

## SZCZEGÓŁOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA

# Pianobeton PB1000

Wersja: <b>3</b>	Data wydania: <b>23 stycznia 2022</b>
Przygotował:  <b>Krzysztof Popek</b>	Zatwierdził:  <b>Łukasz Chady</b>

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot Szczegółowej Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej Szczegółowej Specyfikacji Technicznej (SST) są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem podbudowy z **Pianobetonu PB1000**.

Pianobeton PB1000 najczęściej stosowany jest jako podbudowa:

- Dróg KR1 – KR4
- Parkingów i placów manewrowych o dużym obciążeniu

### 1.2. Zakres stosowania SST

Szczegółowa specyfikacja techniczna stanowi obowiązujący dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

### 1.3. Zakres robót objętych SST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem podbudowy z Pianobetonu PB1000.

### 1.4. Określenia podstawowe

- 1.4.1. Pianobeton - to materiał cementowy z mechanicznie wprowadzoną pianą, powodującą zamknięcie pęcherzyków powietrza w powstającej masie. Materiał ten wiąże i twardnieje w obecności wody tworząc stabilne i trwałe struktury.
- 1.4.2. Zaczyn do produkcji Pianobetonu – półprodukt, zaprawa cementowo-piaskowa służąca do produkcji Pianobetonu.
- 1.4.3. Podbudowa zasadnicza z Pianobetonu – warstwa zawierająca kruszywo naturalne, spoiwo hydrauliczne i dodatki, zapewniająca przenoszenie obciążeń z warstw jezdnych na podłoże.
- 1.4.4. Kruszywo – materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.
- 1.4.5. Kruszywo naturalne – kruszywo ze złóż naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z kopalin mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie jak piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał.
- 1.4.6. Kruszywo sztuczne – kruszywo pochodzenia mineralnego, uzyskiwane w wyniku procesu przemysłowego obejmującego obróbkę termiczną lub inną modyfikację. Do kruszywa sztucznego zalicza się w szczególności kruszywo z żużli: wielkopieczowych, stalownicznych i pomiedziowych.
- 1.4.7. Kruszywo z recyklingu – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.
- 1.4.8. Kruszywo kamienne – kruszywo z mineralnych surowców jak żwir kruszony, mechanicznie rozdrobnione skały.
- 1.4.9. Środek pianotwórczy – materiał organiczny lub syntetyczny tworzący zwartą i sztywną pianę techniczną.
- 1.4.10. Pyły i popioły lotne – materiał uzupełniający, zapewniający drobne frakcje w zaprawie.
- 1.4.11. Kategoria ruchu (KR1 – KR6) – obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych” Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Materiały do wykonania robót

#### 2.1.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową

Materiały do wykonania robót powinny spełniać wymogi opisane w dokumentacji projektowej.

- 2.1.2. Zgodność materiałów z aprobatą techniczną  
W przypadku takiej konieczności, materiały zastosowane do wykonania robót powinny posiadać europejską lub krajową ocenę techniczną.
- 2.1.3. Materiały wchodzące w skład mieszanki  
Materiałami stosowanymi do wytwarzania Pianobetonu PB1000 są:
- kruszywo,
  - cement,
  - woda zarobowa,
  - pyły i popioły lotne
  - środek pianotwórczy,
  - dodatki i domieszki
- 2.2. Kruszywa
- 2.2.1. W mieszance należy stosować kruszywo naturalne, kamienne o uziarnieniu 0 – 2 mm.
- 2.2.2. Kruszywo z recyklingu jest raczej niewskazane ze względu na mogące występować zanieczyszczenia, które mogą zniszczyć strukturę piany.
- 2.2.3. Można stosować kruszywo pochodzące z przemiału materiałów ceramicznych np. cegły.
- 2.2.3. W przypadku kruszyw płukanych, wskazane jest zwiększenie zawartości popiołów w mieszance na rzecz kruszywa
- 2.3. Cement
- 2.3.1. Należy stosować cement CEM I, klasy 42,5, z parametrem R
- 2.3.2. Dopuszczone jest stosowanie cementu:
- CEM II, klasy 42,5
  - CEM III, klasy 42,5
  - CEM I, klasy 52,5
- 2.3.3. Każda zmiana typu cementu wymaga wcześniejszego zgłoszenia zmiany kierownikowi robót oraz dostosowania receptur.
- 2.3.4. Zmiana typu cementu skutkuje zmianą parametrów Pianobetonu opisanych w tabeli właściwości.
- 2.4. Woda zarobowa  
Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008.
- 2.5. Pyły i popioły lotne
- 2.5.1. Pyły i popioły lotne powinny posiadać i spełniać wymagania europejskiej lub krajowej oceny technicznej.
- 2.5.2. Pyły i popioły używane do produkcji Piano betonu nie powinny zawierać siarki.
- 2.6. Środek pianotwórczy
- 2.6.1. Wymogi techniczne dla środka pianotwórczego  
Zastosowany środek pianotwórczy musi zapewnić wytworzenie piany utrzymującej swoją strukturę przez minimum 5 godzin od wytworzenia.
- 2.6.2. Rodzaj środka pianotwórczego  
Do produkcji Pianobetonu dla podbudowy dróg zalecane jest stosowanie organicznych środków Pianotwórczych ze względu na:
- wyższą odporności na spotykane w gruncie zanieczyszczenia chemiczne,
  - ekologiczność procesu produkcji (powstają z utylizacji odpadów, a ich produkcja nie jest obciążająca dla środowiska).
- 2.7. Dodatki i domieszki
- 2.7.1. W przypadkach uzasadnionych mieszanka może zawierać dodatki, które powinny być uwzględnione w projekcie budowlanym.
- 2.7.2. Dodatki powinny być o sprawdzonym działaniu i bezpieczne dla struktury piany.

### 3. SPRZĘT

#### 3.1. Sprzęt stosowany do wykonania robót

Przy wykonywaniu robót Wykonawca w zależności od potrzeb, powinien wykazać się możliwością korzystania ze sprzętu dostosowanego do przyjętej metody robót, jak:

- Agregat do produkcji Pianobetonu,
- Specjalny
- Zestaw węży podawczych do przesyłania pianobetonu.
- Niwelator i specjalne przenośne repery do ustalania poziomu i kształtu powierzchni.
- Listwy pływające i sprzęt wykończenia nawierzchni,
- Przewoźne zbiorniki do przygotowania odpowiednich roztworów środka pianotwórczego,
- Sprzęt niezbędny do budowy szalunków.

#### 3.2. Agregat do produkcji Pianobetonu

##### 3.2.1. Typ maszyny do produkcji Pianobetonu

- Dla realizacji zadań powinien być stosowany agregat, którego wydajność, wynosi przynajmniej 20 m<sup>3</sup>/godz. Zalecane jest stosowanie agregatu o zdolności do ciągłej produkcji pianobetonu.
- Przy zadaniach o objętości zabudowy powyżej 100 m<sup>3</sup>, wymagane jest zawsze stosowanie maszyny do ciągłej produkcji pianobetonu

##### 3.2.2. Wydajność

Wydajność maszyny do produkcji Pianobetonu powinno wynosić minimum 20 m<sup>3</sup>/h.

Dla większych zadań zalecane jest używanie maszyny o wydajności 50 m<sup>3</sup>/h

##### 3.2.3. Parametry produkcji

Maszyna powinna umożliwiać ciągłą produkcję Pianobetonu, o zadanych parametrach, nieprzerwanie przez cały dzień roboczy przy zapewnieniu ciągłości dostaw zapraw cementowo - piaskowych.

#### 3.3. Niwelator i repery przenośne

##### 3.3.1. Niwelator

Dla prawidłowej zabudowy i kontroli jej wysokości, niezbędne jest naniesienie poziomów grubości zabudowywanej warstwy. Poziomy te należy wyznaczyć niwelatorem.

##### 3.3.2. Repery przenośne.

Repery powinny pozwolić wyznaczyć poziom zabudowy na dużej powierzchni zgodnie z projektem.

### 4. TRANSPORT

#### 4.1. Transport materiałów

##### 4.1.1. Zaczyn do produkcji pianobetonu

Zaczyn przygotowywany na podstawie szczegółowej receptury, w możliwie najkrótszym czasie, dostarczany jest z lokalnej betoniarni na plac budowy betonowozami. Czas transportu od betoniarni do agregatu nie powinien być dłuższy niż 1 h.

##### 4.1.2. Środek pianotwórczy

W formie skoncentrowanej dostarczany jest na plac budowy w pojemnikach 30l lub zbiornikach 1000l.

##### 4.1.3 Woda

W przypadku braku dostępu do wody bieżącej, woda dostarczana jest na plac budowy w przewoźnych zbiornikach na wodę.

#### 4.2. Transport Pianobetonu

- 4.2.1. Dla ochrony struktury piany i zapewnienia niezmiennych parametrów Pianobetonu, do przesyłu Pianobetonu wymaga się zastosowania pomp wężowych/perystaltycznych.
- 4.2.2. Pompy do przesyłu Pianobetonu powinny umożliwiać przepompowanie gotowego materiału na odległość do 300 m i wysokość 30 m.
- 4.2.3. Transport Pianobetonu do miejsca zabudowy odbywa się za pomocą specjalistycznych specjalnych wysokociśnieniowych węży gumowych.
- 4.2.4. Zabrania się transportowania Pianobetonu w betonowozach lub innych zbiornikach na zaprawę cementową.

### 5. WYKONANIE ROBÓT

#### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Wszystkie prace powinny być wykonane z najwyższą starannością i według najlepszej wiedzy, z zachowaniem przepisów BHP, z poszanowaniem obowiązujących przepisów prawa i norm społecznych.

#### 5.2. Zasady wykonywania robót

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową i niniejszą SST.

Podstawowe czynności przy wykonaniu robót obejmują:

- roboty przygotowawcze,
- projektowanie zaczynu do produkcji Pianobetonu,
- parametryzacja i zabudowa próbna,
- warunki przystąpienia do robót i przygotowanie podłoża
- wbudowanie mieszanki,
- roboty wykończeniowe,
- pielęgnacja

#### 5.3. Roboty przygotowawcze

5.3.1. Z odpowiednim wyprzedzeniem ustalić:

- lokalizację robót,
- sposób dojazdu,
- miejsce postoju zespołu produkcyjnego
- trasy dojazdu i manewrowania betonowozów

5.3.2. Przed przystąpieniem do robót należy, na podstawie dokumentacji projektowej i wskazań Kierownika budowy:

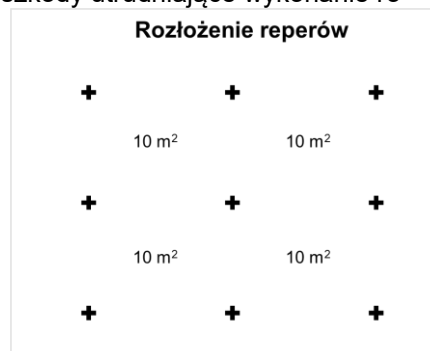
- przeprowadzić obliczenia i pomiary niezbędne do szczegółowego wytyczenia robót,
- ustalić harmonogram prac,
- ustalić godziny dostaw zaczynu,
- ustalić wysokość zabudowy (wyznaczenie punktu „zero”).

5.3.3. W uzgodnieniu z Kierownikiem Budowy usunąć przeszkody utrudniające wykonanie robót.

5.3.4. Wprowadzić oznakowanie placu działań na okres robót w zakresie odpowiedzialności Wykonawcy zabudowy Pianobetonu.

5.3.5. Szczegółowe wyznaczenie spadków i poziomów zabudowy:

- rozstawić repery i inne znaczniki poziomów zabudowy,
- rozstawienie reperów powinno być na tyle gęste, aby wyznaczane przez nie pojedyncze pole zabudowy nie przekraczało więcej niż 10 m<sup>2</sup> powierzchni.



- 5.3.6. Szalunki
- powinny być przygotowane przed rozpoczęciem prac,
  - zabudowa szalunkami powinna pozwolić na swobodną zabudowę przestrzeni ustalonej w harmonogramie.
- 5.3.7. Nieszczelności
- upewnić się, iż szalunki są szczelne i wytrzymałe,
  - sprawdzić, czy zabudowana powierzchnia nie posiada dziur, pęknięć, szczelin i innych przestrzeni, w które mógłby wylać Pianobeton niezgodnie z projektem
- 5.3.8. Zaczyn do produkcji Pianobetonu
- zaczyn do produkcji Pianobetonu powinien być zamówiony z odpowiednim wyprzedzeniem
  - w przypadku wymogu dostarczenia dokumentacji związanej ze składnikami użytymi do produkcji zaczynu, dokumentacja ta powinna być dostarczona minimum jeden dzień przed rozpoczęciem produkcji
- 5.3.9. Zgromadzić pozostałe materiały i sprzęt potrzebne do rozpoczęcia robót
- środek pianotwórczy
  - zapewnić dostęp do wody w ilości 1 m<sup>3</sup> na każde 20m<sup>3</sup> Pianobetonu
  - przygotować wszystkie niezbędne narzędzia.
- 5.4. Projektowanie zaczynu do produkcji Pianobetonu
- 5.4.1. Przed przystąpieniem do robót, w terminie uzgodnionym z Kierownikiem Budowy, Wykonawca dostarczy Kierownikowi do akceptacji, uzgodniony z dostawcą, projekt zaczynu do produkcji Pianobetonu wraz z określeniem zakładanych parametrów gotowego Pianobetonu.
- 5.4.2. Na wniosek Kierownika Budowy, Wykonawca lub dostawca zaczynu dostarczą Szczegółową Specyfikację Techniczną poszczególnych składników i próbki materiałów do wykonania badań kontrolnych przez Kierownika Budowy.
- 5.4.3. Projektowanie zaczynu polega na doborze kruszywa do mieszanki, ilości cementu, ilości wody, popiołów i dodatków. Procedura projektowa powinna być oparta na stosowanych i sprawdzonych recepturach i/lub doświadczeniach polowych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania podbudowy.
- 5.4.4. Receptura dla Pianobetonu PB1000
- Cement CEM I 42,5 R 624 kg
  - Woda: 374 litry
  - Piasek 0-2 mm 1079 kg
  - Popiół 115 kg
- 5.4.5. Mieszankę o ściśle określonym składzie zawartym w receptce należy wytwarzać w wytwórniach (mieszarkach) stacjonarnych lub mobilnych zapewniających ciągłość produkcji i gwarantujących otrzymanie jednorodnej mieszanki. Mieszarka powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa i cementu oraz objętościowego dozowania wody.
- 5.5. Parametryzacja i zabudowa próbna
- 5.5.1. Maszyna do produkcji Pianobetonu powinna być przygotowana do produkcji Pianobetonu przed przyjazdem pierwszej dostawy zaczynu:
- przygotowanie roztworu środka pianotwórczego w ilości niezbędnej do realizacji projektowanego zadania
  - próbne uruchomienie maszyny wraz ze sprawdzeniem wszystkich podzespołów i stanu paliwa i płynów eksploatacyjnych
  - próbne wygenerowanie piany
- 5.5.2. Przed przystąpieniem do produkcji Pianobetonu, operator powinien ustawić wszystkie parametry mieszanki i jej spienienia dla uzyskania gęstości Pianobetonu zgodnej z projektem.

- 5.5.3. Przed przystąpieniem do zabudowy, należy zbadać gęstość produkowanego Pianobetonu i poprawność jego produkcji.
- 5.5.4. Pierwszy produkowany Pianobeton w ilości 0,2 m<sup>3</sup> zabudować w miejscu nieistotnym dla realizowanego projektu i wskazanym przez Kierownika Budowy, w celu
- sprawdzenia jakości i potwierdzenia parametrów produkowanego Pianobetonu,
  - stwierdzenia czy sprzęt do produkcji mieszanki działa prawidłowo.
- 5.5.5. Wykonawca może przystąpić do wykonywania podbudowy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Kierownika Budowy.
- 5.6. Warunki przystąpienia do robót i przygotowanie podłoża
- 5.6.1. Podbudowa z Pianobetonu nie może być wykonywana, gdy temperatura powietrza jest niższa od +5°C, gdy podłoże jest zamrożone oraz gdy istnieje ryzyko spadku temperatury poniżej zera w ciągu 24 godzin od zabudowy.
- 5.6.2. Podczas zabudowy Pianobetonu oraz 5 godzin od jego zakończenia nie powinno występować ryzyko opadów atmosferycznych w ilości większej niż 1 mm/m<sup>2</sup> na godzinę.
- 5.6.3. Podłoże pod mieszankę powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w dokumentacji projektowej.
- 5.6.4. Podłoże powinno być pozbawione wszelkich zanieczyszczeń chemicznych, które mogłyby uszkodzić strukturę piany.
- 5.7. Wbudowanie mieszanki
- 5.7.1. Zaczyn po wyprodukowaniu powinien być od razu transportowany na miejsce wbudowania, w sposób zabezpieczony przed segregacją i nadmiernym wysychaniem.
- 5.7.2. Dostawy zaczynu powinny odbywać się na tyle regularnie, aby zabudowa Pianobetonu mogła odbywać się z sposób ciągły.
- 5.7.3. W miarę postępu i osiągnięciu projektowanej wysokości zabudowy, należy usuwać repery.
- 5.7.4. Powierzchnia zabudowy, której poziom zabudowy osiągnął projektowaną wysokość, należy wygładzić listwą pływającą.
- 5.7.5. Pianobeton jest samozagęszczający i nie wymaga dodatkowych zabiegów po zabudowie.
- 5.7.6. Pianobeton nie wymaga dylatacji.
- 5.7.7. W przypadku konieczności zakończenia pracy, gdy nie została zabudowana cała powierzchnia, dotychczas wykonaną powierzchnię należy zakończyć spadkiem o długości minimum 1 m. Miejsce to będzie miejscem łączenia z kolejnym odcinkiem.
- 5.8. Roboty wykończeniowe
- 5.8.1. Na powierzchnię Pianobetonu można wejść najwcześniej po minimum 48 godzinach od wylania.
- 5.8.2. Usunięcie szalunków nie powinno nastąpić szybciej niż po 5 dnia od wylania.
- 5.8.3. Wszystkie nierówności ponad wyznaczony poziom zabudowy można usunąć przez ich zeszlifowanie.
- 5.8.4. Ubytki czy braki w wysokości zabudowy można uzupełnić zwykłą zaprawą cementową.
- 5.8.5. Prace porządkowe:
- odtworzenie przeszkód czasowo usuniętych,
  - uzupełnienie zniszczonych w czasie robót istniejących elementów,
  - roboty porządkujące otoczenie terenu robót,
  - usunięcie oznakowania wprowadzonego na okres robót.



## 5.9. Pielęgnacja Pianobetonu PB1000

- 5.9.1. Warstwa Pianobetonu powinna być poddawana regularnej pielęgnacji według jednego z następujących sposobów:
- obfite skrapianie wodą poczynając od 12 godziny po zabudowaniu, co 8 godzin przez okres 7 do 10 dni od zabudowania,
  - skropienie preparatem pielęgnacyjno-impregnującym, posiadającym krajową ocenę techniczną w zakresie zabezpieczenia produktów cementowych przed odparowaniem wody zarobowej.
  - przykrycie na okres 7 do 10 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem przez wiatr,
  - przykrycie matami lub włókninami i spryskanie wodą co 12 godzin przez okres 7÷10 dni,
  - innymi środkami zaakceptowanymi przez Kierownika Budowy.
- 5.9.2. Nie należy dopuszczać ruchu pojazdów i maszyn po warstwie Pianobetonu w okresie od 7 do 10 dni pielęgnacji (zależnie od temperatury otoczenia), a po tym okresie ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Kierownika Budowy.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Badania przed przystąpieniem do robót

- 6.1.1. Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (np. stwierdzenie o oznakowaniu materiału znakiem CE lub znakiem budowlanym B, deklarację właściwości użytkowych, krajową ocenę techniczną).
- 6.1.2. W przypadku stwierdzenia braków w dokumentacji można wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Kierownika Budowy.
- 6.1.3. Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Kierownikowi Budowy do akceptacji.

### 6.2. Badania w czasie robót

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie robót			
Lp.	Wyszczególnienie robót	Częstotliwość badań	Wartości dopuszczalne
1	Lokalizacja i zgodność granic terenu robót z dokumentacją projektową	1 raz	Według dokumentacji projektowej
2	Roboty przygotowawcze	Ocena ciągła	Według punktu 5.3
3	Właściwości wody	Dla każdego wątpliwego źródła	PN-EN 1008
4	Właściwości zaczynu	Dla każdej partii	Według recepty
5	Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie	3 próbki dziennie na zlecenie Kierownika Budowy	PN-EN 13286-41
6	Spadki poprzeczne	10 razy na 1 km	± 0,5% dopuszczalna tolerancja od dokumentacji projektowej
7	Rzędne wysokościowe	Ocena ciągła	Zgodnie z projektem



8	Grubość podbudowy	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m <sup>2</sup>	Różnice od grubości projektowanej ±10%
9	Wykonanie robót wykończeniowych	Ocena ciągła	Według punktu 5.9

## 7. OBMIAR ROBOT

### 7.1. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest m<sup>3</sup> (metr sześcienny) wykonanej podbudowy.

### 7.2. Wyliczenie ilości jednostek obmiarowych

Ilość zabudowanego Pianobetonu można obliczyć na podstawie dwóch metod:

- metoda geodezyjna – ilość zabudowanego Pianobetonu obliczana jest na podstawie pomiarów geodezyjnych przez uprawnionego geodetę.
- na podstawie ilości zużytego zaczynu – ilość zaczynu dostarczonego z betoniarni mnożona jest przez współczynnik spieniania wynoszący 2,04 m<sup>3</sup> z jednego metra sześciennego zaczynu.

## 8. PODSTAWA PŁATNOŚCI

### 8.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, SST i wymaganiami Kierownika Budowy, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji według punktu 6 dały wyniki pozytywne.

### 8.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania jednostki obmiarowej (1 m<sup>3</sup>) obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- dostarczenie materiałów i sprzętu,
- wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- zabudowę Pianobetonu,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań,
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- roboty wykończeniowe,
- odwiezienie sprzętu.

### 8.3. Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących

- dostarczenie, ustawienie, rozebranie szalunków oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych rozliczane jest w metrach bieżących zabudowy [mb].
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd., rozliczane są na podstawie rachunków otrzymanych od podwykonawców realizujących prace towarzyszące.

## 9. INFORMACJE TECHNICZNE

### 9.1. Podstawowe dane techniczne Pianobetonu PB1000

Klasa gęstości	Wytrzymałość na ściskanie	Współczynnik przewodności cieplnej $\lambda$	Współczynnik przenikania ciepła U			Moduł sprężystości po 52 dniach		Nasiąkliwość po 7 dniach
			[W/m <sup>2</sup> K]			[MPa]		
[kg/m <sup>3</sup> ]	[MPa]	[W/mK]	10 cm	15 cm	20 cm	Statyczny	Dynamiczny	[%]
1000	3,0	0,22	2,22	1,47	1,10	3540	1380	14

Wytrzymałość na zginanie: 0,6 Mpa  
 Moduł Younga I Faza 2500 MPa  
 II faza 300 MPa  
 Współczynnik Poissona 0,2 MPa

### 9.2. Badanie próbek na odporność na ściskanie

- 9.2.1. Próbki należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności powyżej 95% - 100% lub w wilgotnym piasku) i następnie zanurzyć na 14 dni do wody o temperaturze pokojowej. Nasycanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu w wodzie.
- 9.2.2. Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41, po 28 dniach pielęgnacji. Dopuszcza się w praktyce wykonawczej stosowanie dodatkowo wytrzymałości na ściskanie określonej po innym okresie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Wymagane właściwości po 28 dniach pielęgnacji pozostają bez zmian.

### 9.3. Mrozoodporność Pianobetonu

- 9.2.1. Wskaźnik mrozoodporności mieszanki związanej cementem określany jest stosunkiem wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z-o}$  próbki po 28 dniach pielęgnacji i po 14 cyklach zamrażania i odmrażania do wytrzymałości na ściskanie  $R_c$  próbki po 28 dniach pielęgnacji.
- 9.2.2. Wskaźnik mrozoodporności =  $\frac{R_c^{z-o}}{R_c}$ .
- 9.2.3. Próbki do oznaczenia wskaźnika mrozoodporności należy przechowywać przez 28 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności 95% ÷ 100% lub w wilgotnym piasku). Następnie należy je całkowicie zanurzyć na 1 dobę w wodzie, a następnie w ciągu kolejnych 14 dni poddać cykлом zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na zamrażaniu próbki w temperaturze  $-23 \pm 2^\circ\text{C}$  przez 8 godzin i odmrażania w wodzie o temperaturze  $+18 \pm 2^\circ\text{C}$  przez 16 godzin. Oznaczenie wskaźnika mrozoodporności należy przeprowadzać na 3 próbkach i do obliczeń przyjmować średnią. Wynik badania różniący się od średniej o więcej niż 20% należy odrzucić, a jako miarodajną wartość wytrzymałości na ściskanie  $R_c^{z-o}$ ,  $R_c$  należy przyjąć średnią obliczoną z pozostałych dwóch wyników, z dokładnością 0,1.
- 9.2.4. Na podstawie przeprowadzonych badań we współpracy z Politechniką Poznańską oraz Instytutem Techniki Budowlanej można stwierdzić, że:
- żadna próbka nie wykazała pęknięć,
  - łączna masa ubytków nie przekracza 5% masy próbki
  - wytrzymałość próbki nie obniżyła się o więcej niż 20% w stosunku do próbek kontrolnych niezamrożonych, zatem, pomimo że pianobeton nie jest klasyfikowany przez normę PN-EN 206, spełnia jej wymagania pod względem korozji mrozowej.

## 10. NORMY I DOKUMENTY POWIĄZANE

- PN-87/S-02201 Drogi samochodowe. Nawierzchnie drogowe. Podział, nazwy, określenia.
- PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.
- PN-EN ISO 14688-2:2006 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania
- PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek.
- PN-S-96025:2000 Drogi samochodowe i lotniskowe - Nawierzchnie asfaltowe, wymagania
- PN-S-96013:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa z chudego betonu.
- PN-S-06103:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa z betonu popiołowego.
- PN-S-06102:1997 Drogi samochodowe. Podbudowy z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
- PN-EN-14227-1:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Specyfikacje – Część 1: Mieszanki związane cementem
- PN-EN-14227-3:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Specyfikacje – Część 3: Mieszanki związane popiołami lotnymi
- PN-EN-14227-4:2013-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym - Specyfikacje – Część 4: Popioły lotne do mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym
- BN-64/89/31-02 Drogi samochodowe. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążenie płytą.
- BN-70/8931-06 Drogi samochodowe. Pomiar ugięć nawierzchni podatnych ugięciomierzem belkowym
- EN 13286-43:2003 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 43: Metoda oznaczania modułu sprężystości mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym.
- PN-EN:12390-2:2011 Badania betonu. Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja próbek do badań wytrzymałościowych
- PN-EN 12390-3:2002 Badania betonu. Część 3: Wytrzymałość na ściskanie próbek do badania.
- PN-EN 12390-5:2011 Badania betonu. Część 5: Wytrzymałość na zginanie próbek do badań
- PN-EN 12390-13:2014-02 Badania betonu. Część 13: Wyznaczanie siecznego modułu sprężystości przy ściskaniu
- KTKNPP-2012 Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych. Praca zbiorowa pod redakcją J. Judyckiego, GDDKiA, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2012.
- KWRNPP-2012 Katalog Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych KWRNPP-2012, Praca zbiorowa pod redakcją D. Sybilskiego, GDDP, IBDiM, Warszawa 2012
- OST Ogólne Specyfikacje Techniczne drogowe, GDDP lub GGKiA, Warszawa
- Instrukcja ITB Nr 194/98 Badania cech mechanicznych betonu na próbkach wykonanych w formach, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1998
- M. Kadela, Wzmacnianie słabego podłoża poprzez zastosowanie warstwy z pianobetonu. Wytyczne, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2020