

## **STWIORB**

### **M.11.03.06 WYKONANIE ŚCIAN SZCZELINOWYCH**

#### **1. WSTĘP**

##### **1.1. Przedmiot STWIORB**

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem ścian szczelinowych betonowanych w gruncie dla obiektu inżynierskiego – tunelu drogowego pod linią kolejową nr 3.

##### **1.2. Zakres stosowania STWIORB**

Specyfikacja techniczna STWIORB jest stosowana jako dokument przetargowy i kontraktowy przy zlecaniu i realizacji robót na drogowych obiektach inżynierskich.

##### **1.3. Zakres robót objętych STWIORB**

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonaniem i odbiorem ścian szczelinowych, formowanych w gruncie.

##### **1.4. Określenia podstawowe**

**1.4.1.** Ściana szczelinowa betonowana w gruncie – ściana wykonywana z betonu lub żelbetu, formowana w szczelinie wygłębionej w gruncie. Beton jest układany przez rurę wlewową pod cieczą stabilizującą, w przypadku szczelin zabezpieczanych cieczami albo w niektórych przypadkach – na sucho.

**1.4.2.** Sekcja ściany – odcinek ściany szczelinowej betonowanej jako jeden element. Sekcja ściany może być prosta, w kształcie litery T lub L albo o innej konfiguracji.

**1.4.3.** Ścianki/murki prowadzące – małe równoległe ścianki tymczasowe, które służą do zapewnienia prowadzenia narzędzia głębiącego i do zabezpieczenia szczeliny przed obwałem w strefie zmiennego zwierciadła cieczy stabilizującej.

**1.4.4.** Rura wlewowa (kontraktor) – rura służąca do układania mieszanki betonowej pod cieczą stabilizującą, zapobiegająca jej zanieczyszczeniu lub segregacji.

**1.4.5.** Ciecz stabilizująca – ciecz używana podczas głębenia do zabezpieczenia stateczności ściany szczeliny. Zwykle jest to zawiesina bentonitowa, roztwór polimerowy lub zawiesina twardniejąca.

**1.4.6.** Zawiesina twardniejąca – zawiesina, która twardnieje z upływem czasu. Jest to zawiesina zawierająca cement lub inne spoiwo oraz dodatkowe materiały jak il (bentonit), granulowany żużel wielkopiecowy lub popioły lotne (PFA), wypełniacze i domieszki.

**1.4.7.** Pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami i z definicjami podanymi w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne”[1] pkt 1.4.

## **1.5. Ogólne wymagania dotyczące robót**

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWIORBM.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 1.5.

## **2. MATERIAŁY**

### **2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów**

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 2.

### **2.2. Materiały do wykonania robót**

Materiały do wykonania robót powinny być zgodne z ustaleniami dokumentacji projektowej lub ST.

Do wykonania ścian szczelinowych należy stosować następujące materiały:

- beton klasy zgodnej z dokumentacją projektową,
- stal zbrojeniową,
- bentonit,
- murki prowadzące.

Materiały powinny spełniać wymagania podane w PN-EN 1538 [22], z uwzględnieniem warunków podanych poniżej.

### **2.3. Mieszanka betonowa i beton**

#### **2.3.1. Cement**

Dopuszcza się stosowanie cementów CEM I, CEM II, CEM III spełniających wymagania normy PN-EN 197-1 [7] pod warunkiem, że mają potwierdzoną przydatność do zastosowań geotechnicznych i są dopuszczone do stosowania, zgodnie z ustawą o wyrobach budowlanych. Zalecane jest użycie cementów CEM II i CEM III lub częściowe zastąpienie CEM I przez dodatki typu II (popioły lotne, pyły krzemionkowe lub granulowany żużel wielkopiecowy) w celu poprawienia urabialności betonu, spowolnienia wiązania, zmniejszenia wydzielania się ciepła, zwiększenia trwałości betonu oraz redukcji wydzielania wody z mieszanki. Przy projektowaniu mieszanki betonowej należy się liczyć z tym, że cementy CEM III nie mają unormowanego, stabilnego składu dodatku żużli wielkopiecowych.

Nie dopuszcza się stosowania betonu glinowego.

Cementy powinny spełniać wymagania wynikające z klasy ekspozycji w miejscu wbudowania (określonej zgodnie z PN-EN 206-1 [8] i PN-B-06265 [27]).

W przypadku występowania w podłożu wód agresywnych w stosunku do betonu do wykonania ścian szczelinowych należy stosować cement odporny na siarczany (HSR).

Minimalną zawartość cementu w zależności od maksymalnej średnicy kruszywa podano w tablicy 1.

Tablica 1. Minimalna zawartość cementu

Maksymalna średnica ziaren kruszywa (mm)	Minimalna zawartość cementu (kg/m <sup>3</sup> )
32	350

25	370
20	385
16	400

## 2.3.2. Kruszywo

### 2.3.2.1. Wymagania ogólne

Kruszywo powinno spełniać wymagania podane w PN-EN-12620 [37].

Należy stosować kruszywo naturalne, nie należy stosować kruszywa łamanego. W celu uniknięcia segregacji kruszywo powinno mieć ciągłą krzywą uziarnienia.

Ziarna kruszywa mierzone wg PN-EN 933-1 [10] nie powinny być większe niż:

- 1/4 odległości w świetle między prętami pionowymi,
- 32 mm,
- w przypadku betonowania podwodnego – 1/6 średnicy wewnętrznej rury wlewowej lub przewodu pompy.

W przypadku maksymalnego wymiaru kruszywa równego 32 mm, mieszanka kruszyw powinna posiadać następujące właściwości:

- wagową zawartość frakcji piaskowej ( $d \leq 4$  mm) w kruszywie ponad 40%,
- zawartość frakcji pyłowych ( $< 0,125$  łącznie z cementem i innymi drobnymi materiałami) w mieszance w granicach od 400 kg/m<sup>3</sup> do 550 kg/m<sup>3</sup>.

W celu uzyskania lepszej urabialności mieszanki betonowej przy spełnieniu parametrów wytrzymałościowych betonu zaleca się stosowanie kruszywa żwirowego o uziarnieniu  $2 \div 16$  mm.

Kruszywo nie powinno być zamarznięte, ani zawierać lodu ani zmarzliny.

Ocena zgodności kruszyw do betonu konstrukcyjnego w drogowych obiektach inżynierskich wymagana jest według systemu oceny 2+.

### 2.3.2.2. Wymagania szczegółowe

Jako kruszywo grube powinny być zastosowane kruszywa naturalne o maksymalnym wymiarze jak w pktcie 2.3.2.1, spełniające wymagania podane w tablicy 2.

Tablica 2. Wymagania dla kruszywa grubego

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie według PN-EN 933-1 [10] w zależności od wymiaru kruszywa, kategoria nie niższa niż: $D/d \leq 2$ lub $D \leq 11,2$ mm $D/d > 2$ i $D > 11,2$ mm	$G_c$ 85/20 $G_c$ 90/15
2	Tolerancja uziarnienia w zależności od wymiaru kruszywa, kategorie: $D/d < 4$ $D/d \geq 4$	$G_T$ 15 $G_T$ 17,5
3	Zawartość pyłów według PN-EN 933-1 [10]; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$
4	Kształt kruszywa grubego według PN-EN 933-3 [11] lub	$Fl_{20}$ lub $Sl_{20}$

	według PN-EN 933-4 [12]; kategoria nie wyższa niż:	
5	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5 [13], kategoria nie niższa:	C <sub>100/0</sub>

6	Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 [20] w 1 % NaCl, badana na kruszywie o wymiarze 8/16; wartość nie wyższa niż (%):	6	IA <sub>25</sub>
	oraz odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2 [16] badana na kruszywie o wymiarze 10/14, rozdz.5; kategoria nie wyższa niż:	2	LA <sub>40</sub>
7	„Zgorzel słoneczna” bazaltu według PN-EN 1367-3 [19], badana na kruszywie o wymiarze 10/14; kategoria:	SB <sub>LA</sub>	
8	Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6 [18], rozdz. 7, 8 lub 9:	deklarowana przez producenta	
9	Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3 [17]	deklarowana przez producenta	
10	Nasiąkliwość według PN-EN 1097-6 [18], rozdz. 7, 8 lub 9:	WA <sub>24</sub> deklarowana przez producenta	
11	Skład chemiczny - uproszczony opis petrograficzny według PN-EN 932-3 [9]:	deklarowany przez producenta	
12	Reaktywność alkaliczno-krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46 [29]:	stopień potencjalnej reaktywności 0 <sup>1)</sup>	
13	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1 [21], rozdz. 12, nie wyższa niż kategoria:	AS <sub>0,2</sub>	
14	Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1 [21], rozdz. 11; wartość nie wyższa niż (%):	1	
15	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie według PN-EN 1744-1 [21], rozdz.7; wartość nie wyższa niż (%):	0,02	
16	Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1774-1 [21] p. 14.2; wartość nie wyższa niż (%):	0,1	
17	Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1 [21], p.15.1:	barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa	

<sup>1)</sup> W przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej, należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [28] - dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania reaktywności alkalicznej z cementem nie wywołująca zwiększenia liniowych większych niż 0,1%.

Jako kruszywo drobne powinno być stosowane kruszywo o uziarnieniu nie większym niż 4 mm, spełniające wymagania podane w tablicy 3.

Tablica 3. Wymagania dla kruszywa drobnego

Lp.	Właściwości kruszywa	Wymagania
1	Uziarnienie według PN-EN 933-1 [10], wymagana kategoria:	G <sub>F</sub> 85
2	Zawartość pyłów według PN-EN 933-1 [10]; kategoria nie wyższa niż:	f <sub>3</sub>
3	Tolerancje deklarowanego typowego uziarnienia kruszywa drobnego	Zgodnie z tablicą C.1 w normie PN-EN 12620 [37]
4	Gęstość ziaren według PN-EN 1097-6 [18], rozdz. 7, 8 lub 9:	deklarowana przez producenta
5	Gęstość nasypowa według PN-EN 1097-3 [17]	deklarowana przez producenta

6	Reaktywność alkaliczno-krzemionkowa; stopień potencjalnej reaktywności według PN-B-06714-46 [29]:	stopień potencjalnej reaktywności 0 <sup>1)</sup>
7	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1 [21], rozdz. 12, nie wyższa niż kategoria:	AS <sub>0,2</sub>
8	Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1 [21], rozdz. 11; wartość nie wyższa niż (%):	1
9	Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1774-1 [21] p. 14.2; wartość nie wyższa niż (%):	0,5
10	Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1 [21], p.15.1:	barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa

- 1) W przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej należy wykonać badanie dodatkowe zgodnie z PN-B-06714-34 [28] - dopuszczenie do zastosowania przy spełnieniu wymagania reaktywności alkalicznej z cementem nie wywołująca zwiększenia liniowych większych niż 0,1%.

### 2.3.3. Woda

Woda zarobowa dla betonu powinna odpowiadać wymaganiom normy PN-EN 1008 [15]. Wodę zarobową do betonu zaleca się czerpać z wodociągów miejskich. Stosowanie wody wodociągowej nie wymaga badań. Zabrania się stosowania wody z systemów recyklingu.

### 2.3.4. Domieszki

W celu uzyskania właściwej pompowalności betonu, można stosować następujące domieszki:

- plastyfikatory i superplastyfikatory w celu uniknięcia odstoju wody lub segregacji, które mogłyby się pojawić w pewnych przypadkach,
- domieszki opóźniające, pozwalające na przedłużenie urabialności wymaganej ze względu na potrzebny czas betonowania lub na przerwy w dostawie mieszanki.

### 2.3.5. Mieszanka betonowa i beton

#### 2.3.5.1. Beton - wymagania ogólne

Beton stosowany do ścian szczelinowych powinien spełniać warunki normy PN-EN 206-1 [8], Załącznik D.

Beton w ścianach szczelinowych, których najmniejszy wymiar jest większy niż 60 cm, znajdujących się w nieagresywnym środowisku, nie narażonych na bezpośrednie działanie wody i kry, powinien mieć wytrzymałość określoną klasą nie mniejszą niż C20/25. Beton w ścianach znajdujących się w agresywnym środowisku lub narażonych na niszczące działanie wody i kry, lub w których najmniejszy wymiar jest nie większy niż 60 cm, powinien mieć wytrzymałość określoną klasą nie mniejszą niż C25/30.

Klasę ekspozycji betonu należy przyjąć wg PN-EN 206-1 [8] i PN-B 06265 [27].

#### 2.3.5.2. Mieszanka betonowa

Skład mieszanki betonowej powinien być dobrany w sposób uniemożliwiający segregację betonu podczas układania, zapewniający swobodny przepływ betonu wokół zbrojenia i po stwardnieniu uzyskanie materiału zagęszczonego i wodoszczelnego.

Mieszanka betonowa układana w zawieszinie powinna być odporna na segregację, wysokoplastyczna, spoiста, o dobrej płynności, samozagęszczająca.

Beton w ścianach szczelinowych powinien spełniać wymagania normy PN-EN 206-1 [8] (w szczególności załącznika D do normy), z zastrzeżeniami:

- ilość cementu powinna być nie mniejsza niż podana w tablicy 1,
- zawartość i uziarnienie kruszywa powinny być zgodne z pkt 2.3.2,
- konsystencja mieszanki betonowej, bezpośrednio przed betonowaniem, powinna odpowiadać opadowi stożka wg PN-EN 12350-2 [31], zawartemu pomiędzy 160 mm i 220 mm. Zalecana jest wartość od 180 do 210 mm (odpowiada ok. 560÷600 mm średnicy rozplywu wg PN-EN 12350-5 [32]). W przypadku betonowania przez rurę wlewową pod zawiesziną stabilizującą, opad stożka powinien wynosić co najmniej 200 mm (600 mm średnicy rozplywu). W przypadku długich betonowań sekcji zalecane jest, by mieszanka zachowała opad stożka co najmniej 100 mm po czterech godzinach od jej przygotowania,
- mieszanka powinna zachować odpowiednią urabialność przez cały czas układania,
- wskaźnik wodno-cementowy w/c nie powinien przekraczać 0,6 i wartości wynikającej z klasy ekspozycji elementu,
- głębokość penetracji betonu badana wg PN-EN 206-1 [8], nie powinna przekraczać 50 mm (lub wodoszczelność betonu badana wg PN-B-06250 [26] powinna wynosić co najmniej W8),
- nie wymaga się badania mrozoodporności betonu.

## **2.4. Materiały do wykonania zbrojenia ściany**

### **2.4.1. Klasa stali zbrojeniowej**

Klasa stali zbrojeniowej powinna być zgodna z dokumentacją projektową i ST. Zastosowana stal powinna spełniać wymagania podane w STWIORB M-12.01.00 [2].

Z wyjątkiem zaleceń specjalnych, inne elementy stalowe stosowane w ścianach szczelinowych takie jak rury, blachy, łączniki itp. nie powinny być wykonane ze stali galwanizowanej lub innego metalu, który może spowodować tworzenie osadu bentonitowego w wyniku działania elektrostatycznego lub wywołać elektrochemiczną korozję zbrojenia.

### **2.4.2. Szkielet zbrojeniowy**

Wysokość szkieletu powinna być taka, aby odległość pomiędzy jego dolną krawędzią a dnem szczeliny wynosiła co najmniej 0,2 m.

Szkielet zbrojeniowy powinien zawierać:

- pręty pionowe,
  - pręty poziome (łączniki, strzemiona i inne),
  - pręty do podwieszenia lub podnoszenia
- oraz w miarę potrzeby:
- specjalne zbrojenie do kotew, rozpór i innych elementów konstrukcyjnych powiązanych ze ścianą szczelinową,
  - pręty przekątne, usztywniające szkielet zbrojeniowy podczas podnoszenia i transportu,
  - formy do uzyskania otworów na kotwy, przewody i inne elementy,

- pionowe rurki do iniekcji, prętów kotwiących w dnie, badań kontrolnych itp.

W przypadku spawania dopuszcza się tylko spawanie elektryczne, jeżeli stal jest odpowiedniego gatunku.

Spoiny szczerwne są dopuszczalne dla wszystkich rodzajów stali pod warunkiem, że nie pogorszą właściwości mechanicznych zbrojenia.

#### 2.4.2.1. Zbrojenie pionowe

Zbrojenie pionowe powinno być skonstruowane zgodnie z dokumentacją projektową, przy zachowaniu poniższych warunków:

- minimalna średnica prętów powinna wynosić 12 mm; zaleca się stosowanie zbrojenia głównego pionowego z prętów 20÷32 mm,
- po każdej stronie szkieletu powinny być usytuowane co najmniej 3 pręty na długości 1 m,
- rozstaw poziomy, w świetle pomiędzy prętami lub grupami prętów, równoległe do ściany powinien wynosić co najmniej 100 mm; zaleca się 150 mm. Rozstaw ten może być zredukowany do 80 mm na długości zakładu lub w sekcjach silnie zbrojonych pod warunkiem, że maksymalna średnica kruszywa nie przekracza 20 mm,
- jeżeli szkielet zbrojeniowy składa się w pionie z kilku elementów, połączenia między prętami powinny być wykonane na zakład lub za pomocą nasadek. W przypadku zakładu należy wykonać spoiny szczerwne lub stosować inne sposoby, uniemożliwiające wzajemne przesuwanie się podczas wstawiania.

#### 2.4.2.2. Zbrojenie poziome

Zbrojenie poziome powinno być skonstruowane zgodnie z dokumentacją projektową, przy zachowaniu poniższych warunków:

- zbrojenie poziome powinno być konstruowane z prętów średnicy 12÷20 mm,
- zbrojenie poziome powinno być rozmieszczone w sposób uniemożliwiający przemieszczanie prętów pionowych i zapewniający odpowiednią przestrzeń dla rury wlewowej,
- rozstaw pionowy w świetle między prętami powinien wynosić co najmniej 200 mm; rozstaw ten może być zredukowany do 150 mm pod warunkiem, że maksymalna średnica kruszywa nie przekracza 20 mm,
- rozstaw poziomy pomiędzy prętami poprzecznymi powinien wynosić co najmniej 150 mm. Zalecany jest rozstaw nie mniejszy od 200 mm w celu ułatwienia przepływu mieszanki betonowej,
- należy unikać koncentracji zbrojenia pomocniczego, np. przy głowicach kotew gruntowych. Pomiędzy prętami tego zbrojenia należy zachować prześwit co najmniej 80 mm.

#### 2.4.2.3. Elementy dystansowe

Elementy dystansowe należy wykonać z materiałów niemetalowych, o trwałości co najmniej równej betonowi. Elementy dystansowe mogą być wykonane z pionowych rur lub stanowić elementy punktowe (płytki, wałki itp.). W obiektach trwałych elementy dystansowe powinny być wykonane z materiałów niemetalowych, o trwałości co najmniej równej betonowi. Zaleca się użycie walców betonowych osadzonych na poziomym pręcie. Średnica walca powinna być dostosowana do wymaganej grubości otulenia, długość przyjmuje się w granicach 80-150 mm (węższe w mocniejszym gruncie).

*„Wykonanie dokumentacji projektowej na budowę skrzyżowania wielopoziomowego linii kolejowej z przejściem pod linią kolejową w km 41,740 linii kolejowej nr 3 Warszawa – Kunowice, w ciągu drogi powiatowej nr 3837 w Teresinie”  
z udziałem finansowym PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w ramach projektu inwestycyjnego POLiŚ 5.1-35 pn. „Poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniach linii kolejowych drogami - Etap III”*

---



## **2.5. Elementy kształtujące**

### **2.5.1. Elementy do kształtowania wnęk i otworów**

Do kształtowania otworów lub wnęk w ścianie można stosować deskowania skrzynkowe, płyty ze styropianu, wkłady lub rury.

Formy te powinny mieć jak najmniejsze wymiary i mieć taki kształt, aby nie utrudniały przepływu mieszanki betonowej.

Formy (wkłady) do uzyskania połączeń ze stropami nie powinny być dłuższe niż szkielet zbrojenia i powinny mieć takie wymiary, aby wnęki nie sięgały poza pierwsze warstwy zbrojenia.

Zastosowany styropian powinien mieć dostateczną wytrzymałość na ściskanie wywołane parciem mieszanki betonowej. Do głębokości 5 m może być stosowany styropian odmiany 15, a głębiej co najmniej 20.

Otwory na kotwy powinny być formowane za pomocą rur o średnicy nie większej niż 300 mm, w sposób nie utrudniający przepływu mieszanki betonowej. Jeżeli wymagana jest średnica większa niż 300 mm, to należy stosować specjalne środki zaradcze.

### **2.5.2. Elementy do formowania styków sekcji**

Styki poszczególnych sekcji wykonuje się zwykle stosując stalowe lub betonowe elementy rozdzielcze albo ścinając beton przylegającej sekcji. Jako elementy rozdzielcze można stosować elementy rurowe lub profilowane, stalowe lub betonowe. Element nie może być uszkodzony ani zdeformowany. Elementy rozdzielcze powinny mieć odpowiednią wytrzymałość i być proste na całej długości. Powierzchnia zewnętrzna elementu powinna być przed wstawieniem oczyszczona i powleczone środkiem zmniejszającym przyczepność betonu. Wymiar poprzeczny elementu powinien odpowiadać szerokości szczeliny. W niektórych przypadkach styki mogą zawierać uszczelki.

## **2.6. Ciecze stabilizujące otwory**

Jako ciecz stabilizującą otwór wiertniczy można stosować:

- zawiesiny bentonitowe,
- zawiesiny polimerowe,
- zawiesiny twardniejące.

### **2.6.1. Zawiesiny bentonitowe**

#### **2.6.1.1. Właściwości zawiesiny bentonitowej**

Zawiesiny bentonitowe należy przygotowywać z bentonitu sodowego - naturalnego lub aktywowanego. Zaleca się stosowanie bentonitu sproszkowanego, produkowanego do robót fundamentowych lub dla wiertnictwa. W pewnych przypadkach, np. gdy konieczne jest zwiększenie gęstości zawiesiny, dopuszcza się dodatek odpowiedniego materiału obojętnego.

Nie dopuszcza się mieszania bentonitów z różnych dostaw. Składowany bentonit należy chronić przed zawilgoceniem.

Zawartość frakcji ilowej powinna wynosić co najmniej 50% lecz wskazana jest zawartość większa. Wilgotność handlowego bentonitu nie powinna przekraczać 15%.

W normalnych warunkach zawiesina bentonitowa powinna spełniać wymagania podane w tablicy 4. Wartości w tablicy 4 mogą być modyfikowane w specjalnych sytuacjach, np. w przypadku:

- gruntów lub skał o dużej przepuszczalności lub z pustkami, w których może nastąpić ucieczka zawiesiny,
- wysokich poziomów piezometrycznych wody (w warunkach artezyjskich),
- bardzo słabych gruntów,
- w warunkach wody słonej.

Tablica 4. Właściwości zawiesin bentonitowych

Wyszczególnienie	Jednostka	Zawiesina		
		Świeża	Do ponownego użycia	Przed betonowaniem
Gęstość	g/cm <sup>3</sup>	<1,10	<1,25	<1,15
Lepkość wg Marsha	S	od 32 do 50	od 32 do 60	od 32 do 50
Objętość filtratu	cm <sup>3</sup>	<30	<50	-
Wartość pH	-	od 7 do 11	od 7 do 12	-
Zawartość piasku*)	%	-	-	<4**)
Osad filtracyjny	Mm	<3	<6	-

\*)Zawartość piasku jest wartością wyrażoną w procentach objętości, nie wagowo, cząstek większych od 74 µm, co odpowiada wymiarowi sita do badania zawartości piasku.

\*\*)W stanie „przed betonowaniem” można przyjmować górną zawartość piasku od 4% do 6% w specjalnych przypadkach (np. ściany nieobciążone, ściany niezbrojone).

W celu utrzymania ziaren piasku w zawieszeniu i redukcji przenikania zawiesiny w grunt, konieczne jest aby zawiesina miała wystarczającą wytrzymałość strukturalną żelu.

#### 2.6.1.2. Przygotowanie zawiesiny bentonitowej

Wykonawca przygotowuje recepturę laboratoryjną zawiesiny uwzględniającą warunki gruntowo-wodne, terenowe oraz możliwości technologiczne Wykonawcy.

Recepturę należy aktualizować dla każdej partii bentonitu. Właściwości zawiesiny powinny zapewniać stateczność ścian, aż do jej zabetonowania oraz umożliwiać łatwe rozpląwanie się mieszanki bentonitowej i całkowite wyparcie zawiesiny ze szczeliny.

Proszek bentonitowy powinien być wymieszany z czystą wodą co najmniej na 24 godziny przed jej użyciem w celu właściwego uwodnienia cząstek iłu. Należy zapewnić ilość zawiesiny przekraczającą teoretyczną objętość szczeliny średnio o 50%, a w gruntach silnie przepuszczalnych o 100%.

Temperatura wody używanej do produkcji zawiesiny oraz wlewanej zawiesiny nie powinna być niższa od 5°C.

Odstój wody badany po 24 h nie powinien przekraczać 2%. Zawartość piasku w zawieszynie bada się na próbkach zawiesiny pobieranych z dolnej partii szczeliny. W celu utrzymania ziaren piasku w zawieszeniu i redukcji przenikania zawiesiny w pory gruntu, konieczne jest aby miała ona właściwą wytrzymałość

strukturalną. Badanie wytrzymałości wykonuje się po 10 minutach. Wytrzymałość powinna zawierać się w przedziale  $1,4 \div 10$  Pa.

#### **2.6.2. Zawiesiny polimerowe**

Roztwory polimerowe, ewentualnie z dodatkiem bentonitu, mogą być stosowane jako ciecz stabilizująca na podstawie:

- wcześniej prowadzonych robót w porównywalnych lub gorszych warunkach,
- pełnowymiarowych prób na obiekcie.

#### **2.6.3. Zawiesiny twardniejące**

Zawiesiny twardniejące są stosowane do wykonywania prefabrykowanych ścian szczelinowych, ścian z zawiesiny zbrojonej oraz przegród przeciwfiltracyjnych i nie są przedmiotem niniejszej ST.

### **2.7 Ścianki prowadzące dla wykonania ścian szczelinowych**

Jeśli dokumentacja projektowa ani ST nie precyzuje inaczej, ścianki prowadzące mogą być wykonane z betonu klasy min. C20/25 niezbrojonego lub zbrojonego stalą wg STWIORB M-12.01.00 [2].

## **3. SPRZĘT**

### **3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu**

Ogólne wymagania dotyczące sprzętu podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 3.

### **3.2. Sprzęt stosowany do wykonania robót**

Roboty należy wykonać przy użyciu specjalistycznego sprzętu przeznaczonego do wykonywania ścian szczelinowych. Sprzęt używany do wykonania ścian szczelinowych musi być zaakceptowany przez Inżyniera.

Sprzęt do wykonania mieszanki betonowej powinien spełniać wymagania STWIORB M-13.01.00 [3]., pkt 3. Sprzęt do wykonania zbrojenia powinien spełniać wymagania STWIORB M-12.01.00 [2] pkt 3.

## **4. TRANSPORT**

### **4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu**

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 4.

### **4.2. Transport i przechowywanie materiałów**

Do transportu mieszanki betonowej i stali zbrojeniowej należy stosować odpowiednio zasady podane w STWIORB M-12.01.00 [2] i STWIORB M-13.01.00 [3].

Transport sprzętu powinien odbywać się zgodnie z zasadami ruchu określonymi w kodeksie drogowym oraz z zachowaniem przepisów BHP.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

### **5.1. Ogólne zasady wykonania robót**

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 5.

### **5.2. Dokumentacja technologiczna wykonania ścian szczelinowych**

Wykonawca przed przystąpieniem do robót przedstawi Inżynierowi do akceptacji Program zapewnienia jakości dla robót (PZJdR) uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty oraz projekt technologiczny wykonania ścian szczelinowych, zawierający m.in.:

- a) plan dróg technologicznych i ewentualnych pomostów roboczych,
- b) sposób dostosowania robót do istniejących warunków terenowych (np. rozmiary, granice placu budowy, topografia, pochylenie terenu, dojazdy, ograniczenia, sposoby zabezpieczenia robót, w tym zabezpieczenie napotkanych w czasie robót przeszkód i urządzeń w gruncie),
- c) określenie wpływu robót na sąsiednie konstrukcje i sposób zabezpieczenia tych konstrukcji przed uszkodzeniem, jeśli to okaże się konieczne oraz projekt usunięcia ewentualnych usterek powstałych na skutek wykonywania robót,
- d) określenie ograniczeń środowiskowych (hałas, drgania, zanieczyszczenia) i sposób dostosowania się do tych ograniczeń,
- e) zapewnienie stateczności szczeliny w trakcie głębienia na podstawie dotychczasowych porównywalnych doświadczeń, wykonania szczelin próbnych lub obliczenia stateczności.

Obliczenia stateczności powinny uwzględniać następujące czynniki:

- siły wywołane działaniem cieczy stabilizującej,
- ciśnienie wody gruntowej,
- parcie gruntu z uwzględnieniem trójwymiarowego charakteru zagadnienia,
- wytrzymałość gruntu na ścinanie,
- wpływ przyległych obciążeń naziomu.

Jako porównywalne doświadczenia należy przyjmować doświadczenie zdobyte na podobnych budowach, wykonywanych w podobnych warunkach. Porównanie powinno w szczególności uwzględniać:

- właściwości gruntów i skał,
  - ciśnienie wody,
  - obiekty sąsiadujące,
  - metody wykonania,
- f) konstrukcję ścianek prowadzących,
  - g) kolejność formowania sekcji ściany,
  - h) recepturę zawiesiny bentonitowej, sposób jej przygotowania, oczyszczania i regeneracji oraz usuwania,
  - i) recepturę mieszanki betonowej,
  - j) sposób przygotowania cieczy stabilizującej, sposób jej czyszczenia oraz usuwania,
  - k) poziom zawiesiny bentonitowej w szczelinie dla zapewnienia stateczności szczeliny,
  - l) sposób czyszczenia szczeliny,

m) technologia głębienia ścian szczelinowych w podłożu skalnym (jeśli takie występuje).

W przypadku wymaganego zagłębienia ściany szczelinowej w podłożu skalne, w projekcie należy uwzględnić następujące czynniki:

- przeznaczenie ściany,
  - właściwości skały, tj. wytrzymałość, struktura (spękania, uwarstwienia), stopień zwietrzenia i ewentualnie przepuszczalność,
  - pochylenie stropu skały w przekroju podłużnym i poprzecznym ściany szczelinowej,
  - możliwość głębienia w skale posiadanym sprzętem,
- n) sposób awaryjnego wznawiania przerwanego betonowania,
- o) jeśli warunki terenowe tego wymagają, sposób postępowania w warunkach szczególnych zagrożeń, sposób uszczelnienia podłoża, wymiany gruntu, obniżenia poziomu wód gruntowych,
- p) wymagania BHP.

Projekt technologiczny wykonania ścian szczelinowych powinien uwzględniać następujące dane:

a) Rozpoznanie podłoża

Badania geotechniczne do wykonania projektu ścian szczelinowych powinny być wykonane zgodnie z ogólnymi zasadami podanymi w PN-EN 1997-2 [24], przy czym wytrzymałość gruntów i skał należy wyznaczać na podstawie badań laboratoryjnych i/lub in situ na pełnej głębokości ściany szczelinowej oraz poniżej jej spodu, w zależności od rodzaju gruntu i przeznaczenia ściany. Należy również określić uziarnienie gruntów niespoistych.

Szczególną uwagę należy zwrócić na następujące zagadnienia związane z wykonaniem ścian szczelinowych:

- poziomy piezometryczne wód i przepuszczalność gruntów (poziomy piezometryczne należy monitorować przez odpowiednio długi okres czasu, aby ocenić najwyższe poziomy piezometryczne jakie mogą wystąpić w czasie budowy ścian szczelinowych),
- występowanie silnie przepuszczalnych gruntów gruboziarnistych albo pustek (naturalnych lub sztucznych), które mogą powodować nagłą ucieczkę cieczy stabilizującej i obwał szczeliny oraz ewentualną konieczność zastosowania środków zaradczych,
- obecność, wytrzymałość i odkształcalność słabych gruntów, takich jak miękkoplastyczne grunty spoiste lub torfy, które mogą powodować trudności w czasie głębienia szczeliny (odkształcenia lub utratę stateczności),
- obecność głazów lub przeszkód, które mogą powodować trudności w czasie głębienia oraz, w miarę możliwości, ocena ich rozmiarów i częstotliwość występowania,
- występowanie, położenie, wytrzymałość i twardość skały lub innych twardych materiałów, które mogą powodować trudności w czasie głębienia oraz mogą wymagać użycia specjalnych narzędzi. Jeżeli wymaga się, by ściana szczelinowa sięgała do skały lub była w nią zagłębiona, to poziom powierzchni skały należy określić w kierunku podłużnym i poprzecznym,

- na długości ściany szczelinowej. Należy również określić właściwości skały, w tym stan jej zwietrzenia i stopień spękania,
- szkodliwe właściwości chemiczne wody gruntowej, gruntu i skały, a także, gdy potrzeba, temperatury wody,
- szkodliwe właściwości chemiczne materiałów odpadowych,
- obecność gruntów poddanych wcześniejszym zabiegom, które mogą powodować negatywne skutki w czasie głębenia,
- obecność skały w podłożu ściany,
- b) Warunki terenowe i środowiskowe, m.in.:
  - plan urządzeń i instalacji podziemnych,
  - obecność przeszkód w gruncie (stare mury, fundamenty itp.),
  - informacje o przyległych drogach i budowlach, w szczególności rodzaj fundamentu i środki zapobiegawcze konieczne do zapewnienia ich stateczności,
  - obecność wykopalisk archeologicznych,
  - obecność zanieczyszczeń w gruncie,
  - ograniczenia dla wykonania robót (drgań, hałasu, wysokości , placu robót),
  - wymagania ochrony środowiska,
- c) Projekt konstrukcyjny ścian podający:
  - usytuowanie, wymiary, rzędne ścian i zagłębienie ścian w warstwę nośną, podział na sekcje,
  - wymagane cechy materiałów ścian,
  - konstrukcję zbrojenia poszczególnych sekcji i sposób jego montażu, w tym nieciągłość zbrojenia na styku sekcji i pomiędzy szkieletami tej samej sekcji lub, w przypadku wymaganej ciągłości zbrojenia, konstrukcję styku zapewniającą współpracę prętów stykających się w sekcji; projekt zbrojenia powinien być wykonany zgodnie z PN-EN 1992-1-1 [23],
  - niezbędny udźwig oraz dopuszczalne przemieszczenia ściany,
  - dopuszczalne tolerancje wykonania,
  - usytuowanie elementów łączących (marek), otworów lub wnęk w ścianie, otworów kotew gruntowych,
  - konstrukcję (uszczelnienie ) styków sekcji,
  - wymaganą wodoszczelność,
- d) Wcześniejsze, o ile są dostępne, doświadczenia ze ścianami szczelinowymi lub robotami podziemnymi na terenie budowy lub w pobliżu. Doświadczenie powinno uwzględniać:
  - właściwości gruntów i skał,
  - ciśnienie wody,
  - obiekty sąsiadujące,
  - metody wykonania.

### **5.3. Zasady wykonywania robót**

Sposób wykonania robót powinien być zgodny z dokumentacją projektową, ST i PN-EN 1538 [22]. W przypadku braku wystarczających danych można korzystać z ustaleń podanych w niniejszej specyfikacji.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w dokumentacji projektowej, należy odpowiednio

dostosować konstrukcję ściany, w uzgodnieniu z projektantem i Inżynierem. Jeżeli przed osiągnięciem projektowanego poziomu posadowienia ściany zostanie napotkana przeszkoda niemożliwa do usunięcia, to należy przeanalizować projekt w uzgodnieniu z projektantem i Inżynierem, uwzględniając wszystkie dane o przeszkodzie. W takim przypadku może być konieczne przeprojektowanie ściany lub/i weryfikacja sposobu wykonania ściany.

Skutki usterek zagrażających bezpieczeństwu sąsiednich budowli należy usuwać na podstawie dodatkowego projektu wzmocnienia konstrukcji.

Podstawowe czynności przy wykonywaniu ścian szczelinowych betonowanych w gruncie obejmują:

- roboty przygotowawcze, w tym wytyczenie geodezyjne ściany szczelinowej,
- głębinie szczeliny, na ogół w osłonie zawiesiny bentonitowej, na głębokość projektową,
- oczyszczenie dna szczeliny,
- wprowadzenie zbrojenia,
- formowanie ściany,
- wykończenie powierzchni ściany.

## **5.4. Roboty przygotowawcze**

### **5.4.1. Wzmocnienie gruntu**

W przypadku występowania w podłożu szczególnie słabych gruntów (nieskonsolidowanych torfów, namulów lub gruntów spoistych o konsystencji zbliżonej do płynnej) może być konieczna wymiana gruntu na nośny lub wzmocnienie inną metodą.

W miejscach występowania w podłożu gruntów o bardzo dużej przepuszczalności lub intensywnego przepływu wód gruntowych, w celu zapewnienia stateczności szczelin, może być niezbędne uszczelnienie podłoża, np. przez wykonanie iniekcji gruntu.

Wzmocnienie, wymianę gruntu oraz iniekcję należy wykonać wg odrębnych ST.

Powierzchnię terenu należy tak ukształtować, aby do szczeliny nie spływała woda opadowa oraz pochodząca z mycia narzędzi i sprzętu.

Jeżeli zwierciadło lub piezometryczny poziom wód gruntowych występuje płycej niż 1,5 m od powierzchni terenu, wówczas poziom wód należy obniżyć na czas robót albo wykonać nasyp podwyższający poziom roboczy i górną powierzchnię ścianek prowadzących.

### **5.4.2. Przygotowanie placu budowy**

Przed rozpoczęciem robót teren należy wyrównać, usunąć przeszkody i kolizje oraz zmontować wymagane w projekcie technologicznym zabezpieczenia.

Jeśli zachodzi taka potrzeba należy wzmocnić powierzchnię gruntu wykonując platformę roboczą, w celu zapewnienia stabilnego ustawienia głębiarki oraz umożliwienia dojazdu środków transportowych.

Przed wykonaniem platformy roboczej należy wyrównać powierzchnię terenu, usunąć ewentualne przeszkody i kolizje.

Platforma robocza powinna być stabilna, dobrze zagęszczona, usytuowana powyżej poziomu wód gruntowych i zdolna do przeniesienia obciążenia od ruchu ciężkiego sprzętu i pojazdów. Powinna być wykonana 1,5 m ponad najwyższym,

przewidywanym podczas głębinienia poziomem wód gruntowych, z uwzględnieniem możliwych jego wahań. W przypadku wykonywania ściany na zboczu, platformę należy wykonać w poziomie.

#### **5.4.3. Wytyczenie ścian szczelinowych**

Tyczenie robót należy rozpocząć od geodezyjnego wyznaczenia linii wewnętrznego lica murka prowadzącego od strony późniejszego odkopania ściany szczelinowej. Pozostałe wymiary należy odmierzać od powyższej linii. Punkty geodezyjne należy trwale zastabilizować i zabezpieczyć na czas robót.

Po wytyczeniu ściany w terenie należy wykonać ręczne przekopy kontrolne w celu sprawdzenia rzeczywistego położenia instalacji i innych przeszkód. Instalacje kolidujące ze szczeliną należy usunąć lub przełożyć. Przewody nieczynne należy odpowiednio zabezpieczyć (zadeklować lub zaczipować).

#### **5.4.4. Wykonanie murków/ścianek prowadzących**

Ścianki prowadzące są elementami technologicznymi tymczasowymi, które mają na celu:

- zapewnienie prostoliniowości ściany szczelinowej,
- prowadzenie chwytała,
- ochronę przed obwalem ścian wykopu w strefie zmiennego poziomu cieczy stabilizującej.

Murki prowadzące służą też jako podparcie szkieletów zbrojenia i innych elementów wkładanych do szczeliny, aż do momentu stwardnienia betonu. Ścianki powinny też przenieść siły reakcji w przypadku wyciągania elementów rozdzielczych.

Przed przystąpieniem do wykonania ścianki prowadzącej należy odpowiednio przygotować podłoże – powinno być dobrze zagęszczone, ewentualne nierówności lub zagłębienia (np. po usunięciu instalacji lub innych przeszkód) mogą być wypełnione chudym betonem, gruntem stabilizowanym cementem lub dobrze zagęszczoną zasypką.

Ścianki prowadzące powinny być tak zaprojektowane i wykonane aby wytrzymały działające na nie obciążenia, w tym sprzętem i obiektami sąsiadującymi, bez nadmiernych odkształceń i przemieszczeń. Konstrukcja murków prowadzących powinna zapewnić zachowanie wymaganych odchyłek wykonania ściany szczelinowej oraz umożliwiać możliwie łatwą ich rozbiórkę po wykonaniu ściany.

Murki prowadzące można wykonywać z żelbetu lub betonu niezbrojonego (przekrój zbrojenia powinien być zaprojektowany odpowiednio do przewidywanych obciążeń, a zastosowane zbrojenie podłużne ścianek powinno być ciągłe, zapewniające współdziałanie ścianek na odcinku głębinionym z sąsiednimi odcinkami. Układ zbrojenia powinien umożliwić łatwą rozbiórkę ścianek) jako betonowane na miejscu, bezpośrednio w gruncie. Dopuszcza się stosowanie ścianek prefabrykowanych.

Zagłębienie murków przyjmuje się w granicach od 0,7 do 1,5 m, w zależności od przewidywanych wahań zwierciadła zawiesiny, warunków stateczności oraz głębokości spodziewanego położenia w gruncie uzbrojenia terenu lub innych przeszkód. Podstawa ścianki powinna być betonowana na przygotowanym podłożu. Nadmierne wgłębienia jak również inne wykopy (np. po



przełożeniu uzbrojenia terenu) powinny być wypełnione chudym betonem, gruntem stabilizowanym cementem lub dobrze zagęszczoną zasypką. Wierzch murków powinien być poziomy i znajdować się na tej samej rzędnej po obydwu stronach szczeliny; zaleca się go przyjmować co najmniej 0,25 m powyżej projektowanej rzędnej wyrównanego wierzchu ściany, w celu umożliwienia ułożenia betonu z nadmiarem, który później zostanie usunięty. Odstęp w świetle murków prowadzących powinien być większy o 20 do 50mm od nominalnej grubości ściany, równej maksymalnej szerokości narzędzia głębiącego. Szczeliny zakrzywione muszą mieć rozstaw murków odpowiednio większy, by narzędzie mieściło się między nimi z pozostawieniem łącznego prześwitu co najmniej 50 mm.

Powierzchnie wewnętrzne murków powinny być pionowe, z niewielkim skosem w górnej części, ułatwiającym wprowadzanie narzędzia głębiarki. Górna powierzchnia ścianek powinna być pozioma i wyrównana na wymaganej rzędnej.

W przypadku żelbetowych ścianek prowadzących, zbrojenie powinno zapewniać ciągłość konstrukcji ścianki na całej jej długości.

Jeżeli do głębenia ścian szczelinowych nie przystępuje się bezpośrednio po wykonaniu murków prowadzących, przestrzeń pomiędzy wykonanymi ściankami prowadzącymi należy, do czasu głębenia w tym rejonie szczeliny, zasypać gruntem. Zalecane jest rozpieranie ścianek poza głębionym w danym momencie odcinkiem szczeliny.

Po wykonaniu murków należy na ich górnych powierzchniach wytyczyć i oznaczyć podział na sekcje.

Po wykonaniu ściany szczelinowej murki prowadzące należy rozebrać.

## **5.5. Głębenie szczeliny**

### **5.5.1. Zapewnienie stateczności szczeliny podczas głębenia**

Stateczność ścian szczeliny zapewnia ciecza stabilizująca. W gruntach spoistych lub w skale, jeśli ich wytrzymałość jest wystarczająca do zapewnienia stateczności ścian szczeliny, możliwe jest wybieranie gruntu na sucho. W gruntach, w których brak jest porównywalnych doświadczeń zaleca się wykonanie odcinków próbnych.

Czynniki, które należy brać pod uwagę przy określaniu stateczności szczeliny to:

- właściwości cieczy stabilizującej,
- poziom cieczy stabilizującej,
- czas, przez jaki szczelina pozostaje nie zabetonowana,
- rodzaj sprzętu,
- sposób głębenia (w szczególności stosowanie dłutowania lub materiałów wybuchowych).

Stateczność wykopu może być określana na podstawie porównywalnego doświadczenia zdobytego na podobnych budowach, wykonywanych w podobnych warunkach.

W przypadku, gdy doświadczenie Wykonawcy jest niewystarczające, stateczność wykopu należy określać na podstawie obliczeń stateczności lub po wykonaniu odcinka próbnego na budowie.

Należy utrzymywać w przybliżeniu stały poziom zawiesiny, uzupełniając go w miarę głębenia. Poziom cieczy stabilizującej powinien być zgodny z projektem

technologicznym, dostosowany do przewidywanego podczas głębinienia maksymalnego poziomu piezometrycznego wody (powinien zawsze być co najmniej 1 m powyżej najwyższego poziomu piezometrycznego). Po wyciągnięciu narzędzia z urobkiem, zwierciadło zawiesiny powinno być co najmniej 0,5 m powyżej spodu ścianek prowadzących, aby nie powstało ryzyko wypłukania spod nich gruntu. W przypadku gruntów bardzo miękkich może być konieczne podwyższenie poziomu cieczy stabilizującej i/lub zwiększenie jej gęstości podczas głębinienia oraz ograniczenie czasu, przez który szczelina pozostaje niezabetonowana.

W przypadku gruntów gruboziarnistych bardzo przepuszczalnych lub kiedy w gruncie występują pustki, może wystąpić niebezpieczeństwo ucieczki cieczy stabilizującej. W takim przypadku należy przewidzieć zapas cieczy stabilizującej, a w razie konieczności natychmiast ponownie całkowicie wypełnić szczelinę zawiesiną i przewidzieć następujące zabiegi specjalne:

- większą wytrzymałość strukturalną cieczy przez zwiększenie zawartości bentonitu,
- dodanie do zawiesiny bentonitowej wypełniacza, do mieszalnika lub bezpośrednio do szczeliny,
- w przypadku pustek wypełnienie szczeliny aż do przewidzianej głębokości chudym betonem lub innym odpowiednim materiałem, a następnie ponowne wybranie gruntu,
- wykonanie w takich warstwach iniekcji przed głębinieniem szczeliny.

W szczególnych przypadkach, jeśli zostanie to potwierdzone obliczeniami stateczności, możliwe jest stosowanie wody jako rozparcia.

#### **5.5.2. Sposób głębinienia szczeliny**

Głębinienie szczeliny może być prowadzone w sposób ciągły lub sekcjami. Kolejność głębinienia, długość sekcji i odstęp pomiędzy głębinionymi sekcjami zależą od warunków gruntowych, rodzaju ściany i rodzaju stosowanego narzędzia. W szczególnych warunkach, np. w przypadku występowania wstrząsów gruntu wywołanych ruchem pojazdów lub w razie obciążenia fundamentami gruntu przy szczelinie oraz bliskiego sąsiedztwa urządzeń podziemnych, w celu zwiększenia zapasu stateczności szczeliny wskazane jest ograniczenie długości głębinionych odcinków. Długość sekcji szczeliny znajdującej się w bezpośrednim sąsiedztwie fundamentu budynku zaleca się ograniczyć do jednego zabioru (ok. 2,5 do 2,8 m).

Głębinienia sekcji nie można rozpoczynać zanim beton przylegającej lub przylegających sekcji nie osiągnęły wystarczającej wytrzymałości. Głębinienie szczeliny i jej przygotowanie do betonowania powinno przebiegać szybko, bez zbędnych przerw i przestojów. Należy dążyć do tego aby głębinienie i betonowanie sekcji odbywało się w ciągu jednego dnia. W przypadku sekcji przyległych do istniejącego obiektu wymagane jest zabetonowanie sekcji w dniu rozpoczęcia jej głębinienia.

Głębinienie narzędziami chwytakowymi odbywa się pionowymi zabiorami do pełnej głębokości szczeliny. Należy co 4÷5 m sprawdzać pionowość głębinienia kontrolując położenie i pionowość lin lub żerdzi narzędzia głębiącego. W przypadku głębinienia sekcjami, kolejny zabiór wykonuje się w co drugiej sekcji, a następnie wybiera się grunt pozostały między nimi. Dopuszcza się głębinienie szczeliny po kolei sekcjami, pod warunkiem wykonania murków prowadzących na

całej długości sekcji. Należy przestrzegać zasady, że opory obu szczęk chwytała powinny być podobne, tj. aby obie szczęki chwytała trafiały w grunt albo już wybrany zabiór. Odstępstwo od tej zasady jest dopuszczalne tylko w przypadku, gdy chwytał od strony wcześniejszego wykopu ma oparcie o wcześniej zabetonowaną sekcję ściany.

W trakcie głębinienia szczeliny zalecana jest obecność kompetentnego inżyniera odpowiedzialnego za roboty fundamentowe (może to być kierownik robót fundamentowych lub wskazany przez niego odpowiednio przeszkolony inżynier – osoby kompetentne w technologii wykonywania robót oraz w ocenie in situ gruntów i zachowania się sprzętu).

## **5.6. Czyszczenie szczeliny**

Po osiągnięciu przewidzianej projektem głębokości należy oczyścić dno całego odcinka oraz powierzchnie styków z wcześniej zabetonowanymi sekcjami. Właściwe oczyszczenie powierzchni styków jest warunkiem uzyskania ich szczelności. Do oczyszczenia służą narzędzia o kształcie dostosowanym do profilu powierzchni styku. W przypadku stosowania rurowych elementów rozdzielczych, styki należy czyścić narzędziami o zakończeniu półkolistym.

Zależnie od jakości zawiesiny wypełniającej szczelinę, należy ją wymienić na czystą lub jeśli nie wymaga wymiany, wymieszać ruchami narzędzia głębiącego. Zawiesina bentonitowa powinna spełniać wymagania podane w Tabelicy 4 dla stanu przed betonowaniem. Czyszczenie należy prowadzić przed włożeniem do szczeliny elementów rozdzielczych lub szkieletów zbrojeniowych.

Zawiesinę wypompowywaną ze szczeliny poddaje się oczyszczeniu i regeneracji do ponownego użycia lub usuwa się. Nie zaleca się powtórnego użycia końcowej ilości zawiesiny, odpowiadającej wysokości 2 m szczeliny stykającej się z układaną mieszanką betonową, jeżeli zawiesina nie jest regenerowana chemicznie.

W Projekcie technologii i organizacji robót należy określić sposób i miejsce zrzutu zużytej zawiesiny. Niedopuszczalne jest odprowadzanie jej do kanalizacji.

## **5.7. Wprowadzenie zbrojenia**

Zbrojenie sekcji powinno być wykonane zgodnie z dokumentacją projektową. Zwykle składa się ono z jednego, dwóch lub trzech szkieletów zbrojeniowych. Należy przewidzieć w nim miejsce na ustawienie rur wlewowych, najlepiej w geometrycznym środku sekcji lub szkieletów. Rury powinny być tak rozmieszczone, aby możliwe było równomierne wypełnienie betonem sekcji w całym jej przekroju.

Szkielet zbrojenia należy usztywnić, np. przy pomocy skrzyżowanych ukośnych prętów na jego zewnętrznych powierzchniach, a w szerokich szkieletach także wewnątrz, aby można je było podnieść z ziemi i wstawić do szczeliny bez trwałych odkształceń. Wszystkie połączenia prętów ukośnych oraz co najmniej 30% połączeń pozostałych prętów szkieletu należy wykonać jako spawane lub zgrzewane. W przypadku niedostatecznej sztywności szkieletu, należy go podnosić z poziomu do pionu na palecie lub dwoma żurawiami.

Szkielet należy wyposażyć w elementy dystansowe wg pktu 2.4.2.3, zapewniające wymagane otulenie zbrojenia betonem. Dla zbrojenia głównego powinno ono wynosić co najmniej 75 mm. Wartość ta może być zredukowana do

60 mm w gruntach nie agresywnych w stosunku do betonu lub w ścianach tymczasowych, z wyjątkiem gruntów bardzo miękkich. Należy przyjmować po I elemencie dystansowym z każdej strony szkieletu na około 10 m<sup>2</sup> powierzchni ściany, ale co najmniej 8 elementów na szkielet (po 4 elementy po każdej stronie szkieletu).

W szkielet wbudowuje się pręty, blachy lub kształtowniki (tzw. marki) do połączenia z elementami konstrukcji wykonywanej po odkopaniu ściany.

W celu uformowania otworów lub wnęk w ścianie należy umieścić w szkielecie zbrojeniowym elementy formujące wg pktu 2.5.1. i przymocować je do szkieletu tak, aby nie przemieszczały się w trakcie betonowania. Kształt i wymiary tych elementów powinny umożliwiać wstawienie rury wlewowej i swobodny przepływ mieszanki betonowej.

W górnym końcu szkieletu należy przyspawać ucha montażowe służące do podnoszenia oraz pręty do zawieszania na murkach prowadzących. Dolny koniec zawieszonego szkieletu powinien znajdować się co najmniej 200 mm ponad dnem szczeliny. Szkielety niesymetryczne powinny mieć ucha montażowe tak umieszczone, by szkielet wisiał pionowo. Należy też wyraźnie oznaczyć strony szkieletu, by zapobiec jego odwróconemu wbudowaniu.

Odstęp w świetle pomiędzy szkieletem zbrojeniowym a stykiem sekcji powinien wynosić co najmniej 100 mm i powinien uwzględniać odchyłki od pionu, kształt styku oraz ewentualne użycie uszczelek. W przypadku styków zakrzywionych, szkielet nie powinien znajdować się w części wklęsłej styku. Nie dotyczy to ścian szczelinowych ze zbrojeniem ciągłym w połączeniu.

Szkielety długości większej od około 15 m należy wykonywać z dwóch części. Łączenie ich uzyskuje się przez zakład prętów podłużnych. Długość zakładu prętów rozciąganych powinna być nie mniejsza od 40 średnic, a prętów ściskanych od 20 średnic. Na czas montażu części szkieletu należy połączyć, np. przetyczkami, przez odpowiednie ucha lub przez zespawanie kilku prętów. Sposób łączenia powinien być szybki i niezawodny.

Odstęp w świetle pomiędzy dwoma szkieletami tej samej sekcji powinien wynosić co najmniej 200 mm.

W celu zapewnienia sztywnego połączenia ściany z płytą denną, w miejscu połączenia ściany z płytą należy w ścianie wykształcić wnękę dla późniejszego umieszczenia w niej prętów płyty. Wnękę tę można ukształtować przez przymocowanie styropianu do zbrojenia ściany. Styropian musi być ustabilizowany tak, aby nie przesunął się w trakcie betonowania. Nie zaleca się wbudowywania w szkielet zbrojeniowy, w strefie połączeń płytą fundamentową lub stropem, zagiętych prętów przeznaczonych do odgięcia i połączenia ze zbrojeniem płyty lub stropu.

## **5.8. Formowanie ściany**

### **5.8.1. Formowanie styków**

Styki wykonuje się stosując stalowe lub betonowe elementy rozdzielcze lub ścinając beton przylegający do sekcji. Styki mogą zawierać uszczelki, np. taśmy dylatacyjne. W takim przypadku uszczelki powinny stanowić integralny system z elementami rozdzielczymi.

Element rozdzielczy należy umieścić w szczelinie bezpośrednio po jej oczyszczeniu i dopuszczeniu do betonowania. Należy sprawdzić pionowość wstawienia elementu. Górny koniec elementu należy unieruchomić względem murków prowadzących i zamontować urządzenie służące do jego wyciągania.

Jeżeli elementy rozdzielcze są wyciągane pionowo, czynność ta powinna być przeprowadzana stopniowo w miarę wiązania betonu. Szczegółowy sposób wykonania styków powinien być ustalony podczas wykonania pierwszych sekcji każdego rodzaju. Zwykle należy zacząć wyciąganie po 3 do 5 godzin od rozpoczęcia układania mieszanki. Początkowo podciąga się element o około 0,2 m. Dalsze wyciąganie następuje po upływie 4 do 5 godzin od zakończenia betonowania.

Jeśli elementy rozdzielcze usuwa się poziomo, czynność ta powinna być przeprowadzona po zakończeniu głębienia przylegającej sekcji.

Właściwy czas wyciągania elementów rozdzielczych zależy od temperatury mieszanki, czasu jej wiązania oraz okresu pomiędzy wytworzeniem i ułożeniem. Element rozdzielczy można całkowicie wyciągnąć po stwierdzeniu związania betonu wierzchu sekcji. Podczas wydobywania elementów rozdzielczych należy zwrócić uwagę, by nie uszkodzić betonu i zbrojenia sekcji.

Sposób formowania styków powinien zapewniać taką szczelność ściany, aby nie przenikała woda gruntowa pod naturalnym ciśnieniem. W przypadku nieszczelności Wykonawca ściany jest zobowiązany do trwałego jej uszczelnienia. Jako skuteczne uszczelnienie uznaje się takie, które w okresie dwóch lat od zakończenia prac nie przepuszcza wody z gruntu za ścianą.

#### **5.8.2. Betonowanie sekcji**

W trakcie betonowania ściany zalecana jest obecność kompetentnego inżyniera odpowiedzialnego za roboty fundamentowe (może to być kierownik robót fundamentowych lub wskazany przez niego odpowiednio przeszkolony inżynier – osoby kompetentne w technologii wykonywania robót).

Wygłębiona szczelina powinna zostać zabetonowana tak szybko jak to możliwe. Do formowania ściany można przystąpić, jeżeli nie nastąpiło rozluźnienie gruntu. W przeciwnym razie należy zastosować zabiegi technologiczne dostosowane do wyników sondowania. Należy zapewnić prędkość wznoszenia betonu w szczelinie nie mniejszą niż 3m/h. Zalecana szybkość betonowania 20m<sup>3</sup>/h. W razie mniejszej prędkości lub jeśli przewiduje się opóźnienia dostawy, np. z powodu utrudnień w ruchu, co może pogorszyć jakość betonu, należy stosować plastyfikatory i środki opóźniające wiązanie. Należy zapewnić beton w ilości o ok. 20% większej od teoretycznej objętości sekcji. Betonowanie należy rozpocząć niezwłocznie po ustawieniu szkieletu zbrojeniowego. Czas od oczyszczenia i odbioru dna szczeliny do betonowania nie powinien być dłuższy niż 4 godziny.

Szczeliny głębione na sucho powinny być betonowane w sposób uniemożliwiający segregację mieszanki. Podawanie mieszanki betonowej pompą jest dopuszczalne do szczelin głębionych na sucho.

Jeżeli stosuje się ciecz stabilizującą, mieszanka betonowa powinna być układana od dna szczeliny przez rurę wlewową metodą kontraktor, zapobiegając zanieczyszczeniu lub przemieszaniu mieszanki z zawiesiną. Liczba rur wlewowych stosowanych w jednej sekcji powinna być tak określona, aby ograniczyć poziomą

odległość jaką pokonuje mieszanka betonowa. W normalnych warunkach zaleca się ograniczenie tej odległości do 2,5 m. Zaleca się stosowanie co najmniej jednej rury wlewowej na jeden szkielet zbrojeniowy, jeśli w sekcji jest kilka szkieletów zbrojeniowych. Do rur należy doprowadzać mieszankę betonową w sposób zapewniający równomierne podnoszenie jej poziomu w szczelinie.

Rura wlewowa powinna mieć średnicę co najmniej 200 mm i sześciokrotnie większą od największych ziaren kruszywa. Jej średnica zewnętrzna powinna umożliwiać swobodny przesuw w szkielecie zbrojeniowym. Rura powinna składać się z leja i odcinków długości około 3 m oraz 1 i 2 m. Łączenie i rozdzielanie powinno być szybkie. Rura i jej złącza powinny być szczelne. Zmontowana rura powinna być prosta, bez wgłębień i dokładnie oczyszczona z pozostałości betonu.

Przed rozpoczęciem betonowania należy umieścić w rurze wlewowej korek oddzielający mieszankę od zawiesziny (np. piłkę gumową, worek z trocinami, kulę z papieru). Rurę wypełnia się mieszanką betonową, utrzymując wylot 100 do 150 mm ponad dnem szczeliny. Zalecane jest wlewanie pierwszej porcji mieszanki pozbawionej frakcji żwirowej i o zwiększonej zawartości cementu. Następnie, po wypełnieniu rury i leja, rurę nieco się unosi (ok. 10 cm), aby umożliwić wypchnięcie korka i wypływ betonu. Towarzyszy temu opadnięcie w niej poziomu mieszanki. Dalej podaje się mieszankę do rury, unosząc ją stopniowo i demontując kolejne odcinki. Po rozpoczęciu betonowania rura wlewowa powinna być zanurzona w mieszance betonowej na głębokość co najmniej 3 m (zaleca się 3 do 4 m), lecz nie większą niż 5 m. Głębokość ta może być zredukowana do 2 m, jeśli znany jest dokładnie poziom mieszanki betonowej. W celu ułatwienia wypływu mieszanki betonowej może być konieczne zmniejszenie głębokości zanurzenia rury, gdy poziom betonu osiąga powierzchnię terenu.

W początkowej fazie betonowania należy zwrócić uwagę, by wznoszący się słup mieszanki nie przemieścił szkieletu zbrojeniowego, a w razie potrzeby szkielet należy odpowiednio unieruchomić.

Betonowanie powinno przebiegać w sposób ciągły. Przerwy w podawaniu mieszanki dłuższe niż 30 min są niedopuszczalne. Wymuszenie przepływu w rurze zablokowanej mieszanki można spowodować przez uderzanie młotkiem w rurę, szarpnięcie rurą ku górze lub gwałtowne jej pokręcenie w lewo-prawo. Wydajność betonowania powinna być taka, by wylot rury nie był zanurzony w mieszance ułożonej wcześniej niż przed 100 min.

W przypadku awaryjnego przerwania betonowania sekcji, należy je wznowić w taki sposób, by zapobiec przemieszaniu mieszanki betonowej z zawiesziną lub wprowadzeniu zawiesziny w głąb ułożonej mieszanki. Jeżeli nastąpi zatkanie rury wlewowej itp. betonowanie należy wznowić możliwie niezwłocznie – przed zagęszczeniem już ułożonej mieszanki. Sposób awaryjnego wznowiania przerwanych betonowania należy zawczasu opracować i uzgodnić z Inżynierem, a także poinformować o nim bezpośrednich wykonawców.

Mieszankę betonową należy dowozić betonowozami, zapewniającymi jej ciągłe mieszanie. Niedopuszczalny jest transport mieszanki bez ciągłego mieszania. Bezpośrednio przed wbudowaniem należy sprawdzić ciekłość mieszanki. Nie należy zagęszczać betonu wibratorami. Każdy betonowóz powinien mieć metrykę wytwórni, podającą co najmniej klasę betonu, oznaczenie receptury mieszanki betonowej oraz czas jej wykonania. Mieszankę należy wbudować nie później niż

do czasu jej przydatności, określonego w zależności od temperatury składników i otoczenia oraz użytych dodatków i domieszek.

W miarę betonowania szczeliny odpompowuje się z niej ciecz stabilizującą i kieruje ją do regeneracji. W czasie betonowania zaleca się szczelinę zakryć w celu zapobieżenia wpadnięciu do niej ludzi lub mieszanki betonowej.

Beton w górnej części sekcji może być gorszej jakości, dlatego należy w sekcji wylać większą objętość mieszanki betonowej (szczelinę należy zabetonować do rzędnej wyższej o 0,3 do 0,5 m od projektowanego poziomu wierzchu ściany; w przypadku, gdy poziom wyrównania znajduje się blisko wierzchu ścianek prowadzących, można uzyskać ten efekt przez przelanie mieszanki betonowej), aby zapewnić zaprojektowane właściwości betonu poniżej przewidzianego poziomu wyrównania.

Wyrównanie powierzchni betonu należy wykonywać narzędziami, które nie powodują uszkodzenia betonu, zbrojenia ani urządzeń pomiarowych zainstalowanych w sekcji. Końcowe ścięcie powierzchni do poziomu wyrównania może być wykonywane po wystarczającym związaniu betonu. Jeśli to możliwe, można wstępnie ściąć powierzchnię powyżej poziomu wyrównania przed związaniem betonu. Pręty zbrojenia wystające ponad beton należy oczyścić z zawiesziny i resztek betonu. Wierzch betonu należy zabezpieczyć przed wysychaniem lub przemarzaniem.

Góra ściany szczelinowej i jej powierzchnia podlega odbiorowi przez Inżyniera.

## **5.9. Wykończenie powierzchni ściany**

Po wykonaniu robót ziemnych związanych z odsłonięciem ściany szczelinowej, powierzchnię ściany należy oczyścić z wszelkich zanieczyszczeń gruntem oraz ściąć wybrzuszenia betonu wystające poza projektową powierzchnię ściany.

## **6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT**

### **6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót**

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 6.

Na Wykonawcy spoczywa obowiązek zapewnienia wykonania badań laboratoryjnych (przez własne laboratoria lub inne uprawnione) przewidzianych normą oraz gromadzenie, przechowywanie i okazywanie Inżynierowi wszystkich wyników badań dotyczących jakości betonu i stosowanych materiałów.

### **6.2. Badania przed rozpoczęciem robót**

#### **6.2.1. Sprawdzenie przygotowania terenu i platform roboczych**

Sprawdzenie przygotowania terenu i platform roboczych należy przeprowadzić na zgodność z punktem 5.4 niniejszej ST. Ze względu na możliwość napotkania niezainwentaryzowanych urządzeń lub instalacji, wykopy na murki prowadzące zaleca się wykonywać ręcznie.

#### **6.2.2. Sprawdzenie wytyczenia ścian szczelinowych**

Sprawdzenie wytyczenia ściany obejmuje:

- sprawdzenia położenia ściany na zgodność z dokumentacją projektową,
- położenie i poziom ścianek prowadzących należy sprawdzić przed ich zabetonowaniem i ponownie po usunięciu deskowania,
- położenie sekcji i styków należy oznaczyć na ściankach prowadzących.

### **6.3. Sprawdzenie jakości materiałów**

Sprawdzenie jakości materiałów należy prowadzić bieżąco na zgodność z wymaganiami ST, pkt 2.

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien:

- uzyskać wymagane dokumenty, dopuszczające wyroby budowlane do obrotu i powszechnego stosowania (certyfikaty zgodności, deklaracje zgodności, aprobaty techniczne, ew. badania materiałów wykonane przez dostawców itp.), potwierdzające zgodność materiałów z wymaganiami pktu 2 niniejszej specyfikacji,
- wykonać własne badania właściwości materiałów przeznaczonych do wykonania robót.

#### **6.3.1. Stal zbrojeniowa**

Kontrola jakości stali zbrojeniowej polega na sprawdzeniu jakości materiałów na zgodność z dokumentacją projektową oraz wymaganiami podanymi w pktcie 2.4. Zbrojenie podlega odbiorowi jak dla robót zanikających.

Przy odbiorze stali dostarczonej na budowę, każdorazowo należy sprawdzić:

- zgodność zamówienia materiału z przywieszkami i atestami stali,
- stan powierzchni prętów,
- wymiary przekroju poprzecznego i długości prętów.

Przy odbiorze zbrojenia prefabrykowanego dostarczonego na budowę, każdorazowo należy sprawdzić:

- zgodność dostarczonej partii z zamówieniem,
- zgodność dostarczonych pozycji z wykazem (stallistą),
- stan powierzchni prętów,
- wymiary przekrojów poprzecznych i długości prętów w przypadku pozycji prostych i/lub wymiary figur w przypadku pozycji giętych.

Nie ma konieczności badania stali zbrojeniowej spełniającej wymagania odpowiednich norm lub aprobat technicznych, dla których przedstawiono prawidłowo wystawione dokumenty kontroli oraz dla których nie wystąpiły wątpliwości co do właściwości materiału. W przeciwnym wypadku należy zgłosić reklamację producentowi lub poddać próbki wyrobu dodatkowym badaniom. Decyzję o wykonaniu dodatkowych badań podejmuje Inżynier. Po komisyjnym pobraniu próbek Wykonawca zleca wykonanie dodatkowych badań jednostce badawczej. Dodatkowe badania mogą obejmować całość lub część wymienionych poniżej badań:

- sprawdzenie masy (kg/m),
- sprawdzenie granicy plastyczności  $R_e$  (MPa),
- sprawdzenie wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  (MPa),
- sprawdzenie stosunku  $R_m/R_e$  (-),
- sprawdzenie wydłużenia  $A_5$  (%),
- sprawdzenie wydłużenia  $A_{gt}$  (%),



- badanie zginania z odginaniem na zimno,
- sprawdzenie odporności na obciążenia zmęczeniowe,
- sprawdzenie odporności na obciążenia cykliczne.

W przypadku wyników badań niespełniających wymagań odpowiednich norm lub aprobat technicznych należy odesłać partię stali z budowy.

Badania dodatkowe są powtórzeniem badań dostawcy, co do których istnieją uzasadnione wątpliwości ze strony zlecniodawcy lub wykonawcy (np. na podstawie własnych badań). Badania dodatkowe wykonuje na wniosek strony kontraktu niezależne laboratorium, które nie wykonywało badań dostawcy. Wyniki tych badań zastępują wyniki badań dostawcy (pierwotnych). Koszty badań dodatkowych wraz ze wszystkimi kosztami ubocznymi ponosi strona, na której niekorzyść przemawia wynik badania.

W przypadku przewidywanego łączenia prętów przez spawanie w niskiej temperaturze, należy zbadać stal na udarność. Nie należy spawać prętów zbrojeniowych w temperaturze niższej niż -5°C.

Łączniki do prętów zbrojeniowych należy kontrolować na podstawie atestów, potwierdzających możliwość zastosowania łącznika do łączenia prętów o określonej wytrzymałości stali.

#### **6.3.2. Składniki mieszanki betonowej**

Badania składników mieszanki betonowej powinny być wykonane przed przystąpieniem do przygotowania mieszanki betonowej oraz podczas wykonywania robót betoniarskich.

##### **6.3.2.1. Badania cementu**

Producent cementu powinien przedstawić wyniki badań kontrolnych potwierdzających skład i właściwości cementu zgodne z pkt 2.3.1 niniejszej OST, co najmniej raz na miesiąc.

W przypadku dostawy cementu, którego jakość budzi wątpliwości, należy przeprowadzić oznaczenia:

- wytrzymałości na ściskanie według PN-EN 196-1 [4],
- czasu wiązania według PN-EN 196-2 [5],
- stałości objętości według PN-EN 196-3 [6].

Wyniki badań należy sprawdzić na zgodność z wymaganiami podanymi w PN-EN 197-1 [7].

##### **6.3.2.2. Badania kruszywa**

Kontrola każdej dostarczonej partii kruszywa powinna obejmować oznaczenie:

- składu ziarnowego według PN-EN 933-1 [10],
- kształtu ziaren według PN-EN 933-3 [11] lub według PN-EN 933-4 [12],
- zawartości pyłów według PN-EN 933-1 [10],
- zawartości substancji organicznych według PN-EN 1744-1 [21].

Wyniki badań należy sprawdzić na zgodność z wymaganiami podanymi w STWIORB w pkt 2.3.2.

##### **6.3.2.3. Badania wody**

W przypadku gdy nie jest używana woda wodociągowa, badania należy wykonać zgodnie z PN-EN 1008 [15].

#### 6.3.2.4. Badania domieszek do betonu

Domieszki do betonu powinny być zgodne z PN-EN 934-2 [14].

#### 6.3.2.5. Mieszanka betonowa

Kontroli podlegają następujące właściwości mieszanki betonowej:

- skład mieszanki,
- konsystencja mieszanki oraz stwardniałego betonu,
- wytrzymałość betonu na ściskanie,
- wodoszczelność,
- penetracja.

Kontrola jakości mieszanki betonowej i betonu powinna być przeprowadzana na podstawie planu pobierania i badania próbek. Plan powinien zawierać m.in. podział obiektu (konstrukcji) na części podlegające osobnej ocenie, częstotliwość pobierania próbek do kontroli mieszanki betonowej i betonu. Plan kontroli jakości betonu podlega akceptacji Inżyniera.

a) Skład mieszanki betonowej (zawartość poszczególnych składników) powinien być kontrolowany przez sprawdzenie masy dozowanych składników dla każdego zarobu.

b) Sprawdzenie konsystencji mieszanki betonowej

Sprawdzenie konsystencji przeprowadza się zgodnie z planem pobierania i badania próbek. Badanie konsystencji przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12350-2 [31]. Jeżeli plan pobierania próbek nie precyzuje inaczej, na stanowisku betonowania konsystencja powinna być sprawdzana co najmniej na początku betonowania każdej sekcji i w miarę potrzeby. Maksymalne dopuszczalne odchylenia pojedynczego oznaczenia kontrolowanej konsystencji od granic przyjętej klasy konsystencji według opadu stożka wynoszą:

- 10 mm od dolnej granicy,
- +20 mm od górnej granicy.

c) Sprawdzenie wytrzymałości betonu na ściskanie

Próbki do badania wytrzymałości na ściskanie betonu pobiera się zgodnie z planem pobierania i badania próbek. Jeżeli plan pobierania próbek nie precyzuje inaczej, na stanowisku betonowania należy pobrać 1 komplet próbek co najmniej na każde 100 m<sup>3</sup> mieszanki z jednego źródła i nie mniej niż 3 próbki na sekcję.

Typ próbek do badania wytrzymałości na ściskanie określono w PN-EN 12390-1 [33]. Badanie betonu, z wyjątkiem przypadków specjalnych, powinno być przeprowadzone na próbkach z betonu w wieku 28 dni. Badanie wytrzymałości na ściskanie przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12390-3 [35] na próbkach sześciennych o boku 150 mm lub walcowych o wymiarach 150/300 mm. Sposób pobrania próbek powinien być zgodny z PN-EN 12350-1 [30]. Probki poddaje się pielęgnacji według PN-EN 12390-2 [34].

Gdy beton jest produkowany z zastosowaniem ciągłego systemu zapewnienia jakości, posiadającego krajowy certyfikat, mogą zostać uzgodnione inne wymagania dotyczące pobierania próbek na budowie. Minimalna liczba próbek walcowych lub sześciennych wynosi cztery.

#### d) Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton

Sprawdzenie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się na próbkach pobranych na stanowisku betonowania, zgodnie z planem pobierania i badania próbek lecz co najmniej raz z jednego elementu lub grupy elementów w okresie wykonywania obiektu, ale nie rzadziej niż jeden raz na 5 tys. m<sup>3</sup> betonu.

Sposób wykonywania i pielęgnacji próbek do badania powinien być zgodny z PN-EN 12390-2 [34]. Badanie przepuszczalności wody przez beton przeprowadza się zgodnie z PN-EN 12390-8 [36]. Maksymalna głębokość penetracji wody pod ciśnieniem w każdej badanej próbce powinna być nie większa niż 50 mm.

### 6.3.3. Zawiesina bentonitowa

#### 6.3.3.1. Kontrola świeżej zawiesiny bentonitowej

Rozpoczynając roboty i później, w miarę potrzeb, należy badać:

- a) objętość filtratu,
- b) osad filtracyjny,
- c) pH.

Co najmniej raz na zmianę należy badać:

- a) gęstość,
- b) lepkość wg Marsha.

Gdy uzna się za konieczne należy badać wytrzymałość strukturalną żelu.

#### 6.3.3.2. Kontrola zawiesiny bentonitowej przed waniem do otworu

Co najmniej raz na sekcję lub zmianę należy badać:

- a) objętość filtratu,
- b) osad filtracyjny,
- c) pH,
- d) gęstość,
- e) lepkość wg Marsha.

Gdy uzna się za konieczne należy badać wytrzymałość strukturalną żelu.

Sprawdzenie właściwości zawiesiny bentonitowej powinno być częstsze w specjalnych przypadkach, jak występowanie gruntów organicznych, chemicznie aktywnej wody gruntowej albo gdy styk sekcji jest formowany przez wycinanie w stwardniałym betonie wcześniej uformowanej sąsiedniej sekcji.

#### 6.3.3.3. Kontrola zawiesiny bentonitowej przed osadzeniem zbrojenia lub innych elementów

Co najmniej raz na sekcję należy badać:

- a) zawartość piasku,
- b) gęstość,
- c) lepkość wg Marsha.

Gdy uzna się za konieczne należy badać wytrzymałość strukturalną żelu.

Próbki do określania właściwości zawiesiny bentonitowej przed betonowaniem należy pobierać w pobliżu dna sekcji (z głębokości około 0,3 m powyżej dna szczeliny). Mogą być one pobierane albo z przewodu do urządzenia odpiaszczającego albo za pomocą próbnika, w zależności od tego, co jest bardziej wygodne i odpowiednie do metody używanej do głębienia i wymiany płuczki.

#### 6.3.3.4. Sposób wykonania badań zawiesiny

Jeżeli projekt technologiczny, ST ani dokumentacja projektowa nie precyzują inaczej, badania zawiesiny można wykonać jak poniżej:

- gęstość zawiesiny należy oznaczyć w wyskalowanym naczyniu o objętości nie mniejszej niż 150 g, przez zważenie naczynia na wadze o dokładności 0,1 g lub stosując wagę typu Baroida. Gęstość należy podawać w g/cm<sup>3</sup> z dokładnością do 0,01,
- lepkość umowną należy oznaczyć w lejku Marsha mierząc czas wypływu 1000 cm<sup>3</sup> zawiesiny. Lejek powinien być wyskalowany tak, aby czas wypływu 1000 cm<sup>3</sup> wody wynosił 28 ±0,5 s. Lepkość należy podawać w sekundach z dokładnością do 1,
- objętość filtratu należy oznaczać w prasie filtracyjnej lub przyrządem nurnikowym. Miara jest objętość wyrażona w ml, określona po 30 min. badania,
- odczyn pH należy oznaczać wskaźnikiem uniwersalnym, przez zanurzenie wskaźnika w zawiesinie i porównanie z barwą wzorcową. Odczyn pH podaje się z dokładnością do 1,
- jeżeli okaże się to konieczne, wytrzymałość strukturalną można sprawdzać za pomocą wiskozymetru obrotowego lub innym odpowiednim przyrządem. Wytrzymałość strukturalna po 10 min. powinna wynosić od 1,4 do 10 Pa,
- zawartość piasku należy oznaczać w odpowiednim przyrządzie. Składa się on ze szklanego naczynia pomiarowego zwężającego się ku dołowi oraz cylindra z sitkiem o ilości oczek równej 6400/cm<sup>2</sup> i końcówki cylindra, służących do wypłukania i oddzielenia piasku. Zebrana objętość piasku w naczyniu miarowym, wyrażona w ml, pochodząca z próbki zawiesiny o objętości 20 ml, pomnożona przez 5, jest miarą (w procentach) zawartości piasku,
- osad filtracyjny należy oznaczać w prasie filtracyjnej. Miara jest grubość warstwy osadu na sączku, określona po 30 minutach badania, wyrażona w mm,
- odstęp wody należy oznaczać w cylindrze szklanym o objętości nominalnej 1000 cm<sup>3</sup>, wysokości 350 mm i średnicy 60 mm. Próbkę zawiesiny wlewa się do cylindra i pozostawia na 24 godziny. Po tym czasie określa się ilość wody w skali cylindra, w procentach objętościowych, z dokładnością do 1.

Jeżeli właściwości zawiesiny nie spełniają powyższych wymagań, to należy ją wymienić (częściowo lub całkowicie) wypompowując zawiesinę z dolnej części szczeliny, z równoczesnym uzupełnianiem świeżą zawiesiną od góry w taki sposób, aby stale utrzymać jej poziom w szczelinie, zgodnie z wymaganiami. Następnie należy przemieszczać zawiesinę w szczelinie i ponownie wykonać sprawdzenie właściwości zawiesiny.

#### 6.4. Sprawdzenie wykonania ścianek prowadzących

Sprawdzenie wykonania ścianek prowadzących należy wykonać badając:

- zgodność z dokumentacją projektową usytuowania i wymiarów wykopów oraz zmontowanego deskowania ścianek – z użyciem przymiaru z podziałką milimetrową oraz niwelatorem i łatą na zgodność z wymaganiami niniejszej OST,
- zgodność wymiarów ścianek po rozdeskowaniu, z dokumentacją projektową.

Jeśli ST ani dokumentacja projektowa nie precyzują inaczej, można przyjmować następujące tolerancje wykonania murków prowadzących:

- położenie wewnętrznej krawędzi murka od strony wykopu  $\pm 20\text{mm}$ ,
- rozstaw murków  $+ 20, -10\text{mm}$ ,
- rzędne wierzchu murków  $\pm 20\text{mm}$ ,
- różnice wysokości wierzchu murków  $10\text{mm/m}$ .

## **6.5. Głębinie szczeliny**

### **6.5.1. Sprawdzenie wykonania szczeliny**

Badania w trakcie robót polegają na bieżącym sprawdzaniu, w miarę postępu głębinienia:

- a) położenie narzędzia głębiącego przez oględziny,
- b) pionowość i skręcenie szczeliny – należy sprawdzać w każdej sekcji podczas i zakończeniu głębinienia. Pionowość i skręcenie szczeliny należy sprawdzać w celu zachowania wymaganych tolerancji. Częstotliwość monitorowania należy zwiększyć w przypadku wysokiego ryzyka, np. gdy występują w gruncie głązy lub przeszkody lub gdy zostanie napotkany beton z sąsiedniej sekcji. Kontroli pionowości i skręcenia szczeliny należy dokonywać przez oględziny lub proste pomiary (np. położenia lin chwytała). Specjalne metody (np. ikonometry) mogą być konieczne do określania profilu szczeliny w pewnych przypadkach, np. głębokich sekcji, sekcji T-owych lub obudów kołowych,
- c) głębokości szczeliny - głębokość szczeliny należy mierzyć wycechowaną linką lub taśmą z obciążnikiem, z dokładnością do  $\pm 100\text{ mm}$ ; wymiary i masa obciążnika powinny być tak dobrane, aby w zawiesinie tonął, a w mieszance pozostał na jej powierzchni,
- d) poziomu zwierciadła zawiesiny w szczelinie - mierzyć jak wyżej,
- e) kontroli właściwości zawiesiny – wg pktu 6.3.3,
- a) oczyszczenie szczeliny - po oczyszczeniu szczeliny należy sprawdzić jej głębokość w trzech punktach – w środku i na końcach sekcji, oczyszczenie powierzchni styków należy skontrolować przez opuszczenie narzędzia głębiarki wzdłuż styku (na podstawie kontroli pionowości ruchu narzędzia).

Tolerancje wykonania szczeliny:

- głębokość szczeliny i szerokość szczeliny nie mogą być mniejsze niż przewidziane w dokumentacji projektowej,
- zagłębienie w określoną warstwę (nośną nieprzepuszczalną):  $-100\text{mm}$  + bez ograniczenia,
- odchylenie od pionu sekcji (także jej końców) nie powinno być większe niż 1% w obydwu kierunkach, poprzecznym i podłużnym.

### **6.5.2. Sprawdzenie podłoża gruntowego**

Sprawdzenie polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w dokumentacji projektowej. Dla wszystkich sekcji należy przeprowadzać makroskopową ocenę wydobywanego urobku, zgodnie z PN-B-04452 [25] oraz określić rodzaj i stan gruntu oraz dodatkowo konsystencję gruntów spoistych. Profil gruntu należy podać w metryce sekcji. W przypadku, gdy ściana szczelinowa ma być zagłębiona w warstwie nieprzepuszczalnej, należy prowadzić makroskopową ocenę wydobywanego urobku przy głębinieniu każdego zabioru i określać rodzaj, barwę i konsystencję gruntu i zagłębienie w nim ściany.

Szczegółowe badania podłoża należy wykonać: dla pierwszej głębinowej sekcji, dla dalszych wskazanych przez Inżyniera, oraz w przypadku, gdy badanie makroskopowe wykaże istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża przyjętych w projekcie ściany.

W przypadku gdy badania wykażą istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża w dokumentacji projektowej, Wykonawca powinien niezwłocznie zawiadomić Inżyniera i przerwać roboty do czasu, kiedy Inżynier wyda instrukcje co do dalszego postępowania. Na tym etapie należy obliczyć nośność podłoża gruntowego oraz wykonać ewentualne zmiany w dokumentacji w uzgodnieniu z projektantem i Inżynierem.

Sposób szczegółowego sprawdzania podłoża powinien być dostosowany do warunków gruntowych. Z każdej przewierconej warstwy, lecz nie rzadziej niż co 2 m, należy pobrać próbkę gruntu o naturalnym uziarnieniu (NU), zgodnie z PN-B-04452 [25]. Próbkę poddaje się szczegółowym badaniom i przechowuje do czasu odbioru końcowego robót.

## **6.6. Sprawdzenie elementów rozdzielczych**

Należy sprawdzić prostoliniowość elementów rozdzielczych i ich zestawienie przed wstawieniem do szczeliny oraz skontrolować pionowość, położenie i zagłębienie elementów rozdzielczych po ich wstawieniu do szczeliny – element powinien przylegać do końca szczeliny.

## **6.7. Sprawdzenie wykonania i wbudowania szkieletu zbrojeniowego**

Sprawdzenie wykonania szkieletu zbrojeniowego polega na sprawdzeniu przez oględziny i pomiar przymiarem z podziałką centymetrową, zgodności z dokumentacją projektową oraz wymaganiami niniejszej ST, pkt 2.4.2. i 5.7.

Kontrola wbudowania szkieletów zbrojeniowych obejmuje:

- a) kontrolę sztywności szkieletów – należy sprawdzać szkielet podczas podnoszenia pierwszego szkieletu każdego rodzaju,
- b) sprawdzenie dla każdego szkieletu przed wstawieniem w szczelinę:
  - numeru szkieletu,
  - ustawienia względem odsłanianej powierzchni ściany,
  - położenia i liczby elementów dystansowych,
- c) sprawdzenie każdego szkieletu podczas wstawiania w szczelinę:
  - położenia i pionowości,
  - połączenia odcinków pionowych,
- d) sprawdzenie każdego szkieletu po wstawieniu w szczelinę:
  - rzędnej i położenia szkieletu.

Jeżeli ST ani dokumentacja projektowa nie przewidują inaczej, można przyjmować następujące tolerancje umieszczenia szkieletu zbrojeniowego i elementów rozdzielczych:

- usytuowanie osi elementu rozdzielczego (wzdłuż ściany) 80 mm,
- odchylenie elementu rozdzielczego od pionu (wzdłuż ściany) do 1:100,
- odchyłka całkowitej szerokości szkieletu zbrojeniowego wynosi  $\pm 10$  mm,
- usytuowanie szkieletu wzdłuż ściany  $\pm 80$  mm,
- rzędne zawieszenia szkieletu (względem wierzchu ścianek prowadzących)  $\pm 50$  mm,

- odchyłka poziomu położenia po zabetonowaniu poszczególnych elementów, takich jak łączniki, odgięte pręty zbrojenia, otwory kotew itp. wynosi  $\pm 70$  mm,
- odchyłka poziomu wierzchu szkieletu zbrojenia po zabetonowaniu wynosi  $\pm 50$  mm,
- odchyłka poziomego położenia po zabetonowaniu szkieletu zbrojenia, w kierunku osi ściany, wynosi  $\pm 70$  mm.

#### **6.8. Sprawdzenie formowania sekcji ściany**

Badania polegają na sprawdzeniu zgodności z dokumentacją projektową i wymaganiami niniejszej STWIORB i obejmują:

- a) kontrolę długości i położenia każdego odcinka rury wlewowej dla każdej sekcji – na zgodność z pkt 5.8.2,
- b) kontrolę rozpoczęcia betonowania na zgodność z pkt 5.8.2; pierwszą porcję mieszanki należy wlać do każdej rury wlewowej w całości, bez przerw,
- c) kontrolę poziomu betonu w stosunku do objętości wlanej mieszanki należy sprawdzać po każdej porcji mieszanki. Poziom mieszanki w każdej rurze należy utrzymywać na jednakowej wysokości. Poziom mieszanki betonowej sprawdza się z dokładnością do  $\pm 100$  mm, wycechowaną linką lub taśmą z obciążnikiem. Wymiary i masa obciążnika powinny być tak dobrane, aby w zawiesinie tonął, a w mieszance pozostawał na jej powierzchni. Wyniki pomiarów zamieszcza się w metryce sekcji ściany,
- d) kontrolę poziomu mieszanki przed odłączeniem odcinka rury wlewowej, liczby i długości usuwanych odcinków, zagłębienia rury - należy sprawdzać przed każdym odłączeniem odcinków rur,
- e) kontrolę czasu od wykonania mieszanki do początku wlewania - należy sprawdzać dla każdego betonowozu na zgodność z pkt 5.8.2,
- f) kontrolę czasu betonowania – na zgodność z pkt 5.8.2 – należy notować dla każdej sekcji,
- g) kontrolę temperatury betonu – należy sprawdzać na zgodność z PN-EN 206-1 [8],
- h) kontrolę końcowego poziomu mieszanki – należy sprawdzać dla każdej sekcji na zgodność z dokumentacją projektową i pkt 5.8.2,
- i) kontrolę wyciągania elementów rozdzielczych – należy przeprowadzić zgodnie ze sposobem wyciągania ustalonym na pierwszej sekcji każdego rodzaju.

#### **6.9. Sprawdzenie górnej powierzchni ściany po skuciu**

Jeżeli ST ani dokumentacja projektowa nie przewiduje inaczej można przyjmować następujące tolerancje dla wykończenia górnej powierzchni ściany:

- dla rzędnej wierzchu – nie powinna różnić się od projektowanej o więcej niż - 100, +500 mm,
- dla równości powierzchni – lokalne występy nie powinny przekraczać 20 mm,
- wystające pręty powinny zostać oczyszczone.

#### **6.10. Sprawdzenie zgodności wykonania ściany szczelinowej z dokumentacją projektową**

Tolerancje wykonania dla ścian szczelinowych po wykonanej obróbce jej powierzchni i nieosłoniętych okładziną wynoszą:

- odchylenie wykonania ściany szczelinowej strony odkopywanej w poziomie górnej krawędzi ścianek prowadzących powinno być mniejsze niż 20 mm w kierunku wykopu i 50 mm w kierunku przeciwnym,
- odchylenie od pionu sekcji (także jej końców) nie powinno być większe niż 1% w obydwu kierunkach (poprzednim i podłużnym),
- jeżeli styk pomiędzy sekcjami jest formowany przez ścinanie stwardniałego fragmentu wykonanej poprzednio sekcji, to należy sprawdzić, czy został on ścięty na odpowiedni wymiar poziomy; minimalny wymiar ścięcia zależy od rodzaju gruntu, głębokości, rodzaju materiału i narzędzia do ścinania,
- występy na odsłanianej powierzchni ściany szczelinowej nie powinny przekroczyć dopuszczalnych odchyłek o więcej niż 100 mm; większa wartość jest dopuszczalna, gdy grunt zawiera ziarna o wymiarach większych od 100 mm albo gdy jest miękki lub luźny,
- odchyłki styków pomiędzy dwoma sąsiednimi sekcjami powinny pozostać w granicach pozwalających na prawidłową pracę ściany.

## **7. OBMIAR ROBÓT**

### **7.1. Ogólne zasady obmiaru robót**

Ogólne zasady obmiaru robót podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 7.

### **7.2. Jednostka obmiarowa**

Jednostką obmiarową jest metr sześcienny ( $m^3$ ) ściany szczelinowej o grubości, długości i kształcie określonym w dokumentacji projektowej.

## **8. ODBIÓR ROBÓT**

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

Ogólne zasady odbioru robót podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 8.

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

### **8.2. Dokumentacja techniczna ścian szczelinowych**

Do odbioru ścian Wykonawca powinien przedstawić:

- a) dokumentację projektową z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami, dokonanymi w trakcie robót,
- b) dziennik budowy,
- c) deklaracje zgodności stosowanych materiałów,
- d) metryki sekcji ścian, zgody na betonowanie, harmonogram i przebieg betonowania,
- e) wyniki badań próbek betonu,
- f) geodezyjną inwentaryzację powykonawczą.

### **8.3. Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu**

#### **8.3.1. Dokumenty i dane**



Podstawą dokonania oceny ilości i jakości robót ulegających zakryciu są następujące dane i dokumenty:

- a) dokumentacja projektowa z naniesionymi na niej zmianami dokonywanymi w trakcie budowy,
- b) dane geotechniczne zawierające informacje o rodzaju gruntu,
- c) dziennik budowy,
- d) badania jakościowe materiałów,
- e) geodezyjna inwentaryzacja powykonawcza.

### **8.3.2. Zakres**

Odbiór robót zanikających obejmuje sprawdzenie:

- zgodności wykonanych wykopów z dokumentacją projektową,
- rzędnych dna głębienia szczeliny,
- wykonanie szkieletu konstrukcji sekcji,
- montaż elementów rozdzielczych,
- wykonanie styków segmentów.

### **8.4. Odbiór końcowy**

Przy odbiorze końcowym powinny być przedłożone następujące dokumenty:

- dokumentacja powykonawcza z naniesionymi zmianami i uzupełnieniami dokonanymi w trakcie robót,
- dziennik budowy,
- dokumenty dostawy (deklaracje zgodności, deklaracje właściwości użytkowych, certyfikaty zgodności, aprobaty techniczne) stosowanych materiałów,
- metryki sekcji ścian,
- wyniki wszystkich wymaganych pomiarów i badań: badanie próbek betonu,
- geodezyjna inwentaryzacja powykonawcza,
- protokoły wszystkich odbiorów robót zanikających,
- wyniki próbnego obciążenia ścian, jeśli były zarządzone.

## **9. PODSTAWA PŁATNOŚCI**

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

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w STWIORB M.00.00.00 „Wymagania ogólne” [1] pkt 9.

### **9.2. Cena jednostki obmiarowej**

Jednostką obmiarową wykonanej ściany szczelinowej jest metr sześcienny ( $m^3$ ) wykonanej ściany, zgodnie z określeniem podanym w p. 7. Cena jednostkowa jest ceną uśrednioną dla podanego sposobu wykonania i obejmuje:

- roboty pomiarowe i przygotowawcze,
- wykonanie wszystkich niezbędnych pomiarów, prób i sprawdzeń - wykonanie projektu technologii i organizacji robót oraz programu zapewnienia jakości,
- wykonanie projektu technologicznego wykonania ścian szczelinowych,

- wykonanie zabezpieczenia ścianek szczelinowych na czas prowadzenia robót np. poprzez wykonanie rozpór tymczasowych.
- zapewnienie niezbędnych czynników produkcji, w tym materiałów,
- bieżącą obsługę geodezyjną,
- wytyczenie ścian szczelinowych,
- Wykonanie wszystkich uszczelnień, wbudowanie taśm uszczelniających i dylatacji,
- wykonanie platformy roboczej do głębinienia ścian szczelinowych,
- Wykonanie ścianek szczelinowych i szczelnych potrzebnych do podziału technologicznego wykonania ścian szczelinowych,
- wykonanie platformy roboczej i dróg dojazdowych,
- wytyczenie i wykonanie murków prowadzących,
- głębinienie szczeliny,
- zabezpieczenie stateczności szczeliny, np. zawiesziną,
- wywóz urobku wraz z kosztami jego składowania,
- transport szkieletu zbrojeniowego na miejsce wbudowania,
- montaż szkieletu zbrojeniowego w szczelinie,
- betonowanie ścian szczelinowych,
- wyrównanie i skucie górnych powierzchni betonowych ścian,
- oczyszczenie ścian po skuciu warstwy betonu,
- przeprowadzenie badań i pomiarów,
- opracowanie recept mieszanki betonowej i zawiesziny,
- przygotowanie dokumentacji powykonawczej,
- oczyszczenie miejsca robót,
- Wywóz i utylizacji odpadków wynikających z prac budowlanych związanych z wykonaniem ścian szczelinowych,
- utrzymanie w czystości dróg dojazdowych w obrębie placu budowy.

W przypadku wykonywania badań nośności ścian szczelinowych płaci się za każde badanie wykonane w pełnym zakresie określonym w projekcie badania nośności.

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

Cena wykonania robót określonych niniejszą STWIORB 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. Ogólne specyfikacje techniczne (ST)**

1. M.00.00.00 Wymagania ogólne
2. M-12.01.00 Zbrojenie betonu
3. M-13.01.00 Beton konstrukcyjny

## 10.2. Normy

- |     |                   |  |
|-----|-------------------|--|
| 4.  | PN-EN 196-1:2006  | Metody badania cementu - Część 1: Oznaczanie wytrzymałości   |
| 5.  | PN-EN 196-2:2013  | Metody badania cementu - Część 2: Analiza chemiczna cementu  |
| 6.  | PN-EN 196-3       | Metody badania cementu - Część 3: Oznaczanie czasów wiązania i stałości objętości  |
| 7.  | PN-EN 197-1:2012  | Cement - Część 1: Skład, wymagania i kryteria zgodności dotyczące cementów powszechnego użytku   |
| 8.  | PN-EN 206-1:2014  | Beton - Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność  |
| 9.  | PN-EN 932-3:1999  | Badanie podstawowych właściwości kruszyw - Procedura i terminologia uproszczonego opisu petrograficznego   |
| 10. | PN-EN 933-1:2012  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczenie składu ziarnowego - Metoda przesiewania  |
| 11. | PN-EN 933-3:2012  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczanie kształtu ziaren za pomocą wskaźnika płaskości   |
| 12. | PN-EN 933-4:2008  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczenie kształtu ziarn – wskaźnik kształtu   |
| 13. | PN-EN 933-5:2000  | Badania geometrycznych właściwości kruszyw - Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości ziarn o powierzchniach powstałych w wyniku przekruszenia lub łamania kruszyw grubych |
| 14. | PN-EN 934-2:2012  | Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Część 2: Domieszki do betonu - Definicje, wymagania, zgodność, oznakowanie i etykietowanie  |
| 15. | PN-EN-1008:2004   | Woda zarobowa do betonu  |
| 16. | PN-EN 1097-2:2010 | Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 2: Metody oznaczania odporności na rozdrabnianie  |
| 17. | PN-EN 1097-3:2000 | Badanie mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Część 3: Oznaczenie gęstości nasypowej i jamistości   |
| 18. | PN-EN 1097-6:2013 | Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie gęstości ziarn i nasiąkliwości   |
| 19. | PN-EN 1367-3:2001 | Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 3: Badanie bazaltowej zgorzeli słonecznej metodą gotowania                 |
| 20. | PN-EN 1367-6:2008 | Badanie właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych - Część 6: Mrozoodporność w obecności soli   |
| 21. | PN-EN 1744-1:2013 | Badanie chemicznych właściwości kruszyw – Analiza chemiczna  |

- |     |                         |   |
|-----|-------------------------|---|
| 22. | PN-EN<br>1538:2015      | Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych -<br>Ściany szczelinowe                                       |
| 23. | PN-EN 1992-1-1:<br>2008 | Eurokod 2 - Projektowanie konstrukcji z betonu – Część<br>1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków          |
| 24. | PN-EN 1997-2:<br>2009   | Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne – Część 2:<br>Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego              |
| 25. | PN-B-<br>04452:1974     | Grunty budowlane – Badania polowe   |
| 26. | PN-B-<br>06250:1988     | Beton zwykły  |
| 27. | PN-B-<br>06265:2004     | Krajowe uzupełnienie PN-EN 206-1:2003 – Beton -<br>Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i<br>zgodność |
| 28. | PN-B- 06714-<br>34:1991 | Kruszywa mineralne - Badania - Oznaczanie<br>reaktywności alkalicznej                                       |
| 29. | PN-B-06714-<br>46:1992  | Kruszywa mineralne - Badania - Oznaczanie<br>potencjalnej reaktywności alkalicznej metodą szybką            |
| 30. | PN-EN 12350-1:<br>2011  | Badania mieszanki betonowej – Część 1: Pobieranie<br>próbek   |
| 31. | PN-EN 12350-2:<br>2011  | Badania mieszanki betonowej - Część 2: Badanie<br>konsystencji metodą opadu stożka                          |
| 32. | PN-EN 12350-5:<br>2011  | Badania mieszanki betonowej - Część 5: Badanie<br>konsystencji metodą stolika rozplwowego                   |
| 33. | PN-EN 12390-1:<br>2013  | Badania betonu - Część 1: Kształt, wymiary i inne<br>wymagania dotyczące próbek do badań i form             |
| 34. | PN-EN 12390-2:<br>2001  | Badania betonu - Część 2: Wykonywanie i pielęgnacja<br>próbek do badań wytrzymałościowych                   |
| 35. | PN-EN 12390-3:<br>2011  | Badania betonu - Część 3: Wytrzymałość na ściskanie<br>próbek do badania                                    |
| 36. | PN-EN 12390-8:<br>2011  | Badania betonu - Część 8: Głębokość penetracji wody<br>pod ciśnieniem                                       |
| 37. | PN-EN<br>12620+A1:2010  | Kruszywa do betonu  |

### **10.3. Dokumenty inne**

38. Wymagania dotyczące betonów fundamentowych w nowej normie PN-EN 206”, dr inż. Bolesław Kłosiński, mgr inż. Przemysław Kamiński (IBDiM), [w:] Inżynier Budownictwa, [Internet], [2014-08-08], pobrano z:  
[http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materialy\\_i\\_technologie,artykul,wymagania\\_dotyczace\\_betonow\\_fundamentowych\\_w\\_nowej\\_normie\\_pn-en\\_206,7563](http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,materialy_i_technologie,artykul,wymagania_dotyczace_betonow_fundamentowych_w_nowej_normie_pn-en_206,7563)
39. Specyfikacja techniczna wykonywania ścian szczelinowych, Polskie Zrzeszenie Wykonawców Fundamentów Specjalnych, [Internet], [2015-09-15], pobrano z <http://www.pzwfs.com.pl/specyfikacje/download/17/zelbetowe-sciany-szczelinowe.html.doc>

## 11. ZAŁĄCZNIKI

### ZAŁĄCZNIK 1

#### METRYKA OGÓLNA WYKONANIA ŚCIAN SZCZELINOWYCH BETONOWANYCH W GRUNCIE

Nazwa Wykonawcy		Inwestor	
<u>Informacje o obiekcie</u> Obiekt Nr: Lokalizacja:			
<u>Rysunki ogólne</u>		<u>Nr:</u>	<u>Tytuł:</u>
<u>Beton</u> Produkcja: Beton towarowy Mieszany na budowie Wytwórnia betonu towarowego Klasa betonu  Skład mieszanki (na 1 m <sup>3</sup> ) Cement.....kg Woda.....kg Kruszywa.....kg Dodatki.....kg Domieszki.....kg Opad.....mm Średnica rozplywu... mm Wytrzymałość na ściskanie (po 28 dniach) .....MPa		<u>Uwagi:</u>	
<u>Ciecz stabilizująca</u> (w przypadku zawiesiny bentonitowej)  Właściwości (wymagany zakres) Objętość filtratu (po 30min):.....ml Osad filtracyjny:.....mm Wartość pH: Gęstość:.....g/ml Lepkość wg Marsha:.....s Wytrzymałość strukturalna (jeśli wymagana):.....Pa		<u>Uwagi:</u>	

### ZAŁĄCZNIK 2

#### METRYKA SZCZEGÓŁOWA WYKONANIA ŚCIAN SZCZELINOWYCH BETONOWANYCH W GRUNCIE

<u>Sekcja ściany</u> Nr:	Typ:	
-----------------------------	------	--

<u>Głębień</u> Geometria (załączyć szkic, jeśli potrzebny) Grubość:.....m Długość:.....m Głębokość:..... m		<u>Data, Godziny</u> Początek:      Data:      Godzina: Koniec:      Data:      Godzina		
<u>Sprzęt/Narzędzia</u>				
<u>Przeszkody</u> Data/Godzina Głębokość      Początek      Koniec		<u>Ucieczka zawiesziny</u> Głębokość      Objętość Godzina Początek      Koniec		
<u>Dłutowanie</u> Godzina Głębokość      Początek      Koniec		<u>Przestoje</u> Godzina Głębokość      Początek      Koniec Przyczyny		
<u>Pionowość i skreślenie</u>		<u>Uwagi:</u>		
<u>Właściwości cieczy stabilizującej</u> Rodzaj <u>Parametry przed betonowaniem</u> Gęstość Lepkość wg Marsha Zawartość piasku		<u>Czyszczenie szczeliny</u> Początek      Data:      Godzina: Koniec      Data:      Godzina: Głębokość sekcji (co najmniej w 3 punktach): Miejsce      Głębokość		
Szkielet(y) zbrojeniowy Oznaczenie Nr Rysunek Nr		<u>Typ</u> <u>Wbudowanie:</u> Data: Godzina:		
<u>Uwagi:</u>				
<u>Styki sekcji</u> <u>Typ</u>		<u>Wymiary (jeśli potrzebne)</u>		
<u>Betonowanie:</u> Data:      Godzina: Początek:      Koniec:		Objętość (załączyć krzywą betonowania jeśli potrzebna) Teoretyczna.....m <sup>3</sup> Rzeczywista.....m <sup>3</sup>		
Rzędne: Wierzch betonu.....m Wyrównanie.....m		<u>Badania konsystencji mieszanki</u> Opad      Średnica rozplywu		
Przestoje      Godzina Głębokość      Początek      Koniec      Przyczyny				
<u>Uwagi dodatkowe</u>				

*„Wykonanie dokumentacji projektowej na budowę skrzyżowania wielopoziomowego linii kolejowej z przejściem pod linią kolejową w km 41,740 linii kolejowej nr 3 Warszawa – Kunowice, w ciągu drogi powiatowej nr 3837 w Teresinie”  
z udziałem finansowym PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. w ramach projektu inwestycyjnego POLiŚ 5.1-35 pn. „Poprawa bezpieczeństwa na skrzyżowaniach linii kolejowych drogami - Etap III”*

---

Podpisy i uwagi		
Wykonawca:	Data:	(podpis)
Inwestor:	Data:	(podpis)