

D.04.00.00 PODBUDOWY**D.04.05.01a ULEPSZONE PODŁOŻE Z GRUNTÓW
 STABILIZOWANYCH CEMENTEM****1. WSTĘP****1.1. Przedmiot STWiORB**

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem, które zostaną wykonane w ramach zadania: „**Przebudowa drogi wojewódzkiej nr 925 na odcinku pomiędzy granicami miast na prawach powiatu: Ruda Śląska (A-1) – Rybnik**”

1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zleceniu i realizacji robót wymienionych w p.1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB mają zastosowanie przy robotach związanych z wykonaniem ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem oraz gruntów stabilizowanych cementem z zastosowaniem środków jonowymiennych w zakresie określonym w Dokumentacji Projektowej oraz niniejszej ST:

1. Ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C3/4 z dodatkiem środków jonowymiennych - wzmocnienia P1 dla G2-G4 grubości 40cm, stosowana w przypadku gruntów spoistych.
2. Ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem C3/4 z dodatkiem środków polepszających - wzmocnienia P1 dla G1 - 20cm (bez dodatku środka jonowymiennego). Należy stosować w przypadku gruntów niespoistych.
3. Ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem dla pozostałych wzmocnień (ze środkiem jonowymiennym – grunty spoiste lub dodatkiem polepszającym – grunty niespoiste).
4. Ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem pod ciągami pieszymi i rowerowymi (ze środkiem jonowymiennym – grunty spoiste lub dodatkiem polepszającym – grunty niespoiste).

Dodanie środka jonowymiennego/dodatku polepszającego i zastosowanie zmodyfikowanej mieszanki ma na celu uniknięcie ryzyka powstania spękań odbitych w przypadku uszkodzeń stabilizacji. Powyższe założenie należy uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

1.4. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe podane w niniejszej STWiORB są zgodne z obowiązującymi polskimi normami i definicjami podanymi w D-M.00.00.00 - “Wymagania ogólne” pkt 1.4.

1.4.1. Warstwa z gruntu stabilizowanego cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, która po osiągnięciu właściwej wytrzymałości na ściskanie, stanowi fragment nośnej części nawierzchni drogowej.

1.4.2. Mieszanka cementowo-gruntowa - mieszanka gruntu, cementu i wody, a w razie potrzeby również dodatków polepszających, np. wapna, chlorku wapniowego, środków jonowymiennych lub innych, dobranych w optymalnych ilościach, zgodnie z zatwierdzoną receptą. Dodatek polepszający musi uzyskać akceptację Zamawiającego.

1.4.3. Grunt stabilizowany cementem - mieszanka cementowo-gruntowa również z dodatkami polepszającymi, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

1.4.4. Podłoże gruntowe ulepszone cementem - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.

1.4.5. Środek jonowymienny – to ziarnisty dodatek o bardzo wysokiej jakości składający się z zasad oraz pierwiastków ziem rzadkich, uzupełniony związkami. Środek jonowymienny z dodatkiem wody powoduje cały szereg złożonych reakcji chemicznych. Środek jonowymienny przyspiesza oraz aktywizuje proces krystalizacji poprzez formowanie długich, igłowych połączeń krystalicznych we wszystkich tzw. zimnych procesach, jak np. procesy chemiczne. Środek jonowymienny należy stosować w przypadku gruntów spoistych.

W przypadku gruntów niespoistych należy zastosować inny dodatek polepszający zgodnie z zapisami niniejszej STWiORB. Nie dopuszcza się stabilizacji bez zastosowania dodatku polepszającego, który ma na celu uniknięcie ryzyka powstania spękań odbitych oraz zapewnienie trwałości konstrukcji (niezależnie od technologii wykonania robót – na miejscu/ z dowozu). Technologię wykonania prac ustala Wykonawca.

1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość robót i ich zgodność z dokumentacją projektową, i poleceniami Inżyniera. Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB D-M.00.00.00 pkt. 1.5.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 2.

2.2. Cement

Do mieszanki związanej cementem należy stosować cemeny powszechnego użytku klasy 32,5 N lub R lub klasy 42,5 N lub R, rodzaju CEM I. Cement w zależności od rodzaju powinien spełniać wymagania podane w normie PN-EN 197-1.

Tabela 2. Wymagania dla cementu do mieszanki związanej cementem

Lp.	Właściwości	Klasa cementu	
		32,5 N	32,5 R
1	Wytrzymałość wczesna na ściskanie (MPa), po 2 dniach, nie mniej niż:	–	10
2	Wytrzymałość wczesna na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	16	–
3	Wytrzymałość normowa na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5 ≤ Rc ≤ 52,5	
4	Początek czasu wiązania, min., nie wcześniej niż:	75	
5	Stołość objętości, mm, nie więcej niż:	10	

Lp.	Właściwości	Klasa cementu	
		42,5 N	42,5 R
1	Wytrzymałość wczesna na ściskanie (MPa), po 2 dniach, nie mniej niż:	10	20
2	Wytrzymałość wczesna na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	-	–
3	Wytrzymałość normowa na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	42,5 ≤ Rc ≤ 62,5	
4	Początek czasu wiązania, min., nie wcześniej niż:	60	
5	Stołość objętości, mm, nie więcej niż:	10	

Przechowywanie cementu dostarczonego:

- a) w workach, co najmniej trzywarstwowych, o masie np. 50 kg – do 10 dni w miejscach zadaszonych na otwartym terenie o podłożu twardym i suchym oraz do terminu trwałości podanego przez producenta w pomieszczeniach o szczelnym dachu i ścianach oraz podłogach suchych i czystych. Cement na paletach magazynuje się z dopuszczalną

wysokością 3 palet, cement niespaletowany układa się w stopy płaskie o liczbie 12 warstw (dla worków trzywarstwowych),

- b) luzem – przechowuje się w magazynach specjalnych (zbiornikach stalowych, betonowych) przystosowanych do pneumatycznego załadunku i wyładunku.

2.3. Grunty i kruszywa

Przed przystąpieniem do wykonania stabilizacji cementem należy wykonać badania gruntu przeznaczonego do wykonania stabilizacji. Jeżeli grunt należy doziarnić kruszywem to kruszywo to winno spełniać wymagania określone w tabeli 2.2.

Mieszanka do stabilizacji ulepszonych podłoża pod względem uziarnienia powinna spełniać następujące wymagania:

1. uziarnienie gruntu lub mieszanki lub ich mieszanina powinny zostać zadeklarowane przez Wykonawcę i być zgodne z jedną z wybranych krzywych uziarnienia zawartych w tabeli 2.1. Mieszanki mogą mieć uziarnienie 0/22,4mm, 0/16mm, 0/11,2mm lub 0/8 mm. Metoda przesiewu powinna być zgodna z normą PN-EN 933-1.
2. Zawartość części organicznych w gruncie oznaczonych wg PN-B-04481 nie może przekraczać 2% (m/m).
3. Zawartość siarczanów w przeliczeniu na SO₃, oznaczonych wg PN-B-06714-28 nie może wynosić więcej niż 1% (m/m).
4. Odczyn pH oznaczony wg PN-ISO 10390 powinien się mieścić w przedziale 5-8.

Grunty i mieszanki nie spełniające wymagań mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu, zgodnie z zatwierdzoną receptą laboratoryjną.

Mieszankę można uznać za przydatną do stabilizacji cementem, gdy spełnione są parametry określone powyżej oraz gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ścislenie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami dokumentacji projektowej.

Tablica 2.1. Krzywa uziarnienia mieszanek w zależności od uziarnienia

Sito, mm	przechodzi przez sito, %					
	0/22,4		0/16 lub 0/11,2		0/8	
31,5	100	100				
22,4	85	100	100			
16	57	90	85	100		
11,2	46	81	72	100	100	
8	38	74	59	75	85	100
5,6	30	68	45	58	45	100
4	26	64	37	48	28	100
2	18	54	26	33	15	100
0,125	4	22	8	9	8	35
0,063	3	18	4,5	6,5	6,5	15

Tablica 2.2. Wymagania wobec kruszywa na doziarnienie mieszanki stabilizowanej cementem

Lp.	Właściwość	Wymagania wobec kruszywa na doziarnienie
1.	Uziarnienie wg PN-EN 933-1	G _C 80/20, G _F 80, G _A 75
2.	Wskaźnik kształtu wg PN-EN 933-4	Sl ₅₀
3.	Odporność na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, frakcja referencyjna #10/14, kategoria nie wyższa niż:	LA ₄₀
4.	Nasiąkliwość wg PN-EN 1097-6	WA ₂₄₂
5.	Mrozoodporność, wg PN-EN 1367-1 jako średnia ważona, kategoria nie wyższa niż	F10

	(badanie w przypadku gdy nasiąkliwość kruszywa przekracza kategorię WA242)	
6.	Zgorzel słoneczna bazaltu wg PN-EN 1367-3	SB _{LA}
7.	Opis petrograficzny	deklarowany przez producenta lub określony w badaniach

Dopuszcza się stosowanie materiałów z rozbiórki po ich uprzednim przebadaniu oraz uwzględnieniu już na etapie opracowania recepty laboratoryjnej.

2.4. Woda

Woda do stabilizacji i ewentualnie pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być czysta, bez zawartości szkodliwych dodatków, zgodna z PN-EN 1008. Zaleca się stosowanie wody wodociągowej pitnej. Jej stosowanie nie wymaga przeprowadzenia badań.

2.5. Grunt/kruszywo stabilizowane cementem

W zależności od rodzaju warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej, wytrzymałość gruntu/kruszywa powinna spełniać wymagania określone w tabelicy 3.

Tabela 3. Klasy wytrzymałości wg normy PN-EN 14227-1 oraz PN-EN 14227-15

	Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach, MPa		klasa wytrzymałości
	Wytrzymałość charakterystyczna R _c		
	Próbki walcowe H/D ^a =2,0	Próbki walcowe H/D ^a =1,0 ^b	
1	brak wymagań		C ₀
2	1,5	2,0	C _{1,5/2,0}
3	3,0	4,0	C _{3/4}
4	5,0	6,0	C _{5/6}
5	6,0	8,0	C _{6/8}
6	8,0	10,0	C _{8/10}
^a H/D=stosunek wysokości do średnicy próbki			
^b H/D=0,8 do 1,21			

W receptie należy podać wartość minimalnej wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach. Jest to wartość wskaźnikowa pozwalająca na przyspieszenie postępu robót.

Wskaźnik mrozoodporności nie może być mniejszy od 0,7.

Wskaźnik mrozoodporności to stosunek wytrzymałości próbek pielęgnowanych przez 13 dni z zabezpieczeniem utraty wody, 1 dzień nasycanych wodą, poddanych następnie 14 cyklom zamrażania i rozmrażania (zamrażanie – 8 godzin temp. -23C, rozmrażanie – 15 godzin w wodzie w temperaturze pokojowej) do wytrzymałości próbek pielęgnowanych przez 13 dni z zabezpieczeniem utraty wody, 1 dzień nasycanych wodą. Procedura projektowa powinna być oparta na próbach laboratoryjnych przeprowadzonych na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach, jak te które będą stosowane do wykonania warstwy.

2.6. Środek jonowymienny

Przy stabilizacji cementem gruntów spoiwych (o grupach nośności G2-G4) prowadzonej na miejscu należy zastosować środek jonowymienny, reagujący z jonami cementu. Nie dopuszcza się stosowania środka jonowymiennego w formie płynnej oraz o odczynie kwaśnym.

Zastosowany środek jonowymienny powinien spełniać wymagania podane w tabelicy 2 i posiadać aktualną Aprobata techniczną wydaną przez IBDiM zgodnie z obowiązującymi przepisami, atest PZH i CLOR. Aprobata techniczna wydana przez IBDiM w Warszawie, musi dopuszczać zastosowanie środka jonowymiennego przy budowie konstrukcji drogowych dla

dróg obciążonych ruchem średnim i ciężkim. W przypadku braku aprobaty technicznej potwierdzenie o braku możliwości jej wystawienia w myśl obowiązujących przepisów. Dla zapewnienia ochrony środowiska i bezpieczeństwa inwentarza żywego, z atestu PZH musi jednoznacznie wynikać iż zastosowany środek jonowymienny jest substancją mineralną stosowaną w inżynierii lądowej. Należy zastosować środek jonowymienny, który nie stanowi niebezpieczeństwa dla ludzi i inwentarza żywego w przypadku zanieczyszczenia użytecznych poziomów wodonośnych.

Środek zastosowany do stabilizacji gruntu należy podawać zgodnie z receptą opracowaną przez Wykonawcę. Podawana ilość materiału powinna być niezmienna dla danego odcinka jednorodnego. Stabilizowany grunt powinien być doprowadzony do wilgotności optymalnej określonej według normalnej próby Proctora zgodnie z PN-B- 04481. Środek jonowymienny powinien uzyskać akceptację Inżyniera przed zastosowaniem i opracowaniem recepty.

Tablica 4 Wymagania dla środka jonowymiennego

Lp.	Właściwości	Jednostki	Wymagania	Badania według
1	Postać	-	Proszek	Ocena wizualna
2	Zdolność jonowymienna	mwal/g	≥4	wg specyfikacji producenta

Środek jonowymienny przeznaczony do zastosowania musi uzyskać akceptację Zamawiającego.

2.7. Inne dodatki polepszające

W przypadku gruntów niespoistych, klasyfikowanych do G1, należy zastosować dodatki polepszające jak wapno, chlorek wapniowy lub inne mające na celu połączyć cechy cementu i wapna w mieszance. Dodatki powinny gwarantować optymalny skład mieszanki pod kątem wytrzymałości, mrozoodporności, przy ograniczeniu możliwości powstania spękań odbitych. Dodatek polepszający przeznaczony do zastosowania musi uzyskać akceptację Zamawiającego.

2.8. Domieszki

Domieszki powinny być zgodne z PN-EN 934-2. Jeśli w mieszance mają być zastosowane środki przyspieszające lub opóźniające wiązanie, należy to uwzględnić przy projektowaniu składu mieszanki.

2.9. Preparaty do pielęgnacji warstwy

Do pielęgnacji warstwy można zastosować materiały lub środki powłokotwórcze utrzymujące wilgoć w warstwie. Środki pielęgnujące nie mogą pogarszać właściwości wykonanej warstwy.

W przypadku stosowania do pielęgnacji wykonanej warstwy preparatów powłokotwórczych muszą one posiadać oznakowanie i dokumenty wymagane w ustawie o wyrobach budowlanych. Środkiem pielęgnującym wykonanej warstwy może być woda.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 3.

3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania podbudowy lub ulepszanego podłoża stabilizowanego spoiwami powinien wykazać się możliwością korzystania z następującego sprzętu:

a) w przypadku wytwarzania mieszanek kruszywowo-spoiwowych w mieszarkach:

- mieszarek stacjonarnych,
 - układarek lub równiarek do rozkładania mieszanki,
 - walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
 - zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych,
- b) w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:
- mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
 - spycharek, równiarek lub sprzętu rolniczego (pługi, brony, kultywatory) do spulchniania gruntu,
 - ciężkich szablonów do wyprofilowania warstwy,
 - rozsypywarek wyposażonych w osłony przeciwpylne i szczeliny o regulowanej szerokości do rozsypywania spoiw,
 - przewoźnych zbiorników na wodę, wyposażonych w urządzenia do równomiernego i kontrolowanego dozowania wody,
 - walców ogumionych i stalowych wibracyjnych lub statycznych do zagęszczania,
 - zagęszczarek płytowych, ubijaków mechanicznych lub małych walców wibracyjnych do zagęszczania w miejscach trudnodostępnych.

4. TRANSPORT

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 4.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 5. Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji Projekt Technologii i Organizacji Robót oraz Program Zapewnienia Jakości uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty.

5.2. Warunki przystąpienia do robót

Ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego nie może być wykonywana wtedy, gdy podłoże jest zamrożone i podczas opadów deszczu. Nie należy rozpoczynać stabilizacji gruntu lub kruszywa cementem, jeżeli prognozy meteorologiczne wskazują na możliwy spadek temperatury poniżej 5°C w czasie najbliższych 7 dni.

5.3. Przygotowanie podłoża

Podłoże gruntowe powinno być przygotowane zgodnie z wymaganiami określonymi w STWIORB D-02.01.01 i D-02.03.01.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania podbudowy i ulepszonych podłoża powinny być wcześniej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi, lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót w odstępach nie większych niż co 10 m.

5.4. Skład mieszanki cementowo-gruntowej i cementowo-gruntowej z dodatkiem środka jonowymiennego

Wykonawca opracuje receptę laboratoryjną dla warstwy ulepszonych podłoża z mieszanki związanej cementem z odpowiednim dodatkiem (dodatki), w oparciu o badania kontrolne

wykonane po robotach przygotowawczych. Recepta powinna gwarantować możliwość uzyskania wymaganej nośności pod konstrukcją jezdni oraz zapewniać spełnienie wymagań określonych w STWIORB.

Zawartość cementu w mieszance nie może przekraczać wartości podanych w tabelicy 5. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w p. 2.6 tablica 3, przy jak najmniejszej zawartości cementu.

Tablica 5. Maksymalna zawartość cementu w mieszance

Lp.	Maksymalna zawartość cementu, % w stosunku do masy suchego gruntu lub kruszywa ulepszone podłoże
1	8%

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481, z tolerancją +10%, -20% jej wartości.

Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości gruntu zgodnych z wymaganiami określonymi w tabelicy 3.

Przed rozpoczęciem prac należy przedłożyć Inżynierowi w formie pisemnej dokładną recepturę z dokładnie podaną ilością cementu, ilością środka jonowymiennego, rodzajem cementu i rodzajem środka jonowymiennego, które wykonawca ma zamiar zastosować. Dodatkowo do akceptacji Inżyniera należy przedstawić sposób wykonywania stabilizacji z podaniem dziennej długości odcinka roboczego, wyliczeniem ilości zastosowanego środka jonowymiennego na odcinek roboczy.

Rozpoczęcie prac związanych z rozścieleniem środka jonowymiennego i cementu może odbyć się tylko i wyłącznie po udzieleniu pisemnej zgody Inżyniera.

W przypadkach wykonania prac przy stabilizacji gruntu bez ich wcześniejszego zgłoszenia i uzyskania pisemnej zgody na ich rozpoczęcie, do momentu jednoznacznego potwierdzenia osiągnięcia wymaganych parametrów, Zamawiający może odmówić zapłaty za usługę.

Tolerancja masy rozścielonego środka jonowymiennego nie powinna przekraczać $\pm 1,0\%$ /1m².

5.5. Stabilizacja gruntu cementem z dodatkiem środków jonowymiennych metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu można użyć specjalistycznych mieszarek wieloprześciowych lub jednoprześciowych.

Po spulchnieniu gruntu należy sprawdzić jego wilgotność i w razie potrzeby ją zwiększyć w celu ułatwienia rozdrobnienia. Woda powinna być dozowana przy użyciu beczkowsów zapewniających równomierne i kontrolowane dozowanie. Wraz z wodą można dodawać do gruntu dodatki ulepszające rozpuszczalne w wodzie.

Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej o więcej niż 10% jej wartości, grunt powinien być osuszony przez mieszanie i napowietrzanie w czasie suchej pogody.

Po spulchnieniu i rozdrobnieniu gruntu należy dodać i przemieszać z gruntem dodatki ulepszające w ilości określonej w receptce laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane w tejże receptce.

Cement należy dodawać do rozdrobnionego i ewentualnie ulepszanego gruntu w ilości ustalonej w receptce laboratoryjnej. Cement i dodatki ulepszające powinny być dodawane przy użyciu rozsypywarek cementu lub w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

Grunt powinien być wymieszany z cementem w sposób zapewniający jednorodność na określoną głębokość, gwarantującą uzyskanie projektowanej grubości warstwy po zagęszczeniu. W przypadku wykonywania stabilizacji w prowadnicach, szczególną uwagę należy zwrócić na jednorodność wymieszania gruntu w obrębie skrajnych pasów o szerokości od 30 do 40 cm, przyległych do prowadnic.

Po wymieszaniu gruntu z cementem należy sprawdzić wilgotność mieszanki. Jeżeli jej wilgotność jest mniejsza od optymalnej o więcej niż 20%, należy dodać odpowiednią ilość wody i mieszankę ponownie dokładnie wymieszać. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie może różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż +10%, -20% jej wartości.

Czas od momentu rozłożenia cementu na gruncie do momentu zakończenia mieszania nie powinien być dłuższy od 2 godzin.

Po zakończeniu mieszania należy powierzchnię warstwy wyrównać i wyprofilować do wymaganych w dokumentacji projektowej rzędnych oraz spadków poprzecznych i podłużnych. Do tego celu należy użyć równiarek i wykorzystać prowadnice podłużne, układane każdorazowo na odcinku roboczym. Od użycia prowadnic można odstąpić przy zastosowaniu specjalistycznych mieszarek i technologii gwarantującej odpowiednią równość warstwy, po uzyskaniu zgody Inżyniera. Po wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do zagęszczania warstwy. Zagęszczenie należy przeprowadzić w sposób określony w p. 5.8.

5.6. Stabilizacja gruntu cementem metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptce laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody.

Czas mieszania w mieszarkach cyklicznych nie powinien być krótszy od 1 minuty, o ile krótszy czas mieszania nie zostanie dozwolony przez Inżyniera po wstępnych próbach. W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki.

Wilgotność mieszanki powinna odpowiadać wilgotności optymalnej z tolerancją +10% i -20% jej wartości.

Przed ułożeniem mieszanki należy ustawić prowadnice i podłoże zwilżyć wodą.

Mieszanka dowieziona z wytwórni powinna być układana przy pomocy układarek lub równiarek. Grubość układania 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.

5.7. Grubość warstwy

Orientacyjna grubość poszczególnych warstw z gruntu stabilizowanego cementem nie powinna przekraczać:

- 25 cm - przy mieszaniu na miejscu sprzętem specjalistycznym (dopuszcza się większe grubości przy odpowiednim zaprojektowaniu mieszanki oraz zastosowaniu odpowiedniego sprzętu)
- 21 cm - przy mieszaniu w mieszarce stacjonarnej.

Stabilizacja będzie wykonywana w dwóch warstwach, tylko najniżej położona warstwa może być wykonana przy zastosowaniu technologii mieszania na miejscu. Wszystkie warstwy leżące wyżej powinny być wykonywane według metody mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

5.8. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych.

Zagęszczanie ulepszanego podłoża o przekroju daszkowym powinno rozpocząć się od krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się w stronę osi jezdni. Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niższej położonej krawędzi i przesuwac pasami podłużnymi, częściowo nakładającymi się, w stronę wyżej położonej krawędzi. Pojawiające się w czasie zagęszczania zaniżenia, ubytki, rozwarstwienia i podobne wady, muszą być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny i jednolity wygląd.

Wałowanie z użyciem walców stalowych należy prowadzić z włączoną wibracją, zwłaszcza w początkowej fazie zagęszczania. Na końcu wałowanie powinno zostać przeprowadzone walcem

ogumionym. Pojawiające się w trakcie zagęszczania zaniżenia, rozwarstwienia powinny być natychmiast naprawiane przez wymianę mieszanki na pełną głębokość, wyrównanie i ponowne zagęszczenie.

Operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed rozpoczęciem czasu wiązania cementu tj. w przeciągu 1,5 godziny od dodania wody do mieszanki.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż wymagane w projekcie i ST. Badanie należy przeprowadzić niezwłocznie po zakończeniu zagęszczania.

Zagęszczona warstwa powinna zostać zabezpieczona przed ruchem technologicznym na czas niezbędny dla umożliwienia zajścia reakcji chemicznych oraz osiągnięcia min. 80% wymaganej wytrzymałości i niezbędnej nośności.

Badania zagęszczenia należy wykonywać bezpośrednio po zagęszczeniu warstwy, a badania nośności do 3 godzin od zagęszczenia. Wyniki badań otrzymanych w późniejszym okresie dają wyniki niemiarodajne, znacznie zawyżone, ze względu na zwiększony wpływ wiązania spoiwa. Badania wykonywane w początkowym okresie wiązania spoiwa pozbawione są tego błędu, a spoiwo działa wyłącznie jako materiał doziarniający zwiększający powierzchnię właściwą gruntu oraz dodatkowo przesuszający wskutek wywołanych reakcji chemicznych

Badanie modułu odkształcenia E_2 wg PN-S-02205 polega na statycznym obciążaniu gruntu płytą o średnicy $D=300\text{mm}$, stopniowo co $0,05\text{MPa}$. Po doprowadzeniu do każdego z obciążeń jednostkowych odczytuje się wskazania czujników co 2 min. do momentu aż różnica między nimi wyniesie mniej niż $0,05\text{MPa}$. Końcowe obciążenie doprowadza się do wartości równej $0,35\text{MPa}$ (jak dla warstwy ulepszanego podłoża wg PN-S-02205).

Moduły odkształcenia pierwotny E_1 i wtórny E_2 , odpowiadające przyrostowi osiadań wywołanemu przyrostem obciążenia jednostkowego w zakresie od $0,15$ do $0,25\text{MPa}$, obliczamy na podstawie wzoru:

$$E_1, E_2 = \frac{3}{4} D (\Delta p / \Delta s) \quad [\text{MPa}]$$

gdzie:

- D - średnica płyty ($D=300$), mm
- Δp - różnica nacisków ($\Delta p=0,10$), MPa
- Δs - przyrost osiadań odpowiadający różnicy nacisków, mm

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.

5.9. Spoiny robocze

W miarę możliwości należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości.

Jeśli jest to niemożliwe, przy warstwie wykonywanej w prowadnicach, przed wykonaniem kolejnego pasa należy pionową krawędź wykonanego pasa zwilżyć wodą. Przy warstwie wykonanej bez prowadnic w ułożonej i zagęszczonej mieszance, należy niezwłocznie obciążyć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obciążenia pionowej krawędzi w wykonanej mieszance można odstąpić wtedy, gdy czas pomiędzy zakończeniem zagęszczania jednego pasa, a rozpoczęciem wbudowania sąsiedniego pasa, nie przekracza 60 minut.

Jeżeli w niżej położonej warstwie występują spoiny robocze, to spoiny w warstwie leżącej wyżej powinny być względem nich przesunięte o co najmniej 30 cm dla spoiny podłużnej i 1 m dla spoiny poprzecznej.

5.10. Pielęgnacja warstwy z gruntu stabilizowanego cementem oraz gruntu stabilizowanego cementem z zastosowaniem środka jonowymiennego

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową, albo asfaltem D200 lub D300 w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m²,
- b) skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- c) utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- d) przykrycie na okres 7 dni nieprzepuszczalną folią z tworzywa sztucznego, ułożoną na zakład o szerokości co najmniej 30 cm i zabezpieczoną przed zerwaniem z powierzchni warstwy przez wiatr,
- e) przykrycie warstwą piasku lub grubej włókniny technicznej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym w czasie co najmniej 7 dni.

Inne sposoby pielęgnacji, zaproponowane przez Wykonawcę i inne materiały przeznaczone do pielęgnacji mogą być zastosowane po uzyskaniu akceptacji Inżyniera.

Nie należy dopuszczać żadnego ruchu pojazdów i maszyn po podbudowie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

5.11. Utrzymanie ulepszonego podłoża

Ulepszone podłoże po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinny być utrzymywane w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotowe ulepszone podłoże do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania podbudowy lub ulepszonego podłoża obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw ulepszonego podłoża uszkodzonego wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mroz.

Wykonawca jest zobowiązany wstrzymać ruch budowlany po okresie intensywnych opadów deszczu, jeżeli wystąpi możliwość uszkodzenia ulepszonego podłoża.

Warstwa stabilizowana powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni.

Zaleca się ciągłą obecność przedstawiciela firmy dostarczającej środek jonowymienny podczas wykonywania robót budowlanych związanych z wbudowaniem. Zadaniem przedstawiciela jest pomoc Wykonawcy w dozowaniu środka wraz z wymieszaniem, zagęszczeniem i pielęgnacją warstwy.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 6.

6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania spoiw, kruszyw i gruntów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inżynierowi w celu akceptacji.

6.3. Badania w czasie robót

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania ulepszonego podłoża stabilizowanych spoiwami podano w tablicy 6.

Tablica 6. Częstotliwość badań i pomiarów

Lp.	Wyszczególnienie badań	Częstotliwość badań	
		Minimalna liczba badań na dziennej działce roboczej	Maksymalna powierzchnia podbudowy lub ulepszonego podłoża przypadająca na jedno badanie
1	Uziarnienie mieszanki	2	600 m ²
2	Wilgotność mieszanki ze spoiwem		
3	Rozdrobnienie gruntu ¹⁾		
4	Jednorodność i głębokość wymieszania ²⁾		
5	Zagęszczenie warstwy		
6	Grubość ulepszonego podłoża	3	400 m ²
7	Wytrzymałość na ściskanie – 7 i 28-dniowa	6 próbek	400 m ²
8	Ilość środka jonowymennego	5	400 m ²
9	Ilość wysianego spoiwa	5	400 m ²
10	Moduł wtórnego odkształcenia wykonanej stabilizacji	4	400 m ²
11	Badanie spoiwa: – cementu,	przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie	
12	Badanie wody	dla każdego wątpliwego źródła	
13	Badanie właściwości gruntu lub kruszywa	dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa	

1) Badanie wykonuje się dla gruntów spoistych

2) Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu

6.3.2. Uziarnienie gruntu

Próbki do badań należy pobierać z mieszarek lub z podłoża przed podaniem spoiwa. Uziarnienie kruszywa lub gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w ST.

6.3.3. Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwami

Wilgotność mieszanki powinna być równa wilgotności optymalnej, określonej w projekcie składu tej mieszanki, z tolerancją +10% -20% jej wartości.

6.3.4. Rozdrobnienie gruntu

Grunt powinien być spulchniony i rozdrobniony tak, aby wskaźnik rozdrobnienia był co najmniej równy 80% (przez sito o średnicy 4 mm powinno przejść 80% gruntu).

6.3.5. Jednorodność i głębokość wymieszania

Jednorodność wymieszania gruntu ze spoiwem polega na ocenie wizualnej jednolitego zabarwienia mieszanki.

Głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi podbudowy czy ulepszonego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

6.3.6. Zagęszczenie warstwy

Wymagane zagęszczenie na poziomie $I_s \geq 1,03$ lub $I_0 \leq 2,2$.

6.3.7. Grubość ulepszonego podłoża

Grubość warstwy należy mierzyć bezpośrednio po jej zagęszczeniu w odległości co najmniej 0,5 m od krawędzi. Grubość warstwy nie może różnić się od projektowanej o więcej niż ± 1 cm.

6.3.8. Wytrzymałość na ściskanie

Należy wykonać badania wg normy PN-EN 14227-10. Wymagania zgodnie z pkt. 2.6 tablica 3.

6.3.9. Ilość środka jonowymiennego i cementu

Wykonawca jest zobowiązany do stałej kontroli ilości rozścielanego środka jonowymiennego i spoiwa hydraulicznego. Pomiarów powinny być dokonywane zgodnie z tablicą 5. Protokoły wszystkich pomiarów powinny być sporządzane na bieżąco, podczas wykonywania prac. Inżynier może zażądać załączenia tych protokołów do protokołu odbioru prac.

Tolerancja masy rozścielonego środka jonowymiennego nie powinna przekraczać $\pm 1,0$ % /1m².

6.3.10. Badanie spoiwa

Dla każdej dostawy cementu, wymagania wg. PN-EN 197-1.

6.3.12. Badanie właściwości gruntu lub kruszywa

Właściwości gruntu lub kruszywa należy badać przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa. Właściwości powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w STWiORB.

6.4. Wymagania dotyczące cech geometrycznych ulepszanego podłoża

6.4.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 7.

Tablica 7. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej podbudowy lub ulepszanego podłoża stabilizowanych spoiwami

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów
1	Szerokość	10 razy na 1 km
2	Równość podłużna	w sposób ciągły planografem albo co 20 m łata na każdym pasie ruchu
3	Równość poprzeczna	10 razy na 1 km
4	Spadki poprzeczne ^{*)}	10 razy na 1 km
5	Rzędne wysokościowe	co 100 m
6	Ukształtowanie osi w planie ^{*)}	
7	Grubość podbudowy i ulepszanego podłoża	w 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m ²

^{*)} Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych łuków poziomych.

6.4.2. Szerokość ulepszanego podłoża

Szerokość ulepszanego podłoża nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm.

6.4.3. Równość podbudowy i ulepszanego podłoża

Nierówności podłużne podbudowy i ulepszanego podłoża należy mierzyć 4-metrową łata lub planografem, zgodnie z normą BN-68/8931-04.

Nierówności poprzeczne podbudowy i ulepszanego podłoża należy mierzyć 4-metrową łata.

Nierówności nie powinny przekraczać:
- 15 mm dla ulepszanego podłoża.

6.4.4. Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża

Spadki poprzeczne ulepszanego podłoża powinny być zgodne z dokumentacją projektową z tolerancją $\pm 0,5$ %.

6.4.5. Rzędne wysokościowe ulepszanego podłoża

Różnice pomiędzy rzędnymi wykonanej ulepszanego podłoża a rzędnymi projektowanymi nie powinny przekraczać + 1 cm, -2 cm.

6.4.6. Ukształtowanie osi ulepszanego podłoża

Oś ulepszanego podłoża w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi projektowanej o więcej niż ± 5 cm.

6.4.7. Grubość ulepszanego podłoża

Grubość ulepszanego podłoża nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż:
- dla ulepszanego podłoża +10%, -15%.

6.5. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami ulepszanego podłoża

6.5.1. Niewłaściwe cechy geometryczne ulepszanego podłoża

Jeżeli po wykonaniu badań na ulepszonym podłożu stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.4, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana na koszt Wykonawcy. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy wykonany na koszt Wykonawcy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inżyniera.

Jeżeli szerokość ulepszanego podłoża jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć ulepszone podłoże przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

6.5.2. Niewłaściwa grubość ulepszanego podłoża

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę ulepszanego podłoża przez zerwanie wykonanej warstwy, usunięcie zerwanego materiału i ponowne wykonanie warstwy o odpowiednich właściwościach i o wymaganej grubości. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt. Po wykonaniu tych robót nastąpi ponowny pomiar i ocena grubości warstwy, na koszt Wykonawcy.

6.5.3. Niewłaściwa wytrzymałość ulepszanego podłoża

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w STWIORB dla poszczególnych rodzajów podbudów i ulepszanego podłoża, to warstwa wadliwie wykonana zostanie zerwana i wymieniona na nową o odpowiednich właściwościach na koszt Wykonawcy.

7. OBMIAR ROBÓT

7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

7.2. Jednostka obmiarowa

Jednostką obmiarową jest:
- m² (metr kwadratowy) ulepszanego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem z dodatkiem środka jonowymiennego wykonywanych na miejscu,

- m² (metr kwadratowy) ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych cementem wykonywanych w mieszarkach.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 8.

Roboty uznaje się za zgodne z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inżyniera, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg pkt 6 dały wyniki pozytywne.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWIORB D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena wykonania 1 m² warstwy z gruntów stabilizowanych cementem obejmuje:

- opracowanie PTiOR i PZJ,
- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- przeprowadzenie badań laboratoryjnych stosowanych materiałów i opracowanie recepty,
- koszty zakupu, transportu, rozłożenia, zastosowania materiałów opisanych w STWIORB,
- dostarczenie materiałów, wyprodukowanie mieszanki i jej transport na miejsce wbudowania,
- wykonanie odcinka próbnego,
- spulchnienie gruntu,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- doziarnienie (kruszywem z rozbiórki lub dowozu w zależności od potrzeb),
- dostarczenie i rozścielenie składników zgodnie z receptą laboratoryjną,
- wymieszanie ze spoiwem i dodatkami,
- zagęszczenie warstwy,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- koszty utylizacji ewentualnych odpadów i ubytków materiałowych,
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w STWIORB,
- odwodnienie miejsca prowadzonych robót,
- wykonanie innych czynności niezbędnych do realizacji robót objętych niniejszą STWIORB, zgodnie z dokumentacją projektową.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- | | | |
|----|-------------|---|
| 1. | PN-EN 197-1 | Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku |
| 2. | PN-EN 933-1 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie składu ziarnowego – Metoda przesiewania |
| 3. | PN-EN 933-3 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn za pomocą wskaźnika płaskości |
| 4. | PN-EN 933-4 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie kształtu ziarn – Wskaźnik kształtu |
| 5. | PN-EN 933-5 | Badania geometrycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |

-
- | | | |
|-----|----------------|---|
| 6. | PN-EN 934-2 | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Domieszki do betonu – Definicje i wymagania |
| 7. | 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 |
| 8. | PN-EN 1097-1 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Oznaczanie odporności na ścieranie (mikro-Deval) |
| 9. | PN-EN 1097-2 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie |
| 10. | PN-EN 1097-6 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości |
| 11. | PN-EN 1367-1 | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 1: Oznaczanie mrozoodporności |
| 12. | PN-EN 1367-3 | Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych – Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania |
| 13. | PN-EN 1744-1 | Badania chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna |
| 14. | PN-EN 1744-3 | Badania chemicznych właściwości kruszyw – Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie kruszyw |
| 15. | PN-EN 13242 | Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym |
| 16. | PN-EN 13286-2 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody – Zagęszczanie metodą Proctora |
| 17. | PN-EN 13286-41 | Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 41: Metoda oznaczania wytrzymałości na ściskanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym |
| 18. | 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 |
| 19. | PN-EN 14227-1 | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania – Część 1: Mieszanki związane cementem |
| 20. | PN-EN 14227-10 | Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Specyfikacja – Część 10: Grunty stabilizowane cementem |
| 21. | PN-S-96012 | Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem |