

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D.04.05.01a

**PODŁOŻE ULEPSZONE Z MIESZANKI Z KRUSZYWA ZWIĄZANEGO
CEMENTEM**

Spis treści

1.	Wstęp	4
1.1.	Przedmiot STWiORB	4
1.2.	Zakres stosowania STWiORB	4
1.3.	Zakres robót objętych STWiORB	4
1.4.	Określenia podstawowe	4
1.4.1.	Definicje	4
1.4.2.	Symbole i skróty dodatkowe	5
1.5.	Ogólne wymagania dotyczące robót	5
2.	MATERIAŁY	5
2.1.	Ogólne wymagania dotyczące materiałów	5
2.2.	Materiały do wykonania robót	6
2.2.1.	Zgodność materiałów z dokumentacją projektową i aprobatą techniczną	6
2.2.2.	Materiały wchodzące w skład mieszanki	6
2.2.3.	Kruszywa	6
2.2.4.	Cement	9
2.2.5.	Woda zarobowa	9
2.2.6.	Dodatki	9
2.2.7.	Domieszki	9
3.	SPRZĘT	9
3.1.	Ogólne wymagania dotyczące sprzętu	9
3.2.	Sprzęt stosowany do wykonania robót	9
4.	TRANSPORT	9
4.1.	Ogólne wymagania dotyczące transportu	9
4.2.	Transport materiałów	9
5.	WYKONANIE ROBÓT	9
5.1.	Ogólne zasady wykonania robót	9
5.2.	Warunki przystąpienia do robót i przygotowanie podłoża	10
5.3.	Dostawa mieszanki z kruszyw związanych cementem	10
5.4.	Wymagania dla mieszanki związanej cementem	10
5.4.1.	Wytrzymałość na ściskanie	11
5.4.2.	Uziarnienie mieszanki	11
5.4.3.	Zawartość cementu	13
5.4.4.	Zawartość wody	13
5.4.5.	Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek	13

5.5.	Układanie mieszanki.....	14
5.6.	Zagęszczanie.....	14
5.7.	Pielęgnacja warstwy kruszywa związanego cementem	14
5.8.	Roboty wykończeniowe	15
5.9.	Odcinek próbny	15
6.	KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT	15
6.1.	Ogólne zasady kontroli jakości robót.....	15
6.2.	Badania przed przystąpieniem do robót.....	15
6.3.	Wymagania dotyczące cech geometrycznych i wytrzymałościowych	15
6.4.	Postępowanie z wadliwie wykonanymi odcinkami	16
6.4.1.	Niewłaściwe cechy geometryczne	16
6.4.2.	Niewłaściwa grubość ulepszanego podłoża.....	16
7.	OBMIAR ROBÓT.....	16
8.	ODBIÓR ROBÓT	16
9.	PODSTAWA PŁATNOŚCI	16
9.1.	Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności.....	16
9.2.	Cena jednostki obmiarowej	16
10.	PRZEPISY ZWIĄZANE.....	17
10.1.	Szczegółowe specyfikacje techniczne (SST).....	17
10.2.	Normy	17
10.3.	Inne dokumenty	18

D.04.05.01A PODŁOŻE ULEPSZONE Z MIESZANKI KRUSZYWA ZWIĄZANEGO CEMENTEM

1. Wstęp

1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych (STWiORB) są wymagania szczegółowe dotyczące wykonania i odbioru robót drogowych związanych z wykonywaniem ulepszanego podłoża z mieszanki kruszywa związanego cementem.

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Niniejsza specyfikacja techniczna może być stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót związanych z remontem i/lub przebudową nawierzchni ulic m.st. Warszawa zarządzanych przez ZDM Warszawa.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem ulepszanego podłoża związanego cementem klasy $C_{1,5/2}$ oraz $C_{3/4}$ o grubości wg wskazań technologii (mieszanki na warstwy ulepszanego podłoża nie posiadają klasy wytrzymałości $C_{3/4}$ oraz wskaźnika mrozoodporności).

Zastosowanie mieszanki o klasie wytrzymałości $C_{3/4}$ do wykonania ulepszanego podłoża jest dopuszczalne. Wymagania przyjąć jak dla klasy $C_{3/4}$ jednak bez określania wskaźnika mrozoodporności.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Definicje

Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym – mieszanka wytworzona w mieszalniku stacjonarnym, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu, spoiwa hydraulicznego i wody a w razie potrzeby również z dodatków, dobranych w optymalnych ilościach, twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej.

Podłoże ulepszone z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym – warstwa zawierająca kruszywo naturalne lub sztuczne albo z recyklingu lub ich mieszaninę i spoiwo hydrauliczne, zapewniająca umożliwienie ruchu technologicznego i właściwego wykonania nawierzchni.

Kruszywo – materiał ziarnisty stosowany w budownictwie, który może być naturalny, sztuczny lub z recyklingu.

Kruszywo naturalne – kruszywo ze źródeł naturalnych pochodzenia mineralnego, które może być poddane wyłącznie obróbce mechanicznej. Kruszywo naturalne jest uzyskiwane z mineralnych surowców naturalnych występujących w przyrodzie jak żwir, piasek, żwir kruszony, kruszywo z mechanicznie rozdrobnionych skał, nadziarna żwirowego lub otoczków.

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, stalowniczych i pomiedziowych.

Kruszywo z recyklingu – kruszywo powstałe w wyniku przeróbki materiału zastosowanego uprzednio w budownictwie.

Kruszywo żuźłowe z żuźła wielkopiecowego – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanych krzemianów lub glinokrzemianów wapnia i magnezu uzyskanych przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żuźła wielkopiecowego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody. Chłodzony powietrzem żuźel wielkopiecowy twardnieje dzięki reakcji hydraulicznej lub karbonatyzacji.

Kruszywo żuźłowe z żuźła stalowniczego – kruszywo składające się głównie ze skrzystalizowanego krzemianu wapnia i ferrytu zawierającego CaO, SiO₂, MgO oraz tlenek żelaza. Kruszywo otrzymuje się przez powolne schładzanie powietrzem ciekłego żuźła stalowniczego. Proces chłodzenia może odbywać się przy kontrolowanym dodawaniu wody.

Kategoria ruchu (KR1 – KR7) – obciążenie drogi ruchem samochodowym, wyrażone w osiach obliczeniowych (100 kN) według „Katalogu Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych”, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2014 r. [26].

Kruszywo grube (wg PN-EN 13242) – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d (dolnego) równym lub większym niż 1 mm oraz D (górnego) większym niż 2 mm.

Kruszywo drobne (wg PN-EN 13242) – oznaczenie kruszywa o wymiarach ziaren d równym 0 oraz D równym 6,3 mm lub mniejszym.

Kruszywo o ciągłym uziarnieniu (wg PN-EN 13242) – kruszywo stanowiące mieszankę kruszyw grubych i drobnych, w której D jest większe niż 6,3 mm.

Mieszanka związana cementem – mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu, wymieszana w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

1.4.2. Symbole i skróty dodatkowe

% m/m	procent masy,
NR	brak konieczności badania danej cechy,
CBGM	mieszanka związana cementem,
CBR	kalifornijski wskaźnik nośności, w procentach (%),
d	dolny wymiar sita (przy określaniu wielkości ziaren kruszywa),
D	górny wymiar sita (przy określaniu wielkości ziaren kruszywa),
H/D	stosunek wysokości do średnicy próbki.

Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.4.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

2.2. Materiały do wykonania robót

2.2.1. Zgodność materiałów z dokumentacją projektową i aprobatą techniczną

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST względnie z wymaganiami europejskiej lub krajowej aprobaty technicznej.

2.2.2. Materiały wchodzące w skład mieszanki

Materiałami stosowanymi do wytwarzania mieszanek związanych cementem są:

- kruszywo,
- cement,
- woda zarobowa,
- ew. dodatki,
- ew. domieszki.

2.2.3. Kruszywa

Do mieszanek można stosować następujące rodzaje kruszyw: kruszywo naturalne, sztuczne lub z recyklingu. Wymagania wobec kruszywa do warstw podłoża ulepszanego przedstawia tablica 1.

Tablica 1. Wymagane właściwości kruszywa do podłoża ulepszanego z mieszanek związanych cementem

Właściwość kruszywa	Metoda badania wg	Wymagania wg WT-5, pkt 1.1.1 [25] i PN-EN 13242 [19] dla ruchu kategorii KR1 ÷ KR6	
		Punkt PN-EN 13242	dla kruszywa związanego cementem w warstwie podłoża ulepszanego i podbudowy pomocniczej
Fracje/zestaw sit #	-	4.1	Zestaw sit podstawowy plus zestaw 1. Wszystkie frakcje dozwolone
Uziarnienie	PN-EN 933-1 [5]	4.3.1	Kruszywo grube: kat. GC _{80/20} , kruszywo drobne: kat. GF ₈₀ , kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. GA ₇₅ . Uziarnienie mieszanek kruszywa wg rysunków 1÷5
Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	PN-EN 933-1 [5]	4.3.2	Kat. G _{TC} NR (tj. brak wymagania)
Tolerancje typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	PN-EN 933-1 [5]	4.3.3	Kruszywo drobne: kat. G _{TF} NR (tj. brak wymagania), kruszywo o ciągłym uziarnieniu: kat. G _{TA} NR (tj. brak wymagania)

Właściwość kruszywa	Metoda badania wg	Wymagania wg WT-5, pkt 1.1.1 [25] i PN-EN 13242 [19] dla ruchu kategorii KR1 ÷ KR6	
		Punkt PN-EN 13242	dla kruszywa związanego cementem w warstwie podłoża ulepszanego i podbudowy pomocniczej
Kształt kruszywa grubego – maksymalne warunki wskaźnika płaskości	PN-EN 933-3*) [6]	4.4	Kat. FI _{Dekl} (tj. wsk. płaskości > 50)
Kształt kruszywa grubego – maksymalne wartości wskaź- nika kształtu	PN-EN 933-4*) [7]	4.4	Kat. SI _{Dekl} (tj. wsk. kształtu >55)
Kategorie procentowych zawartości ziaren o powierzchniach przekuszonych lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym	PN-EN 933-5 [8]	4.5	Kat. C _{NR} (tj. brak wymagania)
Zawartość pyłów**) w kruszywie grubym	PN-EN 933-1 [5]	4.6	Kat. f _{Dekl} (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 4)
Zawartość pyłów**) w kruszywie drobnym	PN-EN 933-1 [5]	4.6	Kat. f _{Dekl} (tj. masa frakcji przechodzącej przez sito 0,063 mm jest > 22)
Jakość pyłów	-	4.7	Brak wymagań
Odporność na rozdrabnianie kruszywa grubego	PN-EN 1097-2 [12]	5.2	Kat. LA ₆₀ (tj. wsp. Los Angeles jest ≤ 60)
Odporność na ścieranie	PN-EN 1097-1 [11]	5.3	Kat. M _{DE} NR (tj. brak wymagania)
Gęstość ziaren	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [13]	5.4	Deklarowana
Nasiąkliwość	PN-EN 1097-6, roz. 7, 8 i 9 [13]	5.5	Deklarowana
Siarczany rozpuszczalne w kwasie	PN-EN 1744-1 [16]	6.2	Kruszywo kamienne: kat. AS _{0,2} (tj. zawartość siarczanów ≤ 0,2%), żużel kawałkowy wielkopiecowy: kat. AS _{1,0} (tj. zawartość siarczanów ≤ 1,0%)

Właściwość kruszywa	Metoda badania wg	Wymagania wg WT-5, pkt 1.1.1 [25] i PN-EN 13242 [19] dla ruchu kategorii KR1 ÷ KR6	
		Punkt PN-EN 13242	dla kruszywa związanego cementem w warstwie podłoża ulepszanego i podbudowy pomocniczej
Całkowita zawartość siarki	PN-EN 1744-1 [16]	6.3	Kruszywo kamienne: kat. S _{NR} (tj. brak wymagania), żużel kawałkowy wielkopiecowy: kat. S ₂ (tj. zawartość siarki całkowitej ≤ 2%)
Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanek związanych hydraulicznie	PN-EN 1744-1 [16]	6.4.1	Deklarowana
Stołość objętości żużla stalowniczego	PN-EN 1744-1, roz. 19.3 [16]	6.4.2.1	Kat. V ₅ (tj. pęcznienie ≤ 5 % objętości). Dotyczy żużla z klasycznego pieca tlenowego i elektrycznego pieca łukowego
Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopiec. kawałkowym	PN-EN 1744-1, p. 19.1 [16]	6.4.2.2	Brak rozpadu
Rozpad żelazawy w żużlu wielkopiec. kawałkowym	PN-EN 1744-1, p.19.2 [16]	6.4.2.3	Brak rozpadu
Składniki rozpuszczalne w wodzie	PN-EN 1744-3 [17]	6.4.3	Brak substancji szkodliwych dla środowiska wg odrębnych przepisów
Zanieczyszczenia	-	6.4.4	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło i plastik, mogących pogorszyć wyrób końcowy
Zgorzel słoneczna bazaltu	PN-EN 1367-3 [15] i PN-EN 1097-2 [12]	7.2	Kat. SB _{LA} (tj. wzrost współczynnika Los Angeles po gotowaniu ≤ 8%)
Nasiąkliwość (Jeśli kruszywo nie spełni warunku W242, to należy zbadać jego mrozoodporność wg p. 7.3.3 wiersz poniżej)	PN-EN 1097-6, roz. 7 [13]	7.3.2	Kat. W ₂₄₂ (tj. maksymalna wartość nasiąkliwości ≤ 2% masy)
Mrozoodporność kruszywa frakcji 8/16 mm (Badanie wykonywane tylko w przypadku, gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza WA ₂₄₂)	PN-EN 1367-1 [14]	7.3.3	Skały magmowe i przeobrażone: kat. F ₄ (tj. zamrażanie-rozmrażanie ≤ 4% masy), skały osadowe: kat. F ₁₀ , kruszywa z recyklingu: kat. F ₁₀ (F ₂₅ ***)
Skład mineralogiczny	-	Zał. C p.C3. 4	Deklarowany
Istotne cechy środowiskowe	-	Zał. C pkt C.3.4	Większość substancji niebezpiecznych określonych w dyrektywie Rady 76/769/EWG zazwyczaj nie występuje w źródłach kruszywa pochodzenia mineralnego. Jednak w odniesieniu do kruszyw sztucznych i odpadowych należy badać czy zawartość substancji niebezpiecznych nie przekracza wartości dopuszczalnych wg odrębnych przepisów

Skróty użyte w tablicy: Kat. – kategoria właściwości, Dekl – deklarowana, wsk. – wskaźnik, wsp. – współczynnik, roz. -rozdział.

2.2.4. Cement

Należy stosować cementy zgodne z PN-EN 197-1 [4].

2.2.5. Woda zarobowa

Woda zarobowa powinna być zgodna z PN-EN 1008 [10].

2.2.6. Dodatki

W przypadkach uzasadnionych mieszanka może zawierać dodatki, które powinny być uwzględnione w projekcie mieszanki.

Dodatki powinny być o sprawdzonym działaniu jak np. mielony granulowany żużel wielkopiecowy lub popiół lotny pod warunkiem, że odpowiada ona wymaganiom europejskiej lub krajowej oceny technicznej.

2.2.7. Domieszki

Domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2 [9].

Jeżeli w mieszance przewiduje się zastosowanie środków przyspieszających lub opóźniających wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

3.2. 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:

- przewoźne zbiorniki na wodę,
- układarki do rozkładania mieszanki lub równiarki,
- walce wibracyjne, statyczne lub ogumione,
- zagęszczarki płytowe, ubijaki mechaniczne lub małe walce wibracyjne do zagęszczania w miejscach trudno dostępnych.

Sprzęt powinien odpowiadać wymaganiom określonym w dokumentacji projektowej, ST, instrukcjach producentów lub propozycji Wykonawcy i powinien być zaakceptowany przez Inspektora Nadzoru.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne zasady transportu podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1].

4.2. Transport materiałów

Wszystkie materiały należy przewozić w sposób zalecony przez producentów i dostawców, nie powodując ich zanieczyszczenia oraz pogorszenia walorów użytkowych.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

5.2. Warunki przystąpienia do robót i przygotowanie podłoża

Warstwa z mieszanki kruszywa związanego cementem nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać wbudowywania mieszanki kruszywa związanego cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5°C w czasie układania, oraz poniżej 0°C w czasie najbliższych 7 dni.

5.3. Dostawa mieszanki z kruszyw związanych cementem

Mieszanka powinna być dostarczona na miejsce wbudowania samochodami z plandeką w czasie, umożliwiającym jej wbudowanie przed rozpoczęciem procesu wiązania cementu.

Do każdej partii dostarczonej mieszanki, powinien być dołączony dokument ze znakiem budowlanym B, zawierającym następujące dane:

- powołanie na normę PN-EN 14227-1 [22],
- pochozenie mieszanki, nazwę producenta i miejsce wytwarzania,
- rodzaj i maksymalny wymiar ziaren kruszywa,
- klasa wytrzymałości na ściskanie (wg Systemu I),
- metoda formowania próbek i sposób pielęgnacji próbek,
- zawartość cementu w mieszance,
- zawartość wody w mieszance,
- gęstość mieszanki wg recepty.

5.4. Wymagania dla mieszanki związanej cementem

Mieszanki związane cementem klasyfikuje się pod względem właściwości wytrzymałościowych mieszanki przez wytrzymałość charakterystyczną na ściskanie R_c próbek zgodnie z przyjętym systemem I.

W tablicach 2 ÷ 3 przedstawia się zbiorcze zestawienia wymagań wobec mieszanek wraz z wymaganymi wytrzymałościami na ściskanie.

Tablica 2. Wymagania wobec mieszanek związanych cementem do warstwy podłoża ulepszanego

Lp.	Właściwość	Wymagania dla ruchu KR1 ÷ KR6
1.0	Składniki	
1.1	Cement	wg p. 2.2.4
1.2	Kruszywo	wg tablicy 1
1.3	Woda zarobowa	wg p. 2.2.5
1.4	Dodatki	wg p. 2.2.6
2.0	Mieszanka	
2.1	Uziarnienie:	krzywe graniczne
	- mieszanka 0/11,2 mm	wg rys. 4
	- mieszanka 0/16 mm	wg rys. 3
	- mieszanka 0/22,4 mm	wg rys. 2
	- mieszanka 0/31,5 mm	wg rys. 1
2.2	Minimalna zawartość cementu	wg tablicy 3
2.3	Zawartość wody	wg projektu mieszanki
2.4	Wytrzymałość na ściskanie (system I) – klasa wytrzymałości R_c wg tablicy 2	klasa C 3/4

5.4.1. Wytrzymałość na ściskanie

Skład mieszanek projektuje się ze względu na wytrzymałość na ściskanie próbek (system I), zagęszczanych metodą Proctora wg PN-EN 13286-50 [21] w formach walcowych $H/D = 1$. Klasy wytrzymałości przyjmuje się wg tablicy 3.

Wytrzymałość na ściskanie R_c określonej mieszanki oznaczona zgodnie z PN-EN 13286-41 [20] powinna być równa lub większa od wytrzymałości na ściskanie wymaganej dla danej klasy wytrzymałości podanej w tablicy 3.

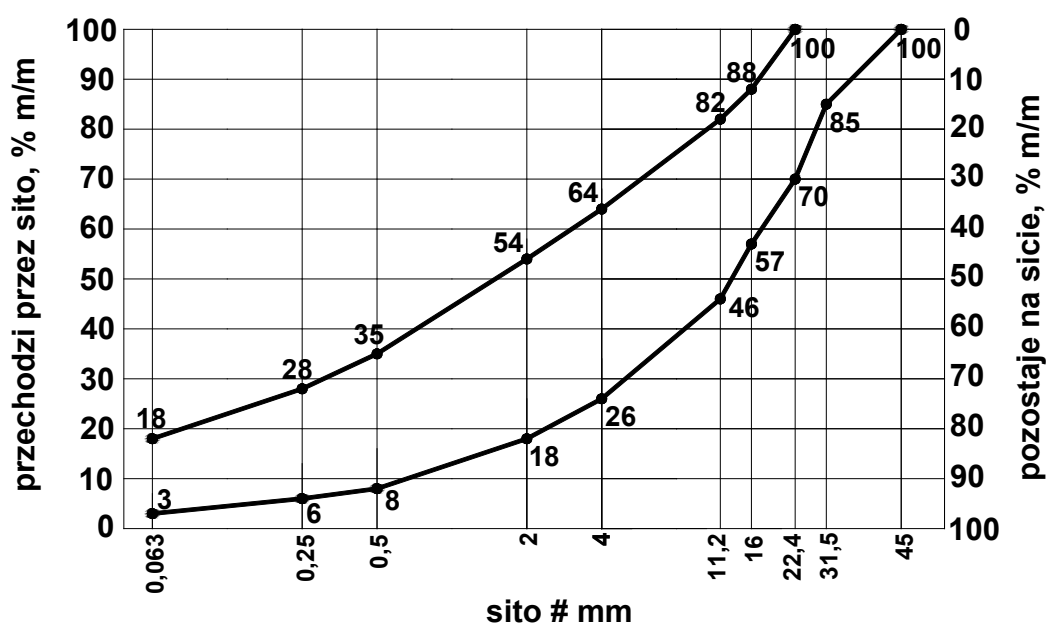
Tablica 3. Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1 [22]

Lp.	Wytrzymałość charakterystyczna na ściskanie R_c , po 28 dniach, MPa dla próbek walcowych o		Klasa wytrzymałości
	$H/D^a) = 2,0$	$H/D^a) = 1,0^b)$	
1	3,0	4,0	C _{3/4}
^{a)} H/D = stosunek wysokości do średnicy próbki ^{b)} $H/D = 0,8$ do $1,21$			

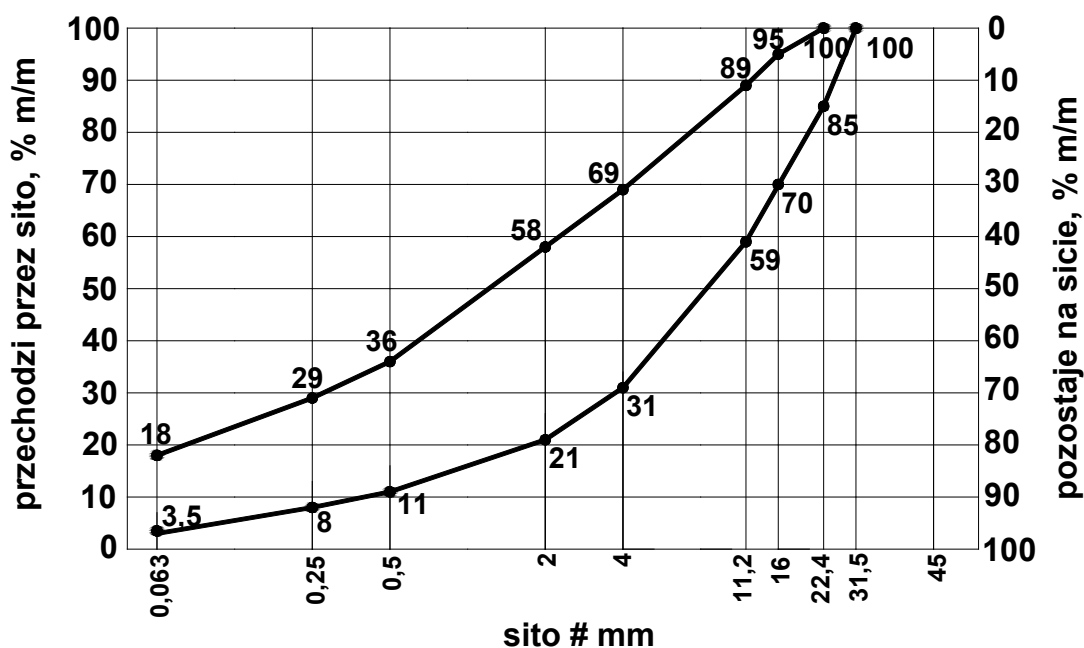
Dopuszcza się podawanie wytrzymałości na ściskanie R_c z dodatkowym indeksem informującym o czasie pielęgnacji, np. R_c^7 , R_c^{14} .

5.4.2. Uziarnienie mieszanki

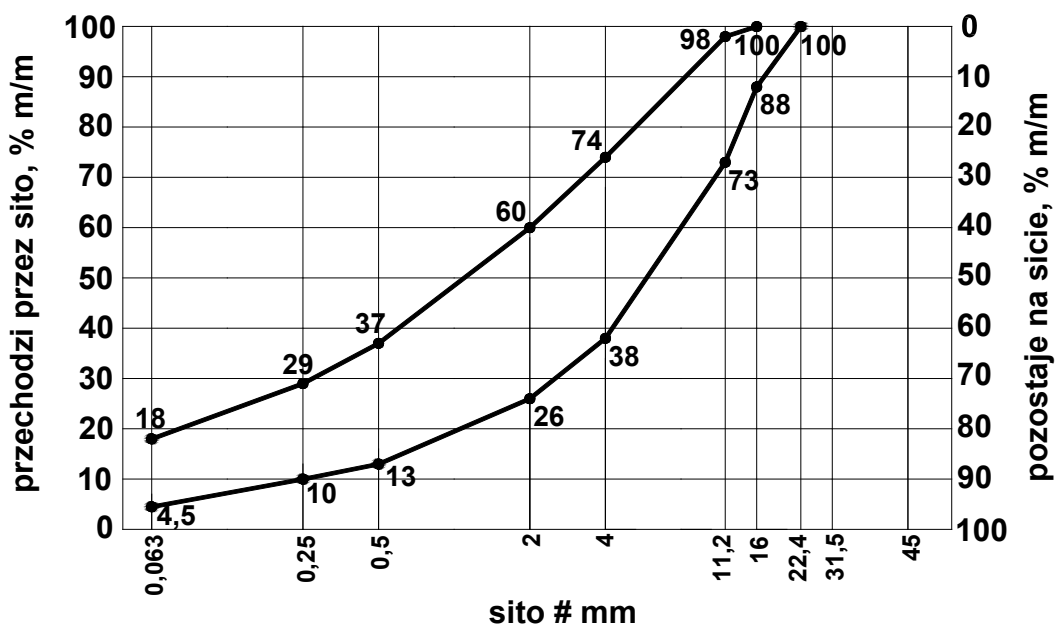
Krzywa uziarnienia mieszanki kruszyw (bez spoiwa i dodatków) powinna się zawierać w obszarze między krzywymi granicznymi uziarnienia przedstawionych na rys. 1÷4, odpowiednio dla każdego rodzaju mieszanki. Badanie uziarnienia mieszanki mineralnej należy wykonać zgodnie z metodą według PN-EN 933-1 [5] metodą na mokro. Do analizy stosuje się zestaw składający się z następujących sit o oczkach kwadratowych w mm: 0,063; 0,25; 0,50; 2,0; 4,0; 11,2; 16,0; 22,4; 31,5; 45,0. Dopuszcza się mniejszą zawartość pyłów (<0.063 mm) niż na krzywych przedstawionych na rys. 1÷7 pod warunkiem spełnienia wymaganych cech mieszanki.



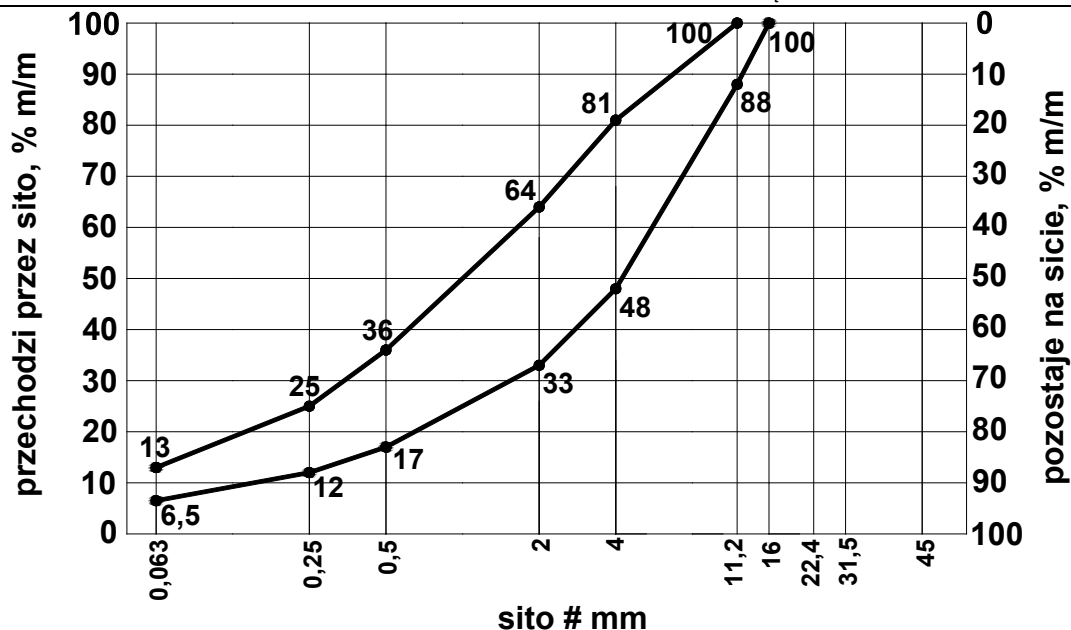
Rys. 1. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej 0/31,5 mm



Rys. 2. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej 0/22,4 mm



Rys. 3. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej 0/16 mm



Rys. 4. Krzywe graniczne uziarnienia mieszanki mineralnej 0/11,2 mm

5.4.3. Zawartość cementu

Zawartość spoiwa (cementu) w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Zawartość spoiwa nie powinna być mniejsza od minimalnych wartości przedstawionych w tablicy 4.

Tablica 4. Minimalna zawartość spoiwa (cementu) w mieszance wg PN-EN 14227-1 [22]

Maksymalny wymiar kruszywa, [mm]	Minimalna zawartość cementu, [% (m/m)]
$8,0 < D \leq 31,5$	3
$2,0 \leq D \leq 8,0$	4

Dopuszczalne jest zastosowanie mniejszej ilości spoiwa niż podano w tablicy 3, jeśli podczas procesu produkcyjnego stwierdzone zostanie, że zachowana jest zgodność z wymaganiami tablic 4÷6 niniejszej specyfikacji.

5.4.4. Zawartość wody

Zawartość wody w mieszance powinna być określona na podstawie procedury projektowej wg metody Proctora i/lub doświadczenia z mieszankami wyprodukowanymi przy użyciu proponowanych składników. Zawartość wody należy określić zgodnie z PN-EN 13286-2 [19].

5.4.5. Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek

Próbki walcowe zagęszczane ubijakiem Proctora, powinny być przygotowane zgodnie z PN-EN 13286-50 [21]. Probki należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (w komorze o wilgotności powyżej 95% 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.

Badanie wytrzymałości na ściskanie (system I) należy przeprowadzić na próbkach walcowych

przygotowanych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13286-50 [21], przy wykorzystaniu metody badawczej zgodniej z PN-EN 13286-41 [20]. Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana zgodnie z PN-EN 13286-41 [20], 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.

5.5. Układanie mieszanki

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według metody Proctora zgodnie z PN-EN 13286-50 [21], z tolerancją : $0,9 \div 1,1$ jej wartości.

Mieszanka powinna być układana przy pomocy rozścielaczy, układarek lub równiarek. Grubość układanej mieszanki powinna być taka, aby zapewnić uzyskanie wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu. Przed zagęszczeniem warstwa powinna być wyprofilowana do wymaganych rzędnych, spadków podłużnych i poprzecznych. Przy użyciu równiarek do rozkładania mieszanki należy wykorzystać prowadnice, w celu uzyskania odpowiedniej równości profilu warstwy. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy.

5.6. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy z mieszanki kruszywa związanego cementem należy prowadzić przy użyciu sprzętu gwarantującego uzyskanie wymaganych parametrów projektowych. Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki $I_s \geq 1,00$ oznaczonego metodą bezpośrednią wg BN-8931/12. Kontrolę zagęszczenia można przeprowadzić również przez określenie wskaźnika odkształcenia I_0 wg PN-S-02205, którego wartość powinna być $\leq 2,2$. Do badania zagęszczenia można stosować także płyty dynamiczne na podstawie skorelowanych zależności. Badanie wskaźnika zagęszczenia lub odkształcenia należy przeprowadzić niezwłocznie po zakończeniu procesu zagęszczania. Oceny zagęszczenia należy dokonać statystycznie na poziomie ufności 95%.

Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy profil i jednolity wygląd. Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczeniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urządzeń obcych.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękane podczas zagęszczania lub w inny sposób wadliwe, muszą być naprawione przez zerwanie warstwy na pełną grubość, wbudowanie nowej mieszanki o odpowiednim składzie i ponowne zagęszczenie. Roboty te są wykonywane na koszt Wykonawcy.

5.7. Pielęgnacja warstwy kruszywa związanego cementem

Warstwa kruszywa związanego cementem powinna być natychmiast po zagęszczeniu poddana pielęgnacji według jednego z następujących sposobów:

- a) skropieniem preparatem pielęgnacyjnym, posiadającym ocenę techniczną,
- b) przykryciem na okres 7 do 10 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem przez wiatr,
- c) przykryciem matami lub włókninami i spryskanie wodą przez okres $7 \div 10$ dni,
- d) przykryciem warstwą piasku i utrzymanie jej w stanie wilgotnym przez okres $7 \div 10$ dni,
- e) innymi środkami zaakceptowanymi przez Inżyniera.

Nie należy dopuszczać ruchu pojazdów i maszyn po warstwie kruszywa związanej cementem w okresie od 7 do 10 dni pielęgnacji, a po tym okresie ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inspektora Nadzoru.

5.8. Roboty wykończeniowe

Roboty wykończeniowe, zgodne z dokumentacją projektową, ST, dokumentacją wiaty i wskazaniami Inżyniera dotyczą prac związanych z dostosowaniem wykonanych robót do istniejących warunków terenowych, takie jak:

- odtworzenie przeszkód czasowo usuniętych,
- uzupełnienie zniszczonych w czasie robót istniejących elementów drogowych lub terenowych,
- roboty porządkujące otoczenie terenu robót,
- usunięcie oznakowania drogi wprowadzonego na okres robót.

5.9. Odcinek próbny

W uzasadnionym przypadku, na życzenie Inżyniera Wykonawca jest zobowiązany do wykonania odcinka próbnego z materiałów i przy użyciu sprzętu przewidzianego do realizacji podbudowy.

Celem wykonania takiego odcinka jest praktyczne sprawdzenie i potwierdzenie, że użyte materiały i sprzęt zapewniają spełnienie założonych w projekcie wymagań.

Ogólne wymagania dotyczące odcinka próbnego podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

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, certyfikat zgodności, deklarację zgodności, aprobatę techniczną, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.),
- ew. wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót, określone przez Inspektora Nadzoru.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań Wykonawca przedstawia Inspektorowi Nadzoru do akceptacji.

6.3. Wymagania dotyczące cech geometrycznych i wytrzymałościowych

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 5.

Tablica 5. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów warstwy

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Dopuszczalne odchyłki
1	Szerokość	10 razy na proj. odcinek drogi	+5 cm, -2 cm: różnice od szerokości projektowanej, na jezdniach bez krawężników szer. powinna być większa od szer. warstwy wyżej o co najmniej 25cm lub o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.
2	Spadki poprzeczne *)	10 razy na proj. odcinku drogi	± 0,5% dopuszczalna tolerancja od dokumentacji projektowej
3	Grubość	w 2 punktach na każdej działce roboczej, lecz nie rzadziej niż raz na	±1cm - różnice od grubości projektowanej

		300 m ² i w uzgodnieniu z Inspektorem Nadzoru	
*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.			

6.4. Postępowanie z wadliwie wykonanymi odcinkami

6.4.1. Niewłaściwe cechy geometryczne

Wszystkie powierzchnie ulepszanego podłoża, które wykazują większe odchylenie od określonych w pkt. 6.3 powinny być naprawione przez spulchnienie lub zerwanie na całą głębokość, wyrównane i powtórnie zagęszczone. Dodanie nowego materiału bez spulchnienia wykonanej warstwy jest niedopuszczalne.

Jeżeli szerokość ulepszanego podłoża jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien na własny koszt poszerzyć warstwę przez spulchnienie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu, dołożenie materiału u powtórne zagęszczenie. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, wg wyżej podanych zasad, na koszt Wykonawcy.

6.4.2. Niewłaściwa grubość ulepszanego podłoża

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości, Wykonawca wykona naprawę. Powierzchnie powinny być naprawione p[rzez spulchnienie lub wybranie warstwy na odpowiednią głębokość, zgodnie z decyzją Inspektora Nadzoru, uzupełnione nowym materiałem o odpowiednich właściwościach, wyrównane i ponownie zagęszczone.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar o ocena grubości warstwy, według wyżej podanych zasad, na koszt Wykonawcy.

7. OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w SST D-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

Jednostką obmiarową jest m² (metr kwadratowy) wykonanej podbudowy i podłoża ulepszanego.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

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

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w SST D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” [1]

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania jednostki obmiarowej (1 m²) obejmuje:

- zakup, dostarczenie i składowanie potrzebnych materiałów
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- przygotowanie receptury laboratoryjnej,
- wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,

- ew. nacięcie szczelin i wykonanie technologii przeciwspekaniowych,
- pielęgnacja wykonanej warstwy,
- przeprowadzenie wymaganych pomiarów i badań,
- uporządkowanie terenu robót i jego otoczenia,
- roboty wykończeniowe,

Wszystkie roboty powinny być wykonane według wymagań dokumentacji projektowej, ST, specyfikacji technicznej i postanowień Inspektora Nadzoru.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Szczegółowe specyfikacje techniczne (SST)

- [1] D-00.00.00 Wymagania ogólne
- [2] D-02.00.00 Roboty ziemne
- [3] D-04.01.01 Koryto wraz z profilowaniem i zagęszczeniem podłoża

10.2. Normy

- [4] PN-EN 197-1 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
- [5] PN-EN 933-1 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania
- [6] PN-EN 933-3 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości
- [7] PN-EN 933-4 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu
- [8] PN-EN 933-5 Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych
- [9] PN-EN 934-2 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Domieszki do betonu – Definicje i wymagania
- [10] PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu–Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
- [11] PN-EN 1097-1 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval)
- [12] PN-EN 1097-2 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie
- [13] PN-EN 1097-6 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości
- [14] PN-EN 1367-1 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności
- [15] PN-EN 1367-3 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania
- [16] PN-EN 1744-1 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna
- [17] PN-EN 1744-3 Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw

- [18] PN-EN 13242 Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
- [19] PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania Gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie
- [20] PN-EN 13286-41 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym
- [21] PN-EN 13286-50 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 50: Metoda sporządzania próbek związanych hydraulicznie za pomocą aparatu Proctora lub zagęszczania na stole wibracyjnym
- [22] PN-EN 14227-1 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania – Część 1: Mieszanki związane cementem
- [23] PN-EN 14227-10 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania – Część 10: Grunty stabilizowane cementem

10.3. Inne dokumenty

- [24] Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych – WT-5 2010 Wymagania techniczne (zalecone do stosowania w specyfikacji technicznej na roboty budowlane na drogach krajowych wg zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010 r.)
- [25] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U. nr 43, poz. 430)
- [26] Katalog Typowych Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych; Załącznik do zarządzenia Nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.