***Zasady zaliczenia przedmiotu na ocenę***

Ocena i obecność zostanie wystawiona na podstawie wykonanych następujących prac:

* założenie zeszytu,
* podanie adresu mail i numeru telefonu na podany poniżej mail,
* własnoręczne napisanie do zeszytu notatek 4 - 6 zdań z każdego tematu z zamieszczonych materiałów – jako potwierdzenie wysłanie zdjęć wypełnionego zeszytu na podanego maila: [asuszek@ckz.swidnica.pl](mailto:asuszek@ckz.swidnica.pl), w razie problemów z przesyłaniem materiałów podaję adres awaryjny a.j.suszek@wp.pl,
* wykonanie jednego zadania domowego,
* odpowiedź poprzez maila,
* odpowiedź ustna przez telefon.
* tematy od 12- 20 oddać w terminie 27.01.2021
* tematy od 21- 30 oddać w terminie 01.02.2021
* tematy od 31- 40 oddać w terminie 08.02.2021

W przypadku proszę o kontakt telefoniczny- Andrzej Suszek 509 371 401

***Tematy Lekcji***

1. Narzędzia do wykonania mieszanek
2. Urządzenia do produkcji mieszanki betonowej - betoniarki
3. Linie do produkcji mieszanki betonowej - betoniarnie
4. Maszyny i sprzęt do transportu mieszanki betonowej
5. Ogólna charakterystyka betonu
6. Zastosowanie betonu
7. Zastosowanie żelbetu
8. Zastosowanie betonu sprężonego
9. Kruszywa mineralne
10. Kruszywa sztuczne
11. Kruszywa do betonu zwykłego
12. Marki kruszyw
13. Transport kruszyw
14. Składowanie kruszyw
15. Spoiwa mineralne wapienne
16. Spoiwa mineralne gipsowe
17. Spoiwa mineralne cementowe
18. Spoiwa mineralne cementowe
19. Zastosowanie cementu w zależności od klasy betonu
20. Zastosowanie cementu w zależności od klasy betonu
21. Transport spoiw
22. Magazynowanie spoiw
23. Woda do betonów
24. Domieszki do betonu
25. Domieszki do betonu
26. Magazynowanie domieszek i dodatków
27. Właściwości mieszanki betonowej
28. Właściwości mieszanki betonowej
29. Właściwości stwardniałego betonu

**Temat:12**

Narzędzia do wykonania mieszanek

Narzędzia do ręcznego wykonania mieszanek betonowych :

łopaty wiadra, kastry, pojemniki i skrzynie

**Temat:13**

Urządzenia do produkcji mieszanki betonowej - betoniarki

Podstawowym urządzeniem punktu jest betoniarka.







Cykl przygotowywania mieszanki betonowej w najczęściej spotykanych betoniarkach jest podzielony na następujące czynności:

• zasypanie składników,

• wymieszanie składników,

• wysypanie gotowej mieszanki.

Czas, który zajmuje wykonanie poszczególnych czynności, oraz ilość mieszanki, którą można wymieszać w jednym cyklu, określa wydajność betoniarki w m3h.

Ze względu na sposób mieszania składników betoniarki dzielimy na:

• wolnospadowe - mieszanie odbywa się przez obrót mieszalnika, wewnątrz którego mieszanka spada z łopatek stalowych;

• o mieszaniu wymuszonym - mieszanie odbywa się za pomocą mieszadeł wewnątrz nieruchomego mieszalnika.

W zależności od sposobu przemieszczania betoniarki dzielą się na:

• stałe - umieszczone na fundamencie,

• przewoźne - na podwoziu przystosowanym do przewożenia,

• samochodowe

Na małych budowach stosuje się betoniarki wolnospadowe.

Do bębna zasypuje się składniki betonu, można go nachylać pod dowolnym kątem za pomocą koła, dźwigni lub korby. Dodatkowo betoniarka wyposażona jest w hamulec, którym można zatrzymać bęben podczas przechylania. Bęben jest napędzany przez silnik elektryczny

jednofazowy zasilany napięciem 230 V lub trójfazowy zasilany napięciem 400 V. Wszystkie elementy betoniarki są umieszczone na stojaku wyposażonym w kołka umożliwiające swobodne przemieszczanie po placu budowy. Wybierając betoniarkę, należy zwrócić uwagę na kilka parametrów w:

• pojemność bębna - najczęściej producenci podają dwie pojemności: całkowitą i zasypową. Pierwsza wskazuje na maksymalną ilość materiału, jaką można wsypać do bębna ustawionego pionowo, druga określa rzeczywistą ilość materiału mieszczącą się w bębnie podczas pracy (czyli gdy jest on pochylony). Na małych budowach stosuje się betoniarki o pojemności zasypowej 80 - 250 1. Natomiast mniejsze betoniarki stosuje się w pracach remontowych i wykończeniowych;

• napięcie zasilania betoniarki - na budowę Doprowadzone jest najczęściej napięcie 400 V. Jeśli na teren budowy doprowadzony jest tylko prąd o napięciu 230 V, trzeba zastosować betoniarkę jednofazowy. Jest to najlepsza betoniarka do prac remontowych;

***Krótki kurs obsługi betoniarki:***

• odmierzamy składniki mieszanki betonowej,

• uruchamiamy betoniarkę,

• wlewamy część wody,

• dodajemy cement, piasek i żwir - ilość składników powinna być taka, aby mieszanka zajmowała około 4/5 około 3/4 objętości betoniarki; składniki będą wtedy dobrze wymieszane,

• dolewamy pozostałą wodę,

• mieszamy wszystkie składniki 2 - 5 minut, bęben jest przechylony pod kątem 22 - 35 stopni (w przypadku mieszania mas półpłynnych), przy gęstych betoniarkę Ustawia się prawie poziomo). Czas mieszania ma wpływ na jakość mieszanki betonowej i wytrzymałość stwardniałego betonu.

• wylewamy mieszankę i wyłączamy betoniarkę,

• jeżeli część mieszanki pozostaje w bębnie to musi się on wciąż obracać, aby nie doszło do związania betonu.

Przygotowanie mieszanki betonowej w betoniarce jest kłopotliwe z następujących powodów:

• długiego czasu przygotowania mieszanki, np. aby uzyskać na budowie 5 m3 betonu w betoniarce o pojemności 250 1, należy ukręcić 20 betoniarek. Jeżeli pracę będą wykonywały

dwie osoby, zajmie to około 3 godzin,

• trudno uzyskać odpowiednią wytrzymałość betonu, gdyż składniki dozowane są metodą wagowo - objętościową lub objętościową.

• na plac budowy musi być doprowadzony prąd i woda, należy również przygotować miejsce na składowanie piasku i żwiru oraz cementu, koniecznie pod zadaszeniem. Potrzebna

jest również betoniarka.

Dlatego obecnie mieszankę betonową przywozi się na plac budowy z wytwórni betonów. Z wytwórni otrzymujemy mieszankę, która posiada określoną konsystencję i klasę betonu. Można powiedzieć, że jest to mieszanka kontrolowana, gdyż wytwórnie mają obowiązek kontroli wytwarzanej mieszanki betonowej. Większość z nich ma swoje laboratoria, w których badane są próbki z każdej partii betonu.

***Bhp przy obsłudze betoniarki:***

• obsługiwać betoniarkę mogą osoby do tego uprawnione, w czasie mieszania składników nie wolno w mieszalniku pozostawiać łopat, drągów i innych przedmiotów, do czyszczenia betoniarkę należy zatrzymać, w czasie przerwy w pracy betoniarkę należy wyłączyć, betoniarki powinny być ustawiane na twardym podłożu i powinny być zabezpieczone przed przesuwaniem, jeżeli nastąpi awaria mieszalnika, należy go opróżnić, po zakończeniu pracy betoniarki należy ją wypłukać wodą, aby usunąć resztki zaprawy.

**Temat:14**

Linie do produkcji mieszanki betonowej - betoniarnie





Betoniarnią, zwaną także węzłem betoniarskim nazywamy zespół urządzeń

wytwarzających mieszankę betonową. Najprostsza betonownia może być nie obudowana,

jeżeli czas jej pracy jest krótkotrwały. W skład jej urządzeń wchodzi betoniarka oraz

niezbędne urządzenia do dozowania kruszywa i cementu. Dozowanie składników odbywa się

w tym wypadku objętościowo wyskalowanymi pojemnikami. Tego typu węzeł betoniarski

urządza się tylko na małej budowie.

Na większych budowach, o dużym zakresie robót betoniarskich, organizuje się węzły

betoniarskie, które mają częściowo zmechanizowany zasyp do betoniarek o większej

pojemności, a ich wydajność wynosi 40-150m3 betonu na zmianę.

W węźle betoniarskim kruszywo o różnej granulacji oraz piasek składuje się w zasiekach

ułożonych koncentrycznie wokół węzła. Cement przechowuje się w zasobniku, z którego za

pośrednictwem dozownika jest on podawany wprost do kosza zasypowego betoniarki.

Załadunek kruszyw i piasku do kosza odbywa się również przez dozownik przy użyciu łopat

mechanicznych. Kosz zasypowy jest podnoszony mechanicznie na wysokość, na której na

pomoście roboczym znajduje się betoniarka. Po zakończeniu mieszania mieszankę spuszcza

się wprost z betoniarki, za pośrednictwem leja do stojącego pod pomostem środka transportu.

**Temat:15**

Maszyny i sprzęt do transportu mieszanki betonowej

Maszyny i sprzęt do transportu mieszanki betonowej:



- taczki



- japonki



- betonomieszarka samochodowa



- pompy do betonu

**Temat:16**

**Ogólna charakterystyka betonu**

Beton to najpopularniejszy materiał stosowany w budownictwie. Jest to sztuczny kamień, powstały przez połączenie kruszywa, spoiwa i wody, które pod wpływem zachodzących reakcji chemicznych twardnieją, tworząc materiał o znacznej wytrzymałości. Podstawowym spoiwem do betonu jest cement, który połączony z wodą tworzy zaczyn cementowy. Gdy ten zaczyn wymieszamy z drobnoziarnistym kruszywem, czyli piaskiem, powstanie zaprawa cementowa. Po dodaniu do zaprawy kruszywa grubego otrzymamy mieszankę betonową, która po stwardnieniu nazywa się betonem.

Mamy tu do czynienia z dwoma procesami: wiązania i twardnienia betonu. Wiązanie betonu to proces uwalniania cementu, czyli łączenia się cementu z wodą. Proces ten zachodzi w pierwszych godzinach po wykonaniu mieszanki betonowej. Twardnienie to proces zaczynający się po zakończeniu wiązania betonu.

**Temat:17**

**Rodzaje betonów**

Ze względu na masę betony dzielimy na:

• **ciężkie** - stosowane jako osłony przed działaniem promieniowania elektromagnetycznego   
i jądrowego,

**• zwykle** - stosuje się jako betony konstrukcyjne,

**• lekkie** - stosuje się jako betony izolacyjne lub do produkcji bloczków ściennych.

W budownictwie najczęściej stosuje się beton zwykły. Ze względu na zasadniczą. funkcję, jaką spełnia beton w budynku lub w budowli, rozróżnia się:

• betony konstrukcyjne (zwykle) - przeznaczone do przenoszenia obciążeń,

• betony żaroodporne - przeznaczone do użytkowania w temperaturze 200°C,

• betony wodoszczelne (hydrotechniczne) – przeznaczone do wykonywania zbiorników na ciecze,

• betony odporne na ścieranie - przeznaczone na nawierzchnie,

• betony osłonowe - przeznaczone do osłabiania promieniowania jonizującego.

Nazwa betonu bierze się albo od składnika wiążącego, np. beton cementowy, żywiczny, asfaltowy, lub od kruszywa, np. beton żwirowy, tłuczniowy czy keramzytowy.

Betony to również tworzywa powstałe z zapraw cementowych lub wapiennych spulchnionych za pomocą środków gazotwórczych, np. betony komórkowe, poddawane obróbce cieplnej w autoklawach.

W budownictwie elementy konstrukcji wykonuje się przeważnie z żelbetu. Żelbet jest to beton zbrojony prętami stalowymi, czyli zbrojeniem. Został wprowadzony z tego powodu, ze beton posiada dużą. Wytrzymałość na ściskanie, a kilkakrotnie mniejszą na rozciąganie, od stali. Dlatego połączono ze sobą te dwa materiały, tworząc żelbet, bez którego trudno wyobrazić sobie współczesne budownictwo.

**Temat:18**

**Zastosowanie betonu, żelbetu**

Beton i żelbet stosuje się do wznoszenia budynków mieszkalnych, przemysłowych   
i użyteczności publicznej oraz dróg, mostów, lotnisk itp. Można z niego wykonywać wszystkie elementy wznoszonego budynku: fundamenty, ściany, stropy, dach, schody, balkony itp. Z betonu wykonuje się również pustaki ścienne, elementy stropowe, płyty chodnikowe, płyty drogowe, krawężniki, popularną obecnie kostkę brukową itp.

O szerokim zastosowaniu betonu w budownictwie decydują jego zalety:

• możliwości uzyskania betonów o różnych właściwościach

(betony konstrukcyjne, izolacyjne itd.),

• możliwości otrzymania elementów o różnych kształtach,

• trwałość betonu w porównaniu z innymi materiałami.

Jednak beton oprócz zalet ma również wady, do których należą:

• duży nakład pracy przy wykonywaniu konstrukcji z betonu i żelbetu,

• duży ciężar konstrukcji,

• wpływ temperatury na możliwości wykonywania robot.

Częściowo te wady wyeliminowano wykonując gotowe elementy żelbetowe w zakładach prefabrykacji.

**Temat:19**

**Zastosowanie betonu sprężonego**

Beton sprężony jest stosowany w budownictwie w postaci gotowych wyrobów. Są to elementy kablobetonowe i strunobetonowe. Przeważnie są wykonywane z nich elementy konstrukcyjne dachów - dźwigary, które stosuje się w budynkach o dużych rozpiętościach, takich jak hale sportowe, hale przemysłowe, magazyny itp.

**KRUSZYWA DO BETONU**

Kruszywa są to ziarniste materiały budowlane wchodzące w stad zapraw i betonów, bitumicznych mieszanek do budowy dróg, Warstw nawierzchni drogowych itp.

Rozróżnia się kruszywa mineralne, które otrzymuje się w procesie przeróbki surowców skalnych, oraz kruszywa sztuczne produkowane z glin i odpadów przemysłowych.

**Temat:20**

**Kruszywa mineralne**

Zanim kruszywo mineralne będzie gotowe do użytku, wydobyty naturalny surowiec musi zostać odpowiednio przerobiony. Dlatego mogą być kruszywa: rozdrobnione, przesiewane, płukane lub uszlachetnione. Najczęściej spotykamy się z kruszywami rozdrabianymi (ziarna nie przekraczają określonej średnicy) i przesiewanymi (o określonej frakcji, czyli wymiarach ziaren). Kruszywo o określonej frakcji otrzymuje się przez przesiewanie kruszywa przez sita o rożnych wymiarach oczek (od 0,063 do 63 mm). Frakcja oznacza kruszywo o określonym minimalnym i maksymalnym wymiarze ziaren. Na przykład frakcja l,0 - 2,0 mm oznacza, ze są to ziarna mniejsze od 2 mm i większe niż 1 mm (zatrzymał się na sicie o oczkach średnicy 1 mm). Mogą być mieszanki i kruszywa wielofrakcyjne składające się z dwóch lub więcej frakcji, dobrane w odpowiednich proporcjach.

Kruszywa mogą być również płukane, gdy usuwa się z nich gliny i pyły. Piaski z kolei poddaje się odsączaniu z wody i nazywamy je wtedy odwadnianymi.

Nie które kruszywa (piaski, żwiry i grysy) są uszlachetniane przez usunięcie ziaren słabych, porowatych lub o nieodpowiednim kształcie.

W zależności od surowca i sposobu produkcji kruszywa mineralne można podzielić na:

• naturalne - powstałe w wyniku przesiania, płukania lub uszlachetniania głazów narzutowych, żwirów i piasków pochodzenia polodowcowego lub rzecznego. Należą do nich: piaski zwykłe   
i kruszone, żwiry, pospółka, otoczaki lub grys z otoczaków;

• łamane - powstałe w wyniku rozdrobnienia skał np. granitowych lub bazaltowych. Tak produkuje się miał. kliniec, piasek łamany, grys, tłuczeń, kamień łamany.

Kruszywa łamane ze względu na sposób obróbki i stopień uszlachetnienia dzielą się na:

• zwykłe - ziarna mają kształt nieforemny,

• granulowane - ziarna mają kształt foremny z krawędziami stępionymi.



**Temat:21**

**Kruszywa sztuczne**

Kruszywa sztuczne stosowane są do betonów lekkich. Można je podzielić na cztery grupy:

• mineralne (węglanoporyt z wapieni),

• sztuczne z surowców poddanych obróbce termicznej (keramzyt, glinoporyt),

• sztuczne z odpadów przemysłowych poddanych obróbce termicznej (łupkoporyt, pumeks hutniczy, żużel granulowany),

• sztuczne z odpadów przemysłowych nie poddanych dodatkowej obróbce termicznej (żużel paleniskowy).

Do betonów lekkich stosuje się kruszywa drobne o ziarnach do

4 mm i grube o ziarnach 2 - 31,5 mm.

**Temat:22**

**Kruszywa do betonu zwykłego**

Piaski, żwiry, grysy i mieszanki piaskowo-żwirowe stosuje się w mieszankach betonowych do wykonywania elementów konstrukcyjnych na placu budowy oraz prefabrykatów. Do wykonywania betonów drobnokruszywowych stosuje się odsiewki powstałe w czasie produkcji żwirów i grysów. Kruszywo stosowane do betonu powinno być mrozoodporne

oraz posiadać odpowiednią wilgotność i nasiąkliwość.

**Temat:23**

**Marki kruszyw**

W zależności od wytrzymałości na ściskanie materiału skalnego lub zawartości ziaren kruszywa grube i mieszanki kruszywa grubego do betonu dzielą się na marki: 10, 20, 30 lub 50. Im większa marka kruszywa, tym większa wytrzymałość betonu. Marka kruszywa nie powinna być mniejsza niż klasa wykonywanego betonu. Można wyróżnić dwa gatunki kruszyw do betonu. Gatunki 1 i 2. różnią się między sobą zawartości poszczególnych frakcji. Gatunek 1. zawiera więcej ziaren o największej średnicy.

Natomiast w zależności od zawartości grudek gliny w kruszywie oraz jego nasiąkliwości kruszywa łamane i grysy dzieli się na dwie odmiany. Odmiana 1 jest mniej zanieczyszczona   
i mniej nasiąkliwa.

Kruszywa nie powinny być zanieczyszczone węglem, drewnem lub ziemią. Zanieczyszczenia te łącząc się z zaczynem cementowym tworzą nowe związki pogarszające wytrzymałość betonu.

**Temat:24**

**Transport kruszyw**

**Transport kruszyw w przepisach**

[Transport kruszyw](http://www.tranzyt.pl/index.php?str=2) jest regulowany ustawąz dnia 20 czerwca 1997 roku prawo o ruchu drogowym. Art 61.6 tej ustawy mówi, że: „*Ładunek sypki może być umieszczony tylko w szczelnej skrzyni ładunkowej, zabezpieczonej dodatkowo odpowiednimi zasłonami uniemożliwiającymi wysypywanie się ładunku na drogę*.” Punkt 2.1 natomiast wskazuje, że: „*Ładunek na pojeździe umieszcza się w taki sposób, aby ...nie naruszał stateczności pojazdu…*.” Inne punkty ustawy wskazują również na maksymalne dopuszczalne obciążenia pojazdu, w tym nacisk na osie. **Pojazd nie może być przeładowany, gdyż zagraża to jego kierowalności i stwarza wysokie ryzyko wypadku** (np. w wyniku pęknięcia opony). Konieczne jest też zadbanie o idealny stan techniczny pojazdu oraz wyposażony w naklejki, które informują innych kierowców o ograniczeniu prędkości pojazdu.

Kruszywa można przewozić środkami transportu np.

- samochody ciężarowe - wywrotki

- wozidło kolebkowe

- taczki

- wózek japonka

**Temat:25**

**Składowanie kruszyw**

Kruszywa składuje się je na placach budowy w miejscach do tego przewidzianych planem zagospodarowania i zabezpiecza przed zanieczyszczeniami. Najlepiej składować na utwardzonej powierzchni w wydzielonych zasiekach lub pryzmach. Chodzi o to, aby poszczególne kruszywa nie mieszały się ze sobą.

**SPOIWA MINERALNE**

Spoiwem mineralnym nazywamy wypalone i sproszkowane materiały, które po wymieszaniu   
z wodą dzięki reakcjom chemicznym wiążą i twardnieją. Dzielimy je na:

• spoiwa powietrzne - po zarobieniu wodą wiążą i twardnieją tylko na powietrzu (wapno budowlane i gips),

• spoiwa hydrauliczne - po zarobieniu wodą wiążą i twardnieją na powietrzu jak i pod wodą (wapno hydrauliczne, wszystkie odmiany cementów portlandzkich i hutniczych).

**Temat:26**

**Spoiwa mineralne wapienne**

Nalezą do nich:

**• budowlane wapno niegaszone** - otrzymywane przez wypalanie kamienia wapiennego. Jest ono przeznaczone do przemiału, albo do produkcji wapna gaszonego;

**• wapno gaszone** (lasowane), inaczej ciasto wapienne - otrzymuje się go w wyniku reakcji chemicznej wapna palonego z wodą. Gaszenie odbywa się w skrzyniach, a po zgaszeniu wapno zlewa się do wykopanych dołów. Musi być ono gaszone co najmniej dwa tygodnie jeżeli będzie stosowane do murowania, lub 2 miesiące, gdy będą wykonywane z niego tynki. Powinno mieć barwę białą, lekko żółtą lub szarą. Barwa brązowa oznacza, ze wapno zostało ,,spalone", czyli zgaszone zbyt małą ilością wody. Powinno być również tłuste, lepkie i jednolite. Jeżeli są w nim grudki, to wapno jest zaparzone, niedogaszone;

**• wapno suchogaszone** (hydratyzowane) - jest to wapno palone, gaszone przemysłowo małą ilością wody. Jest dostarczane na budową w workach papierowych, które należy przechowywać w suchych pomieszczeniach;

**Temat:27**

**Spoiwa mineralne gipsowe**

Spoiwa gipsowe stosowane w budownictwie to:

• gips budowlany,

• gipsy specjalne (gips szpachlowy, gips tynkarski, klej gipsowy).

Gips budowlany jest spoiwem powietrznym otrzymywanym przez prażenie skaty gipsowej w temperaturze 200°C, a następnie zmielenie na proszek. Ma on zastosowanie do sporządzania zaczynów, zapraw i betonów oraz produkcji drobnych wyrobów budowlanych. Nie można go stosować tam, gdzie znajduje się stal, gdyż powoduje jej korozję.

Produkowane gipsy specjalne to:

• gips szpachlowy przeznaczony do szpachlowania wyrobów betonowych (B),

• gips szpachlowy do szpachlowania budowlanych elementów gipsowych (G),

• gips szpachlowy do spoinowania płyt gipsowo-kartonowych (F),

• gips tynkarski do tynkowania mechanicznego (GTM),

• gips tynkarski do tynkowania ręcznego (GTR),

• klej gipsowy - do prefabrykatów gipsowych (P),

• klej gipsowy - do osadzania płyt gipsowo-kartonowych,

• gips sztukatorski - do odlewów (ceramiczny).

**Temat:28 - 29**

**Spoiwa mineralne cementowe**

Cementem nazywamy drobno zmielony klinkier cementowy z dodatkiem gipsu i innymi domieszkami. Jest to spoiwo hydrauliczne, należące do podstawowych materiałów budowlanych. Klinkier cementowy otrzymuje się przez wypalenie w temperaturze spiekania (ok. 1450°C) mieszaniny zmielonych surowców zawierających wapień i glinokrzemiany. Obecnie produkuje się cementy portlandzkie powszechnego użytku, cement biały oraz cement hydrotechniczny.

Cementy portlandzkie powszechnego użytku są to spoiwa otrzymywane ze zmielenia klinkieru cementowego z dodatkiem 5% kamienia gipsowego lub dodatków żużla, pyłu krzemionkowego, pucolany, popiołu lotnego bądź wapienia, których ilości są rożne i wynoszą od 3 do 55%.

Cementy różnią się między sobą wytrzymałością i dlatego oznacza się je symbolami cyfrowymi zwanymi klasami, które liczbowo odpowiadają minimalnym wytrzymałością normowej zaprawy na ściskanie w MPa po 28 dniach twardnienia. Klasy cementów podano w tabelce na. Oprócz tej wytrzymałości różnią się również czasem, jakim wytrzymałość na ściskanie uzyskują. Cecha ta wprowadza podział cementów na normalnie twardniejące i szybko twardniejące. Cementy, które szybko twardnieją, charakteryzują się tym, ze koniec wiązania następuje nie później niż po 6 godzinach. Dlatego wprowadzono oznaczenia N - dla cementów normalnie twardniejących i R – szybko twardniejących.

***Rodzaje cementów:***

• portlandzki - CEM I,

• portlandzki z dodatkami - CEM II,

• hutniczy - CEM III,

• pucolanowy - CEM IV,

• hydrotechniczny - I LHC.

***Symbole dodatków oznaczają dodatek:***

• V lub W - popiołu,

• S - żużla,

• SV - popiołu i żużla,

• L - kamienia wapiennego,

• D - pyłu krzemionkowego.

Litery A i B oznaczają procentową zawartość dodatku w cemencie:

• A - zawartość dodatku wynosi 20%,

• B - 35% dodatku.

Natomiast w cemencie hutniczym:

• A - oznacza 60%

• B - oznacza 80% zawartości żużla

**Temat:30 - 31**

**Zastosowanie cementu w zależności od klasy betonu**

• cementy powszechnego użytku klas 32,5 i 32,5 R mogą być stosowane do betonów zwykłych kl. B 7,5 do B 30;

• cementy klas 42,5 i 42,5 R mogą być stosowane do betonów klas B 20 do B 50;

• cementy klas 52,5 mogą być stosowane do betonów klas B 25 do B 50;

• cementy klas 52,5 R mogą być stosowane do betonów klas B 25 do B 50 i wyższych.

Cement może być dostarczany luzem lub w trzywarstwowych workach papierowych. Worki powinny być oznakowane, czyli powinny zawierać nadruk określający nazwę cementowni i datę paczkowania. Kolory rozpoznawcze worków i nadruku przedstawiono   
w tabelce i na rysunku.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Klasy wytrzymałości | Kolor rozpoznawczy | Kolor nadruku |
| 32,5 | jasnobrązowy | czarny |
| 32,5R | czerwony |
| 42,5 | zielony | czarny |
| 42,5R | czerwony |
| 52,5 | czerwony | czarny |
| 52,5R | biały |



**Temat:32**

**Transport spoiw**

W czasie transportu i rozładunku należy chronić spoiwo przed opadami przez nakrywanie plandekami.

**Temat:33**

**Składowanie spoiw**

Spoiwa powinno się przechowywać w pomieszczeniach przewiewnych i zamkniętych, na drewnianej podłodze zabezpieczonej przed wilgocią. Worki należy układać w odległości około 0,5 m od ściany w stosy do 10 warstw. Ponadto należy zastosować między stosami przejścia umożliwiające dostęp do wszystkich stosów. Ze względu na wietrzenie cementu, czyli utratę właściwości wiążących, cementy posiadają określoną ważność. Dla cementu portlandzkiego i murarskiego okres ważności wynosi 90 dni od daty produkcji dla cementu hydrotechnicznego 100 dni.

**Temat:34**

**Woda do betonów**

Woda stosowana do betonów spełnia dwie role: umożliwia wiązanie spoiwa i pozwala uzyskać odpowiednią konsystencję mieszanki. Wodę nazywa się często wodą zarobową. Potrzebna ilość wody zależyod nadania mieszance zaprawy lub betonu odpowiedniej konsystencji   
i urabialności. Jako wodę zarobową można stosować każdą wodę zdatną do picia, a wodę z rzek, jezior i innych miejsc poboru tylko wtedy, gdy spełnia wymagania normy (PN-88-B-32250). Nie wolno stosować do betonu wody mineralnej, wody morskiej, wód ściekowych   
i przemysłowych oraz wód bagiennych. Oprócz tego woda nie powinna wykazywać zabarwienia żółtego, wydzielać zapachu gnilnego. Nie mogą znajdować się w niej zawiesiny lub zanieczyszczenia. Jeżeli mamy wątpliwości, czy nadaje się do betonu lub zaprawy, to najlepiej zbadać ją pod względem chemicznym. Przydatność wody jest ważna nie tylko jako zarobowej, ale również przy pielęgnacji stwardniałego betonu i zaprawy. Jeżeli woda będzie posiadać właściwości agresywne, to może doprowadzić do korozji betonu. Skutki mogą być różne w zależności od rodzaju środka agresywnego zawartego w wodzie.

**Temat:35 - 36**

**Domieszki do betonów**

Domieszki do betonów służą do poprawiania właściwości mieszanek betonowych i betonów. Można wyróżnić następujące rodzaje domieszek:

• poprawiające urabialność mieszanek betonowych,

• regulujące warunki wiązania i twardnienia,

• uszczelniające beton,

• umożliwiające wykonywanie betonu w temperaturze 0°,

• barwiące beton.

***Domieszki uplastyczniające (plastyfikatory)***

Zwiększają ciekłość mieszanki, tym samym umożliwiając uzyskanie rzadszej mieszanki, którą łatwiej ułożyć. Przykładem plastyfikatora jest Klutan.

***Superplastyfikatory*** (np. Arpoment P) to domieszki upłynniające, umożliwiające zmniejszenie ilości wody zarobowej i poprawiające urabialność mieszanki. Dodane do mieszanki gęsto plastycznej powodują zmianę jej konsystencji na ciekłą. Po upływie kilkudziesięciu minut zanika działanie domieszki. Domieszki superplastyfikatorów nie wywołują ujemnych zmian wytrzymałościowych.

***Domieszki napowietrzające***

Powodują one zmianę struktury materiału, polegającą na stabilizowaniu w stwardniałym betonie mikropęcherzyków o takim rozkładzie przestrzennym i rozmiarach, że zabezpieczają one beton przed naprężeniami powstającymi na skutek zwiększania objętości przez zamarzającą wodę. Domieszki napowietrzające są nieodzowne wszędzie tam, gdzie beton jest narażony na czynniki atmosferyczne, zwłaszcza w budownictwie komunikacyjnym, ale także w innych obszarach technologii betonu. Do tej grupy należą Abiesod PI i Abiesod 70.

***Domieszki opóźniające wiązanie zaczynów***

Szczególnie są przydatne w okresie upałów. Stosuje się je, kiedy zachodzi konieczność ograniczenia rezerw roboczych, betonowania dużych objętości lub w przypadku dokładnego wiązania warstw betonu. Takim preparatem jest Retarbet.

***Domieszki przyspieszające wiązanie i twardnienie zaczynów cementowych***

Domieszki te stosuje się w celu osiągnięcia natychmiastowego wiązania i twardnienia. Najczęściej stosowanymi domieszkami przyspieszającymi wiązanie i twardnienie są chlorki wapnia, sodu i potasu. Dodanie ok. 1% chlorku wapnia w stosunku do masy cementu skraca czas wiązania o 30%. Jednak ich obecność w betonie powoduje korozję stali. Osłabić działanie korozyjne można przez dodanie azotynu sodu. Dlatego w konstrukcjach z betonu można stosować 1% chlorku wapnia, a w konstrukcjach zbrojonych 0,4%. Innym środkiem przyspieszającym wiązanie jest szkło wodne. Preparatem stosowanym w przemysłowym wytwarzaniu mieszanki betonowej jest Rapidbet, który przyspiesza twardnienie, zwiększa wytrzymałość i nie wywołuje korozji stali.

***Domieszki uszczelniające***

Stosuje się je w celu zmniejszenia nasiąkliwości i przesiąkliwości betonu. Można to osiągnąć przez zlikwidowanie porów na skutek dodania bentonitu. Powszechnie stosuje się Hydrobet, który dodaje się do wody zarobowej w ilości 1,5 - 2% masy cementu.

***Domieszki przeciwmrozowe***

Stosuje się je w okresie zimowym, kiedy temperatura powietrza jest poniżej 0°C. Do tej grupy należą chlorki, wśród których najczęściej stosuje się chlorek wapnia.

***Domieszki barwiące***

Domieszki te są pochodzenia nieorganicznego i mogą być stosowane, jeśli są odporne na działanie alkaliów, zapraw cementowych i wapiennych. Są to barwidła żelazistoziemne o rożnych odmianach barw żółtych, brunatnych i czerwonych. Może to być drobno zmielona mączka ceglana.

**Temat:37**

**Temat:38 - 39**

**Właściwości mieszanki betonowej**

Mieszanka betonowa w stanie świeżym, czyli przed stwardnieniem, powinna posiadać następujące właściwości:

• konsystencję,

• urabialność,

• szczelność (podatność na zagęszczenie).

***Konsystencja*,** określana również jako ciekłość mieszanki, ma wpływ na układanie jej   
w deskowaniach. Jest ona ustalona w zależności od miejsca i sposobu betonowania, zagęszczania oraz od rodzaju i kształtu elementu betonowego.

Można wyróżnić pięć stopni konsystencji mieszanek betonowych:

• wilgotna K-1,

• gęsto plastyczna K-2,

• plastyczna K-3,

• półciekła K-4,

• ciekła K-5.

Konsystencja mieszanek betonowych wg euronormy dzieli się na klasy oznaczone metodą stożka opadowego.

|  |  |
| --- | --- |
| Klasa | Opad [cm] |
| SI  S2  S3  S4 | 1 - 4  5 - 9  10 - 15  ≥ 16 |

***Urabialność*** mieszanki betonowej jest to zdolność do dokładnego i szczelnego wypełnienia formy bez rozdzielania się składników betonu w czasie układania i zagęszczania. Urabialność zależy od, ilości cementu, wody, domieszek i uziarnienia kruszywa. Minimalne ilości cementu w 1 m3 mieszanki betonowej przedstawia tabela.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Beton zwykły | Najmniejsza dopuszczalna  ilość cementu [kg] na  1 m3 mieszanki betonowej | | Największa  dopuszczalna  wartość  c/w |
| beton  zbrojony | beton  niezbrojony |
| Osłonięty przed bezpośrednim działaniem czynników atmosferycznych  (np. ocynkowany) | 260 | 150 | 1,54 |
| Narażony na działanie czynników atmosferycznych | 280 | 200 | 1,82 |
| Narażony na stały dostęp  wody z zamarzaniem | 280 | 200 | 1,82 |

Największa ilość cementu w 1 m3 betonu nie powinna przekraczać:

• 450 kg - w betonach klas poniżej B-35,

• 550 kg - w betonach pozostałych klas.

***Szczelność*** mieszanki betonowej po zagęszczeniu jest warunkiem otrzymania betonu o żądanej wytrzymałości. Szczelną mieszankę betonową uzyskuje się przez odpowiedni dobór wszystkich

składników oraz właściwe zagęszczenie mieszanki. Uzyskanie idealnie zwartych betonów jest w rzeczywistości niemożliwe. Dopuszcza się objętość 2% pustek przy mieszankach zwykłych bez dodatków napowietrzających i 4-6% w wypadku zastosowania dodatków napowietrzających.

Ilość wody dodawanej do mieszanki betonowej powinna być dokładnie określona, ponieważ woda nie tylko wpływa na urabialność i konsystencję mieszanki, ale również bierze udział w procesie chemicznym z cementem, umożliwiając wiązanie i twardnienie. Reakcja wiązania odbywa się w ten sposób, że po dodaniu wody do cementu powstaje żel, który skleja ziarna cementu i kruszywa ze sobą, Na skutek tego zjawiska mieszanka betonowa gęstnieje i rozpoczyna się wiązanie. Wszystkie te procesy zachodzą najpierw bardzo szybko, a później

wolniej. Dlatego wytrzymałość w ciągu 3-7 dni wzrasta szybko, potem do 28 dni wolniej, a później bardzo powoli. Najkorzystniejszą temperaturą powietrza, przy której następuje wiązanie i twardnienie, jest temp. +20°C. W czasie wiązania wydziela się ciepło i temperatura wiązania jest o kilka stopni wyższa od temperatury otoczenia. Dlatego pozwala to na wiązanie betonu przy niewielkim mrozie.

**Temat: 40**

**Właściwości stwardniałego betonu**

Do podstawowych właściwości stwardniałego betonu należą:

• wytrzymałość na ściskanie,

• wytrzymałość na rozciąganie,

• przyczepność betonu do stali,

• odkształcenie sprężyste,

• wodoszczelność,

• mrozoodporność.

Wytrzymałość na ściskanie jest podstawową cechą betonu określaną jako klasa betonu. Klasa betonu jest to symbol liczbowo – literowy określający wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach twardnienia. Do tej pory rozróżniano następujące klasy betonu:

B 7,5; B 10; B 15, B 17,5; B 20; B 25; B 30; B 35; B 40 i B 50 wg PN-88/B-06250.

Po wejściu Polski do Unii Europejskiej wytrzymałość betonu na ściskanie wg PN-ENV-206-1 jest wyrażona wytrzymałością charakterystyczną zdefiniowaną jako wartość, poniżej której może znaleźć się nie mniej niż 5% wyników wszystkich pomiarów wytrzymałości danego betonu. Wytrzymałość charakterystyczną określa się na próbkach w kształcie sześcianu o boku 15 cm lub walca o wymiarach Ø 15 i h = 30 cm po 28 dniach dojrzewania w temperaturze 20°C. Zmieniono również oznaczenia betonu zwykłego i lekkiego (przedstawia to tabela).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Beton zwykły | | Beton lekki | |
| Dotychczasowe  oznaczenia | Nowe  oznaczenia | Dotychczasowe  oznaczenia | Nowe  oznaczenia |
| B10 | C8/10 | LB9 | LC8/9 |
| B15 | C 12/15 | LB13 | LC 12/13 |
| B20 | C 16/20 | LB18 | LC 16/18 |
| B25 | C 20/25 | LB22 | LC 20/22 |

Wytrzymałość zależy przede wszystkim od wskaźnika cementowo - wodnego c/w, czyli stosunku masy cementu do objętości wody w 1 m3 betonu. Ponadto na wytrzymałość mają również wpływ warunki wykonywania, dojrzewania i pielęgnacji betonu, temperatura, właściwości cementu (klasy cementu) oraz jego skład. Zastosowanie klas betonu do poszczególnych elementów:

B 7,5 - tzw. chudy beton stosuje się do robienia wylewek pod fundamenty, wykonuje się  
 z niego warstwę wyrównawczą podłogi,

B 15 - to podstawowy beton konstrukcyjny, wykonuje się z niego fundamenty, stropy, wieńce, nadproża, schody,

B 20 -jest wykorzystywany do stropów, wieńców i schodów,

B 25 - stosowany do wykonywania nadproży, podciągów i słupów.

Wytrzymałość betonu na rozciąganie jest kilkakrotnie mniejsza od wytrzymałości na ściskanie **(8 - 12%).**

Przyczepność betonu do stali (Rp) jest podstawowym warunkiem nośności betonów zbrojonych. Jest ona odwrotnie proporcjonalna do średnicy pręta zbrojonego. Wartość liczbowa przyczepności betonu waha się w granicach 1 - 3 MPa i zależy od zagęszczania mieszanki betonowej oraz od skurczu betonu. Duży wpływ ma pielęgnacja betonu i utrzymanie stałej temperatury podczas dojrzewania. Skurcz jest naturalną cechą wywołaną wysychaniem   
i reakcją chemiczną między cementem a wodą, Zmniejszenie skurczu można uzyskać przez:

• stosowanie betonów o konsystencji wilgotnej lub gęstoplastycznej,

• obfite polewanie wodą,

• odpowiednią ilość cementu i drobnego kruszywa,

• stosowanie kruszywa łamanego.

Odkształcenie sprężyste - siły ściskające wywołują odkształcenie betonu proporcjonalne do działającego obciążenia.

Wodoszczelność betonu polega na jego odporności na przeciekanie wody pod ciśnieniem. Stopień wodoszczelności jest to symbol literowo-liczbowy służący do klasyfikacji betonu pod względem przepuszczalności wody przez beton. Mrozoodporność jest to cecha szczególnie ważna w przypadku zastosowania betonu do konstrukcji narażonych na działanie zmiennych

warunków atmosferycznych, przede wszystkim w budowlach inżynierskich, hydrotechnicznych, komunikacyjnych i przemysłowych. Ta odporność jest oznaczona stopniem mrozoodporności. Dostateczną mrozoodpornością odznaczają się betony cementowe klas B 15 i wyższych.

Pełzanie betonu występuje, gdy świeżo wykonana konstrukcja betonowa lub żelbetowa pozostaje pod działaniem obciążeń.

Odporność na ścieranie ma zastosowanie przy betonach, które są narażone w czasie użytkowania na ścieranie.