

# **SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH**

**D -04.05.01**

**Ulepszone podłoże oraz podbudowa mieszanką  
stabilizowaną hydraulicznie**

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot ST

Przedmiotem niniejszej ST są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem ulepszenia podłoża mieszanką stabilizowaną hydraulicznie ramach zadania: **Przebudowa drogi bitumicznej Turawa – Osowiec w Leśnictwie Marszałki, Nadleśnictwo Turawa.**

### 1.2. Zakres stosowania ST

Szczegółowa specyfikacja techniczna stanowi część dokumentacji projektowej robót wymienionych w punkcie 1.1 i może być zastosowana jako dokument umowy.

### 1.3. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem podbudowy z mieszanki gotowej związanej cementem o wytrzymałości  $\leq 6,0$  MPa oraz wzmocnienia podłoża poprzez zastosowanie gotowej mieszanki kruszywowo- spoiwowej. Wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach powinna być nie mniejsza niż wartości podane w dokumentacji tj. 1,5 MPa.

Mieszanka gotowa będzie dowieziona z węzła Wytwórni Mieszanek.

Wymagania, metody badań oraz kryteria zgodności dla mieszanek związanych cementem określono w normie PN-EN 14227-1.

Generalnie najczęściej stosowanym spoiwem jest cement. Można również zastosować gotowe mieszanki mineralno-spoiwowe lub zastosować do stabilizacji podłoża na miejscu inne spoiwa hydrauliczne niż cement, przy czym muszą być zachowane bezwzględnie parametry wytrzymałości na ściskanie i mrozoodporności gotowej warstwy w odniesieniu do stabilizacji na bazie cementu.

Wykonawca powinien dostarczyć następujące dane i dokumenty w zależności od zastosowanego materiału lub sposobu stabilizacji:

- - adres i nazwę wytwórni w przypadku zastosowania mieszanek gotowych,
- - aprobatę techniczną i deklarację właściwości użytkowych,
- - badania laboratoryjne potwierdzające przydatność materiału do stabilizacji lub gotowej mieszanki (z przywołaniem norm wg których wykonano badania, tolerancje wg danej normy, uwagi i zastrzeżenia laboratorium lub producenta,)
- - skład ilościowy i materiałowy mieszanek gotowych –dane nieobjęte tajemnicą handlową,
- - karty informacyjne, instrukcje i inne przekazane przez producenta – dotyczy np. środków jonowymiennych, kruszyw sztucznych itd.
- - zalecenia technologiczne, sposoby aplikacji ewentualnie informacje uzupełniające ST.

W razie wątpliwości co do zastosowanej mieszanki lub spoiwa lub w przypadku gdy mieszanka lub spoiwo stanowi nowy produkt, wówczas Wykonawca powinien potwierdzić przydatności spoiwa do wykonania wzmocnienia podłoża (dowolnie):

- poprzez przedstawienie referencji od zarządów dróg na których zastosowano dane spoiwo lub mieszankę,
- poprzez przedstawienie badań potwierdzających poprawne działanie na poprzednich budowach z uwzględnieniem geotechniki tamtejszych budow,
- wykonanie poletka próbnego na szerokości jezdni i o długości nie mniejszej niż 10 m, wykonanie odpowiednich badań.

Ze względu na duży asortyment materiałów stosowanych do ulepszenia podłoża, należy pamiętać że każdy materiał podlega innym wymaganiom normowym.

**Uwaga. Nie dopuszcza się zastosowania norm jednocześnie do gruntów stabilizowanych hydraulicznie i stabilizacji z mieszanek gotowych, ponieważ wyniki jak i metody badań wg powyższych norm są nieporównywalne. Gotowe mieszanki mogą dodatkowo zostać przebadane wg kryteriów norm dotyczących stabilizacji gruntu.**

Poniżej podano normy wg których można korzystać z uwzględnieniem uwagi powyżej:

Tabela 1

Sposób ulepszenia podłoża	Dotyczy głównych składników	Dotyczy mieszanki
Grunt stabilizowany cementem	PN-EN 197-1 – cement PN-S-96012, PN-B-04481- grunt	PN-S-96012- grunt stabilizowany cementem
Wstępne ulepszenie wapnem	PN-S-96011- wapno, grunt	PN-S-96011- grunt ulepszany wapnem
Mieszanki stabilizowane spoiwem cementem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 197-1 – cement	PN-EN 14227-1 (mieszanka z cementem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane spoiwem żużlem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 14227-2- żużel	PN-EN 14227-2 (mieszanka z żużlem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane popiołem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 450 – popiół lotny do betonu PN-S 96035- popiół PN-EN 13242+ WT5- kruszywo PN-EN 14227-3-popiół aprobaty	PN-S-06103- beton popiołowy PN-EN 14227-3 (mieszanka z popiołem)+ WT 5
Mieszanki stabilizowane spoiwem	PN-EN 13242+ WT5- kruszywo spoiwa hydrauliczne- aprobaty	PN-EN 14227-5+WT 5 (mieszanka ze spoiwem)

#### 1.4. Określenia podstawowe

##### Definicje wg PN-EN 14227-1:

*Mieszanka związana spoiwem hydraulicznym* – mieszanka , w której następuje wiązanie i twardnienie na skutek reakcji hydraulicznych .

*Mieszanka związana cementem* –mieszanka związana hydraulicznie, składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i cementu ( lub również hydraulicznego spoiwa - HRB), wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

*Mieszanka standardowa* – mieszanka uwzględniająca określoną wielkość produkcji i/lub potrzeby określonego kontraktu, przeznaczona do zagęszczenia do określonej gęstości, o składzie ustalonym na podstawie procedury projektowej, która zapewni zgodność mieszanki z niniejszą normą.

*Mieszanka związana żużlem* – mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu , jednego lub więcej rodzaju żużla i wody , twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej lub/i karbonizacji. Twardnienie może być przyspieszone przez dodanie aktywatora. Żużel może być wielkopiecowy ( kruszywo składające się z skrzystalizowanych krzemianów i glinokrzemianów wapnia lub magnezu) lub stalowniczy ( kruszywo składające się z skrzystalizowanych krzemianów wapnia i ferrytu zawierającego tlenek wapnia, dwutlenek siarki, tlenek magnezu i tlenek żelaza)

*Mieszanka związana popiołem lotnym* - mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu i popiołu (powstałego ze spalania pyłu węglowego lub lignitu w elektrowniach ) wapiennego lub krzemionkowego i wody , wymieszaną w sposób zapewniający uzyskanie jednorodnej mieszanki.

*Mieszanka związana spoiwem drogowym* – mieszanka składająca się z kruszywa o kontrolowanym uziarnieniu , spoiwa drogowego ( gotowego wyrobu o szczególnych właściwościach mających znaczenie dla ulepszanego podłoża) i wody twardniejąca dzięki reakcji hydraulicznej . Twardnienie może być opóźnione przez dodanie środka opóźniającego

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

Definicje wg PN-S-96012:1997:

*Stabilizacja gruntów cementem* – proces technologiczny polegający na zmieszaniu rozdrobnionego gruntu z optymalną ilością cementu i wody oraz zagęszczeniu takiej mieszanki, której wytrzymałość, po 7 i 28 dniach twardnienia mieści się w granicach określonych w tablicy 3. Proces mieszania może być wykonany bezpośrednio na drodze lub w stacjonarnych mieszarkach.

*Grunt stabilizowany cementem lub hydraulicznym spoiwem drogowym* - mieszanka gruntu naturalnego, cementu (lub innego spoiwa (dodatku): wapno, popioły, żużel wielkopiecowy hydrauliczne spoiwa drogowe) i wody, a w razie potrzeby dodatków ulepszających, np. popiołów lotnych lub chlorku wapniowego, dobranych w optymalnych ilościach, zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania cementu.

*Wskaźnik mrozoodporności* – stosunek wytrzymałości ( $R_{28}^{ZO}$ ) próbek poddanych 14 cyklom zamrażania i odmrażania po 14 dniach od dnia ich wykonania do wytrzymałości ( $R_{28}$ ) próbek poddanych nasyceniu wodą przez 14 dni, po 14 dniach od dnia wykonania, wyrażonych ułamkiem.

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

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 1.5.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

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

### 2.2. Spoiwa

#### 2.2.1 Cement

Należy stosować cement powszechnego użytku klasy 32,5 lub 42,5. Wymagania dla cementu zestawiono w tablicy 1a.

Tablica 1a. Właściwości mechaniczne i fizyczne cementu wg normy PN-EN 197-1.

Lp.	Właściwości	Klasa cementu
		32,5/42,5
1	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 7 dniach, nie mniej niż:	
	- cement portlandzki bez dodatków	16/-
	- cement hutniczy	16/-
	- cement portlandzki z dodatkami	16/-
2	Wytrzymałość na ściskanie (MPa), po 28 dniach, nie mniej niż:	32,5/42,5
3	Czas wiązania:	
	- początek wiązania, najwcześniej po upływie, min.	70/60
	- koniec wiązania, najpóźniej po upływie, h	12
4	Stołość objętości, mm, nie więcej niż	10

Badania cementu należy wykonać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 197-1.

W przypadku, gdy czas przechowywania cementu będzie dłuższy od trzech miesięcy, można go stosować za zgodą Inżyniera tylko wtedy, gdy badania laboratoryjne wykażą jego przydatność do robót.

### 2.3 Mieszanki gotowe na bazie kruszyw naturalnych i sztucznych.

Do mieszanek cementowo – kruszywowych można użyć:

- kruszywa naturalnego: piasku, żwirów,

- kruszyw sztucznych (np. kruszywa krzemianowe, wapienne)
- kruszyw z recyklingu
- mieszanek tych kruszyw przy czym recepta powinna określać proporcje z dokładnością do  $\pm 5\%$  m/m.

Poniżej podano wymagania dla mieszanek gotowych.

W związku z tym, że nie istnieje Polska Norma dla mieszanek gotowych na bazie kruszyw, przez analogię przyjmuje się wymagania dla gruntów stabilizowanych cementem lub wg OST *Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem GDDP (tabela 3 w OST)*

Wymagania dla mieszanek przygotowanych wg norm PN lub OST podano w tabeli 3a.

Tabela 3a

Lp	Właściwości	Wymagania dla stabilizacji z kruszyw naturalnych wg normy PN-S-96012	Wymagania dla stabilizacji z kruszyw naturalnych wg OST	Wymagania dla stabilizacji kruszyw sztucznych wg PN-S-06103	Badania wg
1	Uziarnienie	Wg przedziałów uziarnienia podanych w normie PN-S-96012	ziarn pozostających na sicie #2mm- nie mniej niż 30%  ziarn przechodzących przez sito 0,075mm, nie więcej niż 15%	Krzywe uziarnienia mieszczą się w granicach podanych na rys.1 PN-S-06103	PN-EN 933-1
2	Zawartość części organicznych, barwa cieczy nad kruszywem nie ciemniejsza niż:	Nie dotyczy- ponieważ badanie przeprowadza się wg PN-B -0448 (zawartość $\leq 2\%$ )	wzorcowa	Nie dotyczy	PN-B-06714-26
3	Zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż:		0,5	Nie dotyczy	PN-EN 1744-1 (lub PN-B-04481 lub PN-06714-12)
4	Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO <sub>3</sub> , %, poniżej (m/m):	1,0	1,0	3,0	PN-EN 1744-1 (lub PN-B-06714-28)
5	Zawartość niespalonego węgla, %, nie większa niż: (straty prażenia)	Nie dotyczy	Nie dotyczy	10,0 (tablica 4 PN-S-02205)	PN-EN 1744-1
6	Granica płynności, % (m/m), nie więcej niż:	40	Nie dotyczy	Nie dotyczy	PN-B-04481
7	Wskaźnik plastyczności, % (m/m), nie więcej niż:	15	Nie dotyczy	Nie dotyczy	PN-B-04481
8	Odczyn PH	Od 5 do 8	Nie dotyczy	Nie dotyczy	PN-B-04481

Dodatkowym kryterium przydatności kruszywa wg PN-S-96012, oprócz wymienionych w/w tabeli może być (zalecane): wskaźnik piaskowy od 20 do 50 (badanie wg BN-64/8931-01 lub PN-EN 933-8) oraz uziarnienie analogiczne jak w przypadku podbudowy wg w/w OST.

W świetle powyższych opracowań kruszywo można uznać za przydatne do stabilizacji cementem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek kruszywa stabilizowanego będą zgodne z wymaganiami ST i dokumentacji projektowej.

W przypadku zastosowania kruszyw z recyklingu: zawartość części organicznych nie powinna być większa niż 2% . Za zgodą Inżyniera można zastosować kruszywa z recyklingu lub mieszanki kruszyw, które spełniają wymagania wg PN-S-02205.

Wymagania dla mieszanek przygotowanych wg norm PN-EN i WT-5.

Tablica 3b

Wymagania wobec kruszyw i mieszanek dla ulepszonego podłoża i podbudowy pomocniczej dla KRI-KR6						
Lp	Wyszczególnienie właściwości	Mieszanki związane cementem	Mieszanki związane popiołem	Mieszanki związane żużlem	Mieszanki związane spoiwem drogowym	Badania Kruszywa/odniesienie
		KRUSZYWA				
1	Fracje/zestaw sit #	1; 2; 4; 5.6; 8; 11.2; 16; 22.4; 31.5; 45; 63; 90 (zestaw podstawowy plus zestaw 1)				
		PN-EN 13242				

2	Zawartość pyłów w kruszywie drobnym i grubym	$f^*$ deklarowana	$f^*$ deklarowana	$f^*$ deklarowana	$f^*$ deklarowana	PN-EN 933-1
	Jakość pyłów	Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	Brak wymagań	-
3	Zawartość nadziarna, % (m/m), nie więcej niż	$G_c 80/20$ , $G_F 80$ $GA_{75}$	<del><math>G_c 80/20</math></del> , <del><math>G_F 80</math></del> <del><math>GA_{75}</math></del>	<del><math>G_c 80/20</math></del> , <del><math>G_F 80</math></del> <del><math>GA_{75}</math></del>	<del><math>G_c 80/20</math></del> , <del><math>G_F 80</math></del> <del><math>GA_{75}</math></del>	PN-EN 933-1
4	Kształt kruszywa grubego maksymalne wartości wskaźnika płaskości	$FI$ deklarowana	<del><math>FI</math>deklarowana</del>	<del><math>FI</math>deklarowana</del>	<del><math>FI</math>deklarowana</del>	PN-EN 933-4 (kruszywo grube)
5	Zawartość ziarn nieforemnych (wskaźnik kształtu) nie więcej niż	$SI$ deklarowana	<del><math>SI</math>deklarowana</del>	<del><math>SI</math>deklarowana</del>	<del><math>SI</math>deklarowana</del>	PN-EN 933-4 (kruszywo grube)
6	Ogólne granice i tolerancje uziarnienia kruszywa grubego na sitach pośrednich	$GT_{cNR}$	<del><math>GT_{cNR}</math></del>	<del><math>GT_{cNR}</math></del>	<del><math>GT_{cNR}</math></del>	PN-EN 933-1
7	Tolerancja typowego uziarnienia kruszywa drobnego i kruszywa o ciągłym uziarnieniu	$GT_{FNR}$ $GT_{ANR}$	<del><math>GT_{FNR}</math></del> <del><math>GT_{ANR}</math></del>	<del><math>GT_{FNR}</math></del> <del><math>GT_{ANR}</math></del>	<del><math>GT_{FNR}</math></del> <del><math>GT_{ANR}</math></del>	Jw.
8	Zgorzel słoneczna bazaltu	$SB_{LA}$	<del><math>SB_{LA}</math></del>	<del><math>SB_{LA}</math></del>	<del><math>SB_{LA}</math></del>	PN-EN 1367-3, PN-EN 1097-2
9	Składniki rozpuszczalne w wodzie	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	Brak substancji szkodliwych	PN-EN 1744-3
10	Rozpad krzemianowy w żużlu wielkopieczowym kawalkowym	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	PN-EN 1744-1
11	Rozpad żelazawy w żużlu wielkopieczowym kawalkowym	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	Brak rozpadu	PN-EN 1744-1
12	Stalność objętości żużla stalowniczego	$V_5$	$V_5$	$V_5$	$V_5$	PN-EN 1744-1
13	Zawartość zanieczyszczeń organicznych, % (m/m), nie więcej niż	Brak ciał obcych takich jak drewno, szkło, plastik mogących pogorszyć wyrób końcowych				-
14	Odporność na ścieranie kruszywa grubego, kategoria nie wyższa niż	$M_{DENR}$	<del><math>M_{DENR}</math></del>	<del><math>M_{DENR}</math></del>	<del><math>M_{DENR}</math></del>	PN-EN 1097-1
14a	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym	$C_{NR}$	<del><math>C_{NR}</math></del>	<del><math>C_{NR}</math></del>	<del><math>C_{NR}</math></del>	PN-EN 933-5
14b	Odporność na rozdrabnianie, kategoria nie wyższa niż	$LA_{60}$	<del><math>LA_{60}</math></del>	<del><math>LA_{60}</math></del>	<del><math>LA_{60}</math></del>	PN-EN 1097-2
15	Nasiąkliwość, % (m/m), nie więcej niż	$WA_{242}^{**}$	<del><math>WA_{242}^{**}</math></del>	<del><math>WA_{242}^{**}</math></del>	<del><math>WA_{242}^{**}</math></del>	PN-EN 1097-6:2001 rozdział 7
16	Mrozoodporność (kruszywo 8/16), ubytek masy po n cyklach zamrażania, % (m/m), nie więcej niż	$F4$	<del><math>F4</math></del>	<del><math>F4</math></del>	<del><math>F4</math></del>	PN-EN 1367-1
17	Zawartość związków siarki w przeliczeniu na $SO_3$ , % (m/m), nie więcej niż	Kruszywo kam - $A_S 0,2$ Żużel kawalkowy wielkopieczowy - $A_S 1,0$	<del>Kruszywo kam - <math>A_S 0,2</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>A_S 1,0</math></del>	<del>Kruszywo kam - <math>A_S 0,2</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>A_S 1,0</math></del>	<del>Kruszywo kam - <math>A_S 0,2</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>A_S 1,0</math></del>	PN-EN 17441-1
18	Całkowita zawartość siarki	Kruszywo kam - $S_{NR}$ Żużel kawalkowy wielkopieczowy - $S_{2,0}$	<del>Kruszywo kam - <math>S_{NR}</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>S_{2,0}</math></del>	<del>Kruszywo kam - <math>S_{NR}</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>S_{2,0}</math></del>	<del>Kruszywo kam - <math>S_{NR}</math></del> <del>Żużel kawalkowy wielkopieczowy - <math>S_{2,0}</math></del>	PN-EN 17441-1
19	Gęstość	deklarowana	deklarowana	deklarowana	deklarowana	PN-EN 1097-6 (rozdział 7,8 lub 9)
20	Składniki wpływające na szybkość wiązania i twardnienia mieszanki	deklarowana		Skład wg pkt 2.2.3	Skład wg pkt 2.2.3	
21	Skład mineralogiczny	deklarowany				
22	Istotne cechy środowiskowe	****	****	****	****	

MIESZANKA Z CEMENTEM		
23	Minimalna zawartość spoiwa	<p>3%- kruszywo &gt;8 do 31,5mm;</p> <p>4%- kruszywo od 2,0 do 8,0mm</p> <p>5% - kruszywo &lt; 2,0mm.</p> <p><b>Badanie wg PN-EN 14227-1</b></p>

## 2.5. Woda

Do stabilizacji gruntu na miejscu oraz do ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna być zastosowana woda wodociągowa pitna.

Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek gruntowo-spoiwowych wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji.

Do mieszanek gotowych należy stosować wodę zgodną z PN-EN 1008.

Niezależnie od rodzaju zastosowanego spoiwa, woda nie powinna zawierać składników opóźniających efekt twardnienia i pogarszających właściwości mieszanki związanej hydraulicznie.

Zawartość wody powinna być tak dobrana aby możliwe było zagęszczenie mieszanki miejscu wbudowana poprzez wałowanie oraz aby uzyskać jej optymalne właściwości mechaniczne.

## 2.6. Dodatki ulepszające i aktywujące

Przy stabilizacji gruntów bądź w gotowych mieszankach kruszywowo-spoiwowych, można stosować dodatki ulepszające i aktywujące: wapno, popiół, chlorek wapniowy.

Mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę.

## 2.7. Materiały do pielęgnacji stabilizacji

Preparaty powłokowe, folie z tworzyw sztucznych, ew. geowłóknina, piasek, woda.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. OGÓLNE WYMAGANIA DOTYCZĄCE SPRZĘTU

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

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

Wykonawca przystępujący do wykonania stabilizacji 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,
  - przewożne zbiorniki na wodę z wyposażeniem

## 4. TRANSPORT

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

### 4.2. Transport materiałów

Mieszankę kruszywowo-spoiwową można przewozić dowolnymi środkami transportu, w sposób zabezpieczony przed zanieczyszczeniem, rozsegregowaniem i wysuszeniem lub nadmiernym zawilgoceniem.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady wykonania robót

Ogólne zasady wyk. robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 5.

### 5.2. Warunki przystąpienia do robót

Warstwa stabilizacji nie może być wykonywana (ułożona) wtedy, gdy podłoże jest zamarznięte i podczas obfitych opadów deszczu.

Nie należy rozpoczynać ułożenia na bazie cementu, 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 ST dotyczącym wykonania robót ziemnych i koryta wraz z profilowaniem i zagęszczeniem podłoża.

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania w-wy stabilizacji powinny być wcześniej przygotowane.

Paliki lub szpilki powinny być ustawione w osi drogi i w rzędach równoległych do osi drogi.

Rozmieszczenie palików lub szpilek powinno umożliwiać naciągnięcie sznurków lub linek do wytyczenia robót.

Jeżeli warstwa mieszanki gruntu ze spoiwami hydraulicznymi ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu w-wy należy ustawić na podłożu prowadnice w taki sposób, aby wyznaczały one ściśle linie krawędzi układanej warstwy według dokumentacji projektowej. Wysokość prowadnic powinna odpowiadać grubości warstwy gruntu ze spoiwami hydraulicznymi, w stanie niezagęszczonym. Prowadnice powinny być ustawione stabilnie, w sposób wykluczający ich przesuwanie się pod wpływem oddziaływania maszyn użytych do wykonania warstwy.

### 5.4. Skład mieszanki cementowo-kruszywowej

Zawartość cementu w mieszance nie powinna przekraczać wartości 10% dla KR1-KR2 i 8% dla KR3-KR 6, w stosunku do masy suchego kruszywa. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w ST przy jak najmniejszej zawartości cementu.

### 5.5. Stabilizacja metodą mieszania w mieszarkach stacjonarnych

Składniki mieszanki i w razie potrzeby dodatki ulepszające, powinny być dozowane w ilości określonej w receptie laboratoryjnej. Mieszarka stacjonarna powinna być wyposażona w urządzenia do wagowego dozowania kruszywa lub gruntu i cementu oraz objętościowego dozowania wody. Kruszywo powinno być tak rozdrobnione żeby co najmniej 80% przechodziło przez sito  $\varnothing = 4.0$  mm

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  $\pm 1\%$ . 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.

### 5.6. Zagęszczanie i nośność

Zagęszczanie warstwy gruntu lub kruszywa stabilizowanego cementem należy prowadzić przy użyciu walców statycznych.

Zagęszczenie warstwy o jednostronnym spadku poprzecznym powinno rozpocząć się od niżej położonej krawędzi i przesuwać 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.



*W przypadku technologii mieszania w mieszarkach stacjonarnych operacje zagęszczania i obróbki powierzchniowej muszą być zakończone przed upływem dwóch godzin od chwili dodania wody do mieszanki.*

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego niż 1,03 dla dróg KR3-6 oraz 1,0 dla KR1-2. Wskaźnik zagęszczenia należy określać zgodnie z BN-77/8931-12. Dopuszcza się stosowanie cylindra wciskanego, objętościomierza piaskowego lub wodnego.

Alternatywnie zagęszczenie mieszanki można ustalić poprzez zastosowanie płyty obciążanej statycznie (VSS) z określeniem pierwotnego i wtórnego modułu odkształcenia podłoża według PN-S-02205:1998, zał. B.

W przypadku mieszanek ze spoiwem jonowymiennym, określenie zagęszczenia może okazać się trudne lub niemożliwe do wykonania. W związku z powyższym jakość warstwy ulepszanego podłoża należy ocenić na podstawie pomiaru nośności i badań wytrzymałości na ścislenie próbek gruntu stabilizowanego cementem. Pomiar nośności (E2), wg PN-S-02205: 1998 (zał. B) należy przeprowadzić jak dla ulepszanego podłoża (końcowe obciążenie 0,35MPa), przy czym badanie to trzeba wykonać bezpośrednio po rozłożeniu i zagęszczeniu warstwy, przed związaniem mieszanki.

Stosunek wtórnego i pierwotnego modułu odkształcenia, zwany wskaźnikiem odkształcenia ( $I_0$ ) nie powinien przekraczać 2,2. Minimalna wymagana wartość dla nośności ulepszanego podłoża powinna wynosić  $E2 \geq 120$  MPa (dla KR 3-6) i  $E2 \geq 100$  MPa (dla KR 1-2).

Wilgotność zagęszczanej mieszanki oznaczona wg PN-EN 1097-5: 2001 (PN-88/B-04481) nie powinna się różnić od wilgotności optymalnej o więcej niż  $\pm 1$  % (m/m).

Badanie zalecane jest szczególnie w przypadku zastosowania warstw z mieszanek popiołowo-żużlowych.

Specjalną uwagę należy poświęcić zagęszczeniu mieszanki w sąsiedztwie spoin roboczych podłużnych i poprzecznych oraz wszelkich urządzeń obcych.

Wszelkie miejsca luźne, rozsegregowane, spękanie 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. 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 obciąć pionową krawędź. Po zwilżeniu jej wodą należy wbudować kolejny pas. W podobny sposób należy wykonać poprzeczną spoinę roboczą na połączeniu działek roboczych. Od obcięcia 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.

### 5.8. Pielęgnacja warstwy kruszywa stabilizowanego

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów :

- a) skropienie warstwy emulsją asfaltową ( asfaltem jeśli Inżynier zezwoli) w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- 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 (zalecane do 10 dni)

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

Nie należy dopuszczać ciężkiego ruchu pojazdów i maszyn po stabilizacji w okresie 7 dni po wykonaniu.

### 5.10. Odcinek próbny

Odcinek próbny można wykonać jeżeli mieszanka będzie zastosowana po raz pierwszy lub jeżeli Wykonawca będzie chciał sprawdzić ilość przejść maszyn do uzyskania właściwego zagęszczenia. Powierzchnię odcinka Wykonawca powinien ustalić z Inżynierem budowy adekwatnie do rzeczywistej ilości robót lub przyjąć wg punktu 1.3

### 5.11. Utrzymanie wykonanej w-wy

Wzmocnienie po wykonaniu, a przed ułożeniem następnej warstwy, powinna być utrzymywana w dobrym stanie. Jeżeli Wykonawca będzie wykorzystywał, za zgodą Inżyniera, gotową w-wę do ruchu budowlanego, to jest obowiązany naprawić wszelkie uszkodzenia, spowodowane przez ten ruch. Koszt napraw wynikłych z niewłaściwego utrzymania stabilizacji obciąża Wykonawcę robót.

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw w-wy uszkodzonej wskutek oddziaływania czynników atmosferycznych, takich jak opady deszczu i śniegu oraz mróz.

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

Warstwa stabilizowana spoiwami hydraulicznymi powinna być przykryta przed zimą warstwą nawierzchni lub zabezpieczona przed niszczącym działaniem czynników atmosferycznych w inny sposób zaakceptowany przez Inżyniera.

## 6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

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

O zakresie i rodzaju badań decyduje Inżynier Budowy - poniżej podano zalecane badania wg normy PN-S-96012.

### 6.2. Badania przed przystąpieniem do robót

W przypadku zastosowania mieszanki gotowej Wykonawca powinien przedstawić wyniki badań materiałów z wytwórni.

W przypadkach wątpliwych Zamawiający lub jego nadzór może wykonać badania materiałów we własnym zakresie pod warunkiem że materiały zostaną udostępnione przez producenta (w takim przypadku badania kontrolne powinny być zgodne z metodą badań producenta aby móc dokonać porównań)

Niezależnie od rodzaju mieszanki i sposobu jej wykonania Wykonawca winien przedłożyć Inżynierowi receptę na wykonanie mieszanki.

W przypadku gdy zastosowana będzie stabilizacja na miejscu, Wykonawca zapewni badanie przydatności gruntu do stabilizacji - minimum 1 badanie gruntu na 600m<sup>2</sup> powierzchni ulepszanego podłoża.

### 6.3. Badania w czasie robót i po zakończonych robotach

#### 6.3.1. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania stabilizacji i po jej zakończeniu podano w tablicy poniżej.

Poniższe częstotliwości badań są badaniami normowymi stąd należy je zinterpolować stosownie do rzeczywistej ilości robót.

Tabela 4

Lp.	Wyszczególnienie badań i pomiarów	Minimalna częstotliwość badań i pomiarów	Tolerancja
<b>Badania mieszanki w trakcie układania</b>			
1	Wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność * – 7 i 28-dniowa przy stabilizacji cementem i wapnem – 14 i 42-dniowa przy stabilizacji	1 seria ( 6 próbek) na dzienną działkę roboczą lub 1 seria (6 próbek) na 6000m <sup>2</sup> .	Wg tabel podanych w niniejszej ST. W przypadku różnic wyników w stosunku do tabeli zaleca się wykonanie badania wytrzymałości na próbkach wyciętych z w-wy. Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Próbkę do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Próbkę w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normami dotyczącymi poszczególnych rodzajów stabilizacji spoiwami.

	popiołami lotnymi		
2	Wskaźnik zagęszczenia mieszanki i wilgotność Moduł odkształcenia Grubość zagęszczonej warstwy	co najmniej w dwóch miejscach na zjazd i w przypadkach wątpliwych na wskazanie Inżyniera	- wskaźnik zagęszczenia powinien wynosić powyżej 1,03 (dla dróg K3-K6) i 1,0 (dla dróg K1-K2) Alternatywnie dopuszcza się oznaczenie wskaźnika odkształcenia (przy czym $E_2 > 120 \text{ MPa}$ – dla dróg K3-K6 ; $E_2 > 100 \text{ MPa}$ – dla dróg K1-K2; - wilgotność zagęszczanej mieszanki nie więcej niż $\pm 1\%$ (m/m) w stosunku do optymalnej,  - $\pm 1 \text{ cm}$ . w stosunku do projektowanej (dopuszcza się pomiar niwelacyjny w odległości co najmniej 50 cm od krawędzi lub wycinkę próbki z w-wy)
<b>Badania gotowej warstwy</b>			
4	Szerokość	10razy 1km	Mniej niż +10 cm, -5 cm w stos. do projektowanych rzędnych Na jezdniach bez krawężników szerokość stabilizacji powinna być większym od szerokości w-wy leżącej wyżej .
5	Równość podłużna	co 20m latą 4metrową lub planografem	Mniej niż 15 mm dla podbudowy pomocniczej i ulepszonego podłoża.
6	Równość poprzeczna	10razy 1km	jw
7	Spadki poprzeczne*)	10razy 1km	$\pm 0,5 \%$ . W stos. do projektowanej
8	Rzędne wysokościowe	co 50- 100m wg decyzji Inżyniera	Mniej niż + 1 cm, -2 cm.
9	Ukształtowanie osi w planie*)		Przesunięcie w stosunku do osi projektowanej mniej niż $\pm 5 \text{ cm}$ .
10	Jednolitość wyglądu warstwy	Cała warstwa	Ocena wizualna

\*) Badanie wytrzymałości na ściskanie podane w tabeli dotyczą badań mieszanek wykonanych wg norm PN.

W przypadku zastosowania mieszanek wg norm PN-EN wymienionych w tabeli 2 c niniejszej specyfikacji, badania wytrzymałości ( w niektórych przypadkach też CBR) w zależności od rodzaju spoiwa należy wykonywać po 28 dniach pielęgnacji, 42 dniach lub 90 dniach. Wskaźnik mrozoodporności również podlega badaniom w innym przedziale pielęgnacji próbek.

\*\*) Dodatkowe pomiary spadków poprzecznych i ukształtowania osi w planie należy wykonać w punktach głównych luków poziomych.

Wszelkie badania mogą być wykonywane dodatkowo w miejscach wątpliwych i na zlecenie Inspektora Nadzoru.

#### 6.4. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami stabilizacji

##### 6.4.1. Niewłaściwe cechy geometryczne stabilizacji

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej stabilizacji stwierdzi się, że odchylenia cech geometrycznych przekraczają wielkości określone w p. 6.3, to warstwa zostanie zerwana na całą grubość i ponownie wykonana. Dopuszcza się inny rodzaj naprawy, o ile zostanie on zaakceptowany przez Inżyniera.

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

##### 6.4.2. Niewłaściwa grubość stabilizacji

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

##### 6.4.3. Niewłaściwa wytrzymałość stabilizacji

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

## 7. OBMIAR ROBÓT

### 7.1. Ogólne zasady obmiaru robót

Ogólne zasady przedmiaru i obmiaru robót podano w ST D-00.00.00. „Wymagania ogólne” pkt 7. Jednostka obmiarową w przypadku wykonania obmiaru jest 1m<sup>2</sup> wykonanej stabilizacji.

## 8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podano w ST D-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

Roboty rozliczane są zgodnie z umową i na zasadach ustalonych między Zamawiającym a Wykonawcą.

*Zakres prac związany z wykonaniem ulepszenia podłoża kruszyw stabilizowanych hydraulicznie obejmuje:*

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup i transport mieszanki z wytwórni na miejsce wbudowania,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie prowadnic oraz innych materiałów i urządzeń pomocniczych,
- rozłożenie i zagęszczenie mieszanki,
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej,

## 10. PRZEPISY ZWIĄZANE

### Normy

PN-B-04481	Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
PN-S-96012	Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu
PN-EN 459-1:2003	Wapno budowlane - Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodność
PN-EN 1008:2004	Woda zarobowa do betonu. Specyfikacja pobierania próbek, badania i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu
PN-EN13043:2004	Kruszywa do mieszanek bitumicznych powierzchniowych utrwaleń stosowanych na drogach, lotniskach i innych powierzchniach przeznaczonych do ruchu
PN-EN13242:2004	Kruszywa do niezwiązanych i związanych hydraulicznie materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
PN-EN 1097-5:2001	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 5: Oznaczanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją.
PN-EN 933-8	Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Badanie wskaźnika piaskowego.
PN-EN 14227:x	Mieszanki związane spoiwem hydraulicznym Wymagania 1- Mieszanki związane cementem 2- Mieszanki żużłowe 3- Mieszanki związane popiołami lotnymi
PN-EN 13286-2:2007	Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym – Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody-zagęszczanie metodą Proctora.
PN-EN 1744-1:2000	Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna.
PN-EN 197-1	Cement. Część1 Skład, wymagania i ocena zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku
BN-68/8931-04	Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łatą.

Uwaga.

O stosowaniu norm napisano w ST D-00.00.00