

SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT BUDOWLANYCH

D - 04.05.01b

ULEPSZONE PODŁOŻE I WARSTWA MROZOOCHRONNA  
Z GRUNTU STABILIZOWANEGO SPOIWEM HYDRAULICZNYM

Sierpień 2021

## SPIS TREŚCI:

|     |                              |    |
|-----|------------------------------|----|
| 1.  | WSTĘP .....                  | 3  |
| 2.  | MATERIAŁY .....              | 4  |
| 3.  | SPRZĘT .....                 | 6  |
| 4.  | TRANSPORT .....              | 6  |
| 5.  | WYKONANIE ROBÓT .....        | 6  |
| 6.  | KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT ..... | 10 |
| 7.  | OBMIAR ROBÓT .....           | 14 |
| 8.  | ODBIÓR ROBÓT .....           | 14 |
| 9.  | PODSTAWA PŁATNOŚCI .....     | 15 |
| 10. | PRZEPISY ZWIĄZANE .....      | 15 |

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot STWiORB

Przedmiotem niniejszej STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych związanych z wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża lub warstwy mrozochronnej z mieszanki związanej lub gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub cementem w ramach zadania pn.:

„Przebudowa drogi gminnej Dąbie – Ruda nr 103 575R obejmująca wykonanie odcinków chodnika dla pieszych oraz utwardzonego pobocza w jej pasie drogowym w km 0+020 do km 0+990 strona lewa w miejscowości Ruda i Dąbie”

### 1.2. Zakres stosowania STWiORB

STWiORB są stosowane jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogach publicznych wymienionych w p.1.1.

### 1.3. Informacje ogólne o terenie budowy

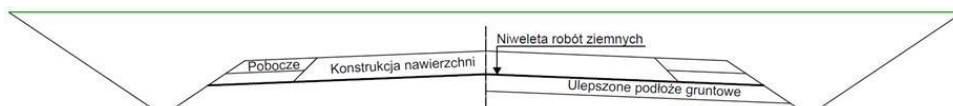
Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem warstwy ulepszonego podłoża lub mrozochronnej stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub cementem zgodnie z dokumentacją projektową.

### 1.4. Określenia podstawowe

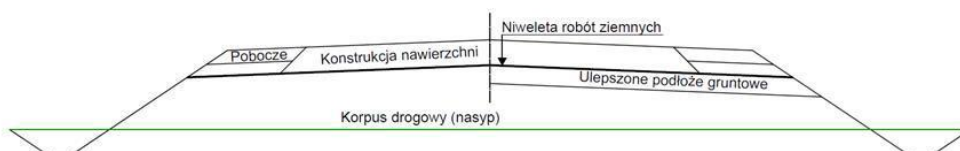
- 1.4.1. **Stabilizacja gruntu spoiwem hydraulicznym** - proces technologiczny polegający na zmieszaniu gruntu z optymalną ilością spoiwa hydraulicznego i wody, a w razie potrzeby innych dodatków ulepszających, z wyrównaniem i zagęszczeniem wytworzonej mieszanki.
- 1.4.2. **Grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym** - mieszanka cementowo-gruntowa zagęszczona i stwardniała w wyniku ukończenia procesu wiązania spoiwa hydraulicznego.
- 1.4.3. **Podłoże gruntowe ulepszone spoiwem hydraulicznym** - jedna lub dwie warstwy zagęszczonej mieszanki cementowo-gruntowej, na której układana jest warstwa podbudowy.
- 1.4.4. **Grunt** - materiał pochodzenia naturalnego, przemysłowego lub z recyklingu lub dowolna kombinacja tych składników.
- 1.4.5. **Grunt stabilizowany cementem** - grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni cement.
- 1.4.6. **Grunt stabilizowany hydraulicznym spoiwem drogowym** - grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni hydrauliczne spoiwo drogowe.
- 1.4.7. **Grunt stabilizowany granulowanym żużlem wielkopiecowym** - grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym rolę spoiwa pełni granulowany żużel wielkopiecowy.
- 1.4.8. **Grunt stabilizowany popiołami lotnymi** - grunt stabilizowany hydraulicznie, w którym podstawowym składnikiem spoiwa jest popiół lotny, krzemionkowy lub wapienny popiół lotny.
- 1.4.9. **Grunt stabilizowany wapnem** - zagęszczona mieszanka: gruntu, wapna i wody dobranych w optymalnych ilościach, charakteryzującą się poprawą natychmiastową właściwości użytkowych przez np. osuszenie wilgotnych gruntów i/lub zwiększenie nośności i/lub zmniejszenie plastyczności.
- 1.4.10. **Warstwa ulepszonego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub cementem** - warstwa wykonana z gruntu rodzimego w wykopie lub gruntu w nasypie stabilizowana spoiwami hydraulicznymi lub cementem.

Lokalizację warstwy ulepszonego podłoża w korpusie drogowym pokazano na schematach:

wykop:



nasyp:



Pozostałe określenia podstawowe podane w niniejszych STWiORB są zgodne z odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWiORB D-M 00.00.00 "Wymagania Ogólne".

### 1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w D-M-00.00.00 „Wymagania ogólne”.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w STWiORB D-M 00.00.00, Wymagania ogólne" punkt 2.

### 2.2. Spoiwa hydrauliczne lub cement

Do stabilizacji gruntów należy stosować spoiwo hydrauliczne dostosowane do warunków gruntowych panujących w miejscu projektowanej stabilizacji ulepszanego podłoża. Spoiwo hydrauliczne należy tak dobrać, aby stabilizowany przez nie grunt uzyskał wymaganą wytrzymałość  $C_{0,4/0,5}$ .

Spoiva hydrauliczne muszą posiadać deklaracje zgodności lub inne dokumenty dopuszczający materiały do stosowania w inżynierii komunikacyjnej.

Nadmiar materiału pozyskany w czasie profilowania należy sklasyfikować wg zapisów D-02.01.01 i odwieźć na właściwe składowisko lub wysypisko.

#### 2.2.1. Cement

Do stabilizacji gruntem należy stosować cement portlandzki klasy 32,5 wg PN-EN 197-1:

- wytrzymałość na ściskanie po 7 dniach- nie mniej niż 16 MPa,
- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach  $\leq 32,5$  MPa,
- początek wiązania- najwcześniej po upływie 60 minut,
- stałość objętości nie więcej niż 10 mm.

Badania cementu należy wykonać zgodnie z PN-EN 196-1 oraz PN-EN 196-3. Przechowywanie cementu powinno odbywać się zgodnie z BN-88/6731-08.

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.

#### 2.2.2. Wapno

Do stabilizacji wapnem oraz do osuszania gruntu przewilgoconego należy stosować wapno suchogaszone (hydratyzowane)  $\text{Ca(OH)}_2$  albo wapno palone niegaszone wg PN-EN 459-3. Przydatność wapna należy oceniać na podstawie informacji producenta dołączonej do oznakowania CE lub znaku budowlanego, a w przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania szczegółowe wg PN-EN 459-3.

Wapno palone niegaszone i suchogaszone (hydratyzowane) powinno być przechowywane w warunkach zabezpieczających przed zawilgoceniem i zanieczyszczeniem.

#### 2.2.3. Popioły lotne

Popioły lotne powinny odpowiadać wymaganiom normy PN-S-96035.

Do stabilizacji popiołem lotnym oraz do osuszania należy użyć wysoko aktywnego popiołu lotnego mającego za zadanie ulepszyć podłoże gruntowe do parametrów nośności zgodnych z wymaganiami normy PN-S 02205 oraz niniejszych STWiORB, określający minimalne wartości nośności podłoża gruntowego pod kolejne warstwy zakresu robót ziemnych. Do stabilizacji należy stosować aktywne popioły lotne spełniające wymagania poniższej tabeli:

Tablica 1. Wymagania dla popiołów lotnych

| Lp. | Właściwości  | Wymagania                    | Badania według    |
|-----|--|------------------------------|-------------------|
| 1   | Uziarnienie ( przechodzi przez sito # ):<br>0,315 mm<br>0,090 mm | $\geq 95 \%$<br>$\geq 70 \%$ | PN-EN 196-6 :2010 |
| 2   | Stałość objętości  | $\leq 10\text{mm}$           | PN-EN 196-3 :2006 |
| 3   | Reaktywny tlenek wapnia  | $\geq 5 \%$                  | PN-EN 197-1 :2002 |
| 4.  | Zawartość wody   | $\leq 1\%$                   | -                 |

### 2.2.4. Inne spoiwa hydrauliczne

Do stabilizacji gruntów można stosować również inne spoiwa niż wymienione w punktach 2.2.1 – 2.2.3 jak np. żużle czy hydrauliczne spoiwo drogowe. Wykonawca przedstawi do akceptacji Inżynierowi wybrany przez siebie rodzaj spoiwa hydraulicznego wraz z wynikami badań mieszanki gruntowo-spoiwowej.

### 2.3. Grunty

Warstwy ulepszonych podłoża należy wykonać przy wykorzystaniu gruntu rodzimego zalegającego w podłożu. Do wykonania i ulepszonego podłoża z gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym należy stosować grunty spełniające wymagania podane w tablicy 2.

Przydatność gruntów przeznaczonych do stabilizacji spoiwem hydraulicznym należy ocenić na podstawie wyników badań laboratoryjnych, wykonanych według metod podanych w PN-S-96012.

Grunt można uznać za przydatny do stabilizacji spoiwem hydraulicznym lub wapnem wtedy, gdy wyniki badań laboratoryjnych wykażą, że wytrzymałość na ściskanie i mrozoodporność próbek gruntu stabilizowanego są zgodne z wymaganiami określonymi w p. 2.6 tablica 3.

Tablica 2. Wymagania dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji spoiwem hydraulicznym wg PN-S-96012

| Lp. | Właściwości  | Wymagania             | Badania według |
|-----|--|-----------------------|----------------|
| 1   | Uziarnienie<br>a) ziarn przechodzących przez sito # 40 mm, % (m/m), nie mniej niż:<br>b) ziarn przechodzących przez sito # 20 mm, % (m/m), powyżej<br>c) ziarn przechodzących przez sito # 4 mm, % (m/m), powyżej<br>d) cząstek mniejszych od 0,002 mm, % (m/m), poniżej | 100<br>85<br>50<br>20 | PN-B-04481     |
| 2   | Granica płynności, % (m/m), nie więcej niż:  | 40                    | PN-B-04481     |
| 3   | Wskaźnik plastyczności, % (m/m), nie więcej niż:   | 15                    | PN-B-04481     |
| 4   | Odczyn pH  | od 5 do 8             | PN-B-04481     |
| 5   | Zawartość części organicznych, % (m/m), nie więcej niż:  | 2                     | PN-B-04481     |
| 6   | Zawartość siarczanów, w przeliczeniu na SO <sub>3</sub> , % (m/m), nie więcej niż:   | 1                     | PN-B-06714-28  |

Grunty nie spełniające wymagań określonych w tablicy 2, mogą być poddane stabilizacji po uprzednim ulepszeniu chlorkiem wapniowym, wapnem, popiołami lotnymi.

Grunty o granicy płynności od 40 do 60 % i wskaźniku plastyczności od 15 do 30 % mogą być stabilizowane cementem dla ulepszonych podłoża pod warunkiem użycia specjalnych maszyn, umożliwiających ich rozdrobnienie i przemieszanie z cementem.

Dodatkowe kryteria oceny przydatności gruntu do stabilizacji spoiwem hydraulicznym; zaleca się użycie gruntów o:

- wskaźniku piaszkowym od 20 do 50, wg PN-EN 933-8 Załącznik „A”,
- zawartości ziarn pozostających na sicie # 2 mm - co najmniej 30%,
- zawartości ziarn przechodzących przez sito 0,075 mm - nie więcej niż 15%.

Decydującym sprawdzianem przydatności gruntu do stabilizacji spoiwem hydraulicznym są wyniki wytrzymałości na ściskanie próbek gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym.

### 2.4. Woda

Woda stosowana do stabilizacji materiału spoiwem hydraulicznym i ewentualnie do pielęgnacji wykonanej warstwy powinna odpowiadać wymaganiom PN-EN 1008. Bez badań laboratoryjnych można stosować wodociągową wodę pitną. Gdy woda pochodzi z wątpliwych źródeł nie może być użyta do momentu jej przebadania, zgodnie z wyżej podaną normą lub do momentu porównania wyników wytrzymałości na ściskanie próbek wykonanych z wodą wątpliwą i z wodą wodociągową. Brak różnic potwierdza przydatność wody do stabilizacji gruntu spoiwem hydraulicznym.

### 2.5. Dodatki ulepszające

Przy stabilizacji gruntów spoiwem hydraulicznym, w przypadkach uzasadnionych, stosuje się następujące dodatki ulepszające:

- wapno wg PN-EN 459-3,

- popioły lotne wg PN-S-96035,
- chlorek wapniowy wg PN-C-84127.

Za zgodą Inżyniera mogą być stosowane inne dodatki o sprawdzonym działaniu, posiadające aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę.

## 2.6. Grunt stabilizowane spoiwem hydraulicznym lub wapnem

Wytrzymałość gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym wg PN-S-96012, powinna spełniać wymagania określone w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania dla gruntów stabilizowanych spoiwem hydraulicznym lub wapnem

| Lp. | Rodzaj warstwy w konstrukcji nawierzchni drogowej | Wytrzymałość na ściskanie próbek nasyconych wodą (MPa) | Wskaźnik mrozoodporności |
|-----|---|--|--------------------------|
|     |   | po 28 dniach   |                          |
| 1   | Ulepszone podłoże                                 | od 0,5 do 2,0  | 0,6                      |

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

### 3.2. Sprzęt do wykonania robót

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

- w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-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.
- w przypadku wytwarzania mieszanek gruntowo-spoiwowych na miejscu:
  - mieszarek jedno lub wielowirnikowych do wymieszania gruntu ze spoiwami,
  - spycharek, równiarek 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

### 4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

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

### 4.2. Transport materiałów

Transport gruntu powinien odbywać się w sposób przeciwdziałający jego zanieczyszczeniu. Transport spoiwa drogowego powinien odbywać się zgodnie z zaleceniami Producenta.

Żużel wielopieczowy granulowany można przewozić dowolnymi środkami transportu w sposób zabezpieczony przed zanieczyszczeniem i zawilgoceniem.

## 5. WYKONANIE ROBÓT

### 5.1. Ogólne zasady dotyczące wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB D-M.00.00.00. Wymagania ogólne" pkt 5.

## 5.2. Warunki przystąpienia do robót

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

## 5.3. Przygotowanie podłoża

Paliki lub szpilki do prawidłowego ukształtowania ulepszanego 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.

Jeżeli warstwa mieszanki gruntu ze spoiwami hydraulicznymi lub wapna ma być układana w prowadnicach, to po wytyczeniu 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 mieszanki gruntu ze spoiwami hydraulicznymi lub wapnem, 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 spoiwowo-gruntowej

Przed przystąpieniem do robót w terminie ok. 1 miesiąca, Wykonawca dostarczy Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru do zatwierdzenia receptę laboratoryjną wraz z wynikami badań.

Inżynier/Inspektor Nadzoru akceptuje lub odrzuca przedłożone dokumenty po ich sprawdzeniu oraz zaopiniowaniu przez Laboratorium Zamawiającego, właściwe terenowo Laboratorium Drogowe.

Projektowanie gruntu stabilizowanego spoiwem polega na ustaleniu niezbędnej zawartości spoiwa hydraulicznego lub wapna pozwalającej uzyskać podane w tabeli wymagania wobec gruntu stabilizowanego, zgodne z wymaganiami Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztucznych 2014 oraz Katalogu Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych 2014.

Zawartość spoiwa hydraulicznego lub wapna w mieszance nie może przekraczać wartości podanych w tablicy 4. Zaleca się taki dobór mieszanki, aby spełnić wymagania wytrzymałościowe określone w p. 2.6 tablica 3, przy jak najmniejszej zawartości spoiwa.

Tablica 4. Maksymalna zawartość spoiwa w mieszance gruntu stabilizowanego spoiwami

| L.p. | Kategoria ruchu | Maksymalna zawartość spoiwa, % w stosunku do masy suchego gruntu |
|------|-----------------|--|
| 1    | KR3, KR4        | 8  |

Tabela. Wymagania wobec gruntu stabilizowanego spoiwem

| Lp. | Rodzaj gruntu stabilizowanego spoiwem                   | Klasa wytrzymałość na ściskanie $R_c$ wg PN-EN 14227-15 |
|-----|---|---|
| 1   | Grunty stabilizowane cementem                           | C 0,4/0,5 oraz < 2,0 MPa                                |
| 2   | Grunty stabilizowane cementem                           | C 1,5/2,0 oraz < 4,0 MPa                                |
| 3   | Grunty stabilizowane granulowanym żużlem wielopieczowym | C 0,4/0,5 oraz < 2,0 MPa                                |
| 4   | Grunty stabilizowane hydraulicznym spoiwem drogowym     | C 0,4/0,5 oraz < 2,0 MPa                                |
| 5   | Grunty stabilizowane popiołem lotnym                    | C 0,4/0,5 oraz < 2,0 MPa                                |
| 6   | Grunty stabilizowane wapnem                             | <b>C</b> 0,4/0,5  |

Badania wytrzymałości na ściskanie należy wykonać zgodnie z PN-EN 13286-41 na próbkach zagęszczonych metodą wg PN-EN 13286-50 w formach walcowych  $H/D=1$  ( $H/D=0,8$ -f 1,21). Sposób pielęgnacji

próbek oraz czas określania wytrzymałości na ściskanie należy dostosować do właściwości zastosowanego spoiwa.

Pęczniecie objętościowe  $G_v$  gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem oznaczone wg PN-EN 13286-49 nie powinno przekraczać 5 %. Wskaźnik nośności natychmiastowej oznaczony wg PN-EN 13286-47 gruntu stabilizowanego wapnem powinien być - kategoria IPIIo.

Stopień rozdrobnienia gruntu spoistego po wymieszaniu z wapnem i/lub spoiwem hydraulicznym oznaczony wg PN-EN 13286-40 - kategoria P6o.

Zawartość wody w mieszance powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według normalnej próby Proctora, z tolerancją +10%, -20% jej wartości. Zaprojektowany skład mieszanki powinien zapewniać otrzymanie w czasie budowy właściwości zgodnych z wymaganiami określonymi w tablicy 3.

### 5.5. Stabilizacja metodą mieszania na miejscu

Do stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu należy użyć specjalistycznych mieszarek jedno przejściowych, umożliwiających wykonanie warstwy technologicznej o grubości odpowiadającej grubości warstwy ulepszonego przy jednym przejeździe.

Grunt przewidziany do stabilizacji powinien być spulchniony i rozdrobniony.

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, np. chlorek wapniowy.

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, np. wapno lub popioły lotne, w ilości określonej w receptce laboratoryjnej, o ile ich użycie jest przewidziane w tejże receptce.

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

Grunt powinien być wymieszany ze spoiwem w sposób zapewniający jednorodność na określonej głębokości, 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 ze spoiwem 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 spoiwa na gruncie do momentu zakończenia zagęszczania powinien być zgodny z dokumentami Producenta spoiwa.

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. 5.6.

### 5.6. Zagęszczanie

Zagęszczanie warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym należy prowadzić przy użyciu walców gładkich, wibracyjnych lub ogumionych, w zestawie wskazanym w STWIORB.

Zagęszczanie warstwy 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 niżej 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.

Zagęszczanie należy kontynuować do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia mieszanki określonego wg BN-77/8931-12 nie mniejszego od 1,00.



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

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

#### **5.7. Spoiny robocze**

Należy unikać podłużnych spoin roboczych, poprzez wykonanie warstwy na całej szerokości, tam gdzie jest to możliwe.

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 z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem**

Pielęgnacja powinna być przeprowadzona według jednego z następujących sposobów:

- skropienie warstwy emulsją asfaltową w ilości od 0,5 do 1,0 kg/m<sup>2</sup>,
- skropienie specjalnymi preparatami powłokotwórczymi posiadającymi aprobatę techniczną wydaną przez uprawnioną jednostkę, po uprzednim zaakceptowaniu ich użycia przez Inżyniera,
- utrzymanie w stanie wilgotnym poprzez kilkakrotne skrapianie wodą w ciągu dnia, w czasie co najmniej 7 dni,
- 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,
- 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 wykonanej warstwie w okresie 7 dni po wykonaniu. Po tym czasie ewentualny ruch technologiczny może odbywać się wyłącznie za zgodą Inżyniera.

#### **5.9. Utrzymanie warstwy**

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

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzenia bieżących napraw warstw uszkodzonych 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 warstwy.

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

#### **5.10. Odcinek próbny**

Przed planowanym rozpoczęciem robót, Wykonawca wykona odcinek próbny w celu:

- stwierdzenia, czy sprzęt budowlany do mieszania, rozkładania i zagęszczania warstwy ulepszanego podłoża z gruntu stabilizowanego spoiwem jest właściwy,
- sprawdzenia w warunkach budowy przydatność zastosowanych spoiw do ulepszenia gruntów,
- sprawdzenia dokładności rozsypywania spoiwa na jednostkę powierzchni warstwy,
- określenia grubości warstwy ulepszanego podłoża w stanie luźnym, koniecznej do uzyskania wymaganej grubości warstwy po zagęszczeniu,
- ustalenia liczby przejazdów sprzętu zagęszczającego, potrzebnej do uzyskania wymaganego wskaźnika zagęszczenia,
- sprawdzenia nośności warstwy ulepszanego podłoża.

Na odcinku próbnym Wykonawca powinien użyć takich materiałów oraz sprzętu, jakie będą stosowane do wykonania warstwy na budowie. Powierzchnia odcinka próbnego powinna wynosić od 400 do 800 m<sup>2</sup>. Odcinek próbny powinien być zlokalizowany w miejscu wskazanym przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru. Wykonawca może przystąpić do wykonania warstwy po zaakceptowaniu odcinka próbnego przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1 Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót**

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

Badania i pomiary dzielą się na:

- badania i pomiary Wykonawcy - w ramach własnego nadzoru,
- badania i pomiary kontrolne - w ramach nadzoru Zamawiającego.

W uzasadnionych przypadkach w ramach badań i pomiarów kontrolnych dopuszcza się wykonanie badań i pomiarów kontrolnych dodatkowych lub badań i pomiarów arbitrażowych.

Badania obejmują:

- pobranie próbek,
- zapakowanie próbek do wysyłki,
- transport próbek z miejsca pobrania do placówki wykonującej badania,
- przeprowadzenie badania,
- sprawozdanie z badań.

### **6.2 Badania przed przystąpieniem do robót**

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania gruntów zgodnie z ustaleniami pkt 2.3.

### **6.3 Badania i pomiary Wykonawcy**

Wykonawca jest zobowiązany do przeprowadzania na bieżąco badań i pomiarów w celu sprawdzania, czy jakość wykonanych Robót jest zgodna z postawionymi wymaganiami.

Badania i pomiary powinny być wykonywane z niezbędną starannością, zgodnie z obowiązującymi przepisami i w wymaganym zakresie. Badania i pomiary Wykonawca powinien wykonywać z częstotliwością gwarantującą zachowanie wymagań dotyczących jakości robót, lecz nie rzadziej niż wskazano to w STWiORB. Wyniki badań będą dokumentowane i archiwizowane przez Wykonawcę. Wyniki badań Wykonawca jest zobowiązany przekazywać Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru.

Zakres badań i pomiarów Wykonawcy powinien być:

- nie mniejszy niż określony w Zakładowej Kontroli Produkcji dla dostarczanych na budowę materiałów,
- dla wykonanej warstwy być nie mniejszy niż określony zakres i częstotliwość badań i pomiarów kontrolnych.

### **6.4 Badania i pomiary kontrolne**

Badania i pomiary kontrolne są zlecane przez Inżyniera/Inspektora Nadzoru, a których celem jest sprawdzenie, czy jakość zastosowanych materiałów oraz gotowej warstwy spełniają wymagania określone w kontrakcie.

Pobieraniem próbek, wykonaniem badań i pomiarów na miejscu budowy zajmuje się Laboratorium Zamawiającego/Inżynier/Inspektor Nadzoru przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli Wykonawcy. Zamawiający decyduje o wyborze Laboratorium Zamawiającego.

### **6.5 Badania i pomiary kontrolne dodatkowe**

W wypadku uznania, że jeden z wyników badań lub pomiarów kontrolnych nie jest reprezentatywny dla ocenianego odcinka budowy, strony kontraktu mogą wystąpić o przeprowadzenia badań lub pomiarów kontrolnych dodatkowych. Badania kontrolne dodatkowe są wykonywane przez Laboratorium Zamawiającego.

Strony Kontraktu decydują wspólnie o miejscach pobierania próbek i wyznaczeniu odcinków częściowych ocenianego odcinka budowy tzn. dziennej działki roboczej. Jeżeli odcinek częściowy przyporządkowany do badań kontrolnych nie może być jednoznacznie i zgodnie wyznaczony, to odcinek ten nie powinien być mniejszy niż 20% ocenianego odcinka budowy.

### **6.6 Badania i pomiary arbitrażowe**

Badania i pomiary arbitrażowe są powtórzeniem badań lub pomiarów kontrolnych i/lub kontrolnych dodatkowych, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony Inżyniera/Inspektora Nadzoru, Zamawiającego lub Wykonawcy (np. na podstawie własnych badań).

Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje się na wniosek strony kontraktu. Badania i pomiary arbitrażowe wykonuje bezstronne, akredytowane laboratorium (w tym inne laboratorium GDDKiA), które nie wykonywało badań lub pomiarów kontrolnych, przy udziale lub po poinformowaniu przedstawicieli stron.

W przypadku wniosku Wykonawcy zgodę na przeprowadzenie badań i pomiarów arbitrażowych wyraża Inżynier/Inspektor Nadzoru po wcześniejszej analizie zasadności wniosku. Zamawiający akceptuje laboratorium, które przeprowadzi badania lub pomiary arbitrażowe.

## 6.7 Badania i pomiary przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty dopuszczające zastosowane wyroby budowlane do obrotu i stosowania przy wykonywaniu robót budowlanych, zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych oraz karty charakterystyki dotyczące stosowanego spoiwa,
- wykonać badania gruntu,
- opracować receptę laboratoryjną gruntu stabilizowanego spoiwem.

Wszystkie dokumenty oraz wyniki badań i receptę laboratoryjną gruntu stabilizowanego spoiwem Wykonawca przedkłada Inżynierowi/Inspektorowi Nadzoru. Inżynier/Inspektor Nadzoru zatwierdza receptę po uzyskaniu pozytywnych wyników badań i pomiarów na odcinku próbnym.

## 6.8 Badania w czasie robót

### 6.8.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów w czasie wykonywania warstw stabilizowanych spoiwami podano w tablicy 5.

Tablica 5. Częstotliwość badań i pomiarów

| L.p. | Wyszczególnienie badań   | Częstotliwość badań   |   |
|------|--|---|---|
|      |  | Min. liczba badań na dziennej działce roboczej                      | Max. powierzchnia ulepszanego podłoża przypadająca na jedno badanie |
| 1    | Uziarnienie mieszanki gruntu lub kruszywa  | 2   | 600 m <sup>2</sup>  |
| 2    | Wilgotność mieszanki gruntu lub kruszywa ze spoiwem  |   |   |
| 3    | Rozdrobnienie gruntu <sup>1)</sup>   |   |   |
| 4    | Jednorodność i głębokość wymieszania <sup>2)</sup>   |   |   |
| 5    | Zagęszczenie warstwy   | 3   | 400 m <sup>2</sup>  |
| 6    | Grubość ulepszanego podłoża  |   |   |
| 7    | Wytrzymałość na ściskanie: <sup>5)</sup><br>- 28-dniowa przy stabilizacji cementem i wapnem<br>- 14 i 42-dniowa przy stabilizacji popiołami lotnymi<br>- 90-dniowa przy stabilizacji żużlem granulowanym | 6 próbek<br>6 próbek<br>3 próbki                                    | 400 m <sup>2</sup>  |
| 8    | Mrozoodporność <sup>3)</sup>   | przy projektowaniu i w przypadkach wątpliwych                       |   |
| 9    | Badanie spoiwa <sup>5)</sup>   | przy projektowaniu składu mieszanki i przy każdej zmianie           |   |
| 10   | - cementu  |   |   |
| 11   | - wapna  |   |   |
| 12   | - popiołów lotnych   |   |   |
| 13   | - żużla granulowanego  | dla każdego wątpliwego źródła                                       |   |
| 14   | Badanie właściwości gruntu   | dla każdej partii i przy każdej zmianie rodzaju gruntu lub kruszywa |   |
| 15   | Wskaźnik nośności CBR <sup>4)</sup>  | w przypadkach wątpliwych i na zlecenie Inżyniera                    |   |

<sup>1)</sup> Badanie wykonuje się dla gruntów spoistych

<sup>2)</sup> Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu metodą mieszania na miejscu

<sup>3)</sup> Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu cementem, wapnem i popiołami lotnymi

<sup>4)</sup> Badanie wykonuje się przy stabilizacji gruntu wapnem.

<sup>5)</sup> Badania dla pozostałych spoiw drogowych należy wykonać zgodnie z zapisami z dokumentów dopuszczających poszczególne spoiwa do stosowania w budownictwie

### **6.8.2 Uziarnienie gruntu**

Próbki do badań należy pobierać z mieszarek lub z podłoża przed podaniem spoiwa. Uziarnienie gruntu powinno być zgodne z wymaganiami podanymi w STWiORB dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

### **6.8.3 Wilgotność mieszanki gruntu ze spoiwami**

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

### **6.8.4 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).

### **6.8.5 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 ulepszanego podłoża. Głębokość wymieszania powinna być taka, aby grubość warstwy po zagęszczeniu była równa projektowanej.

### **6.8.6 Zagęszczenie i nośność warstwy**

Mieszanka powinna być zagęszczana do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia nie mniejszego od 1,00 oznaczonego zgodnie z BN-77/8931-12.

Wskaźnik zagęszczenia dla wykonanej warstwy ulepszanego podłoża powinien wynosić  $Is \geq 1,00$ .

Nośność sprawdzana na powierzchni ulepszanego podłoża dla KR3, KR4 i KR5 powinna wynosić:

$$E2 \geq 50 \text{ MPa}$$

$$I_0 = E2/E1 \leq 2,2$$

Nośność sprawdzana na powierzchni górnej warstwy nasypu dla KR2, KR3, KR4 i KR5 powinna wynosić:

$$E2 \geq 80 \text{ MPa}$$

$$I_0 = E2/E1 \leq 2,2$$

Moduł odkształcenia należy wyznaczyć dla przyrostu obciążenia od 0,15 MPa do 0,25 MPa przy zastosowaniu płyty VSS o średnicy 300 mm. Końcowe obciążenie powinno wynosić 0,35 MPa. Oznaczanie modułu odkształcenia nawierzchni i podłoża przez obciążenie płytą wg PN-S-02205.

### **6.8.7 Grubość warstwy**

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  $\pm 1$  cm.

### **6.8.8 Wytrzymałość na ściskanie**

Wytrzymałość na ściskanie określa się na próbkach walcowych o średnicy i wysokości 8 cm. Probki do badań należy pobierać z miejsc wybranych losowo, w warstwie rozłożonej przed jej zagęszczeniem. Probki w ilości 6 sztuk należy formować i przechowywać zgodnie z normami dotyczącymi poszczególnych rodzajów stabilizacji spoiwami. Trzy próbki należy badać po 14 dniach oraz po 28 lub 42 dniach przechowywania, a w przypadku stabilizacji żużlem granulowanym po 90 dniach przechowywania. Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w STWiORB dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

Badanie wytrzymałości dla pozostałych spoiw drogowych należy wykonać zgodnie z zapisami z dokumentów dopuszczający poszczególnie spoiwa do stosowania w budownictwie.

### **6.8.9 Mrozoodporność**

Wskaźnik mrozoodporności określany przez spadek wytrzymałości na ściskanie próbek poddawanych cyklowi zamrażania i odmrażania powinien być zgodny z wymaganiami podanymi w STWiORB dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

### **6.8.10 Badanie spoiwa**

Dla każdej dostawy spoiwa, Wykonawca powinien określić właściwości podane w STWiORB dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

### **6.8.11 Badanie wody**

W przypadkach wątpliwych należy przeprowadzić badania wody wg PN-EN 1008.

### **6.8.12 Badanie właściwości gruntu**

Właściwości gruntu należy badać przy każdej zmianie rodzaju gruntu. Właściwości powinny być zgodne z

wymaganiami podanymi w STWiORB dotyczących poszczególnych rodzajów ulepszanego podłoża.

### 6.8.13 Wskaźnik nośności CBR

Wskaźnik nośności CBR określa się wg normy BN-70/8931-05 dla próbek gruntu stabilizowanego wapnem, pielęgnowanych zgodnie z wymaganiami PN-S-96011.

### 6.8.14 Sprawdzenie jednorodności i głębokości wymieszania oraz stopnia rozdrobnienia

Jednorodność wymieszania spoiwa z gruntem należy sprawdzać wzrokowo co najmniej dwa razy na dziennej działce roboczej. Głębokość przemieszania powinna być taka, aby po zagęszczeniu odpowiadała grubości warstwy zaprojektowanej, głębokość wymieszania mierzy się w odległości min. 0,5 m od krawędzi warstwy ulepszanego podłoża. Stopień rozdrobnienia gruntu spoistego po wymieszaniu z wapnem lub spoiwem hydraulicznym należy sprawdzać wg PN-EN 13286-40.

### 6.8.15 Sprawdzenie ilości dozowanego spoiwa na 1 m<sup>2</sup> powierzchni warstwy

Ilości dozowanego spoiwa na 1 m<sup>2</sup> powierzchni warstwy należy sprawdzać co najmniej dwa razy na dziennej działce roboczej. Sprawdzenia należy dokonać za pomocą kontrolnego ważenia ilości dozowanego spoiwa na kontrolowanych powierzchniach podczas przejazdu rozsypywarki na działce roboczej. W załączniku 1 do niniejszych STWiORB przedstawiono poszczególne czynności wykonywane przy pomiarze ilości dozowanego spoiwa na 1 m<sup>2</sup> powierzchni warstwy ulepszanego podłoża. Ilość dozowanego spoiwa na 1 m<sup>2</sup> kontrolowanego odcinka dziennej działki roboczej nie powinna być mniejsza od wartości podanej w receptce: nie więcej niż 5 % dla średniej z pomiarów i nie więcej niż 10 % dla pojedynczego pomiaru.

### 6.8.16 Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie

Wytrzymałość na ściskanie oznacza się wg PN-EN 13286-41 na próbkach walcowych H/D=1 (H/D= 8,0-M,21) zagęszczonych metodą Proctora zgodnie z PN-EN 13283-50. Próbkę do badań należy pobierać z miejsc losowo wybranych na warstwie przed zagęszczeniem gruntu wymieszanego z spoiwem. Próbkę w liczbie min. 3 sztuki należy przechowywać zgodnie z wymaganiami dotyczącymi poszczególnych rodzajów spoiw. Badanie wytrzymałości na ściskanie należy przeprowadzić po czasie dostosowanym do charakterystyki użytego spoiwa. Próbkę należy badać po: 7 dniach (w przypadku wapna), 28 dniach (w przypadku cementu), 42 dniach (w przypadku popiołów lotnych), 90 dniach (w przypadku granulowanego żużla wielkopiecowego). Wyniki wytrzymałości na ściskanie powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w Tabeli 5 niniejszych STWiORB w odniesieniu do określonego rodzaju spoiwa.

## 6.9 Wymagania dotyczące cech geometrycznych warstwy

### 6.9.1 Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów

Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów dotyczących cech geometrycznych podaje tablica 6.

Tablica 6. Częstotliwość oraz zakres badań i pomiarów wykonanej warstwy stabilizowanej spoiwami

| L.p. | Wyszczególnienie badań i pomiarów | Min. 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 warstwy                   | W 3 punktach, lecz nie rzadziej niż raz na 2000 m <sup>2</sup>      |

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

### 6.9.2 Szerokość warstwy

Szerokość warstwy nie może różnić się od szerokości projektowanej o więcej niż +10 cm, -5 cm. Na jezdniach bez krawężników szerokość warstwy powinna być większa od szerokości warstwy wyżej leżącej o co najmniej 25 cm lub o wartość wskazaną w dokumentacji projektowej.

### 6.9.3 Równość warstwy

Nierówności podłużne warstwy należy mierzyć 4-metrową łatą lub planografem, zgodnie z normą BN-

68/8931-04. Nierówności poprzeczne warstwy należy mierzyć 4-metrową łatą. Nierówności nie powinny przekraczać - 15 mm.

#### **6.9.4 Spadki poprzeczne warstwy**

Spadki poprzeczne warstwy powinny być zgodne z dokumentacją proj. z tolerancją  $\pm 0,5\%$ .

#### **6.9.5 Rzędne wysokościowe warstwy**

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

#### **6.9.6 Ukształtowanie osi warstwy**

Oś warstwy w planie nie może być przesunięta w stosunku do osi proj. o więcej niż  $\pm 5$  cm.

#### **6.9.7 Grubość warstwy**

Grubość warstwy nie może różnić się od grubości projektowanej o więcej niż +10%, -15%.

### **6.10 Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi odcinkami**

#### **6.10.1 Niewłaściwe cechy geometryczne warstwy**

Jeżeli po wykonaniu badań na stwardniałej warstwie 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 warstwy jest mniejsza od szerokości projektowanej o więcej niż 5 cm i nie zapewnia podparcia warstwom wyżej leżącym, to Wykonawca powinien poszerzyć warstwę przez zerwanie warstwy na pełną grubość do połowy szerokości pasa ruchu i wbudowanie nowej mieszanki.

Nie dopuszcza się mieszania składników mieszanki na miejscu. Roboty te Wykonawca wykona na własny koszt.

#### **6.10.2 Niewłaściwa grubość warstwy**

Na wszystkich powierzchniach wadliwych pod względem grubości Wykonawca wykona naprawę warstwy 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.

#### **6.10.3 Niewłaściwa wytrzymałość warstwy**

Jeżeli wytrzymałość średnia próbek będzie mniejsza od dolnej granicy określonej w STWiORB dla poszczególnych rodzajów 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 D-M 00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 7.

#### **7.2 Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest metr kwadratowy [m<sup>2</sup>] wykonanej warstwy o projektowanej grubości.

### **8. ODBIÓR ROBÓT**

#### **8.1 Ogólne zasady odbioru robót**

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

Roboty ziemne uznaje się za wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, STWiORB i wymaganiami Inspektora Nadzoru/Zamawiającego, jeżeli wszystkie pomiary i badania z zachowaniem tolerancji wg punktu 6 dały wyniki pozytywne.

#### **8.2. Zasady postępowania z wadliwie wykonanymi robotami**

Jeżeli wystąpią wyniki negatywne dla materiałów i robót (nie spełniające wymagań określonych w STWiORB i opracowanych na ich podstawie STWiORB), to Inspektor Nadzoru/Zamawiający wydaje Wykonawcy polecenie przedstawienia programu naprawczego, chyba że na wniosek jednej ze stron kontraktu zostaną wykonane badania lub pomiary arbitrażowe (zgodnie z pkt. 6.5 niniejszego STWiORB), a ich wyniki będą pozytywne. Wykonawca w programie tym jest zobowiązany dokonać oceny wpływu na trwałość, przedstawić sposób naprawienia wady lub wnioskować o zredukowanie ceny kontraktowej naliczenie potrąceń.

Na zastosowanie programu naprawczego wyraża zgodę Inspektor Nadzoru/Zamawiający.

W przypadku braku zgody Inspektora Nadzoru/Zamawiającego na zastosowanie programu naprawczego wszystkie materiały i roboty nie spełniające wymagań podanych w odpowiednich punktach STWiORB zostaną odrzucone. Wykonawca wymieni materiały na właściwe i wykona prawidłowo roboty na własny koszt.

Jeżeli wymiana materiałów niespełniających wymagań lub wadliwie wykonane roboty spowodują szkodę w innych, prawidłowo wykonanych robotach, to również te roboty powinny być ponownie wykonane przez Wykonawcę na jego koszt.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

### **9.1 Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności**

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

### **9.2 Cena jednostki obmiarowej**

Cena wykonania warstwy gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym o projektowanej grubości obejmuje:

- prace pomiarowe i roboty przygotowawcze,
- oznakowanie robót,
- zakup, dostarczenie i składowanie potrzebnych materiałów,
- koszt zapewnienia niezbędnych czynników produkcji,
- wykonanie wykopu wraz z odwodnieniem i dowozem gruntu,
- przygotowanie materiałów,
- spulchnienie gruntu,
- dostarczenie, ustawienie, rozebranie i odwiezienie materiałów i urządzeń pomocniczych,
- dostarczenie i rozścielenie materiałów,
- wymieszanie gruntu rodzimego ze spoiwem w korycie drogi (ew. wykonanie mieszanki z gruntu stabilizowanego spoiwem hydraulicznym lub wapnem w wytwórni i wbudowanie gotowej mieszanki),
- pielęgnacja wykonanej warstwy
- przeprowadzenie pomiarów i badań laboratoryjnych, wymaganych w specyfikacji technicznej.

### **9.3 Sposób rozliczenia robót tymczasowych i prac towarzyszących**

Cena wykonania robót określonych niniejszą OST obejmuje:

- roboty tymczasowe, które są potrzebne do wykonania robót podstawowych, ale nie są przekazywane Zamawiającemu i są usuwane po wykonaniu robót podstawowych,
- prace towarzyszące, które są niezbędne do wykonania robót podstawowych, niezaliczane do robót tymczasowych, jak geodezyjne wytyczenie robót itd.

## **10. PRZEPISY ZWIĄZANE**

### **10.1 Normy**

- PN-EN 197-1 Cement – Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku.
- PN-EN 459-1 Wapno budowlane - Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności.
- PN-EN 459-3 Wapno budowlane - Część 3: Ocena zgodności.
- 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.
- PN-C-84127 Chlorek wapniowy techniczny.
- PN-S-96011 Drogi samochodowe. Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych.
- PN-S-96012 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoże z gruntu stabilizowanego cementem.
- PN-S-96035 Drogi samochodowe. Popioły lotne.
- BN-88/6731-08 Cement. Transport i przechowywanie.
- BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łata

BN-73/8931-10 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika aktywności pucolanowej popiołów lotnych z węgla kamiennego.

BN-77/8931-12 Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia gruntu.

BN-71/8933-10 Drogi samochodowe. Podbudowa z gruntów stabilizowanych aktywnymi popiołami lotnymi.

PN-EN 933-8:2012 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw – Część 8: Ocena zawartości drobnych cząstek – Badanie wskaźnika piaskowego.

PN-EN 451-1 Metoda badania popiołu lotnego – Część 1: Oznaczanie zawartości wolnego tlenku wapnia.

PN-EN 451-2 Metoda badania popiołu lotnego – Część 2: Oznaczanie mialkości przez przesiewanie na mokro.

## **10.2 Inne dokumenty**

Instrukcja CZDP 1980 „Badanie wskaźnika aktywności żużla granulowanego”.

Wytyczne MK CZDP „Stabilizacja kruszyw i gruntów żużlem wielkopieczowym granulowanym”, Warszawa 1979.

Katalog Typowych Konstrukcji Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych (KTKNPiP) - GDDKiA 2014.

Zarządzenie nr 31 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie

Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych.

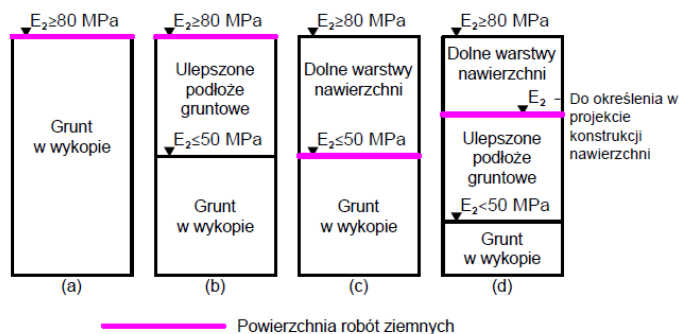
Informacje producentów spoiw hydraulicznych.



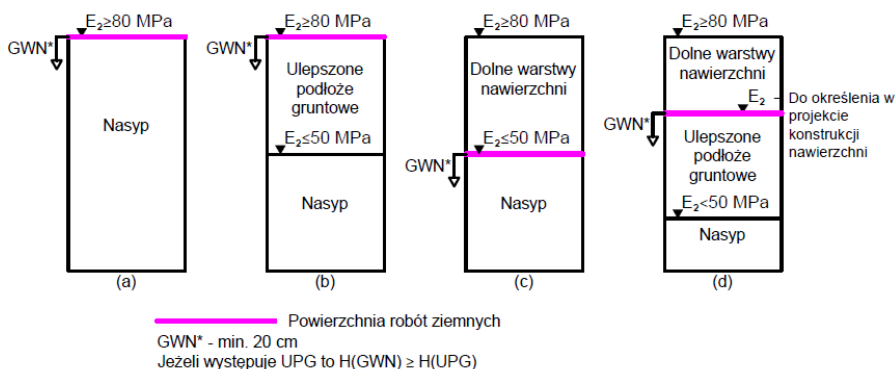
## ZAŁĄCZNIK 1

## Z1. Nośność

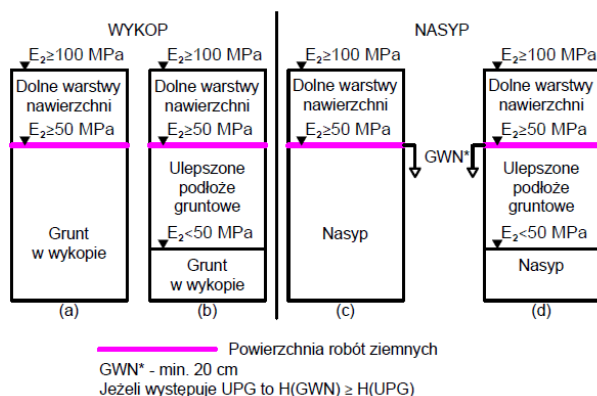
1. Podane schematy uwzględniają typowe rozwiązania występujące w KTKNPiP oraz w KTKNS.
2. W przypadku rozwiązań indywidualnych wymagania dla nośności należy określić w Dokumentacji Technicznej.
3. Oznaczenia:
  - GWN – górna warstwa nasypu,
  - UPG – ulepszone podłoże gruntowe,
  - H(GWN) – grubość górnej warstwy nasypu,
  - H(UPG) – grubość warstwy ulepszonego podłoża gruntowego.



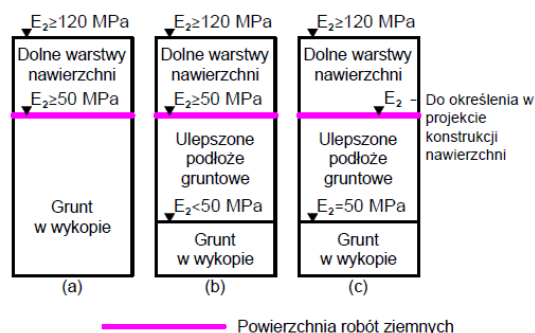
Rysunek Z1.3. Nośność dla wykopów dla kategorii ruchu KR1-KR2



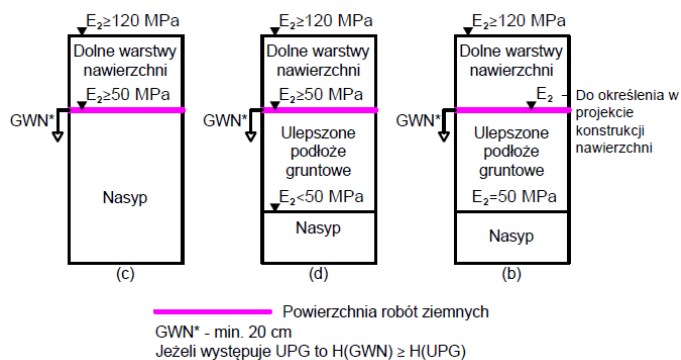
Rysunek Z1.4. Nośność dla nasypów dla kategorii ruchu KR1-KR2



Rysunek Z1.5. Nośność dla wykopów i nasypów dla kategorii ruchu KR3-KR4



Rysunek Z1.6. Nośność dla wykopów dla kategorii ruchu KR5-KR7



Rysunek Z1.5. Nośność dla nasypów dla kategorii ruchu KR5-KR7

## ZAŁĄCZNIK 2

### METODY WYKONANIA BADAŃ KONTROLNYCH W ROBOTACH ZIEMNYCH

- Z2.A OZNACZANIE WILGOTNOŚCI OPTYMALNEJ I MAKSYMALNEJ GĘSTOŚCI OBJĘTOŚCIOWEJ SZKIELETU (BADANIE PROCTORA)**
- Z2.B OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA**
- Z2.C OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA PRZEZ OBCIĄŻENIE PŁYTĄ (POD OBCIĄŻENIEM STATYCZNYM)**
- Z2.D OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA POD OBCIĄŻENIEM DYNAMICZNYM LEKKĄ PŁYTĄ LPD**
- Z2.E OZNACZANIE WSKAŹNIKA NOŚNOŚCI CBR I PĘCZNIEŃ LINIOWEGO**
- Z2.F OZNACZANIE WSKAŹNIKA PIASKOWEGO**
- Z2.G OZNACZANIE WILGOTNOŚCI**
- Z2.H OZNACZANIE UZIARNIENIA**
- Z2.I OZNACZANIE GRANICY PLASTYCZNOŚCI  $W_p$  I GRANICY PŁYNNOŚCI  $W_L$**
- Z2.J OZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA WODOPRZEPUSZCZALNOŚCI  $k$**
- Z2.K OZNACZANIE ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI ORGANICZNYCH**

#### **UWAGA:**

Uwzględniając zróżnicowanie gruntów i materiałów, które mogą być zastosowane w robotach ziemnych kontrola właściwości może być oparta o zastosowanie metod badań określonych w odniesieniu do gruntów, kruszyw lub do mieszanek. Metoda badania określonej właściwości konkretnego gruntu/materiału zostanie wybrana na podstawie Załącznika 2 i przedstawiona przez Wykonawcę do akceptacji Inspektora Nadzoru /Zamawiającego.

Dopuszcza się stosowanie innych metod kontroli niż wskazane w niniejszych STWiORB pod warunkiem spełnienia warunków określonych w punkcie 6.1.3. niniejszych STWiORB.

#### **Z2.A OZNACZANIE WILGOTNOŚCI OPTYMALNEJ I MAKSYMALNEJ GĘSTOŚCI OBJĘTOŚCIOWEJ SZKIELETU (BADANIE PROCTORA)**

Procedura badania wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntów zawarta jest w normie PN-B-04481:1988 w punkcie 8.

Procedura badania wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętości szkieletu mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 13286-2.

W oznaczeniu wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntów i mieszanek kruszyw oraz wartości wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  należy stosować badanie Proctora i energię zagęszczania około 0,6 MJ/m<sup>3</sup>.

#### **Z2.B OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA**

Procedura oznaczania wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  zawarta jest w normie BN-77/8931-12. Maksymalną gęstość objętościową szkieletu należy określić według procedury wskazanej w załączniku Z2.A.

#### **Z2.C OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA PRZEZ OBCIĄŻENIE PŁYTĄ (POD OBCIĄŻENIEM STATYCZNYM)**

Procedura oznaczania modułu odkształcenia podłoża z zastosowaniem płyty obciążonej statycznie zawarta jest w załączniku B do normy PN-S-02205:1988.

Oznaczenie modułu odkształcenia odnosi się do nośności warstwy w chwili przeprowadzenia badania. Wartość modułu można uznać za miarodajną w odniesieniu do kryteriów określonych w STWiORB, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%.

#### **Z2.D OZNACZANIE MODUŁU ODKSZTAŁCENIA PODŁOŻA POD OBCIĄŻENIEM DYNAMICZNYM LEKKĄ PŁYTĄ (LPD).**

Badanie Lekką Płytą Dynamiczną (LPD) można stosować wyłącznie w kontroli warstw wykonanych z gruntów i materiałów nieplastycznych (niespoistych). Należy stosować płytę o średnicy 30 cm. Stosowanie płyty o innej średnicy jest możliwe pod warunkiem spełnienia warunków określonych w punkcie 6.1.3. niniejszych STWiORB.

Głębokość oddziaływania LPD jest równa średnicy płyty. Oznacza to, że w przypadku stosowania płyty o średnicy 30 cm nie należy poddawać badaniu warstw grubszych niż 30 cm. W przypadku badania warstw cieńszych niż

średnica płyty należy wykluczyć możliwość wpływu warstwy leżącej niżej na wynik oznaczenia.

Oznaczenie modułu odkształcenia odnosi się do nośności warstwy w chwili przeprowadzenia badania. Wartość modułu można uznać za miarodajną w odniesieniu do kryteriów określonych w STWiORB, jeżeli wilgotność gruntu/materiału warstwy w czasie badania nie jest wyższa od wilgotności jaką miał on w czasie zagęszczania oraz jest od niej niższa nie więcej niż o 2%.

Stosowane urządzenie musi mieć ważny dokument certyfikacji. Uwzględniając zróżnicowanie konstrukcyjne urządzeń pomiarowych, określanych jako Lekka Płyta Dynamiczna (LPD) w kontroli warstwy należy stosować jeden typ urządzenia. Należy ściśle przestrzegać procedury oznaczania modułu odkształcenia podłoża pod obciążeniem dynamicznym, określonej przez producenta w instrukcji stosowania urządzenia.

Badanie LPD może być wykorzystane jako pośrednia metoda oceny zagęszczenia i/lub nośności warstwy na podstawie zaakceptowanych przez Inspektora Nadzoru/Zamawiającego korelacji wartości dynamicznego modułu odkształcenia  $E_{vd}$  z wartościami wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  i/lub wtórnego modułu odkształcenia  $E_2$ .

## **22.E OZNACZANIE WSKAŹNIKA NOŚNOŚCI CBR I PĘCZNIEŃ LINIOWEGO**

Procedura badania wskaźnika nośności CBR i pęcznienia liniowego gruntów zawarta jest w załączniku A do normy PN-S-02205:1988.

Procedura badania wskaźnika nośności CBR i pęcznienia liniowego mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 13286-47. Wilgotność materiału do uformowania próbek należy określić według zasady podanej w załączniku A do normy PN-S-02205:1988. W czasie pomiaru pęcznienia próbkę należy nasycać wodą przez 4 doby.

## **22.F OZNACZANIE WSKAŹNIKA PIASKOWEGO**

Procedura oznaczenia wskaźnika piaskowego gruntów WP zawarta jest w normie BN-64/8931-01.

Możliwe jest zastosowanie do gruntów badania wskaźnika piaskowego  $SE_4$  według normy PN-EN 933-8, odnoszącej się do kruszyw, pod warunkiem określenia kryterium oceny wyniku oznaczenia dla nowej normy.

Procedura oznaczenia wskaźnika piaskowego kruszyw (mieszanek kruszyw) zawarta jest w normie PN-EN 933-8. Należy stosować badanie wskaźnika piaskowego  $SE_4$ .

## **22.G OZNACZANIE WILGOTNOŚCI**

Procedura oznaczenia wilgotności gruntów zawarta jest w normie PN-EN ISO 17892-1.

Procedura oznaczenia wilgotności mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 1097-5.

## **22.H OZNACZANIE UZIARNIENIA**

Procedura oznaczenia uziarnienia gruntów zawarta jest w normie PN 88/B-04481. Procedura oznaczenia uziarnienia mieszanek kruszyw zawarta jest w normie PN-EN 933-1.

## **22.I OZNACZANIE GRANICY PLASTYCZNOŚCI $W_P$ I GRANICY PŁYNNOSCI $W_L$**

Procedura oznaczenia granicy plastyczności  $W_P$  i granicy płynności  $W_L$  (granice Atterberga) gruntów drobnoziarnistych (spoiстых) jest określona w normie PN-EN ISO 17892-12.

Na podstawie wartości granicy plastyczności  $W_P$  i granicy płynności  $W_L$  określa się wskaźnik plastyczności  $I_P = W_L - W_P$ , charakteryzujący plastyczność (spoiistość) gruntu.

## **22.J OZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA FILTRACJI $k$**

W przypadku stosowania kryteriów odnoszących się do wartości współczynnika filtracji  $k$ , określonych według metody zawartej w normie PN-55/B-04492, należy stosować procedurę badania próbek i oznaczenia współczynnika filtracji  $k$ , określoną w tej normie.

Dopuszcza się pośrednią metodę oceny właściwości filtracyjnych gruntów gruboziarnistych (wg klasyfikacji PN-EN ISO 14688-2) na podstawie obliczenia współczynnika filtracji  $k$  z zastosowaniem wzoru amerykańskiego USBSC:

$$k = 0,0036 \times d_{20}^{2,3}$$

gdzie:

$k$  współczynnik filtracji [m/s]

$d_{20}$  średnica zastępcza [mm], odpowiadająca zawartości 20% ziaren na krzywej uziarnienia gruntu.

Stosowanie w badaniu próbek gruntów procedury oznaczenia współczynnika filtracji  $k$ , zawartej w normie PN-EN ISO 17892-11 wymaga stosowania wymagań określonych w odniesieniu do tej metody badania. Możliwe jest zweryfikowanie lub potwierdzenie kryterium oceny określonego na podstawie badania według normy PN-55/B-04492.

## **22.K OZNACZANIE ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI ORGANICZNYCH**

Procedura oznaczenia zawartości substancji organicznych zawarta jest w normie PN-B-04481:1988 lub w normie

PN-EN 1744-1.

**Z2.L POŚREDNIE OZNACZANIE WSKAŹNIKA ZAGĘSZCZENIA NA PODSTAWIE STOPNIA ZAGĘSZCZENIA OKREŚLONEGO W BADANIU SONDĄ DYNAMICZNĄ**

Do dodatkowej kontroli zagęszczenia nasypów wykonanych z gruntów nieplastycznych (niespoistych) można stosować sondy dynamiczne. Procedura wykonywania badania sondą dynamiczną zawarta jest w normie PN-B-04452. Orientacyjną wartość wskaźnika zagęszczenia  $I_s$  można określić na podstawie zależności korelacyjnej:

$$I_s = \frac{0,818}{0,958 - 0,174 I_D}$$

gdzie:

$I_D$  stopień zagęszczenia gruntów niespoistych wyznaczony w oparciu o liczbę uderzeń młota ( $N_k$ ) potrzebną do zagłębienia końcówki o 0,1 m (sondy DPL, DPM), 0,2 m (DPSH) na podstawie wzorów:

DPL  $I_D = 0,071 + 0,429 \lg N_k$

DPM  $I_D = 0,176 + 0,431 \lg N_k$

DPH  $I_D = 0,271 + 0,441 \lg N_k$

DPSH  $I_D = 0,196 + 0,441 \lg N_k$

Wyniki sondowania należy interpretować dopiero poniżej głębokości krytycznej ( $t_c$ ) wynoszącej dla sondy DPL  $t_c=0,6$  m, dla sond DPM oraz DPH  $t_c=1,0$  m, dla sondy DPSH  $t_c=1,5$  m.