku

<https://www.youtube.com/watch?v=ixnvXm8IZMQ>

Umieszczanie zbrojenia belek nadprożowych w szalunkach

[https://www.youtube.com/watch?v=1Xq1lgyzz\\_c](https://www.youtube.com/watch?v=1Xq1lgyzz_c)

Beton

<https://www.youtube.com/watch?v=fMSvoQ-P7NU>

<https://www.youtube.com/watch?v=Gq-7eIX3t80>

Betonowanie w wysokich temperaturach

<https://www.youtube.com/watch?v=n8xvj0j2gVo>

Dodatkowo - mieszalnik betonu

<https://www.youtube.com/watch?v=GQu6hKMHnag>

Przykładowy wibrator buławowy:

<https://www.youtube.com/watch?v=vQDS8Wm2zUA>

<https://www.youtube.com/watch?v=kmy27Y7YXOY>

[https://www.youtube.com/watch?v=5FyPC\\_rYU4o](https://www.youtube.com/watch?v=5FyPC_rYU4o)

Wibrowanie na przykładzie ławy fundamentowej:

<https://www.youtube.com/watch?v=pxVgNCQli3I>

## Załącznik nr 2:

### Jak zrobić dobry beton (C16/20) samodzielnie

W warunkach domowych można zrobić przyzwoity beton o wytrzymałości 20-25 MPa, dawniej nazywany B20 (obecnie oznaczany symbolem C16/20).

Pomimo dostępności betonu towarowego spowodowanej dużą ilością węzłów betoniarskich oraz akceptowalną ceną za 1 m<sup>3</sup> z dowozem są sytuacje, w których warto samodzielnie wykonać mieszankę betonową w warunkach domowych. Zwłaszcza wtedy, gdy minimalna ilość dostępna w dostawie przekracza nasze potrzeby. Najmniejsza ilość betonu, jaką opłaca się zamówić z wytwórni, to 6 m<sup>3</sup> – taka jest objętość najmniejszej gruszki. Tymczasem podczas prac remontowych zwykle potrzebujemy mniejszych ilości.

### Cztery składniki betonu

Beton składa się z cementu, kruszywa drobnego (piasku) i grubego (żwiru) oraz wody. Jednak do przygotowania nowoczesnej mieszanki betonowej dobrej jakości są jeszcze potrzebne domieszki.

**1. Cement.** Do użytku domowego w przypadku większości zastosowań odpowiedni będzie podstawowy cement CEM I 32,5 R. Bardziej ekologiczne są cementy CEM II/A-V i CEM II/B-V, ponieważ w ich składzie część klinkieru jest zastąpiona odpadowym popiołem lotnym (bezpiecznym dla zdrowia). Z uwagi na obecność niedopalonego węgla na betonowanych elementach mogą się pojawić ciemniejsze przebarwienia. Cementy te dłużej wiążą niż cement podstawowy, więc korzystnie jest je stosować w czasie upałów i do masywniejszych elementów. W grupie cementów bardziej ekologicznych i jednocześnie bezpiecznych dla zdrowia są CEM II/A-S i CEM II/B-S zawierające żużel hutniczy. Bardzo długo wiążą, a co za tym idzie – wymagają dłuższej pielęgnacji. Nie powinno się ich używać przy niskiej temperaturze powietrza.

**CEM I 32,5 R** – to cement uniwersalny. Nadaje się do samodzielnego przygotowania mieszanki w większości zastosowań. Polecany zwłaszcza w chłodne jesienne dni.

**CEM II/A-V i CEM II/B-V** – dzięki domieszce popiołów lotnych wiążą nieco dłużej niż CEM I, warto je więc stosować podczas upałów i gdy betonujemy duże elementy, do których dostarczamy mieszankę na raty.

**CEM II/A-S i CEM II/B-S** – zawartość żużla hutniczego znacznie wydłuża czas ich wiązania. Wymagają dłuższej pielęgnacji. Są szczególnie polecane podczas długotrwałych upałów.

**2. Kruszywo.** Do betonu można wykorzystać piasek rzeczny lub kopalniany. Z uwagi na czystość surowca lepiej wybrać rzeczny. Piasek kopalniany, zwłaszcza ten pochodzący z małych odkrywek, może być zanieczyszczony gliną. Jeśli zdecydujemy się na jego zakup, sprawdźmy w palcach, czy zawiera zanieczyszczenia gliny – wtedy będzie mazisty i lepki. W większości domowych zastosowań odpowiednim kruszywem grubym będzie żwir. Najczęściej są dostępne dwa jego rodzaje: 0/16 (zawiera również piasek) i 2/16. Lepszym rozwiązaniem jest wykorzystanie żwiru 2/16 i samodzielne uzupełnienie mieszanki piaskiem. Aby uzyskać beton mrozoodporny, koniecznie trzeba zastosować kruszywo łamane. Niestety wiąże się to ze znacznym podniesieniem kosztu materiału. Warto się jednak zdecydować, gdy betonowa konstrukcja zewnętrzna nie będzie niczym wykończona.

**3. Woda.** Najprostszym rozwiązaniem jest użycie chłodnej wody wodociągowej – zawsze spełni wymagania. Ryzykowne jest stosowanie wody z własnej studni. Gdy jest twarda (zawiera wapń), niekorzystnie zmienia parametry betonu.

**4. Domieszki.** Najpopularniejsze są te redukujące ilość potrzebnej wody oraz domieszki napowietrzające. Korzystanie z domieszek redukujących ilość wody jest prawie zawsze korzystne. Umożliwia uzyskanie betonu o większej wytrzymałości przy zachowaniu wymaganej urabialności (konsystencji). Dużo trudniejsze jest stosowanie domieszek napowietrzających i wymaga sporego doświadczenia w przygotowywaniu mieszanek betonowych. Poprawnie użyte powodują wprowadzenie do betonu pęcherzyków powietrza o odpowiednio małym rozmiarze i równomiernym rozmieszczeniu, aby zapewnić mrozoodporność betonu. Domieszki napowietrzające są często mylone z domieszkami przeciwmrozowymi, które nie służą do uzyskania betonu mrozoodpornego. Domieszki przeciwmrozowe są wykorzystywane do mieszanek betonowych przeznaczonych do betonowania w niskiej temperaturze i mają na celu przyspieszenie wiązania cementu. W warunkach domowych lepiej poczekać z betonowaniem do wiosny.

## Przepis na beton C16/20 z jednego worka cementu

25 kg cementu + 12 l wody + 4 wiadra\* piasku + 8 wiader\* żwiru + domieszka = 120 litrów betonu

\*wiadro 10 litrów

## W czym zrobić beton

Zależy to od tego, jaką ilość mieszanki betonowej chcemy przygotować. Gdy ma jej być 50-100 l, możemy wykorzystać betoniarkę wolnospadową. Do mniejszych objętości (10-25 l) wystarczy mieszadło na wiertarce. Takie warunki mieszania są gorsze niż w produkcji przemysłowej. Z tego powodu beton domowej produkcji nigdy nie będzie tak dobry jak towarowy. W warunkach domowych możemy uzyskać beton o wytrzymałości 20-25 MPa.

## Jak zrobić beton C16/20

Ważna jest też kolejność dozowania składników. Najpierw sypimy kruszywo (piasek i żwir), następnie dolewamy połowę wody i dosypujemy cement. Jeśli stosujemy domieszkę uplastyczniającą, rozpuszczamy ją w pozostałej wodzie i dozujemy ją stopniowo aż do uzyskania odpowiedniej konsystencji mieszanki. Im mniej wody dodamy, tym wytrzymalszą uzyskamy konstrukcję. Całość mieszamy do czasu otrzymania jednorodnej mieszaniny – 2-5 minut.

## Przygotowanie deskowania

Tradycyjnie formę pozwalającą na uzyskanie kształtu betonowanego elementu zbija się z desek. Podczas jej wykonywania trzeba koniecznie pamiętać o tym, że mieszanka napiera na deskowanie (parcie boczne), i zabezpieczyć konstrukcję ściągamami, obejmami lub zewnętrznymi rozporami. Gdy robi się duże elementy, na przykład ściany, można wypożyczyć deskowanie systemowe, natomiast betonując słupy, można zastosować „deskowanie jednorazowe” – tekturową formę. Zanim zacznie się układać mieszankę betonową, należy koniecznie posmarować formę środkiem antyadhezyjnym, aby uniknąć przywarcia betonu do jej brzegów i umożliwić późniejsze rozformowanie elementu.

## **Jak betonować**

Mieszankę betonową trzeba układać zaraz po wymieszaniu składników w warstwach umożliwiających zagęszczanie – 10-15-centymetrowych. Sposób zagęszczania zależy od konsystencji mieszanki. Jeżeli jest sucha, to stosujemy ubijanie. Jest to proces trudny, zwłaszcza dla amatorów. W przypadku mieszanki rzadszej wykorzystuje się sztychowanie prętem lub zagęszczarki pogrążalne. Ostatnim etapem formowania elementu jest zatarcie powierzchni. Należy unikać zbyt długiego zagęszczania oraz zacierania, ponieważ na powierzchni betonu może się wtedy pojawić duża ilość mleczka cementowego. Skutkuje to pogorszeniem odporności betonu na ścieranie i zwiększeniem jego podatności na powierzchniowe łuszczenie.

## **Przed betonowaniem stropu**

Zanim przystąpisz do układania betonu, osoba uprawniona powinna odebrać zbrojenie, to jest sprawdzić, czy jest rozmieszczone zgodnie z projektem i zabezpieczone przed przesunięciem oraz czy deskowanie jest czyste. Aby pręty miały odpowiednią otulinę z mieszanki betonowej i się nie przesunęły, muszą być podparte wkładkami dystansowymi z wystającym drutem wiązkowym umożliwiającym ich ustabilizowanie.

## **Betonowanie**

Betonowanie najlepiej prowadzić bez przestojów. Jeżeli konieczne są przerwy, należy je robić w miejscach ustalonych z projektantem. Może on wówczas zalecić odpowiednie kształtowanie powierzchni elementu. Powierzchnia w miejscu łączenia warstw powinna być prostopadła do kierunku głównych naprężeń. Przed ułożeniem kolejnej porcji betonu trzeba usunąć z powierzchni wszystkie luźne fragmenty. Stwardniały beton oraz chudziak przed połączeniem należy go z nową warstwą zwilżyć wodą. Deskowanie i zbrojenie zrasza się, aby drewno nie odciągało wilgoci z mieszanki betonowej, a kurz nie zmniejszał przyczepności. Kształtując płytę stropową, trzeba pamiętać o pozostawieniu w niej otworów na instalacje. Można to zrobić, umieszczając w odpowiednich miejscach fragmenty styropianu, które usuwa się po zakończeniu prac.

## **Zagęszczanie betonu**

Ułożony beton należy zagęścić. Usuwa się w ten sposób na zewnątrz powietrze zawarte w mieszance, a beton zostaje równomiernie rozłożony wokół zbrojenia. Osiąga on też jednorodną strukturę i założoną wytrzymałość. Zagęszcza się go ręcznie lub mechanicznie. Ręczne jest mało wydajne i stosowane przy drobnych pracach. Polega na sztychowaniu, czyli zagłębianiu pręta stalowego w warstwę betonu na głębokość kilku centymetrów oraz odsuwaniu od ścianek deskowania grubszych elementów kruszywa. Dzięki temu po zdjęciu deskowania betonowe ściany są gładkie i nie ma w nich dziur. Mechaniczne zagęszczanie polega na wibrowaniu. Drgania wibratora przenoszą się na mieszankę i wypychają z niej powietrze. Podczas wibrowania należy uważać, aby nie przesunąć zbrojenia. W płytach zbrojonych górą i dołem stosuje się belki wibracyjne przesuwające się po powierzchni mieszanki.

## **Otulina prętów zbrojeniowych**

Pręty nie mogą się znajdować zbyt blisko powierzchni żelbetowego elementu. Prawidłowa odległość między zbrojeniem a krawędzią elementu betonowego (otulina) zapewnia właściwą współpracę między betonem, a stalą oraz chroni pręty przed korozją. Odsunięcie zbrojenia od powierzchni elementu żelbetowego jest też istotne ze względu na zabezpieczenie przeciwpożarowe budynku. Stal jest bardziej wrażliwa na wysoką temperaturę niż beton. Podczas pożaru dość szybko staje się plastyczna i traci przyczepność do betonu. Otulina zwiększa czas nagrzewania się stalowych elementów i odporność ogniową całej konstrukcji. Jej grubość zależy od średnicy pręta, rodzaju zbrojonego elementu, warunków, w jakich się znajduje, oraz klasy betonu. W elementach narażonych na zawilgocenie musi być jeszcze grubsza.

## **Pielęgnacja betonu**

Nazajutrz po betonowaniu trzeba rozpocząć polewanie go wodą. Podczas upałów polewanie można zacząć nieco wcześniej. Najlepiej polewać go 3 razy na dobę. Powierzchnię nakrywa się folią, aby zmniejszyć

parowanie wody. Beton należy utrzymywać w wilgoci przez 7 dni. W przypadku dużej powierzchni zamiast polewać ją wodą można nanieść specjalny preparat zapobiegający odparowywaniu wilgoci. Preparatu nie stosuje się, jeśli powierzchnia betonu ma być widoczna. Podczas dojrzewania betonu należy chronić go przed drganiami oraz uderzeniami. Deskowanie rozbiera się stopniowo. Ze ścian można je zdjąć nieco wcześniej niż ze stropów, nawet przed osiągnięciem przez beton 100% wytrzymałości. Właściwie pielęgnowany beton w temperaturze 20°C osiąga 70% wytrzymałości na ściskanie po tygodniu wiązania. Jeżeli rozpiętość konstrukcji jest duża (wynosi ponad 6 m), należy poczekać z rozdeskowaniem do osiągnięcia pełnej wytrzymałości betonu, czyli 28 dni.

## **Wibrowanie betonu zasady i rodzaje wibratorów do betonu**

Od wielu lat prawdziwym wyzwaniem dla budowlańców jest wykonywanie prac betoniarsko-zbrojarskich. Pierwsze metody skutecznego ręcznego układania betonu w formach ze zbrojeniem zostały opracowane we Francji, dlatego państwo to uznajemy za ojczyznę żelbetu.

Jak to wygląda w praktyce.

Najważniejsze jest aby równomiernie i ściśle rozłożyć masę w szalunku. Wibrowanie pozwoli na usunięcie powstałych podczas zarabiania i reakcji cementu z wodą nadmiaru wody zarobowej, gazów jak i bąbli powietrza. Struktura elementu betonowego będzie jednolita o gładkiej powierzchni i trwała. Po właściwym zawibrowaniu masy, która dzięki temu perfekcyjnie otula pręty zbrojenia – wypiera powietrze z każdego zakamarków szalunku. Beton uzyskuje wyższe wytrzymałości na ściskanie, jest na pewno bardziej wodoszczelny i bardziej odporny na korozję. Dzięki wibrowaniu można prawidłowo połączyć kolejne warstwy masy najlepiej nie przekraczające wysokości do 50 cm, która jest układana również w wysokich szalunkach. Aby nie powstały tzw. zimne połączenia buławę należy tak wprowadzić aby koniec zanurzył się w poprzedniej warstwie ok 10 cm.

Zastosowanie buław o różnych średnicach pozwala na ograniczenie czasu i kosztów. Dlatego ważne jest dobranie odpowiedniego sprzętu do wykonywanej pracy.

Wyróżniamy kilka grup narzędzi do wibrowania i ich zastosowanie;

### **1. Wibratory wgłębne**

-mechaniczne z silnikiem elektrycznym lub spalinowym, które są stosowane przy pracach o niskim i średnim natężeniu

- wysokiej częstotliwości (HF) najbardziej wydajne - stosowane w przemyśle, drogownictwie oraz budownictwie wielkopowierzchniowym itp.

-pneumatyczne czyli napędzane sprężonym powietrzem.

2. Wibratory szalunkowe, które wprawiają w drgania cały szalunek dzięki czemu powstaje idealna powierzchnia elementu, polecane są przy niewielkiej grubości ok 10-15cm.

3. Listwy wibracyjne z napędem spalinowym lub elektrycznym o dwóch kształtach ;

-listwa dwukierunkowa (rewersyjna) do wibracji posadzek lanych oraz innych mas półpłynnych

-listwa o kształcie litery „L” do układania i zagęszczania mas pól suchych jak i również syplikich.

## **Kilka zasad i wskazówek podczas używania wibratora pogrążalnego**

Po pierwsze należy użyć jednego wibratora pogrążalnego do określonej pracy.

W kolejności zanurzać szybko, przytrzymać i wyciągać powoli. Takim właśnie sposobem beton zagęszczany jest od dołu ku górze. Zbyt wolne zanurzanie wibratora, spowoduje w pierwszej kolejności zagęszczenie mieszanki z góry. W momencie zanurzenia wibratora na planowaną głębokość, uniemożliwi to wydostaniu się powietrza z warstw zagęszczanych poprzez warstwę wierzchnią już zagęszczoną na zewnątrz.

Zagęszczanie należy w ciągłych i stałych odstępach. Wibratory pogrążalne są w stanie objąć swym zasięgiem obszar o średnicy maksymalnie do 10 razy jego własnej średnicy, np. wibrator z średnicą 5cm może zagęścić mieszankę w promieniu 25cm od miejsca zanurzenia. Zagęszczanie jest mocniejsze w pobliżu buławy i coraz słabsze wraz ze wzrostem odległości od niego. Odstępy zanurzenia wibratora są zależne od konsystencji betonu i również jego receptury. Standardowo będzie to do  $10d$ , gdzie  $d$  - średnica buławy wibratora, natomiast lżejsze lub cięższe betony mogą wymagać zminimalizowania odstępów nawet do 50% przy wibrowaniu zwykłych betonów.