

GRUNTAR



SZCZEGÓŁOWA
SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONYWANIA STABILIZACJI
I WZMOCNIENIA GRUNTU
SPOIWEM **GRUNTAR**

SZCZEGÓŁOWA
SPECYFIKACJA TECHNICZNA
WYKONYWANIA STABILIZACJI
I WZMOCNIENIA GRUNTU
SPOIWEM GRUNTAR

Spis treści

1. Wstęp	4
1.1 Zakres stosowania SST	4
1.2 Zakres robót objętych SST	4
1.3 Definicje	5
2. Materiały do wykonywania ulepszenia podłoża i stabilizacji	6
2.1 Spoiwo GRUNTAR	6
2.2 Ulepszanie gruntu spoiwem GRUNTAR	7
2.3 Stabilizacja gruntu spoiwem GRUNTAR	7
3. Wykonawstwo robót z użyciem spoiwa GRUNTAR	10
3.1 Warunki przystąpienia do robót wzmacniających podłoże	10
3.2 Badania przydatności podłoża oraz jego ulepszenia	10
3.3 Projektowanie składu mieszanki podłoża i stabilizacji.	14
3.4 Zagęszczanie wykonanej warstwy	17
3.5 Pielęgnacja warstw wzmocnionego podłoża/stabilizacji.	17
4. Badania laboratoryjne	18
4.1 Przygotowanie próbek stabilizacji do badań wytrzymałości	18
4.2 Pielęgnacja próbek	18
4.3 Badanie wytrzymałości próbek na ściskanie	19
4.4 Klasyfikacja wyników badań stabilizacji	20
5. Bezpieczeństwo i higiena pracy.....	21
6. Normy i dokumenty odniesienia	22

1.1 Zakres stosowania SST

Zakres stosowania szczegółowej specyfikacji technicznej (SST) stanowi podstawę do opracowywania technologii wykonywania i projektowania wzmocnień podłoży i stabilizacji, jak i prawidłowego wykorzystania spoiwa GRUNTAR w robotach drogowych, zgodnych z właściwościami technicznymi spoiwa, zawartymi w Aprobacie Technicznej IBDiM nr AT/2011-02-2775:

1.2 Zakres robót objętych niniejszą SST

Zakres robót z zastosowaniem spoiwa GRUNTAR rekomendowanych Aprobata Techniczną IBDiM nr AT/2011-02-2775:

- wzmacnianie podłoża nawierzchni wg wymagań zawartych w PN-S-96012,
- wykonywanie podbudowy pomocniczej i zasadniczej, stabilizowanej mechanicznie wg PN-S-06102,
- wykonywanie stabilizowanej podbudowy pomocniczej i zasadniczej wg PN-S-06102 dla kategorii obciążania ruchem KR1 do KR6 wg „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych”,
- ulepszanie gruntów przy budowie podłoża nasypów i warstw nasypów wg PN-S-02205,
- budowa nawierzchni twardej nieulepszonej z zabezpieczeniem górnej powierzchni natryskiem emulsją asfaltową lub warstwą kruszywa grubego,
- ulepszanie i uszczelnianie podłoża na składowiskach odpadów oraz rewitalizacja terenów zdegradowanych,
- wytwarzanie mieszanek związanych spoiwem hydraulicznym wg WT 5 i zgodnie z PN-EN 14227-5.

1.3 Definicje

Podłoże drogowe – grunt rodzimy lub nasypowy zalegający pod nawierzchnią drogową na głębokości poniżej strefy przemarzania lub do głębokości, na której naprężenia pionowe od projektowanych obciążeń ruchem wynoszą powyżej 0,02 MPa.

Podłoże ulepszone – podłoże drogowe o poprawionej nośności w celu przejęcia obciążeń od ruchu budowlanego i właściwego wykonania nawierzchni, spełniające wymagania określone w normie PN-S-02205.

Podbudowa drogowa – dolna część konstrukcyjna nawierzchni, służąca do przenoszenia obciążeń ruchem na podłoże. Może się składać z podbudowy pomocniczej i podbudowy zasadniczej.

Podbudowa pomocnicza – dolna część podbudowy drogowej, spełniająca funkcję nośną i dodatkowo zabezpieczająca nawierzchnię przed działaniem wody, mrozu i przenikaniem cząstek podłoża do warstw konstrukcyjnych. W skład podbudowy pomocniczej wchodzić może warstwa odsączająca, odcinająca i mrozochronna na podłożach z gruntów wysadzinowych.

Podbudowa zasadnicza – górna część podbudowy, spełniająca funkcje nośne w konstrukcji drogi.

Grunt ulepszony spoiwem hydraulicznym – uzyskana w wyniku mechanicznego ujednorodnienia, w proporcjach ustalonych laboratoryjnie, mieszanka gruntu mineralnego, spoiwa GRUNTAR i wody, posiadająca po zagęszczeniu i stwardnieniu założone właściwości.

Grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym – uzyskana w wyniku mechanicznego ujednorodnienia, w proporcjach ustalonych laboratoryjnie, mieszanka gruntu mineralnego lub piasku, spoiwa GRUNTAR i wody, posiadająca po zagęszczeniu i stwardnieniu założoną wytrzymałość.

2. Materiały do wykonywania ulepszenia podłoża i stabilizacji

2.1 Spoiwo GRUNTAR

Spoiwo GRUNTAR o właściwościach hydraulicznych jest mieszanką wyprodukowanego i przemielonego w cementowni klinkieru cementu portlandzkiego i wybranych dodatków pucolanowych, takich jak: popioły lotne krzemionkowe V, popiół lotny wapienny W oraz popioły lotne fluidalne F. Ustalone, w wyniku szeregu badań i doświadczeń, proporcje poszczególnych składników pozwalają na maksymalne wykorzystanie właściwości osuszających spoiwa i tworzą produkt o unikalnych właściwościach, zbliżony dynamiką narastania wytrzymałości do parametrów cementów portlandzkich wieloskładnikowych. Spoiwo GRUNTAR jest produkowane w klasach wytrzymałości: 5;12,5 oraz 22,5. Spoiwo przeznaczone jest do ulepszenia i stabilizacji gruntów wysadzinowych suchych i przewilgoconych, jak również gruntów wątpliwych i niewysadzinowych, w zależności od występowania.

Tabela 1. Właściwości użytkowe i techniczne spoiwa GRUNTAR

Lp.	Właściwości	Jedn.	Wymagania dla klasy				Metody badań wg
			HSDE	HSD			
				5	12,5	22,5	
1.	Wytrzymałość na ściskanie po:						IBDiM TWkiuo-74/2005; PN-EN 196-1
	- 7 dniach R ₇	[MPa]	R ₇ ≥0,5	R ₇ ≥1,5	R ₇ ≥4	R ₇ ≥7	
	- 28 dniach R ₂₈	[MPa]	R ₂₈ ≥1,0	5<R ₂₈ ≤15	12,5<R ₂₈ ≤32,5	22,5<R ₂₈ ≤42,5	
	- 90 dniach R ₉₀	[MPa]	-	5<R ₉₀ ≤15	12,5<R ₉₀ ≤32,5	22,5<R ₉₀ ≤42,5	
2.	Uziarnienie:						IBDiM PB/TW-2/122; PN-EN 196-6
	a) maks. wymiar ziarna	[mm]	≤4	1	-	-	
	b) nominalny wymiar ziarna	[mm]	deklar.	deklar.	-	-	
	c) pozostałość na sicie: - 0,315 (300) mm	% (m/m)	-	≤10	0	0	
	- 0,090 mm	% (m/m)	-	≤15	≤15	≤10	
3.	Czas wiązania:						IBDiM PB/TW-2/123; PN-EN 196-3
	- początek wiązania	[min.]	≥60	≥120			
	- koniec wiązania	[h]	deklar.	≤12			
4.	Stałość objętości (rozszerzalność)						
		[mm]	1)	≤10			
5.	Zawartość siarczanów						PN-EN 196-2
	(w przelicz. na SO ₃)	[%] (m/m)	deklar.	≤4,5 ²⁾			

1) Próbką w całości zachowuje kształt. Brak wykruszeń i spękań, złuszczeń lub dodatkowo białych wykwitów oraz wykwitów krystalicznych po osuszeniu w st. powietrzno-suchym.
2) Przy spełnieniu wartości stałości objętości wg pkt 5.

2.2 Ulepszanie gruntu spoiwem GRUNTAR

Rodzaje i wymagania dla gruntów oraz kruszyw określone są w normie PN-S-96012 Drogi samochodowe – Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntów stabilizowanych cementem. Zalecane pola dobrego uziarnienia dla mieszanek zawarte w ww. normie są rozszerzone o mieszanki gruntów lub kruszyw łamanych i naturalnych wg normy PN-EN 14227-3 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym – Wymagania – Część 3: Mieszanki związane popiołami lotnymi, oznaczone 0/31,5 mm, 0/20 mm, 0/11,2 mm oraz drobna.

Do wykonywania ulepszenia gruntu oraz jego osuszania w celu osiągnięcia nośności podłoża kategorii G1 rekomendowane jest użycie spoiwa GRUNTAR HSD 5 lub GRUNTAR HSD 12,5.

Tabela 2. Rodzaje gruntu i odpowiadające im grupy nośności podłoża, podlegające stabilizacji zalecaną ilością spoiwa.

Rodzaj gruntów podłoża	Grupa nośności podłoża dla warunków wodnych			
	Dobre	Przeciętne	Złe	Opis
Grunty niewysadzinowe	G 1	G 1	G 1	Żwiry, pospółki, piaski grubo-, średnio-, drobno-ziarniste, rumosze skalne, żużle nierozpadowe
Grunty wątpliwe	G 1	G 2	G 2	Piaski pylaste
Grunty wątpliwe	G 1	G 2	G 3	Żwiry gliniaste, pospółki gliniaste, zwietrzliny gliniaste, rumosze gliniaste
Grunty mało wysadzinowe	G 2	G 3	G 4	Gliny zwięzłe, gliny piaszczyste i pylaste, iły, iły piaszczyste i pylaste
Grunty bardzo wysadzinowe	G 3	G 4	G 4	Piaski gliniaste, pyły piaszczyste, pyły, gliny, gliny piaszczyste i pylaste, iły warwowe
Zalecana zawartość spoiwa GRUNTAR [%]	4 - 5	6 - 7	8 - 9	Optymalna ilość spoiwa w %, umożliwiającą doprowadzenie gruntu danej kategorii do nośności G1

2.3 Stabilizacja gruntu spoiwem GRUNTAR

Wykonanie warstwy konstrukcyjnej jest możliwe dzięki technologii mieszania spoiwa z gruntem przy użyciu recyklera na placu budowy. Można również wykonać mieszankę stabilizacji w wytwórni mobilnej lub stacjonarnej wytwórni betonu, a następnie dowieźć ją na plac budowy i wbudować. Aby wykonywana warstwa stabilizacji osiągnęła założoną projektem wytrzymałość konstrukcyjną, zaleca się stosowanie spoiwa GRUNTAR HSD 22,5.

Niezależnie od sposobu wytwarzania mieszanki wymagane jest opracowanie jej składu w laboratorium.



Fot. 1. Wykonanie stabilizacji na placu budowy.

Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu mieszanego na miejscu używa się przede wszystkim specjalistycznego sprzętu np. recyklerów. Nie zaleca się używania do tego celu sprzętu rolniczego, takiego jak pługi czy glebogryzarki z uwagi na mało skuteczne mieszanie. Recyklerzy zapewniają jednolite wymieszanie składników mieszanki spoiwowo-gruntowej z jednoczesnym jej nawilżeniem. Grunt przewidziany do stabilizacji powinien być rozdrobniony, zagęszczony z zachowaniem wilgotności określonej projektem stabilizacji i wyprofilowany. Na tak przygotowaną mieszankę gruntową o optymalnej wilgotności dodajemy spoiwo zgodnie z ustaloną receptą laboratoryjną w przeliczeniu na 1 m² powierzchni przy projektowanej grubości warstwy. Do tego celu używamy rozsypywarek, tak ustawiając dozowanie, aby liczba kilogramów spoiwa, pokrywająca stabilizowane podłoże, była zgodna z opracowaną receptą laboratoryjną.



Fot. 2 i 3. Sprawdzenie dozowania spoiwa.

Czas od momentu rozłożenia spoiwa na gruncie do zakończenia mieszania i zagęszczania nie powinien przekraczać 2 godzin. Dla gruntów o zbyt wysokiej

wilgotności, dochodzącej do 2% powyżej wilgotności optymalnej, zalecane jest jego przesuszenie poprzez przesypywanie i mieszanie w czasie suchej pogody. Wilgotność mieszanki przed zagęszczeniem nie powinna różnić się od wilgotności optymalnej o więcej niż 1% i nie mniej niż 0,5%. Po wymieszanu spoiwa z gruntem należy ponownie sprawdzić jego wilgotność; w przypadku zbyt niskiej wilgotności mieszankę należy dowilżyć i ponownie przemieszać. Zabieg ten zapewni prawidłowy proces hydratacji spoiwa, jak również uzyskanie maksymalnego zagęszczenia.

Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki takiej mieszanki spoiwowo-piaskowej powinny być dozowane zgodnie z ustaloną receptą laboratoryjną w urządzeniach o wagowym dozowaniu składników. Należy jednak pamiętać o korekcie wilgotności składników w celu uzyskania optymalnej wilgotności mieszanki (+1%, -0,5%). Czas mieszania składników powinien być tak dobrany, aby zapewnić jednorodność mieszaniny i nie powinien być krótszy od 1 minuty. W mieszarkach typu ciągłego prędkość podawania materiałów powinna być ustalona i na bieżąco kontrolowana w taki sposób, aby zapewnić jednorodność mieszanki. Po przetransportowaniu mieszaniny stabilizacji z wytwórni na plac budowy oraz po ułożeniu i wyprofilowaniu należy natychmiast przystąpić do profilowania z użyciem równiarek i zagęszczenia warstwy. Zapobiegnie to gwałtownemu wyparowywaniu wilgoci zawartej w mieszance. Metoda ta jest zalecana przy wykonywaniu mieszanek przeznaczonych na podbudowy zasadnicze. Transport mieszanki powinien odbywać się samochodami ciężarowymi o skrzyni ładunkowej, która nie jest wykonana z aluminium, przykrytej plandeką zabezpieczającą przed opadami lub wysychaniem.

3. Wykonawstwo robót z użyciem spoiwa GRUNTAR

3.1 Warunki przystąpienia do robót wzmacniających podłoże

Do robót wzmacniających podłoże należy przystąpić bezpośrednio przed wykonaniem warstw nawierzchni. Niedopuszczalne jest wykonywanie prac, gdy podłoże jest zamrożone, podczas obfitych opadów atmosferycznych, silnego wiatru i intensywnie opadających liści. Nie należy rozpoczynać prac, gdy prognozy meteorologiczne przewidują w najbliższych 7 dniach obniżenie temperatury poniżej 5°C, a temperatura gruntu wynosi poniżej 5°C. Po przygotowaniu do wzmocnienia podłożu nie może odbywać się ruch budowlany niezwiązany bezpośrednio z wykonaniem wzmocnienia podłoża.

3.2 Badania przydatności podłoża oraz jego ulepszenia

W celu uzyskania wymaganych projektem cech użytkowych stabilizowanego gruntu, jego mrozoodporności i zoptymalizowania kosztów wykonania stabilizacji należy w pierwszej kolejności przeprowadzić niezbędne badania gruntu. Wyniki tych badań decydują o ilości spoiwa GRUNTAR, jaką należy użyć do przygotowania 1 m² stabilizacji oraz sposobie pielęgnacji przygotowanych z takiego gruntu próbek. Zalecane są dwa podstawowe badania:

- określenie rodzaju gruntu przy pomocy oznaczenia liczby wałeczkowań wg PN-88/B-04481,
- oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych wg PN-78 B-06714-26.

Metoda makroskopowa badania rodzaju i stanu gruntów

Badania makroskopowe mają na celu wstępne określenie rodzaju i niektórych cech fizycznych gruntu poprzez jego ocenę wizualną, bez użycia specjalistycznego sprzętu lub aparatury. Badania takie są badaniami poglądowymi, wykonywanymi najczęściej w terenie, służącymi do oceny warunków wodno-gruntowych oraz możliwości zastosowania typu i ilości spoiwa GRUNTAR.

Sprawdzenie rodzaju gruntu polega na określeniu plastyczności gruntu oraz zawartości piasku, pyłu i iłu. W celu oznaczenia plastyczności (zwięzłości) wilgotną kulkę gruntu o średnicy około 7 mm powinno się wałeczkować na gładkiej powierzchni, aby otrzymać wałeczek o średnicy około 3 mm. Następnie należy utworzyć ponownie kulkę i powtarzać wałeczkowanie do chwili, kiedy na skutek utraty wody grunt nie daje się już wałeczkować, a tylko zlepić. Osiąga on wtedy granice plastyczności. Wynik tego badania wskazuje na grunt o dużej lub małej plastyczności:

- **mała plastyczność** – gdy próbka wykazuje spoistość, ale nie daje się wykonać wałeczka o średnicy 3 mm,
- **duża plastyczność** – gdy próbka daje się wielokrotnie wałeczkować do cienkich wałeczków.

Mała plastyczność wskazuje na dużą zawartość pyłu, a duża plastyczność świadczy o dużej zawartości iłów.

Tabela 3. Określenie stanu gruntu.

	Opis stanu gruntu	Liczba wałeczkowań – X
Stan zwarty	-	Z gruntu nie można uformować kulki.
Stan półzwarty	-	Z gruntu można uformować kulkę, lecz wałeczek pęka podczas pierwszego wałeczkowania. X = 0
Stan twardoplastyczny	mało spoisty	X = 1
	średniospoisty	X < 2
	zwięzłospoisty	X < 3
	bardzo spoisty	X < 5
Stan plastyczny	mało spoisty	X = 2
	średniospoisty	2 ≤ X ≤ 4
	zwięzłospoisty	3 ≤ X ≤ 7
	bardzo spoisty	5 ≤ X ≤ 10
Stan miękkoplastyczny	-	X > 10

Wstępne ustalenia spoistości gruntu

- Grunt należy określić jako spoisty, jeżeli po wyschnięciu do stanu powietrznosuchego tworzy on zwarte grudki.
- Grunt należy określić jako niespoisty, jeżeli po wyschnięciu do stanu powietrznosuchego stanowi on niezwiązane ze sobą cząstki lub grudki rozpadające się pod wpływem lekkiego nacisku palcem (siła około 1 N).

Oznaczanie rodzajów gruntów niespoistych polega na ocenie spoistości gruntu na podstawie próby wałeczkowania i rozcierania gruntu w wodzie. Próba wałeczkowania służy do oceny spoistości gruntu, zaś próba rozcierania w wodzie do oceny zawartości frakcji piaskowej. W przypadkach wątpliwych należy dodatkowo wykonać próbę rozmakania.

Tabela 4. Rodzaj gruntu w zależności od zawartości poszczególnych frakcji.

Nazwa gruntu	Zawartość frakcji w %		
	> 2 mm	> 0,5 mm	> 0,25 mm
Żwir	> 50	-	-
Pospółka	50 - 10	> 50	-
Piasek gruboziarnisty	< 10	> 50	-
Piasek średnioziarnisty	< 10	< 50	> 50
Piasek drobnoziarnisty	< 10	< 50	< 50
Piasek pylasty ¹⁾			

1) Piasek pylasty po wyschnięciu tworzy lekko spojone grudki, które rozsypują się między palcami przy ich podnoszeniu.

Próba wałeczowania

Z przeznaczonej do badań grudki gruntu, bez frakcji kamienistej i żwirowej, należy uformować kulkę o średnicy około 7 mm. Kulkę należy położyć na wyprostowanej dłoni i nasadą kciuka drugiej dłoni wałeczować grunt, nieznacznie naciskając; wałeczować należy z szybkością około 2 obroty na sekundę aż do uzyskania wałeczka o średnicy około 3 mm.

Jeśli wałeczek nie wykazuje uszkodzeń, należy ugnieść go ponownie, uformować kulkę oraz powtórzyć wałeczowanie. Czynność tę należy powtarzać tak długo, aż wałeczek po uzyskaniu średnicy 3 mm wykaże spękania, rozwarstwienia lub rozsypie się. Wałeczowanie należy również zakończyć, gdy wałeczek długości 4 – 5 cm podnoszony za jeden koniec zaczyna pękać pod własnym ciężarem. Rodzaj uszkodzeń oraz wygląd wałeczka określa rodzaj gruntu wg tabeli kol. 2 i 6. Próbkę wałeczowania należy przeprowadzić co najmniej na dwóch kulkach, a w przypadku wyraźnej niezgodności wyników – dodatkowo na trzeciej kulce.

Oznaczanie stanu gruntów spoistych

Stan gruntów spoistych należy oznaczać na podstawie liczby kolejnych wałeczkowań tej samej kulki gruntu, biorąc pod uwagę, ile razy uzyskano wałeczek o średnicy 3 mm bez jego uszkodzenia.

Tabela 5. Oznaczenie rodzajów gruntów metodą makroskopową.

Rodzaj gruntu, wskaźnik plastyczności (Ip), zawartość frakcji ilowej (fi)		Rodzaje i nazwy gruntów w zależności od zawartości frakcji piaskowej			Wyniki badań	
		Grupa I	Grupa II	Grupa III	Próba wałeczkowania	Próba rozmakania
1	2	3	4	5	6	7
Rodzaje i nazwy gruntów w zależności od wyników próby wałeczkowania lub rozmakania	Mało spoisty a) Ip < 5% fi < 5%	Piasek gliniasty	Pył piaszczysty	Pył	Kulka rozptaszcza się lub rozsypuje, grunt nie daje się wałeczkować.	Grudka rozmaka natychmiast.
	b) Ip = 5 – 10% fi = 5 - 10%	Piasek gliniasty	Pył piaszczysty	Pył	Wałeczek rozwarstwia się podłużnie.	Grudka rozmaka w ciągu 0,5 – 5,0 min.
	Średniospoisty Ip = 10 – 20% fi = 10 – 20%	Gлина piaszczysta	Gлина	Gлина pylasta	Od początku do końca wałeczkowania powierzchnia wałeczka bez połysku, wałeczek pęka poprzecznie.	Grudka rozmaka w ciągu 5 – 60 min.
	Zwięzłospoisty Ip = 20 – 30% fi = 20 – 30%	Gлина piaszczysta zwięzła	Gлина zwięzła	Gлина pylasta zwięzła	Wałeczek początkowo bez połysku, przy końcu wałeczkowania z połyskiem, pęka poprzecznie.	Grudka rozmaka w ciągu 1 – 24 h.
	Bardzo spoisty Ip > 30% fi > 30%	Іł piaszczysty	Іł	Іł pylasty	Kulka i wałeczek od początku z połyskiem.	Grudka rozmaka w czasie dłuższym niż 1 doba.

Próba rozcierania gruntu w wodzie

Grudkę gruntu przeznaczonego do badań należy rozcierać między dwoma palcami zanurzonymi w wodzie.

Jeśli podczas wykonywania próby pozostaje między palcami dużo ziaren piasku – grunt należy zaliczyć do grupy I, jeżeli wyczuwa się tylko pojedyncze ziarna piasku – należy zaliczyć do grupy II, a gdy nie pozostają ziarna piasku – należy zaliczyć do grupy III.

Próba rozmakania

Z przeznaczonego do badań gruntu należy pobrać grudkę o średnicy 15 – 20 mm i wysuszyć do stałej masy w temperaturze 105 - 110 °C. Tak przygotowaną grudkę należy umieścić na siatce o wymiarach boków oczek kwadratowych 5 mm i zanurzyć całkowicie w wodzie.

Czas rozmakania grudki mierzy się od chwili zanurzenia w wodzie do chwili jej przeniknięcia przez siatkę w wyniku rozmoknięcia.

Oznaczanie wilgotności

Grunt należy określić jako:

- suchy – jeżeli grudka gruntu przy zginiataniu pęka i pozostaje w stanie rozdrobnionym,
- mało wilgotny – jeżeli grudka przy zginiataniu odkształca się plastycznie, lecz papier filtracyjny lub ręka przyłożone do gruntu nie stają się wilgotne,
- wilgotny – jeżeli papier filtracyjny lub ręka przyłożone do gruntu stają się wilgotne,
- mokry – jeżeli przy ściskaniu gruntu w dłoni odsącza się z niego woda,
- nawodniony – jeżeli woda odsącza się z gruntu grawitacyjnie.

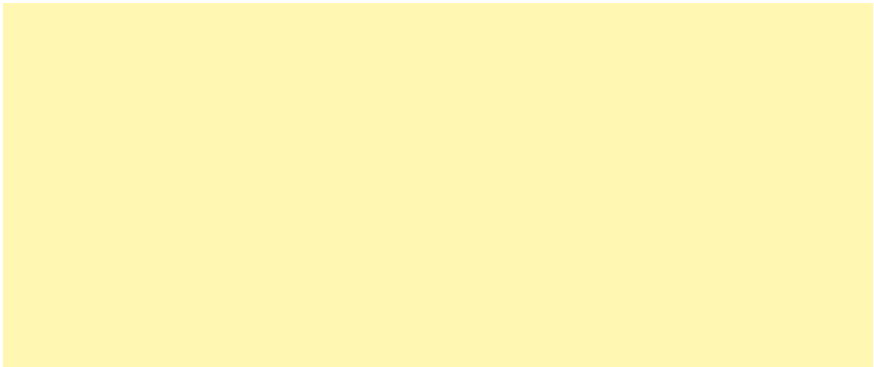
Oznaczanie barwy gruntu

Barwę gruntu należy badać na przełomie bryty gruntu o naturalnej wilgotności. W opisie barwy gruntu należy podać najpierw odcień i intensywność barwy, a następnie barwę podstawową (np. jasnożółto-szara). Przy występowaniu kilku barw należy podać charakter ich występowania, (np. zielona z czerwonymi smugami lub pstra czerwonozielona itp.).

Badanie zawartości części organicznych

Badanie zawartości części organicznych polega na obserwacji koloru roztworu mieszaniny gruntu i wodorotlenku sodu NaOH i stwierdzeniu obecności substancji organicznych (kwasów humusowych) w gruntach. Badanie to polega na wydzieleniu próbki w stanie powietrznosuchym o masie około 500 g z pobranej metodą kwartowania próbki analitycznej gruntu. Tak przygotowaną próbkę wysypujemy do cylindra pomiarowego, a następnie zalewamy 3% wodnym roztworem wodorotlenku sodowego NaOH tak, aby poziom cieczy odpowiadał dwukrotnej wysokości wysypanego materiału. Po dokładnym wymieszaniu zawartości próbkę odstawiamy na 24 godziny, a po tym czasie obserwujemy barwę roztworu. Jeżeli w próbce gruntu nie ma w ilościach szkodliwych substancji organicznych, barwa roztworu powinna odpowiadać barwie wzorcowej lub być od niej jaśniejsza.

Zbyt duża zawartość w gruncie szkodliwych substancji organicznych wpływać będzie bezpośrednio na procesy hydratacji spoiwa i, co z tym związane, drastyczne obniżenie wytrzymałości wykonanej stabilizacji.



Fot. 4. Barwa wzorcowa roztworu wg PN-78/B-06714-26 – (kolor słomkowy)

Wszystkie zabiegi wzmocniające podłoże gruntowe mają na celu doprowadzenie go do grupy nośności G 1. Grunty o wskaźniku piaskowym $25 < WP < 50\%$ i zawartości cząstek mniejszych od $0,075\text{ mm} < 15\%$ oraz niskiej zawartości części organicznych dają możliwość użycia najmniejszej ilości spoiwa GRUNTAR.

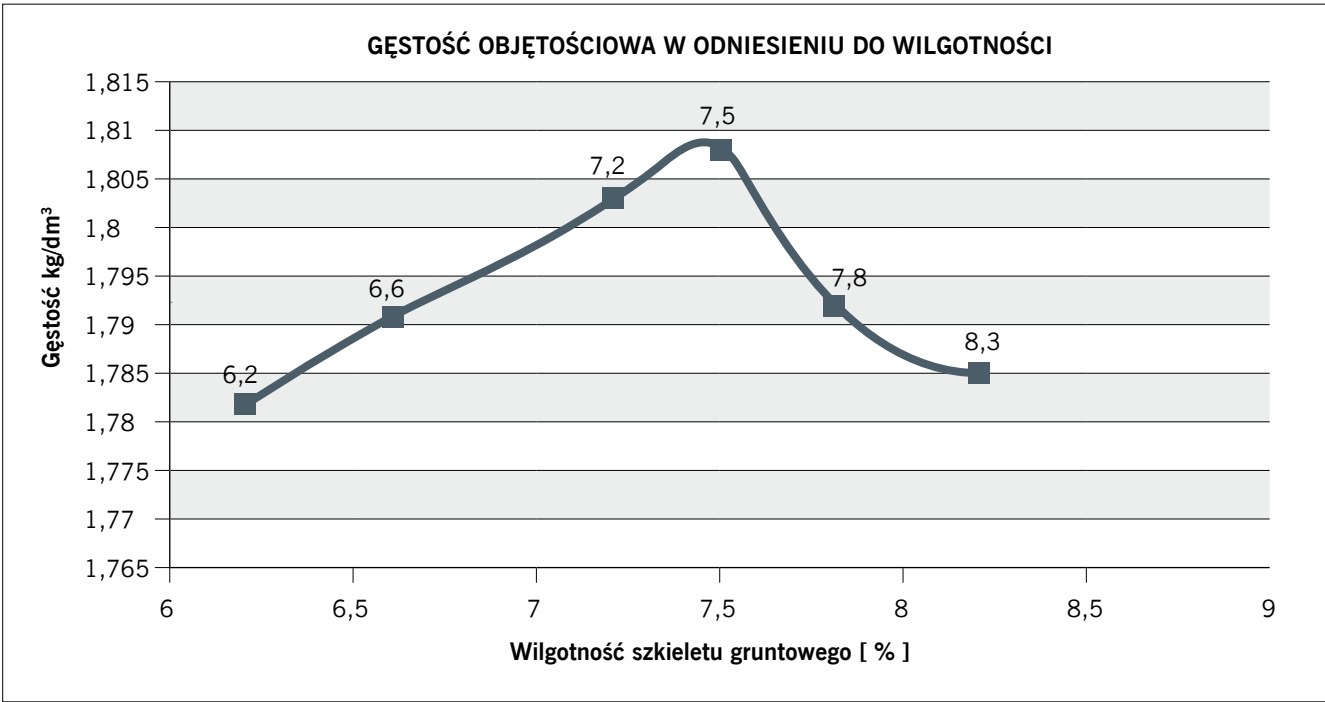
3.3 Projektowanie składu mieszanki podłoża i stabilizacji

Opracowanie receptury mieszanki gruntowo-spoiwowej możliwe jest jedynie w laboratorium z użyciem wymaganego normami sprzętu do przygotowania prób. Niezbędna jest również właściwie prowadzona pielęgnacja, gdyż decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji jest uzyskanie wyników badań wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności (o ile jest wymagana) zgodnych z założeniami projektu. Do projektowania składu mieszanki używamy materiałów pobranych z miejsca budowy lub wskazanych przez wykonawcę z pobliskich kopalni w przypadku mieszania w mieszarkach stacjonarnych.

Ustalanie składu powinno być przeprowadzone w oparciu o próby laboratoryjne i polowe na tych samych składnikach, z tych samych źródeł i o takich samych właściwościach jak te, które będą zastosowane w określonej ilości wyrobu lub kontrakcie.

Po wykonaniu początkowych badań gruntu należy odważyć do mieszalnika kilkukilogramową próbkę i dodać spoiwo w ilości nie mniejszej niż 6% masy odważonego gruntu, a następnie dokładnie wymieszać. Potem oznaczamy optymalną wilgotność gruntu, tj. taką, przy której uzyskujemy maksymalny wskaźnik zagęszczenia gruntu (wykres 1). Oznaczenie wykonujemy z użyciem aparatu Proctora, zgodnie z PN-EN 13286 – 2, poprzez stopniowe dodawanie wody i pomiar ciężaru zagęszczonej aparatem Proctora próbki. Wynik notujemy, a następnie dodajemy część wody, mieszamy i wykonujemy ponownie oznaczenie gęstości. Czynność powtarzamy do momentu, kiedy masa próbki nie zwiększa się lub uległa niewielkiej utracie. Następnie w suszarce określamy procentową zawartość wody, a wynik zapisujemy. Z tak przygotowanej mieszanki formujemy, z użyciem aparatu Proctora, 9 próbek i poddajemy

pielęgnacji w środowisku wilgotnym. Czynność powtarzamy, zwiększając kolejno zawartość spoiwa do 8 i 10 % masy gruntu. Dokładny opis przygotowania próbek zamieszczony jest w PN EN 13286-2.



Wykres 1. Wilgotność optymalna szkieletu gruntowego (przykład)

Próbki do badań wytrzymałości i mrozoodporności stabilizacji wykonywane są w formach typu A wg PN-EN 13286 – 2.



Fot. 5. Próbki po badaniu mrozoodporności.

Potwierdzeniem uzyskania zgodnych z wymaganiami projektu parametrów jest wykonanie odcinka próbnego. Podczas jego wykonywania należy użyć materiałów i sprzętu takich samych, jakie będą używane do wykonywania wzmocnienia lub stabilizacji, w miejscu, gdzie będzie realizowana budowa. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić 400 do 800 m².

Podczas projektowania stabilizacji opartej na spoiwie GRUNTAR należy pamiętać, aby:

- uwzględnić współczynnik pewności (zwiększający) równy, co najmniej 1/3,
- uwzględnić fakt, iż w warunkach wykonawstwa w terenie uzyskuje się wytrzymałości średnio o:
 - 50% niższe (od laboratoryjnych) przy mieszaniu narzędziami rolniczymi,

Tabela 6. Przykład receptury mieszanki stabilizacji.

[illegible]

- 30% niższe przy mieszaniu sprzętem specjalistycznym,
- uwzględnić zewnętrzne warunki dojrzewania (temperatura i wilgotność) przy temperaturach zewnętrznych od **+1°C do +7°C**; w stosunku do warunków laboratoryjnych wytrzymałości są mniejsze o około 30 – 35%.

3.4 Zagęszczanie wykonanej warstwy

Zagęszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego spoiwem GRUNTAR należy prowadzić przy użyciu walców okółkowanych, gładkich, wibracyjnych, ogumionych lub ich kombinacji. W miejscach trudno dostępnych dopuszczalne jest użycie ręcznych zagęszczarek wibracyjnych. Pojawiające się w trakcie zagęszczenia ubytki, przewilgocenia, zaniżenia, rozwarstwienia muszą być natychmiast naprawiane poprzez wymianę mieszanki na pełną głębokość i ponownie wyrównane oraz zagęszczone. Powierzchnia zagęszczonej warstwy powinna mieć prawidłowy przekrój poprzeczny, równość i jednolity wygląd. Zagęszczenie należy kontynuować do czasu, kiedy warstwa osiągnie wskaźnik zagęszczenia mieszanki określony w BN-77/8931 – 12 nie mniejszy od podanego w PN-S-96012. Do prawidłowego zagęszczenia warstwy grubości około 25 cm i wilgotności optymalnej zwykle wystarczy 4 – 5-krotny przejazd walcem statycznym lub ogumionym. Badanie wskaźnika należy wykonać przed początkiem wiązania spoiwa, tj. przed upływem 2 godzin. Badania wykonujemy z użyciem typowego aparatu płytowego, obciążanego statycznie (VSS) lub lekkim ugięciomierzem dynamicznym. Gdy grubość zagęszczanej warstwy przekracza 30 cm, należy wykonać je w dwóch warstwach.

3.5 Pielęgnacja warstw wzmocnionego podłoża/stabilizacji

Pielęgnację warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego spoiwem GRUNTAR należy prowadzić identycznie jak stabilizację wykonaną z użyciem cementu. Zalecane metody to:

- przykrycie warstwą piasku lub mieszanki mineralnej i utrzymywanie jej w stanie wilgotnym przez okres min. 7 dni. Użyty materiał powinien mieć oznaczoną zawartość części organicznych – roztwór o barwie jaśniejszej niż wzorcowa,
- utrzymywanie w stanie wilgotnym przez stałe skrapianie wodą przez okres min. 7 dni,
- nawilżanie a następnie zabezpieczenie powierzchni przed parowaniem folią min. 2 x dobę przez okres 7 dni,
- nawilżenie a następnie skropienie warstwy emulsją asfaltową lub asfaltem D 300 w ilości około 0,75 l/m².

W okresie pielęgnacji niedopuszczalne jest jej zaniechanie, jak również prowadzenie ruchu budowlanego na pielęgnowanym odcinku. Na okres zimowy warstwę stabilizowaną spoiwem hydraulicznym należy zabezpieczyć, przed oddziaływaniem ujemnych temperatur, nasączeniem wodą lub środkami odładzającymi.

4. Badania laboratoryjne

4.1 Przygotowanie próbek stabilizacji do badań wytrzymałości

Próbki do badań wytrzymałościowych i mrozoodporności (o ile ta jest wymagana) są wykonywane w formie walcowej, zagęszczane ubijakiem Proctora zgodnie z PN-EN-13286-50. Probki pobierane są z każdej dziennej działki roboczej w ilości min. 6 sztuk. Zaleca się formowanie próbek w stacjonarnym laboratorium z użyciem ww. ubijaka. Transport mieszanki pobranej z budowy i przeznaczonej do przygotowania próbek z danego odcinka powinien odbywać się z uwzględnieniem czasu początku wiązania spoiwa oraz możliwości utraty wilgotności, co utrudni formowanie próbek oraz uzyskanie zaprojektowanych wytrzymałości na ściskanie. Do transportu mieszanki do laboratorium rekomendowany jest plastikowy, szczelny pojemnik. Zaleca się, aby próbki do wykonywania badań były przygotowywane przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach.

4.2 Pielęgnacja próbek

Najważniejszą metodę pielęgnacji próbek stabilizacji spoiwami hydraulicznymi opisuje Zał. nr 4 do Zarządzenia Nr 102 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 listopada 2009 r. opublikowanego pod nazwą WT 5 z 2010 r. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. W punkcie 4.2.5 Warunki przygotowania i pielęgnacji próbek, zaleca się przechowywanie próbek stabilizacji przez okres 28 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem (komora wilgotnościowa 95-100% wilgoci lub w wilgotnym piasku) i następnie całkowite zanurzenie ich na 14 dni w wodzie pod ciśnieniem normalnym. Łączny czas pielęgnacji wynosi 42 dni. Po tym okresie badana jest wytrzymałość na ściskanie oraz, jeśli jest wymagana, mrozoodporność. W przypadku badań mrozoodporności próbki poddawane są 14 cyklom zamrażania i odmrażania. Wynik po badaniu mrozoodporności – wskaźnik mrozoodporności – stanowi iloraz wytrzymałości próbek po badaniu mrozoodporności do wytrzymałości próbek po okresie pielęgnacji, tj. wytrzymałości próbek w wieku 42 dni. Powszechnie przytaczana norma PN-S-96012 Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem, inaczej opisuje metodę pielęgnacji próbek gruntu stabilizowanego cementem, zalecając dla badań R – 7-dniowej przechowywanie próbek przez okres 3 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem a następnie przechowywanie przez 1 dobę zanurzonych w wodzie na 1 cm głębokości i kolejne 3 doby całkowicie zanurzone w wodzie w temperaturze 20°C. Dla badań wytrzymałości R – 28-dniowej próbki przechowujemy w temperaturze pokojowej zabezpieczone przed wysychaniem przez okres 14 dni i kolejne 14 dni całkowicie zanurzone w wodzie o temperaturze 20°C. Jednak badanie mrozoodporności próbek rozpoczyna się w 14 dniu dojrzewania próbek. Wynik po badaniu mrozoodporności odnosimy do wyniku uzyskanego po 28 dniu dojrzewania.

4.3 Badanie wytrzymałości próbek na ściskanie

Próbki do badań wytrzymałościowych na ściskanie należy przygotować w formie walcowej i zagęszczać ubijakiem Proctora zgodnie z PN-EN-13286-50 przy wykorzystaniu metody badawczej zgodnej z PN-EN 13286-41. Probki powinny być pielęgnowane zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w punkcie 4.2.

Wytrzymałość na ściskanie określonej mieszanki powinna być oznaczana po 42 dniach pielęgnacji wg PN-EN 13286-41 oraz zgodnie z wytycznymi WT 5 z 2010 r. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych. Dodatkowo w fazie projektowania powinna być określona wytrzymałość na ściskanie po 90 dniach pielęgnacji. W praktyce wykonawczej dopuszczone jest jeszcze stosowanie dodatkowo badania wytrzymałości na ściskanie określone po innym czasie pielęgnacji, np. po 7 lub 14 dniach. Jednakże wymagane wytrzymałości po **42 dniach** pielęgnacji pozostają bez zmian.

Wytrzymałość gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym oblicza się z dokładnością do 0,1 MPa, jako średnią arytmetyczną z trzech pomiarów. Jeżeli dowolny wynik jest większy lub mniejszy od średniej o ponad 30%, należy go odrzucić i wyznaczyć średnią arytmetyczną z pozostałych wyników. Z badań wytrzymałości sporządzane są raporty, zawierające wyniki badań oraz informacje pozwalające zidentyfikować datę i miejsca poboru prób stabilizacji.

Tabela 7. Porównanie wymagań odnośnie wytrzymałości na ściskanie dla stabilizacji wykonanej przy użyciu cementu i spoiwa hydraulicznego

Norma	Wytrzymałość stabilizacji R – wczesne [MPa]	Wytrzymałość stabilizacji R – końcowe [MPa]	Wytrzymałość stabilizacji R – dodatkowe w fazie projektowania [MPa]
PN-S-96012: 1997 Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem	Rs 7 dni	Rs 28 dni	-
PN-EN 14227-1/-/5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym + WT 5 Zarz. 102 Zał. 4 GDDKiA z 19.11.2010	Rs 14 dni	Rs 42 dni	Rs 90 dni

4.4 Klasyfikacja wyników badań stabilizacji

Tabela 8. Wymagania dla gruntów lub kruszyw stabilizowanych cementem dla poszczególnych warstw podbudowy i ulepszanego podłoża wg PN-S-96012:1997

Lp.	Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej	Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą [MPa]	
		po 7 dniach – dla cementu po 14 dniach – dla spoiwa hydraulicznego	po 28 dniach – dla cementu po 42 dniach – dla spoiwa hydraulicznego
1	Podbudowa zasadnicza dla KR1 lub podbudowa pomocnicza dla KR2 do KR6	1,6 - 2,2	2,5 - 5,0
2	Górna część warstwy ulepszanego podłoża gruntowego o grubości co najmniej 10 cm dla KR5 i KR6 lub górna część warstwy ulepszenia słabego podłoża z gruntów wątpliwych oraz wysadzinowych	1,0 - 1,6	1,5 - 2,5
3	Dolna część warstwy ulepszanego podłoża gruntowego w przypadku posadowienia konstrukcji nawierzchni na podłożu z gruntów wątpliwych i wysadzinowych	-	0,5 - 1,5

Tabela 9. Klasyfikacja wytrzymałości końcowych Rc28 dn dla stabilizacji wykonywanych na spoiwach hydraulicznych wg PN-EN 14227-5.

Klasa Rc	Minimalne Rc [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 2a	Minimalne Rc [MPa] dla cylindra o wskaźniku smukłości 1a
C 0,4/0,5	0,4	0,5
C 0,8/1	0,8	1
C 1,5/2	1,5	2
C 3/4	3	4
C 6/8	6	8
C 9/12	9	12
C 12/16	12	16
C 15/20	15	20
C 18/24	18	24
C 21/28	21	28
C 24/32	24	32
C 27/36	27	36

a – jeżeli wykorzystano cylindry o wskaźniku smukłości innym niż 1 i 2, należy przed użyciem określić ich korelację z cylindrami o wskaźnikach smukłości 1 i 2.

5. Bezpieczeństwo i higiena pracy

Podczas realizacji robót należy przestrzegać bezpieczeństwa i higieny pracy. W szczególności należy zadbać, aby personel nie wykonywał pracy w warunkach niebezpiecznych, szkodliwych dla zdrowia oraz niespełniających wymagań sanitarnych. Na budowie należy zapewnić dostęp do wszelkich urządzeń zabezpieczających, socjalnych, sprzęt i odzież dla ochrony życia i zdrowia personelu zatrudnionego na budowie oraz dla zapewnienia bezpieczeństwa publicznego. Stosowane na budowie spoiwo GRUNTAR, tak jak cement czy wapno, jest produktem drażniącym oczy, skórę i drogi oddechowe. Przed użyciem spoiwa należy zapoznać się z jego kartą charakterystyki.

6. Normy i dokumenty odniesienia

1. AT/2011-02-2775 Aprobata Techniczna IBDiM. Spoiwa hydrauliczne i spoiwa ulepszające. Spoiwo hydrauliczne GRUNTAR.
2. PN-EN 197-1 Cement. Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
3. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntu.
4. PN-B-06714 -15 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczenie składu ziarnowego.
5. PN-78/B-06714-26 Kruszywa mineralne. Badania. Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń organicznych.
6. PN-S-96012: 1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
7. PN-EN 14227-1 do 5 Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym.
8. Katalog KTKNPiP-SZ Katalog typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych IBDiM – 1997
9. PN-S-96102 Drogi samochodowe. Podbudowa z kruszyw stabilizowanych mechanicznie.
10. PN-EN 13286-2 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym. Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody. Zagęszczanie metodą Proctora.
11. BN-70/8931-12 Oznaczenie wskaźnika zagęszczenia gruntu.
12. 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.
13. WT 5 z 2010 r. Załącznik 4 Zarządzenie Nr 102 GDDKiA z dnia 19.11.2010. Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym do dróg krajowych.

Opracował zespół z Działu Handlowego:

Marcin Sobczyk, Sławomir Rutczyński

Lafarge, ul. Warszawska 110

28-366 Małogoszcz, Polska

fax +48 41 248 75 31

Marcin.Sobczyk@lafarge.com

tel. +48 41 248 75 33 | tel. kom. +48 502 786 271

LAFARGE S.A.
ul. Itzecka 24 F
02-135 Warszawa
tel. 22 324 60 00
fax 22 324 60 05
www.lafarge.pl

