

## M-13.01.00. BETON KONSTRUKCYJNY - WYMAGANIA

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Przedmiot SST

Przedmiotem niniejszej SST są wymagania dotyczące materiałów, wykonania i odbioru mieszanek betonowych i betonów zwykłych klasy B30 i powyżej.

#### 1.2. Zakres stosowania SST

Specyfikacja techniczna jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót p.n. :

rozbiórka istniejącego i budowa nowego mostu na rzece Fiszewce  
w km 12+282 drogi powiatowej nr 1103 N  
w m. Mojkowo

#### 1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą wykonania i odbioru mieszanek betonowych i obejmują :

- ◆ materiały do mieszanek betonowych B30 i powyżej
- ◆ wytwarzanie betonu
- ◆ transport betonu,
- ◆ układanie mieszanki betonowej
- ◆ badania mieszanki betonowej

#### 1.4. Określenia podstawowe

- mieszanka betonowa - mieszanina wszystkich składników użytych do wykonania betonu przed i po zagęszczeniu, przed rozpoczęciem jego twardnienia ,
- konsystencja i urabialność - zespół cech określających właściwości mieszanki betonowej, od których zależy łatwość wypełniania formy i zdolność zachowania kształtu po rozformowaniu zaraz po zagęszczeniu ,
- domieszka do betonu - dodatek w ilości nie przekraczającej 5% zawartości cementu mający na celu poprawienie konsystencji i urabialności mieszanki betonowej .

#### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST DM-00.00.00. *Wymagania ogólne*.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową, SST i poleceniami Inżyniera oraz Wymaganiami i zaleceniami dotyczącymi wykonania betonów do konstrukcji mostowych, wydanymi przez GDDP-Warszawa 1990 r.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Cement

Cement jest najważniejszym składnikiem betonu i powinien posiadać następujące właściwości:

- ◆ wysoką wytrzymałość ,
- ◆ mały skurcz szczególnie w okresie początkowym ,
- ◆ wydzielanie małej ilości ciepła przy wiązaniu .

Celem otrzymania betonu w dużym stopniu nieprzepuszczalnego i trwałego, a więc odpornego na działanie agresywnego środowiska, do konstrukcji mostowych należy stosować wyłącznie cement portlandzki (bez dodatków), o podwyższonej odporności na wpływy chemiczne.

Do betonu klasy B30 do B40 należy stosować cement marki 45. Wymaga się, aby cement ten charakteryzował się następującym składem:

- ◆ zawartość krzemianu trójwapniowego (alitu)  $C_3S$  50-60 % ,
- ◆ zawartość glinianu trójwapniowego  $C_3A$ , możliwie niska do 7 % ,
- ◆ zawartość alkaliów do 0,6 % ,
- ◆ przy stosowaniu kruszywa niereaktywnego do 0,9 % .

Cement pochodzący z każdej dostawy musi spełniać wymagania zawarte w PN-88/B-3000. Nie dopuszcza się występowania w cemencie grudek nie dających się rozgnieść w palcach.

Wykonawca powinien dokonywać kontroli cementu przed użyciem go do wykonania mieszanki betonowej, nawet bez oczekiwania na zlecenie Inżyniera w urzędowym laboratorium do badań materiałowych i przekazywać Inżynierowi kopie wszystkich świadectw tych prób, dokonując jednocześnie odpowiednich zapisów w Dzienniku Budowy.

Obowiązkiem Inżyniera jest żądanie powtórzenia badań tej samej partii cementu, jeśli istnieje podejrzenie obniżenia jakości cementu spowodowane jakąkolwiek przyczyną.

Kontrola cementu winna obejmować:

- ◆ oznaczenie czasu wiązania wg. PN-88/B-04300
- ◆ oznaczenie zmiany objętości wg. PN-88/B-04300
- ◆ sprawdzenie zawartości grudek (zbryleń) cementu nie dających się rozgnieść w palcach i nie rozpadających się w wodzie.

Cement należy przechowywać w sposób zgodny z postanowieniami normy BN-88/6731-08.

## 2.2. Kruszywo

Kruszywo powinno spełniać wszystkie wymagania normy PN-86/B-06712 (wymagania dla kruszyw do betonów klasy powyżej B25). Powinno składać się z elementów niewrażliwych na przemarzanie, nie zawierać składników łamliwych, pyłących czy o budowie warstwowej, gipsu ani rozpuszczalnych siarczanów, piryków, piryków gliniastych i składników organicznych. Wykonawca powinien dostarczyć pisemne stwierdzenie, w oparciu o wykonane badania mineralogiczne, o braku obecności form krzemionki (opal, chalcedon, trydymit) i wapieni dolomitycznych reaktywnych w stosunku do alkaloidów zawartych w cemencie, wykonując niezbędne badania laboratoryjne.

## 2.3. Kruszywo grube

Do betonów klas B30 i wyższych należy stosować wyłącznie grysy granitowe lub bazaltowe o maksymalnym wymiarze ziarna do 16 mm. Stosowanie grysów z innych skał dopuścić można pod warunkiem zbadania ich w placówce badawczej wskazanej przez Inwestora, i uzyskania wyników spełniających podane niżej wymagania.

Grysy powinny odpowiadać następującym wymaganiom:

- ◆ zawartość pyłów mineralnych 1 %
- ◆ zawartość ziaren nieforemnych (wydłużonych i płaskich) do 20 %
- ◆ wskaźnik rozkruszenia:
  - dla grysów granitowych do 16 %
  - dla grysów bazaltowych i innych do 8 %
- ◆ nasiąkliwość do 1,2 %
- ◆ mrozoodporność wg. metody bezpośredniej do 2 %
- ◆ mrozoodporność wg. zmodyfikowanej metody bezpośredniej (wg. BN-84/6774-02) do 10 %
- ◆ reaktywność alkaliczna z cementem określona wg. PN-78/B-06714/34 nie wywołująca zwiększenia wymiarów liniowych ponad 0,1 %
- ◆ zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- ◆ zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

Żwir powinien spełniać wymagania PN-86/B-06712 „Kruszywa mineralne do betonu” dla marki 30 w zakresie cech fizycznych i chemicznych. Ponadto ogranicza się do 10 % mrozoodporność żwiru badaną zmodyfikowaną metodą bezpośrednią. W kruszywie grubym, tj. w grysach i żwirach nie dopuszcza się grudek gliny. Zaleca się, aby zawartość podziarna nie przekraczała 5 %, a nadziarna 10 %.

Kruszywo pochodzące z każdej dostawy musi być poddane badaniom niepełnym obejmującym:

- ◆ oznaczenie składu ziarnowego wg. PN-78/B-06714/15
- ◆ oznaczenie zawartości ziaren nieforemnych wg. PN-78/B-06714/16
- ◆ oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-78/B-06714/13
- ◆ oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-78/B-06714/12
- ◆ oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej partii kruszywa wyników badań pełnych oraz okresowo badania specjalne dotyczące reaktywności alkalicznej.

## 2.4. Kruszywo drobne

Kruszywem drobnym powinny być piaski o uziarnieniu do 2 mm pochodzenia rzeczno- lub kopalnianego i uszlachetnionego.

Zawartość poszczególnych frakcji w stosie okrucowym piasku powinna wynosić:

- ◆ do 0,25 mm ⇒ 14÷19 %, do 0,5 mm 33 do 48 %
- ◆ do 1,00 mm ⇒ 57÷76 % z jednoczesnym spełnieniem wymagań zawartych w PN-78/B-06714/15 pkt. c

Piasek powinien spełniać następujące wymagania:

- ◆ zawartość pyłów mineralnych do 1,5 %
- ◆ reaktywność alkaliczna z cementem wg PN-78/B-06714/34 nie wywołuje zwiększenia wymiarów ponad 0,1 % ,
- ◆ zawartość związków siarki do 0,2 %
- ◆ zawartość zanieczyszczeń obcych do 0,25 %
- ◆ zawartość zanieczyszczeń organicznych nie dająca barwy ciemniejszej od wzorcowej.

W kruszywie drobnym nie dopuszcza się grudek gliny. Piasek pochodzący z każdej dostawy musi być poddany badaniom niepełnym obejmującym:

- ◆ oznaczenie składu ziarnowego wg. PN-78/B-06714/15

- ◆ oznaczenie zawartości pyłów mineralnych wg. PN-78/B-06714/13
- ◆ oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych wg. PN-78/B-06714/12
- ◆ oznaczenie zawartości grudek gliny (oznaczać jak zawartość zanieczyszczeń obcych).

Należy zobowiązać dostawcę do przekazywania dla każdej dostawy piasku wyników badań pełnych oraz okresowo wynik badania specjalnego dotyczącego reaktywności alkalicznej.

## 2.5. Uziarnienie kruszywa

Mieszanki kruszywa drobnego i grubego wymieszane w odpowiednich proporcjach powinny utworzyć stałą kompozycję granulometryczną, która pozwoli na uzyskanie wymaganych właściwości zarówno świeżego betonu (konsystencja, jednorodność, urabialność, zawartość powietrza) jak i stwardniałego (wytrzymałość, przepuszczalność, moduł sprężystości, skurcz).

Kruszywa granulometryczna powinna zapewnić uzyskanie maksymalnej szczelności betonu przy minimalnym zużyciu cementu i wody. Szczególną uwagę należy zwrócić na uziarnienie piasku w celu zredukowania do minimum wydzielania mleczka cementowego. Kruszywo powinno składać się z co najmniej 3 frakcji; dla frakcji najdrobniejszej pozostałość na sicie o boku oczka 5 mm nie może być większa niż 5 %. Poszczególne frakcje nie mogą zawierać uziarnienia przynależnego do frakcji niższej w ilości przewyższającej 15 % i uziarnienia przynależnego do frakcji wyższej w ilości przekraczającej 10 % całego składu frakcji.

Zaleca się betony klasy B35 i wyżej wykonywać z kruszywem o uziarnieniu ustalonym doświadczalnie, podczas projektowania składu mieszanki betonowej. Do betonu klasy B25 i B30 należy stosować kruszywo o łącznym uziarnieniu mieszczącym się w granicach podanych na wykresach i według tabeli podanych poniżej.

Zalecane graniczne uziarnienie kruszywa

Bok oczka sita mm	Przechodzi przez sito w %	
	Kruszywo do 16 mm	Kruszywo do 31,5 mm
0,25	3 ÷ 8	2 ÷ 8
0,50	7 ÷ 20	5 ÷ 18
1,00	12 ÷ 32	8 ÷ 28
2,00	21 ÷ 42	14 ÷ 37
4,00	36 ÷ 56	23 ÷ 47
8,00	60 ÷ 76	38 ÷ 62
16,00	100	62 ÷ 80
31,50		100

Maksymalny wymiar ziaren kruszywa powinien pozwalać na wypełnienie mieszanką każdej części konstrukcji przy uwzględnieniu urabialności mieszanki, ilości zbrojenia i grubości otuliny.

## 2.6. Woda

Woda zarobowa do betonu powinna spełniać wszystkie wymagania PN-88/B-32250 „Materiały budowlane. Woda do betonów i zapraw”. Powinna pochodzić ze źródeł nie budzących żadnych wątpliwości, lub dobrze zbadanych. Stosowanie wody z wodociągu nie wymaga badań.

Część wody zarobowej jest potrzebna do wiązania betonu, jest to woda aktywna, chemicznie związana w betonie.

Ilość wody niezbędna do wiązania daje stosunek cementowo-wodny  $w/c = 0,2 \div 0,25$ .

Reszta wody służy do zwilżenia kruszywa i nadania mieszance betonowej odpowiedniej konsystencji jest to woda bierna, która z biegiem czasu wyparuje z betonu pozostawiając mikro i makropory obniżające wytrzymałość betonu.

Woda powinna być dodawana w możliwie najmniejszych ilościach w stosunku do założonej wytrzymałości i stopnia urabialności mieszanki betonowej, biorąc pod uwagę również ilości wody zawarte w kruszywie, w sposób pozwalający na zachowanie możliwie małego stosunku  $w/c = 0,4$ .

## 2.7. Dodatki i domieszki do betonu

Zaleca się stosowanie do mieszanek betonowych domieszek chemicznych o działaniu uplastyczniającym (superplastyfikatorów), które pozwalają na zmniejszenie ilości wody zarobowej przy lepszym zagęszczeniu i szczelności betonu. Zaleca się również doświadczalne sprawdzenie skuteczności domieszek przy ustalaniu receptury mieszanki betonowej.

Do mieszanki betonowej należy obowiązkowo stosować domieszki napowietrzające, które powodują lepsze zagęszczenie betonu i zwiększają jego wodoszczelność. Optymalna ilość powietrza w mieszance powinna wynosić 3-5 %. Dodatki napowietrzające zwiększają także urabialność, plastyczność i jednorodność oraz zmniejszają wytrzymałość betonu na ściskanie. Ilość dodatków napowietrzających należy określić doświadczalnie tak, aby objętość powietrza w zagęszczonej mieszance betonowej wynosiła:

- 5-6 % przy ziarnach kruszywa do 16 mm,
- 4-5 % przy ziarnach kruszywa do 31,5 mm .

Zastosowanie dodatków napowietrzających nie może zmniejszyć wytrzymałości na ściskanie betonu o więcej niż 10 %.

## 3. SPRZĘT

Instalacje do wytwarzania betonu przed rozpoczęciem produkcji powinny być poddane oględzinom Inżyniera. Instalacje te powinny być typu automatycznego przy wagowym dozowaniu kruszywa, cementu, wody i dodatków. Silosy na cement muszą mieć zapewnioną doskonałą szczelność z uwagi na wilgoć atmosferyczną. Wagi do dozowania cementu powinny być kontrolowane co najmniej raz na dwa miesiące i rektyfikowane na rozpoczęcie produkcji, a następnie przynajmniej raz na rok. Urządzenia dozujące wodę powinny być sprawdzane co najmniej raz na miesiąc. Mieszanie składników powinno odbywać się wyłącznie w betoniarkach o wymuszonym działaniu (zabrania się stosowania mieszarek wolnospadowych). Objętość mieszalników betoniarek musi zabezpieczać pomieszczenie w nim, wszystkich składników ważonych bez wyrzucania na zewnątrz.

#### 4. TRANSPORT

Transport betonu z wytwórni do miejsca wbudowania, powinien być wykonywany przy użyciu odpowiednich środków w celu uniknięcia segregacji pojedynczych składników i zniszczenia betonu.

Mieszanka betonowa powinna być transportowana w mieszalnikach samochodowych (tzw. gruszkach), a czas transportu nie powinien być dłuższy niż:

- ◆ 90 min przy temperaturze otoczenia + 15° C
- ◆ 70 min przy temperaturze otoczenia + 20° C
- ◆ 30 min przy temperaturze otoczenia + 30° C

Nie są dozwolone samochody skrzyniowe ani wywrotki. Zaleca się podawanie betonu do miejsca wbudowania za pomocą specjalnych pojemników o konstrukcji umożliwiającej łatwe ich opróżnianie lub pompy przystosowanej do podawania mieszanek plastycznych.

Użycie pomp jest dozwolone pod warunkiem, że przedsiębiorstwo zastosuje odpowiednie środki celem utrzymania ustalonego stosunku W/C w betonie przy wylocie.

Jeśli transport mieszanki do pojemnika będzie wykonywany przy użyciu betoniarki samochodowej, jej jednorodność powinna być kontrolowana w czasie rozładunku.

Obowiązkiem Inżyniera jest odrzucenie transportu betonu nie odpowiadającego opisanym wyżej wymaganiom.

#### 5. WYKONANIE ROBÓT

##### Recepta laboratoryjna i badania wstępne

Przed przystąpieniem do wytwarzania betonu Wykonawca dostarczy Inspektorowi do akceptacji receptę laboratoryjną mieszanki betonowej oraz wyniki badań wstępnych (próbnych zarobów) m.in. wytrzymałości na ściskanie, nasiąkliwości, mrozoodporności.

##### 5.1. Wytwarzanie betonu

Wytwarzanie betonu powinno odbywać się w wytwórni w której :

- ◆ Dozowanie kruszywa powinno być wykonywane z dokładnością 2%.
- ◆ Dozowanie cementu powinno odbywać się na niezależnej wadze, o większej dokładności.
- ◆ Do wody i dodatków dozwolone jest również dozowanie objętościowe.
- ◆ Dozowanie wody winno być dokonywane z dokładnością 2%.

Czas i prędkość mieszania powinny być tak dobrane, by produkować mieszanekę odpowiadającą warunkom jednorodności, o których była mowa powyżej. Zarób powinien być jednorodny, posiadać jednolitą spójność, by w czasie transportu i innych operacji nie wystąpiło oddzielanie poszczególnych składników.

Urabialność mieszanki powinna pozwolić na uzyskanie maksymalnej szczelności po zawibrowaniu bez wystąpienia pustek w masie betonowej lub na jej powierzchni. Urabialność nie może być osiągana przy większym zużyciu wody niż przewidziano w recepturze mieszanki. Inżynier może zezwolić na stosowanie plastyfikatorów, upłyniaczy i innych dodatków, nawet jeśli ich zastosowanie nie było przewidziane w PW.

Produkcja betonu i betonowanie powinny zostać przerwane, gdy temperatura spadnie poniżej 0° C, za wyjątkiem sytuacji szczególnych, lecz wtedy Inżynier wyda każdorazowo dyspozycję na piśmie z podaniem warunków betonowania.

Skład mieszanki betonowej powinien przy najmniejszej ilości wody zapewnić szczelność ułożenia mieszanki w wyniku zagęszczania przez wibrowanie. Przy projektowaniu składu mieszanki betonowej zagęszczanej przez wibrowanie i dojrzewającej w warunkach naturalnych ( przy średniej temperaturze dobowej  $>10^{\circ}\text{C}$  ), średnie wymagane wytrzymałości na ściskanie betonu poszczególnych klas przyjmuje się równe wartościom  $1,3 R_{bG}$ .

W przypadku odmiennych warunków wykonania i dojrzewania betonu (np. prasowanie, odpowietrzanie, dojrzewanie w warunkach podwyższonej temperatury), należy uwzględnić wpływ tych czynników na wytrzymałość i inne parametry betonu. Wartość stosunku C/W nie może być mniejsza niż 2 (stosunek W/C nie większy niż 0,5).

Konsystencja mieszanek nie rzadsza od plastycznej, sprawdzana aparatem Ve-Be. Dopuszcza się badanie konsystencji plastycznej stożkiem opadowym wyłącznie w warunkach budowy. Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego ustalony doświadczalnie, powinien odpowiadać najmniejszej jamistości.

Przy doświadczalnym ustalaniu uziarnienia kruszywa należy przestrzegać następujących zasad:

- ◆ Stosunek poszczególnych frakcji kruszywa grubego, osobno dozowanych, powinien być taki jak w mieszance kruszywa o najmniejszej jamistości.

- ◆ Zawartość piasku w stosie okrucowym powinna być jak najmniejsza i jednocześnie zapewniać niezbędną urabialność przy zagęszczeniu przez wibrowanie oraz nie powinna przekraczać:
  - 42% przy kruszywie grubym do 16,0 mm
  - 37% przy kruszywie grubym do 31,5 mm .

Wartość współczynnika A, stosowanego do wyznaczania wskaźnika C/W, charakteryzującego mieszankę betonową należy wyznaczać doświadczalnie. Współczynnik ten wyznacza się na podstawie uzyskanych wytrzymałości betonów z mieszanek o różnych wartościach wskaźnika C/W - mniejszym i większym od wartości przewidywanej teoretycznie - wykonanych z materiałów dostarczonych na budowie do stosowania.

Dla zmniejszenia skurczu betonu należy dążyć do jak najmniejszej ilości cementu.

Dopuszcza się maksymalne ilości cementu, zależnie od klasy betonu:

- ◆ 400 kg/m<sup>3</sup> dla B 25 i B 30
- ◆ 450 kg/m<sup>3</sup> dla B 35 i wyżej .

Dopuszcza się przekroczenie tych ilości o 10% w uzasadnionych przypadkach za zgodą Inżyniera .

## 5.2. Układanie mieszanki betonowej

### 5.2.1. Zalecenia ogólne

Betonowanie powinno być wykonywane ze szczególną starannością i zgodnie z zasadami sztuki budowlanej.

Rozpoczęcie robót betoniarskich może nastąpić po opracowaniu przez wykonawcę i akceptacji przez Inżyniera dokumentacji technologicznej, obejmującej także betonowanie. Betonowanie może zostać rozpoczęte po sprawdzeniu deskowań i zbrojenia przez Inżyniera i po dokonaniu na ten temat wpisu do Dziennika Budowy.

### 5.2.2. Zalecenia dotyczące betonowania elementów

Przy wykonywaniu elementów konstrukcji monolitycznych należy przestrzegać dokumentacji technologicznej, która powinna uwzględniać następujące zalecenia:

- ◆ W fundamentach i korpusach podpór mieszankę betonową należy układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy, bądź za pomocą rynny, warstwami o grubości do 40 cm, zagęszczając wibratorami wglębnymi.
- ◆ W słupach, w których strzemiona nie przecinają płaszczyzny poziomej, układać mieszankę betonową w sposób ciągły segmentami o wysokości do 5,0 m, podając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczając warstwami o grubości do 40 cm, stosując wibratory przyczepne lub wglębne.
- ◆ W słupach z gęstym zbrojeniem i strzemionami przecinającymi ich przekrój poprzeczny, o najmniejszym wymiarze przekroju 40 cm, mieszankę betonową układać bez przerwy segmentami o wysokości do 2,0 m, wprowadzając ją od góry do rdzenia słupa za pośrednictwem leja lub pompy i zagęszczając warstwami o grubości do 40 cm, przy użyciu wibratorów wglębnych wprowadzonych od góry w osi słupa.
- ◆ Gdy wysokość słupa jest większa od jednego segmentu ( $h > 5,0$  m lub  $h > 2,0$  m), wówczas betonowanie kolejnego segmentu można rozpocząć po upływie  $1+ 2$  godz.
- ◆ Przy wykonywaniu belek, mieszankę betonową układać warstwami o grubości do 40 cm, bezpośrednio z pojemnika lub pompy, lub za pośrednictwem rynny i zagęszczając wibratorami wglębnymi.
- ◆ W płytach, mieszankę betonową układać bezpośrednio z pojemnika lub pompy. W płytach o gr.  $> 12$  cm zbrojonych górą i dołem należy stosować wibratory wglębne.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Wymagane właściwości betonu

#### 6.1.1. Zalecenia do projektowania betonów wysokiej wytrzymałości

Zgodnie z postanowieniami zawartymi w normie PN-91/S-10042 pkt. 3.2. wymaga się stosowania dla konstrukcji mostowych betonu co najmniej klasy:

- ◆ B 30 - w odniesieniu do elementów podpór i ścian oporowych o grubości poniżej 60 cm, do przęsł żelbetowych, do płytkich tuneli i do prefabrykowanych elementów żelbetowych.
- ◆ B 35 - w odniesieniu do torkretu i konstrukcji z betonu sprężonego.

Klasę betonu należy rozumieć jako wytrzymałość gwarantowaną wg. PN-88/B-06250.

Przy projektowaniu betonu należy opierać się na podstawowych wzorach wytrzymałości, (wzór Bolomey'a), szczelności i wodożądności cementu i kruszywa.

Składniki do betonów wysokiej wytrzymałości muszą być specjalnej jakości. Wytrzymałość skały, z której pochodzi kruszywo powinno być co najmniej dwukrotnie wyższa od wytrzymałości betonu.

Marka cementu powinna być przyjęta wg. pkt. 2.1. Do betonu stosować płukane kruszywo łamane marki 30 i piasek drobnoziarnisty możliwie bez frakcji 0+0,125 mm. Szczególnie korzystne są kruszywa o uziarnieniu nieciągłym.

Nasiąkliwość betonu związanego - max 4% .

Zawartość porów w świeżej mieszance wg. pkt. 6.2.3.

#### 6.1.2. Jakość betonu

Przed rozpoczęciem betonowania Wykonawca jest zobowiązany określić jakość materiałów i mieszanek betonowych przedkładając do oceny Inżynierowi :

- ◆ Próbkki materiałów, które ma zamiar stosować wskazując ich pochodzenie, typ i jakość.
- ◆ Propozycje odnośnie uziarnienia kruszywa.
- ◆ Rodzaj i dozowanie cementu, stosunek wodno-cementowy.
- ◆ Rodzaj i dozowanie dodatków i domieszek, które zamierza stosować.
- ◆ Proponowany rodzaj konsystencji i przewidywany wskaźnik konsystencji wg. metody stożka opadowego w [cm], lub metody Ve-Be w [s].
- ◆ Sposób wytwarzania betonu, transportu, betonowania i pielęgnacji betonu.
- ◆ Wyniki próbnych badań wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach wykonanych na próbkach w kształcie sześcianu o bokach 15,0 cm, zgodnie z pkt. 6.3. PN-88/B-06250
- ◆ Określenie trwałości betonu na podstawie prób opisanych w dalszej części niniejszej specyfikacji.

Nadzór Inwestorski wyda pozwolenie na rozpoczęcie betonowania po sprawdzeniu i zatwierdzeniu dokumentów stwierdzających jakość materiałów, wykonaniu próbnych mieszanek betonowych, przeprowadzeniu badań na próbkach przygotowanych zgodnie z propozycjami wykonawcy.

Laboratorium badawcze wykona próbki, których ilość i sposób wykonania badań zostaną podane przez Inżyniera, który wykonywać będzie okresowe badania w czasie realizacji budowy, celem sprawdzenia zgodności właściwości użytych materiałów do produkcji betonu.

### 6.1.3. Wytrzymałość i trwałość betonu

Celem określenia w trakcie wykonywania betonów ich wytrzymałości na ściskanie, powinny być pobrane 2 serie próbek w ilościach zgodnych z pkt. 5.1. PN-88/B-06250. Próbkki powinny być pobrane oddzielnie dla każdego elementu obiektu, dla każdej klasy betonu zaznaczonej na rysunkach PW i dla każdego wykonywanego odrębnie segmentu płyty pomostu.

Próbki oznakowane kolejnymi numerami zgodnie z protokołem pobrania winny być wyposażone w tabliczki z podpisami Inżyniera nadzoru i kierownika robót, gwarantującymi ich autentyczność.

Próbki powinny być przechowywane w pomieszczeniach wskazanych przez Inżyniera, przez jedną dobę w formach. Pierwsza seria próbek zostanie zbadana w laboratorium wskazanym przez Inżyniera w obecności przedstawiciela Wykonawcy, celem stwierdzenia wytrzymałości odpowiadającej różnym okresom twardnienia, według dyspozycji podanych przez Inżyniera. Wyniki prób zgniatania pierwszej serii próbek mogą być przyjęte za podstawę rozliczania robót pod warunkiem, że wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu wyliczona w pkt. 6.2.4. będzie odpowiadała klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rys. PW.

Jednakże celem potwierdzenia otrzymanych wyników powinny być poddane badaniom w Laboratorium Urzędowym, próbki drugiej serii w ilości  $\approx 20\%$  próbek. W przypadku gdy wytrzymałość na ściskanie otrzymana dla każdego elementu obiektu i rodzaju betonu pierwszej serii próbek była niższa od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu przyjętej w obliczeniach statycznych i podanej na rysunkach PW, należy wszystkie próbki drugiej serii poddać badaniom w Laboratorium Urzędowym, niezależnie od tego do jakiej klasy zaliczony jest beton.

W oczekiwaniu na oficjalne wyniki badań Inżynier może zgodnie ze swoimi uprawnieniami wstrzymać betonowanie, a Wykonawca nie może z tego tytułu rościć pretensji do jakichkolwiek odszkodowań.

Jeżeli z badań drugiej serii wykonanych w Laboratorium urzędowym otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach dojrzewania, odpowiadającą klasie betonu nie niższej niż wskazana w obliczeniach statycznych i na rysunkach PW, a wynik taki zostanie przyjęty do rozliczenia robót. Jeśli jednak z tych badań otrzyma się wartość wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach niższą od wytrzymałości odpowiadającej klasie betonu wskazanej w oblicz. statycznych i na rysunkach PW, Wykonawca będzie zobowiązany na swój koszt do wyburzenia i ponownego wykonania konstrukcji lub do wykonania innych zabiegów, które zaproponowane przez Wykonawcę muszą być formalnie zatwierdzone przez Inżyniera (w uzgodnieniu z nadzorem autorskim). Wszystkie koszty badań laboratoryjnych obciążają Wykonawcę.

Próba trwałości jest wykonywana przez podanie próbek 100 cykli zamrażania i rozmrażania. Zmiany właściwości w wyniku tej próby powinny znaleźć się w podanych niżej granicach:

- ◆ Zmniejszenie modułu sprężystości 20%
- ◆ Utrata masy 2%
- ◆ Rozszerzalność liniowa 2%

## 6.2. Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu

### 6.2.1. Zakres kontroli

Zachowując w mocy przepisy pkt. 5.1. PN-88/B-06250, dotyczące wytrzymałości betonu, Inżynier ma prawo pobrania w każdym momencie, kiedy uzna za stosowne, dalszych próbek materiałów lub betonu celem poddania badaniom, bądź próbom laboratoryjnym.

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej i betonu wg. PN-88/B-06250:

- ◆ Konsystencja mieszanki betonowej.
- ◆ Zawartość powietrza w mieszance betonowej.
- ◆ Wytrzymałość betonu na ściskanie.
- ◆ Nasiąkliwość betonu.
- ◆ Odporność na działanie mrozu.
- ◆ Przepuszczalność wody przez beton

Zwraca się uwagę na konieczność wykonania planu kontroli jakości betonu, zawierającego m. in. podział obiektu (konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie oraz szczegółowe określenie liczebności i terminów pobierania próbek do kontroli mieszanki i betonu. Inżynier może zażądać wykonania badań i kontroli na betonie dojrzałym, za pomocą metod nieniszczącym (badania sklerometryczne, za pomocą ultradźwięków lub pomiaru oporności).

#### 6.2.2. Sprawdzenia konsystencji mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się podczas projektowania składu mieszanki betonowej i następnie przy stanowisku betonowania, co najmniej 2 razy w czasie jednej zmiany roboczej.

Różnice pomiędzy przyjętą, a kontrolowaną konsystencją mieszanki nie powinny przekroczyć:

- ◆ 20% ustalonej wartości wskaźnika Ve-Be.
- ◆ 1 cm - wg. metody stożka opadowego przy konsystencji plastycznej.

Dopuszcza się korygowanie konsystencji mieszanki betonowej wyłącznie przez zmianę zawartości zaczynu w mieszance, przy zachowaniu stałego stosunku C/W, ewentualnie przez zastosowanie domieszek chemicznych.

#### 6.2.3. Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej

Sprawdzenie zawartości powietrza w mieszance betonowej przeprowadza się metodą ciśnieniową podczas projektowania jej składu, a przy stosowaniu domieszek napowietrzających co najmniej raz w czasie zmiany roboczej podczas betonowania.

Zawartość powietrza w mieszance betonowej badana metodą ciśnieniową wg. PN-88/B-06250 nie powinna przekraczać:

- ◆ 2% w przypadku nie stosowania domieszek napowietrzających.
- ◆ przedziałów wartości podanych w tabeli niżej w przypadku stosowania domieszek napowietrzających :

Zawartość powietrza w mieszance betonowej

Uziarnienie kruszywa [ mm ]		0 ÷ 16	0 ÷ 31,5
Zawartość powietrza [ % ]	Beton narażony na czynniki atmosferyczne	3,5 ÷ 5,5	3 ÷ 5
	Beton narażony na stały dostęp wody przed zamarzaniem	3,5 ÷ 6,5	4 ÷ 6

#### 6.2.4. Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu na ściskanie (klasy betonu), należy pobrać próbki o liczbie określonej w planie kontroli jakości, lecz nie mniej niż :

- ◆ 1 próbkę na 100 zarobów
- ◆ 1 próbkę na 50 m<sup>3</sup>
- ◆ 1 próbkę na zmianę roboczą
- ◆ 3 próbki na partię betonu

Próbki pobiera się przy stanowisku betonowania, równomiernie losowo po jednej w okresie betonowania, a następnie przechowuje i bada zgodnie z PN-88/B-06250.

Ocenie podlegają wszystkie wyniki badania próbek pobranych z partii. Partia betonu może być zakwalifikowana do danej klasy, jeśli wytrzymałość określona na próbkach kontrolnych 15 x 15 x 15 cm spełnia następujące warunki:

##### 1. Przy liczbie kontrolowanych próbek $n < 15$

$$R_{i_{\min}} \geq aR_{b_G} \quad (1)$$

gdzie:  $R_{i_{\min}}$  - najmniejsza wartość wytrzymałości w badanej serii złożonej z „n” próbek,

$R_{b_G}$  - wytrzymałość gwarantowana,

$a$  - współczynnik zależny od liczby próbek wg. tabeli:

Liczba próbek „n”	a
od 3 do 4	1,15
od 5 do 8	1,10
od 9 do 14	1,05

W przypadku, gdy warunek (1) nie jest spełniony, beton może być uznany za odpowiadający danej klasie, jeśli spełnione są następujące warunki:

$$R_{i_{\min}} > R_{bG} \quad (2)$$

oraz:

$$\bar{R} > 1,2R_{bG} \quad (3)$$

gdzie:  $\bar{R}$  - średnia wartość wytrzymałości badanej serii próbek, obliczona wg. wzoru (4)

$$\bar{R}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (4)$$

w którym:  $R_i$  - wytrzymałość poszczególnych próbek .

2. Przy liczbie kontrolowanych próbek  $n > 15$  zamiast warunku (1) lub połączonych warunków (2) i (3) obowiązuje warunek(5)

$$\bar{R}_i - 1,64 \times s > R_{bG} \quad (5)$$

w którym:

$\bar{R}_i$  - średnia wartość wg. wzoru (4)

$s$  - odchylenie standardowe wytrzymałości dla serii „n” próbek obliczone wg. wzoru:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (R_i - \bar{R})^2} \quad (6)$$

W przypadku, gdy odchylenie standardowe wytrzymałości  $s$  według wzoru (6) jest większe od  $0,2R$  wg wzoru (4), zaleca się ustalenie i usunięcie przyczyn powodujących zbyt duży rozrzut wytrzymałości.

W przypadku gdy warunki (1) lub (2) nie są spełnione, kontrolowaną partię betonu należy zakwalifikować do odpowiednio niższej klasy.

W uzasadnionych przypadkach, za zgodą Inżyniera, można przeprowadzić dodatkowe badania wytrzymałości betonu na próbkach wyciętych z konstrukcji lub elementu, albo badania nieniszczące wytrzymałości betonu wg PN-74/B-06261 lub PN-74/B-06262.

Jeżeli wyniki tych badań dodatkowych będą pozytywne, to nadzór może uznać beton za odpowiadający wymaganej klasie.

#### 6.2.5. Sprawdzenie nasiąkliwości betonu

Sprawdzenie nasiąkliwości betonu przeprowadza się przy ustalaniu składu mieszanki betonowej, oraz na próbkach pobranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej 3 razy w okresie wykonywania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu. Zaleca się badanie nasiąkliwości na próbkach wyciętych z konstrukcji. Oznaczenie to przeprowadza się co najmniej na 5 próbkach pobranych z wybranych losowo różnych miejsc.

#### 6.2.6. Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu

Sprawdzenie odporności betonu na działanie mrozu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas ustalania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, lecz co najmniej jeden raz w okresie betonowania obiektu i nie rzadziej niż 1 raz na 5000 m<sup>3</sup> betonu. Zaleca się badanie na próbkach wyciętych z konstrukcji.

Do sprawdzenia stopnia mrozoodporności betonu w elementach jezdni i innych konstrukcjach, szczególnie narażonych na styczność ze środkami odmrażającymi, zaleca się stosowanie metody przyspieszonej wg PN-88/B-06250. Wymagany stopień mrozoodporności betonu F 150 jest osiągnięty jeśli po wymaganej (150) liczbie cykli zamrażania-odmrażania próbek spełnione są poniższe warunki :

##### 1. Po badaniu metodą zwykłą wg. PN-88/B-06250

- ◆ Próbka nie wykazuje pęknięć.
- ◆ Łączna masa ubytków betonu w postaci zniszczonych narożników i krawędzi, odprysków kruszywa itp. nie przekracza 5% masy próbek nie zamrożonych.
- ◆ Obniżenie wytrzymałości na ściskanie w stosunku do próbek nie zamrażanych, nie jest większe niż 20%.



## 2. Po badaniu metodą przyspieszoną wg. PN-88/B-06250

- ◆ Próbka nie wykazuje pęknięć
- ◆ Ubytek objętości betonu w postaci złuszczeń, odłamków i odprysków, nie przekracza w żadnej próbce wartości  $0,05 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$  powierzchni zanurzonej w wodzie.

## 6.2.7. Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton

Sprawdzenie stopnia wodoszczelności betonu przeprowadza się na próbkach wykonanych w warunkach laboratoryjnych podczas projektowania składu mieszanki betonowej oraz na próbkach pobieranych przy stanowisku betonowania zgodnie z planem kontroli, nie rzadziej jednak niż 1 raz na  $5000 \text{ m}^3$  betonu.

Wymagany stopień wodoszczelności betonu W 8 jest osiągnięty, jeśli pod ciśnieniem wody  $0,8 \text{ MPa}$  w czterech na sześć badanych próbek nie stwierdza się oznak przesiąkania wody.

## 6.2.8. Dokumentacja badań

Na Wykonawcy robót spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratorium lub na zlecenie), przewidzianych niniejszą ST oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

## Zestawienie wymaganych badań betonu w czasie budowy wg. PN-88/B-06250

Lp.	Rodzaj badania	Metoda badania według normy	Termin lub częstota badania
1	<b>BADANIA SKŁADNIKÓW BETONU</b>		
	1.1. Badanie cementu: - czasu wiązania - zmiany objętości - obecności grudek	PN-88/B-04300	Bezpośrednio przed użyciem każdej dostarczonej partii
	1.2. Badanie kruszywa: - składu ziarnowego - kształtu ziaren - zawartości pyłów mineralnych - zawartości zanieczyszczeń obcych - wilgotności	PN-91/B-06714/15 PN-78/B-06714/16 PN-78/B-06714/13 PN-76/B-06714/12 PN-77/B-06714/18	Każdej dostarczonej partii
			Bezpośrednio przed użyciem
	1.3. Badanie wody:	PN-88/B-32250	Przy rozpoczęciu robót lub w przypadku stwierdzenia w czasie wykonywania robót zanieczyszczeń
1.4. Badanie dodatków i domieszek	Instrukcja ITB 206/77 i Świadectwa dopuszczenia do stosowania	Badania wykonuje IBDIM	
2	<b>BADANIA MIESZANKI BETONOWEJ</b>		
	- urabialności	PN-88/B-06250	Przy rozpoczęciu robót
	- konsystencji		Przy projektowaniu receptury i 2 razy na zmianę roboczą
- zawartość powietrza w mieszance betonowej	Przy ustalaniu receptury i 2 razy na zmianę roboczą		
3	<b>BADANIA BETONU</b>		
	3.1. Badania wytrzymałości na ściskanie na próbkach $15 \times 15 \times 15 \text{ cm}$	PN-88/B-06250	Przy ustalaniu receptury oraz wykonaniu każdej partii betonu
	3.2. Badania nieniszczące betonu w konstrukcji	PN-74/B-06261 PN-74/B-06262	W przypadkach technicznie uzasadnionych
	3.3. Badanie nasiąkliwości	PN-88/B-06250	Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji
	3.4. Badanie odporności na działanie mrozu		Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji
3.5. Badanie przepuszczalności wody	Przy ustalaniu receptury i 3 razy w czasie wykonywania konstrukcji		

### 6.3. Badania konstrukcji betonowych

#### 6.3.1. Badania w czasie budowy

Badania konstrukcji betonowych i żelbetonowych w czasie wykonywania robót polegają na bieżącym sprawdzaniu, w miarę postępu robót, jakości używanych materiałów i zgodności wykonanych robót z PW i obowiązującymi normami.

Badania powinny objąć wszystkie etapy produkcji, a przede wszystkim takie roboty, które przy ostatecznym odbiorze nie będą widoczne, a jakość ich wykonania nie będzie mogła być sprawdzona.

Wyniki badań oraz wnioski i zalecenia powinny być wpisane do Dziennika Budowy.

Badania polegają na stwierdzeniu:

- ◆ Zgodności podstawowych wymiarów z PW.
- ◆ Zachowaniu rzędnych oraz odchylenia od położenia poziomego i pionowego.
- ◆ Zgodności przekrojów poprzecznych elementów nośnych.
- ◆ Wielkości podniesienia wykonawczego.
- ◆ Prawdźności i dokładności połączeń między elementami.

Sprawdzenie należy wykonać przez oględziny zewnętrzne połączeń i przez kontrolę dociągnięcia wszystkich śrub w konstrukcji deskowania.

#### Zakres badań:

1. Sprawdzenie materiałów polega na stwierdzeniu, czy gatunki ich odpowiadają przewidzianym w PW i czy są zgodne ze świadectwami jakości i protokółami odbiorczymi.
2. Sprawdzenie rusztowań wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, pionem, niwelatorem i porównanie z PW.
3. Sprawdzenie deskowań wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomą, łata i porównanie z PW oraz PN-63/B-06251.
4. Sprawdzenie zbrojenia wykonuje się przez bezpośredni pomiar taśmą, poziomą, łata i porównanie z PW oraz PN-63/B-06251.
5. Sprawdzenie robót betonowych wykonuje się wg. PN-88/B-06250 i PN-63/B-06251.
6. Sprawdzenie fundamentów płytowych polega na pomiarze wymiarów geometrycznych płyt, usytuowania względem osi podłużnej obiektu i osi poprzecznej podpory.
7. Sprawdzenie fundamentów palowych wykonuje się badając rozkład pali, w rzucie poziomym oraz sprawdzając dokumenty odbioru robót palowych.
8. Sprawdzenie podpór jako całości należy wykonać przez:
  - ◆ Porównanie przekrojów poprzecznych z PW.
  - ◆ Ustalenie, czy wychylenie z pionu mieści się w granicach dopuszczalnych.
  - ◆ Sprawdzenie rys, pęknięć i raków.
9. Sprawdzenie korpusów budowli oporowych należy wykonać przez:
  - ◆ Porównanie z projektem usytuowania budowli względem osi korpusu drogowego.
  - ◆ Porównanie rzędnych z PW.
  - ◆ Porównanie przekrojów poprzecznych obiektu z PW.
  - ◆ Ustalenie, czy nachylenie ścian pionowych jest w granicach dopuszczalnych.
  - ◆ Badania powierzchni betonu pod kątem rys, pęknięć i raków.

#### 6.3.2. Badania po zakończeniu budowy

Badania po zakończeniu budowy obejmują:

1. Sprawdzenie podstawowych wymiarów obiektu należy przeprowadzać przez wykonanie pomiarów na zgodność z PW w zakresie:
  - ◆ Podstawowych rzędnych nawierzchni oraz położenia osi obiektu w stosunku do dojazdów.
  - ◆ Rozpiętości poszczególnych przęseł i długości całego obiektu.
2. Sprawdzenie konstrukcji należy wykonać przez oględziny oraz kontrolę formalną dokumentów z badań prowadzonych w czasie budowy.

#### 6.3.3. Badania dodatkowe

Badania dodatkowe wykonuje się, gdy co najmniej jedno badanie wykonywane w czasie budowy lub po jej zakończeniu dało wynik niezadowolający lub wątpliwy.

## 7. OBMIAR

Ogólne wymagania dotyczące obmiaru podano w ST DM-00.00.00. Wymagania ogólne. pkt. 7.

Jednostką obmiaru jest m<sup>3</sup> wbudowanego betonu w konstrukcji.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru podano w ST DM-00.00.00. *Wymagania ogólne. pkt. 8.*

Rodzaje odbiorów robót określają ogólne i szczegółowe warunki kontraktu.

Odbiory końcowe robót muszą być dokonywane komisyjnie.

Skład komisji odbioru robót wyznacza Inwestor.

Do odbioru Wykonawca jest zobowiązany przedstawić:

- receptury mieszanki betonowej,
- wyniki badania próbek betonu,
- świadectwa jakości betonu w zakresie mrozoodporności, nasiąkliwości i wodoprzepuszczalności,

Dowodem dokonania odbioru jest odpowiedni protokół podpisany przez komisję odbioru.

## 9. PŁATNOŚĆ

Płatność - za ilość m<sup>3</sup> wbudowanego betonu, z uwzględnieniem oceny jakości robót.

Ogólne wymagania dotyczące płatności podano w ST DM-00.00.00. *Wymagania ogólne. pkt. 9.*

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### 10.1. Normy

PN-88/B-06250	Beton zwykły.
PN-EN 197-1:2002	Część 1. Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
PN-86/B-01300	Cement. Terminy i określenia.
PN-88/B-30000/Az1:1996	Cement portlandzki. Zmiana
PN-EN 196-1:1996	Metody badania cementu. Oznaczenie wytrzymałości
PN-EN 1008:2004	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.
PN-86/B-06712	Kruszywa mineralne do betonu.
PN-86/B-06712/Az1:1997	Kruszywa mineralne do betonu. Zmiana
PN-87/B-06721	Kruszywa mineralne. Pobieranie próbek.
PN-76/B-06714/12	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń obcych.
PN-78/B-06714/13	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości pyłów mineralnych.
PN-78/B-06714/15	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie składu ziarnowego.
PN-78/B-06714/16	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie kształtu ziaren.
PN-77/B-06714/17	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie wilgotności.
PN-77/B-06714/18	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie nasiąkliwości.
PN-78/B-06714/19	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie mrozoodporności metodą bezpośrednią.
PN-78/B-06714/26	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości zanieczyszczeń organicznych.
PN-78/B-06714/28	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości siarki metodą bromową.
PN-78/B-06714/34	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie reaktywności alkalicznej.
PN-87/B-06714/43	Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie zawartości ziaren słabych.