

**WWIORB 04**  
**ZABEZPIECZENIE WYKOPÓW PODCZAS**  
**PROWADZENIA ROBÓT**

## **Spis treści**

<b>1. WYMAGANIA PODSTAWOWE.....</b>	<b>3</b>
1.1. Zakres Robót.....	3
1.2. Nazwy i kody CPV dla przewidzianych robót budowlanych .....	3
1.3. Określenia podstawowe .....	3
<b>2. MATERIAŁY .....</b>	<b>4</b>
2.1. Wymagania ogólne.....	4
2.2. Grodzice stalowe .....	5
2.3. Kształtowniki i blachy .....	5
<b>3. SPRZĘT I MASZyny BUDOWLANE .....</b>	<b>6</b>
3.1. Wymagania ogólne.....	6
3.2. Sprzęt do transportu i montażu konstrukcji.....	6
3.3. Sprzęt do robót spawalniczych .....	6
<b>4. ŚRODKI TRANSPORTU .....</b>	<b>6</b>
<b>5. WYKONANIE ROBÓT .....</b>	<b>7</b>
5.1. Ogólne zasady wykonania robót .....	7
5.2. Etapowanie robót .....	7
5.3. Przygotowanie Terenu Budowy .....	7
5.4. Pograżanie grodzic.....	8
5.4.1. Metody pograżania .....	8
5.4.2. Wykonanie robót.....	9
5.4.3. Tarcie w zamkach grodzic w trakcie ich pograżania. ....	9
5.4.4. Pochylanie się grodzic w osi ścianki.....	9
5.4.5. Wciąganie w grunt poprzednio pograżonej grodzicy. ....	10
5.4.6. Rozgrzewanie się zamków grodzic do bardzo wysokich temperatur. ....	10
5.4.7. Ramy prowadzące. ....	10
5.4.8. Wpływ technologii pograżania na otoczenie. ....	10
5.4.9. Metody wspomagające. ....	11
5.4.10. Wyciąganie grodzic.....	11
5.5. Zwiększenie szczelności ścianek szczelnych .....	12
<b>6. KONTROLA JAKOŚCI.....</b>	<b>12</b>
6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót .....	12
6.2. Wymagania szczegółowe.....	12
6.3. Tolerancje wykonania.....	13
<b>7. ODBIÓR ROBÓT.....</b>	<b>13</b>
7.1. Szczegółowe zasady odbioru obudowy wykopu .....	13
<b>8. PODSTAWA PŁATNOŚCI .....</b>	<b>14</b>
<b>9. PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>	<b>14</b>

# 1. WYMAGANIA PODSTAWOWE

## 1.1. Zakres Robót

Zakres niniejszych WWiORB 04 dotyczy zabezpieczenia wykopów podczas prowadzenia robót, związanych z realizacją Inwestycji: „Budowa biogazowni kofermentacyjnej na terenie Oczyszczalni Ścieków Lewy Brzeg w Koninie”.

Zakres niniejszych WWiORB obejmuje czynności związane z pogrążaniem/wyciąganiem ścianek szczelnych z grodzic stalowych, w tym m.in.: prace przygotowawcze, pomiarowe i porządkowe:

- zakup i transport grodzic stalowych, kształtowników belek oczepowych i rozpór,
- wytyczenie osi projektowanej ścianki lub podwieszenia rurociągów w terenie,
- wykonanie i rozbiórkę niezbędnych zabezpieczeń,
- wykonanie platform roboczych i startowych (platforma startowa do rozpoczęcia instalacji ścianki, o ile Dokumentacja Projektowa przewiduje stosowanie bezwibracyjnej metody instalacji ścianki, dla której konieczne jest wykonanie platformy startowej),
- montaż i demontaż konstrukcji pomocniczych.
- pogrążanie grodzic stalowych metodami bezударowymi np.: przez wciskanie statyczne lub wplukiwanie grodzic.
- wyciąganie grodzic stalowych.

## 1.2. Nazwy i kody CPV dla przewidzianych robót budowlanych

Nazwy i kody CPV robót objętych zamówieniem

**45200000-9** Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz roboty w zakresie inżynierii lądowej i wodnej

**45100000-8** Przygotowanie terenu pod budowę

## 1.3. Określenia podstawowe

Określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami, postanowieniami Kontraktu oraz definicjami podanymi w WWiORB-00 Wymagania ogólne. Ponadto:

**Zakotwienie** - system zakotwienia ścianki szczelnej, np. przez odpowiednio głębokie pogrążenie grodzic.

**Konstrukcje pomocnicze** - wszystkie konstrukcje potrzebne do bezpiecznego wykonywania ścianek szczelnych.

**Podparcie** - zestaw belek oczepowych (kleszczy) i rozpór do podparcia konstrukcji.

**Ścianka berlińska** - ścianka szczelna złożona z elementów nośnych i uzupełniających. Elementami nośnymi są stalowe słupy dwuteowe odpowiednio głęboko kotwione. Elementami uzupełniającymi są bale drewniane.

**Rozejście zamków** - rozerwanie się zamka podczas zagłębiania grodzicy.

**Wskaźnik rozejścia zamków** - urządzenie do określenia, czy połączenia zamków sąsiednich grodzic podczas zagłębiania są między sobą szczepione całkowicie.

**Zagłębianie** - działanie pozwalające na wprowadzenie brusa do wymaganej głębokości w grunt. *Zagłębianie* bardzo często jest też nazywane *pogrążaniem*.

**Metoda zagłębiania** - wszystkie metody zagłębiania, takie jak: pogrążanie ciągle pojedynczych elementów od razu na projektowaną głębokość, pogrążanie panelowe lub naprzemienne, pogrążanie etapowe za pomocą wbijania, wibrowania, wciskania lub kombinacja tych metod. W tym przypadku metoda zagłębiania przez wciskanie.

**Wspomaganie zagłębiania** - metoda mająca na celu zmniejszenie oporu zagłębiania podczas zagłębiania, np. wplukiwanie lub wstępne rozwiercanie.

**Nakładka** - płyta stalowa, która łączy razem dwa odcinki grodzic.

**Rama prowadząca** - rama składająca się z jednej lub kilku sztywnych belek przewodnikowych, zwykle ze stali lub drewna, stosowana w celu pozycjonowania brusa podczas ustawiania i utrzymywania osiowości brusów w czasie łączenia i zagłębiania.

**System prowadzący** - kompletny układ do prowadzenia brusa i wibratora podczas zagłębiania.

**Szakla** - osprzęt do podnoszenia grodzic z podłoża i ustawiania ich w pozycji pionowej.

**Brus (grodzica)** - jednostkowy element ścianki szczelnej (pojedyncza, zespolona podwójna bądź wieloprofilowa).

**Ścianka szczelna** - ściana ciągła składająca się z brusów (grodzic). W przypadku stalowych grodzic ciągłość ścianki zapewniona jest poprzez wzajemne połączenie zamków, spasowanie podłużnych wypustów lub poprzez specjalne łączniki.

**Konstrukcja ścianki szczelnej** - konstrukcja, do podtrzymania gruntu i wody, składająca się z grodzic, zakotwień, belek oczepowych (kleszczy), rozparć.

**Kontrola placu budowy** - kontrola na placu budowy i w jego otoczeniu.

**Badanie terenowe** - badania geotechniczne na terenie budowy i w jego sąsiedztwie.

**Przesuw** - względne przemieszczenie między zamkami sąsiednich grodzic w kierunku podłużnym.

**Rozpora** - element ściskany, zwykle ze stali, do podparcia ścianki szczelnej najczęściej połączony z oczepami (kleszczami).

**Szablon** - specjalny rodzaj ram prowadzących używanych do ustawiania zakrzywionych lub załamanych w planie ścianek szczelnych. Często stanowią one platformę roboczą lub pomost dojściowy przy prowadzonych robotach kafarowych.

**Napinacz** - urządzenie zamocowane w podstawie grodzicy w celu naprowadzenia grodzicy na zamek grodzicy wcześniej umieszczonej w ramie prowadzącej.

**Wibrator** - urządzenie służące do zagłębiania i wrywania brusów oraz elementów nośnych i uzupełniających kombinowanych ścianek szczelnych.

**Prasa hydrauliczna** - urządzenie służące do statycznego zagłębiania lub wrywania brusów oraz elementów nośnych i uzupełniających kombinowanych ścianek szczelnych metodą bezwibracyjną przy wykorzystaniu siłowników hydraulicznych, a w przypadku, gdy zastosowane urządzenie do statycznego zagłębiania brusów tego wymaga, przy wykorzystaniu zainstalowanych wcześniej brusów lub elementów startowych.

**Oczep (kleszcze)** - pozioma belka, zwykle stalowa lub żelbetowa, przymocowana do ścianki szczelnej i połączona z rozporami, stosowana w celu równomiernego rozłożenia działających sił na całą ściankę szczelną.

**Monitorowanie** - prowadzenie obserwacji w ramach kontroli jakości technicznej procesu zagłębiania.

## 2. MATERIAŁY

### 2.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące materiałów i ich składowania podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

Materiały stosowane do wykonania stalowych ścianek szczelnych to grodzice stalowe ze stali o gatunku zgodnym z Dokumentacją Projektową oraz Polskimi Normami.

Dopuszcza się do stosowania wszystkie typy grodzic, które w dniu rozpoczęcia robót mogą być wykorzystywane w budownictwie zgodnie z obowiązującymi przepisami (dopuszcza się do stosowania w budownictwie wszystkie wyroby budowlane, które zgodnie z Ustawą z 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2021 poz. 1213 tekst jednolity) Rozdział 2. Art. 5.1. posiadają znak budowlany B. Według Rozdziału 2. Art. 8.1 powyższej ustawy wystawienie przez producenta krajowej deklaracji zgodności upoważnia go do opatrzenia produktu znakiem budowlanym B. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym

(Dz. U. z 2004 r. poz. 2041) Rozdział 2. § 4.1. Wytwórca wystawia na swoją wyłączną odpowiedzialność krajową deklarację zgodności z Polską Normą, w tym wypadku z PN-EN 10248: części 1 i 2. Wzór takiej deklaracji, na której powinien być także umieszczony znak budowlany B znajduje się w Załączniku 2 wyżej wymienionego rozporządzenia. Producent grodzic dostarcza taką deklarację wraz z materiałem klientowi na jego żądanie).

## 2.2. Grodzice stalowe

### Grodzice nowe

O ile w Dokumentacji Projektowej nie ustalono inaczej, do wykonania stalowej ścianki szczelnej należy użyć nowych grodzic stalowych typu U lub Z o parametrach zgodnych z wymaganiami Dokumentacji Projektowej oraz Polskimi Normami. Za zgodne z wymaganiami Dokumentacji Projektowej należy uznać wszystkie grodzice, które:

- Mają nie mniejszą wytrzymałość na moment zginający iloczyn wskaźnika wytrzymałości grodzicy i granicy plastyczności stali) niż wymagany w Dokumentacji Projektowej,
- Spełniają jednocześnie wszystkie inne szczegółowe wymagania Dokumentacji Projektowej, jeżeli zostały one określone w projekcie (np. w zakresie min. momentu bezwładności, grubości ścianki, lokalizacji zamka, szerokości modularnej grodzicy, pograżalności itp.).

Gatunki stali, z której wytwarzane są grodzice zgodne z [2] podano w tablicy 1.

Tablica 1. Gatunki stali grodzic [2]

Gatunek stali	Granica plastyczności $R_{eh}$ [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie $R_m$ [MPa]	Maksymalne wydłużenie A [%]
<b>S240GP</b>	<b>240</b>	<b>340</b>	<b>26</b>
S270GP	270	410	24
S320GP	320	440	23
S355GP	355	480	22
S390GP	390	490	20
S430GP	430	510	19

### Grodzice używane

Grodzice wcześniej używane mogą zostać ponownie użyte do wykonania robót pod warunkiem, że Wykonawca udokumentuje spełnienie wszystkim wymagań (np. w zakresie gatunku stali, wskaźnika wytrzymałości i innych) zawartych w Dokumentacji Projektowej.

## 2.3. Kształtowniki i blachy

Kształtowniki i blachy powinny spełniać wymagania Dokumentacji Projektowej.

Elementy konstrukcji obudów, konstrukcji wsporczych z kształtowników walcowanych:

- kształtowniki, blacha ze stali S235,
- drobne konstrukcje stalowe ze stali S235,
- obejmę, śruby, gwoździe.

Przyjęto podstawowy gatunek stali S235. Może on być zamieniony na wyższy.

Wszystkie materiały i urządzenia przewidywane do wbudowania będą zgodne z postanowieniami Kontraktu i poleceniami Inwestora.

### 3. SPRZĘT I MASZYNY BUDOWLANE

#### 3.1. Wymagania ogólne

Ogólne wymagania dotyczące Sprzętu podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

Roboty powinny być wykonane specjalistycznym sprzętem do pogrążania/wyciągania grodzic zgodnym z wymaganiami Dokumentacji Projektowej oraz zaakceptowanym przez Inwestora.

Wykonawca zobowiązany jest do używania sprawnego sprzętu, który zapewni właściwą jakość prowadzonych robót, zgodność z normami BHP, ochrony środowiska oraz przepisami dotyczącymi użytkowania sprzętu.

Należy dobrać taki sprzęt, którego użycie nie spowoduje uszkodzenia sąsiadujących z Terenem Budowy budynków, konstrukcji i instalacji podziemnych.

Sprzęt używany do realizacji robót powinien być zgodny z ustaleniami WWiORB, PZJ oraz Projektu Organizacji Wykonania Inwestycji, który uzyskał akceptację Inwestora.

Wykonawca dostarczy Inwestorowi kopie dokumentów potwierdzających dopuszczenie sprzętu do użytkowania zgodnie z jego przeznaczeniem.

#### 3.2. Sprzęt do transportu i montażu konstrukcji

Do transportu i montażu konstrukcji należy używać żurawi, wciągarek, dźwigników, podnośników i innych urządzeń. Wszelkie urządzenia dźwigowe, zawiesia i trawersy podlegające przepisom o dozorze technicznym powinny być dostarczone wraz z aktualnymi dokumentami uprawniającymi do ich eksploatacji.

#### 3.3. Sprzęt do robót spawalniczych

Stosowany sprzęt spawalniczy powinien umożliwiać wykonanie złączy zgodnie z technologią spawania i dokumentacją konstrukcyjną.

Spadki napięcia prądu zasilającego nie powinny być większe jak 10%. Eksploatacja sprzętu powinna być zgodna z instrukcją. Stanowiska spawalnicze powinny być odpowiednio urządzone:

- spawarki powinny stać na izolującym podwyższeniu i być zabezpieczone od wpływów atmosferycznych,
- sprzęt pomocniczy powinien być przechowywany w zamykanych pomieszczeniach,
- stanowisko robocze powinno być urządzone zgodnie z przepisami bhp i przeciwpożarowymi, zabezpieczone od wpływów atmosferycznych, oświetlone z dostateczną wentylacją.

Roboty pomocnicze, w zależności od zakresu, warunków lokalnych i przyjętej technologii instalacji ścianki, mogą być wykonywane ręcznie lub mechanicznie przy użyciu koparek, dźwigów itp.

### 4. ŚRODKI TRANSPORTU

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

Materiały do wykonania stalowej ścianki szczelnej (grodzice, zamki) mogą być przewożone dowolnymi środkami transportu przystosowanymi do przewozu elementów o długościach przewidzianych w Dokumentacji Projektowej. Dobór środków transportu należy do Wykonawcy. Przewożone materiały należy rozmieścić równomiernie na całej powierzchni ładunkowej i zabezpieczyć przed przesunięciem.

Niewłaściwe przenoszenie i nieodpowiednie składowanie grodzic, zwłaszcza profili płaskich, jest częstą przyczyną trudności podczas zagłębiania. Niewłaściwe podnoszenie, transport lub składowanie może być także przyczyną zniszczenia wstępnej powłoki grodzic. Podczas ustawiania grodzic zaleca się zapewnienie bezpiecznego dostępu robotnikom prowadzącym podstawę grodzicy podczas jej wstawiania w zamek grodzicy wcześniej zagłębionej. W przypadku, gdy zapewnienie takiego dostępu jest niemożliwe (np. w sytuacji, gdy korona ścianki znajduje się na zbyt dużej wysokości), zalecane jest stosowanie nanizaczy, które umożliwiają połączenie zamków bez obecności osób na poziomie korony ścianki.

Przenoszenie oraz składowanie grodzic (brusów) na placu budowy należy wykonywać w sposób niepowodujący znacznych ugięć brusów, uszkodzeń zamków i ewentualnych powłok ochronnych. W przypadku poziomego ułożenia brusów podczas transportu należy zapewnić podparcie, w co najmniej w dwóch punktach, a podczas ułożenia pionowego, dopuszcza się jeden punkt zaczepienia.

Zaleca się przestrzeganie specjalnych wskazań, dotyczących przenoszenia i składowania określonych przez producenta grodzic. Zalecane jest składowanie brusów w sposób umożliwiający ich łatwe podnoszenie w kolejności ich wykorzystania.

Grodzice różnych typów i różnych gatunków stali należy składować oddzielnie i prawidłowo oznakować.

Składowanie i przenoszenie grodzic o profilach płaskich należy przeprowadzać z największą ostrożnością w celu uniknięcia odkształceń brusów.

Gdy składowane są grodzice stalowe wstępnie powlekane, należy stosować przekładki między każdą grodzicą w stosie.

W celu uniknięcia ugięć grodzic, które mogą powodować trwałe odkształcenia, należy przy przyjmowaniu liczby i miejsc podparć grodzic w stosie, wziąć pod uwagę długość i sztywność pojedynczego brusa.

Zaleca się używanie do podnoszenia i pozycjonowania grodzic specjalnego oprzyrządowania jak szakle, przyspawane haki i podobne, aby uniknąć zniszczenia grodzic, a w szczególności zamków. Ochrona zamków nie jest wymagana, jeżeli do przenoszenia grodzic wykorzystuje się niemetalowe zawiesia płaskie. W przypadku stosowania do przemieszczenia grodzic szakli zdalnie sterowanych, ich niezawodne działanie należy sprawdzić przed użyciem. Oprzyrządowanie wykorzystujące przyczepność cierną może ulec zwolnieniu w sposób nieoczekiwany, dlatego też nie należy go stosować do przemieszczania brusów, jeżeli nie są zapewnione dodatkowe środki bezpieczeństwa.

## **5. WYKONANIE ROBÓT**

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

Ogólne wymagania dotyczące wykonania Robót podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

Wykonawca musi przedstawić projekt technologii wykonania zabezpieczenia wykopu. Dokumentację należy przedstawić do akceptacji Inwestorowi.

### **5.2. Etapowanie robót**

Poszczególne etapy realizacji robót powinny zostać ustalone w Harmonogramie na podstawie informacji zawartych w Dokumentacji Projektowej. Przed przystąpieniem do realizacji robót jednoznacznie powinny zostać zdefiniowane kryteria przejścia z jednego etapu do następnego.

Dla każdego etapu realizacji robót ważne są następujące dane dotyczące:

- poziomów zasypów i wykopów,
- poziomów i zmienności poziomów wody gruntowej i wód swobodnych w przypadku prowadzenia odwodnienia,
- charakterystyk materiału zasypowego i jego jakości po obu stronach ścianki szczelnej,
- przemieszczeń ścianki szczelnej na końcu poszczególnych etapów,
- ograniczeń dotyczących obciążeń naziemu za wykonywaną ścianką.

### **5.3. Przygotowanie Terenu Budowy**

Teren Budowy należy tak przygotować, aby prace można było wykonywać w sposób zapewniający bezpieczeństwo i założoną wydajność prowadzonych robót. Przygotowanie i wykorzystanie konstrukcji pomocniczych powinno odbywać się zgodnie z Dokumentacją Projektową.

Przygotowanie Terenu Budowy obejmuje:

- wytyczenie w sposób trwały osi ścianki w terenie,
- wykonanie ewentualnych wykopów wstępnych lub/i ewentualnych platform roboczych i startowych,

- ewentualne spawanie, cięcie i malowanie powierzchni grodzic zgodnie z Polską Normą.

Zaleca się, aby przed przystąpieniem do pograżania grodzic wykonać niezbędne urządzenia pomocnicze: belki oczepowe (kleszcze) z dwuteowników stalowych. Podczas pograżania grodzic w grunt żwirowaty zaleca się doczepiać od dołu sworznie ochronne, które zabezpieczają przed włączaniem kamyków i zatykaniem zamka.

## **5.4. Pograżanie grodzic**

### **5.4.1. Metody pograżania.**

W metodzie – ustawienie i pograżenie – pojedyncza lub podwójna grodzica jest pograżana na pełną głębokość przed ustawieniem kolejnej grodzicy. Ta metoda ma tę zaletę, że głowica brusa podnoszona jest ponad powierzchnię gruntu na wysokość równą długości grodzicy. Ponadto grodzice można ręcznie łatwo wprowadzić w zamek grodzicy już zagłębionej.

W przypadku gruntów zagęszczonych, zwartych gruntów spoistych i gruntów, w których istnieją przeszkody, stosowanie metody ustawienie i pograżenie może prowadzić przy swobodnym prowadzeniu do trudności związanych z rozejściem się zamków oraz czasami do znacznych odchyłeń od wymaganego położenia.

Metody pograżania panelowego i naprzemiennego pograżania panelowego pozwalają na lepszą kontrolę położenia grodzic wzdłuż ścianki szczelnej, gdyż grodzice prowadzą się nawzajem w zamkach. Równocześnie minimalizowane jest niebezpieczeństwo rozejścia się zamków.

W metodzie panelowej najpierw ustawia się w dwupoziomowej ramie prowadzącej panel połączonych ze sobą w zamkach grodzic, a następnie pograża grodzice w tak przygotowanym panelu jedna po drugiej, aż do osiągnięcia poziomu górnej ramy prowadzącej. W następnym etapie ustawia się drugi panel wykorzystując, jako jedno z podparć ramy prowadzącej ostatnią grodzicę pierwszego panelu. Po pograżeniu drugiego panelu powtarza się ponownie wszystkie operacje wymienione powyżej przy ustawieniu trzeciego panelu. W momencie, w którym jedna ze stron ramy prowadzącej jest już zamocowana do ostatniej grodzicy drugiego panelu, można pograć na projektowaną głębokość grodzice panelu pierwszego. Wymienione operacje należy powtarzać przy pograżaniu kolejnych paneli.

W przypadku, gdy w trakcie pograżania natrafia się na trudne warunki gruntowe, można zastosować tzw. naprzemiennie pograżanie panelowe. W tym wariancie grodzice ustawione w panelu pograża naprzemiennie.

Jeden z wariantów naprzemiennego pograżania panelowego zakłada wzmocnienie podstawy co drugiej grodzicy. W tym wariancie najpierw na pewną głębokość pograżane są grodzice ze wzmocnionymi podstawami, a w następnym etapie pograża się grodzice bez wzmocnionych podstaw na taką samą głębokość. Panelowe pograżanie naprzemiennie z grodzicami o wzmocnionych podstawach może być wykorzystywane przy pograżaniu grodzic w gruntach bardzo zagęszczonych piaskach i żwirach oraz przy pograżaniu podstaw grodzic w skałach miękkich.

Wadą metod panelowych jest to, że wzajemne połączenie zamków grodzic wymaga podniesienia grodzicy na wysokość równą jej podwójnej długości. Powoduje to także konieczność zapewnienia pracownikom dostępu do zamków łączonych grodzic tak, aby je ze sobą połączyć. Zalecanym rozwiązaniem jest stosowanie w takich wypadkach specjalnego przyrządu - napinacza. Napinacz jest montowany do zamka znajdującego się od strony panelu przy podstawie grodzicy. Umożliwia on połączenie ze sobą grodzic w zamkach (nanizanie) bez udziału człowieka. Urządzeniem tym steruje się z powierzchni terenu.

Napinacz może być także wykorzystywany przy pograżaniu ścianki z grodzic, która docelowo ma wystawać ponad poziom terenu, na taką wysokość, że ręcznie nie można połączyć zamków grodzic ze sobą.

Gdy w trakcie pograżania grodzic dowolną z wymienionych powyżej metod elementy napotkają na przeszkody to można kontynuować pograżanie pozostałych grodzic bez obawy zakłócenia procesu pograżania. Należy jednak zawsze szukać przyczyn trudności w trakcie pograżania. Jeżeli natrafimy na trudne warunki gruntowe i wystąpią trudności z pograżeniem niektórych grodzic na żadaną głębokość, to te wystające grodzice mogą być pograżone później przy użyciu mocniejszych urządzeń.



Jeżeli natomiast trudność w pograżeniu wystającej grodzicy jest wynikiem odchylania się sąsiadujących grodzic w osi ścianki w przeciwnych kierunkach to należy rozważyć wyrwanie tej i sąsiadujących grodzic i ponowne ich pograżenie ze zwróceniem szczególnej uwagi na ich pionowość.

Należy dobrać taką metodę pograżania, która nie spowoduje uszkodzenia sąsiadujących z placem budowy budynków, konstrukcji i instalacji podziemnych.

#### **5.4.2. Wykonanie robót**

Grodzice można instalować w gruncie parami lub pojedynczo. Grodzice instalowane parami łączy się na terenie budowy przed instalacją - zwykle w pewnej odległości od miejsca pograżania w gruncie. Jeśli grodzice nie były dostarczone, jako sparowane z zaciśniętymi zamkami przed wbiciem zamek łączący dwa elementy należy zacisnąć lub zespawać, aby uniemożliwić ich rozłączenie w czasie pograżania. Nowo wyprodukowane grodzice mogą być dostarczone przez producenta, jako sparowane z zaciśniętymi zamkami (Uwaga! Grodzice sparowane przez producenta charakteryzują się mniejszą zdolnością do obrotu w zamkach, co jest szczególnie istotne dla ścianek o skomplikowanej geometrii w planie. W przypadku ścianek o wymaganej szczelności zaleca się część grodzic (zwykle do 10%) dostarczać na budowę, jako pojedyncze i łączyć w miarę potrzeb w pary na placu budowy). Sparowane grodzice przywożone są w miejsce pograżania i podnoszone jako całość.

Ścianką stalową można przebić się przez kłody drewniane w gruncie, przez żwir i pospółki, a nawet przez gruzowiska i słabe betony. Jeżeli spodziewamy się napotkania przeszkód w trakcie pograżania zaleca się wzmocnić podstawę pala (pkt. 8.4.19 normy [1]).

W przypadku, gdy osie ścianki w rzucie pionowym się przecinają pograżanie grodzic rozpoczyna się od narożnika. Narożne grodzice zespawane ze sobą (zalecenia dotyczące spawania grodzic wg p. 8.4 Polskiej Normy [1]), pograża się bardzo starannie na taką głębokość, aby były należycie umocowane w gruncie. Następnie tuż przed nimi na ziemi zaleca się ułożyć ramy prowadzące drewniane długości 3-5 m w takim rozstawie, aby pomiędzy nimi można było wstawić grodzice. Parę lub pojedynczą grodzicę nanizuje się na zamek grodzicy narożnej i pograża w grunt na głębokość 2-4 m. Kolejno pograża się następne pary lub pojedyncze grodzice na odcinku objętym ramami prowadzącymi. Jeżeli grodzice podczas pograżania wykazują nieregularne odchylenie od osi ścianki, wskazane jest założyć górne kleszcze, które będą się opuszczać razem z grodzicami.

Jeżeli ścianka z grodzic typu U nie jest przewidziana do późniejszego wyciągnięcia oraz nie jest zwieńczona oczepem żelbetowym, po zainstalowaniu grodzic na projektowaną głębokość wskazane jest zespawanie zamków na górnym odcinku na długości 50-80 cm, w celu polepszenia współpracy grodzic przy zginaniu.

Ścianki szczelne stalowe przy napotkaniu podczas pograżania w grunt na przeszkody w formie dużych głazów mogą ulec uszkodzeniu. Uszkodzenia te mogą mieć różne formy, np.:

- rozerwanie blachy ścianki między zamkami,
- zgniecie dolnego końca ścianki.

Można zmniejszyć prawdopodobieństwo ich wystąpienia przez wzmocnienie podstawy pala. Uszkodzenie te dadzą się łatwo wyczuć podczas pograżania. Oznaką tego jest dalsze powolne zagłębianie się grodzicy.

#### **5.4.3. Tarcie w zamkach grodzic w trakcie ich pograżania.**

W trakcie pograżania grodzic występuje pomiędzy grodzicą pograżaną, a już pograżoną w gruncie tarcie w zamkach. Jeżeli siły tarcia w zamkach są bardzo duże to w trakcie pograżania może uwidocznić się jedno lub więcej wymienionych poniżej zjawisk.

#### **5.4.4. Pochylenie się grodzic w osi ścianki.**

Tarcie w zamku powoduje mimośrodowe działanie siły na grodzicę. Problem ten można rozwiązać w jeden z poniższych sposobów:

- przemieszczenie osi urządzenia pograżającego,

- zmniejszenie tarcia w prowadzącym zamku (zmniejszenie to może być osiągnięte różnymi środkami smarującymi; można też podjąć zabiegi utrudniające dostanie się gruntu do zamków),
- pogrążanie grodzic z prowadzeniem,
- pogrążanie grodzic w jedno- lub dwupoziomowej sztywnej ramie prowadzącej,
- przyłożenie siły przyciągającej lub odpychającej.

Jeżeli powyższe zabiegi nie przynoszążądanego efektu to dopuszcza się wykonanie i pogrążenie specjalnego klinowego pala niwelującego pochylenie. Pal taki można przygotować z dwóch odpowiednio przyciętych grodzic połączonych ze sobą spoiną ciągłą lub z blachy przyspawanej spoiną ciągłą do grodzicy.

W celu zminimalizowania podłużnych odchyłń nie zaleca się stosować takich metod jak: ukosowanie, częściowe wycinanie podstaw stalowych grodzic lub dospawanie do ich podstaw po stronie wolnego zamka stalowych elementów mających za zadanie zrównoważenie oporów powstających w zamku, ponieważ takie działania zwiększa to ryzyko rozejścia się zamków.

#### **5.4.5. Wciąganie w grunt poprzednio pogrążonej grodzicy.**

W trakcie pogrążania grodzic, w zamkach może występować tak duże tarcie, że wraz z pogrążanymi grodzicami wciągane są w głąb gruntu poprzednio wbite elementy. Przeciwdziałać temu można przez:

- zmniejszenie tarcia w prowadzącym zamku poprzez jego nasmarowanie lub/i zachowanie pionowości pogrążanych grodzic,
- spawanie ze sobą zamków już pogrążonych grodzic,
- zastosowanie specjalnych przenośnych szcęk zamocowanych na głowicach już pogrążonych grodzic), których zadaniem jest niedopuszczenie do wciągania w grunt grodzic już pogrążonych.

#### **5.4.6. Rozgrzewanie się zamków grodzic do bardzo wysokich temperatur.**

W skutek dużego tarcia w zamkach może dojść do rozgrzania ich do temperatury, w której stal staje się plastyczna, co może doprowadzić do wysprężnięcia się zamków. Przeciwdziałać temu można przez:

- zmniejszenie tarcia w prowadzącym zamku poprzez jego nasmarowanie lub/i zachowanie pionowości pogrążanych grodzic,
- pogrążanie grodzic etapami tak, aby miały one czas na oddanie ciepła.

#### **5.4.7. Ramy prowadzące.**

Jeżeli bardzo ważnym aspektem jest estetyka i szczelność ścianki szczelnej z grodzic wymagana jest zwykle duża dokładność pogrążania. Dla jej uzyskania zaleca się, aby przed przystąpieniem do pogrążania grodzic wykonać urządzenia pomocnicze: ramy prowadzące jednopoziomowe lub dwupoziomowe drewniane lub z belek stalowych. Drewniane ramy prowadzące są rozparte wkładkami drewnianymi i ściągnięte śrubami.

Ramy prowadzące jednopoziomowe wykonuje się w celu utrzymania należytego kierunku zgodnego z liniami wytyczonej osi ścianki. Natomiast ramy prowadzące dwupoziomowe ułatwiają utrzymanie odpowiedniej pionowości pogrążanych grodzic.

Z zastosowania ram prowadzących można zrezygnować, jeżeli sprzęt do pogrążania grodzic wyposażony jest w maszt prowadzący, który umożliwia ciągłe korygowanie pionowości w trakcie pogrążania.

#### **5.4.8. Wpływ technologii pogrążania na otoczenie.**

Ze względu na lokalizację obudów hałas i drgania podlegają ograniczeniu. Rozwiązaniem jest zastosowana metoda statycznego wciskania grodzic.

Zastosowanie w trakcie pogrążania grodzic zabiegu podplukiwania zmniejsza mierzone przyspieszenia. Sytuacja ta dotyczy w głównej mierze gruntów spoistych.

#### 5.4.9. Metody wspomagające.

W przypadku występowania trudności w procesie pograżania grodzic stosowane są zwykle następujące metody wspomagania:

- a) podplukiwanie niskociśnieniowe z małą objętością wody:
- ciśnienie: 1,5 – 2.0 MPa,
  - wydajność: 2.0 – 4.0 l/s na rurę,
  - średnica rur: około 25 mm,
  - liczba rur: zaleca się nie rzadziej niż w załamaniach grodzic.

- b) podplukiwanie wysokociśnieniowe:

- ciśnienie: 25.0 – 50.0 MPa (na wylocie pompy),
- wydajność: 1.0 – 2.0 l/s na rurę,
- średnica rur (stal lub PVC) około 25 mm,
- średnica dyszy: 1.5 – 3.0 mm.

- c) wstępne wiercenie, z użyciem lub bez użycia mieszanki cementowo-bentonitowej;

**Podplukiwanie niskociśnieniowe** z małą ilością wody stosowane jest głównie w zagęszczonych gruntach niespoistych. W połączeniu z wibrowaniem, pozwala grodzicom przechodzić przez bardzo zagęszczone grunty. Podplukiwanie niskociśnieniowe z małą ilością wody powoduje zwykle bardzo nieznaczne zmiany parametrów gruntów, nie wpływa znacząco na wzrost osiadań, chociaż należy zachować szczególną ostrożność w przypadkach, gdy grodzice mają przenosić obciążenia pionowe. Metoda daje dobre efekty szczególnie przy pograżaniu wibromłotami o wysokiej częstotliwości drgań. Podplukiwanie niskociśnieniowe jest też czasem stosowane do wstępnego przygotowania gruntu przed pograżaniem grodzic.

**Podplukiwanie wysokociśnieniowe** może być bardzo skuteczne w bardzo zagęszczonych warstwach gruntu. Podczas podplukiwania wysokociśnieniowego ograniczona objętość płuczki, zostaje wprowadzona do gruntu poprzez dysze zamocowane do grodzicy w nieznacznej odległości ponad jej podstawą. Warunki gruntowe ulegają nieznacznemu pogorszeniu tylko w ograniczonym obszarze wokół grodzicy. Warunki gruntowe w odniesieniu do nośności nie ulegają znacznym zmianom.

Wstępne wiercenie wykonuje się czasami przed pograżaniem grodzic w celu lokalnego rozluźnienia gruntu. Zwykle używane są wiertła ślimakowe z rurą lub bez rury osłonowej. Wstępne wiercenie wykonywane może być wzdłuż całej linii pograżania (bardzo ciężkie warunki gruntowe) lub tylko w miejscu zamków wolnych. Często w przypadku pograżania grodzic sparowanych rozwierca się grunt w miejscach połączenia zamków grodzicy podwójnej.

Nie należy podplukiwać grodzic pograżanych we wcześniej rozwiercony grunt, gdyż połączenie tych zabiegów znacznie pogarsza parametry gruntowe w otoczeniu grodzicy.

#### 5.4.10. Wyciąganie grodzic.

W trakcie planowania wrywania grodzic należy uwzględnić:

- pionowe i poziome odkształcenia otaczającego gruntu,
- możliwość połączenia różnych poziomów wodonośnych w gruncie.

W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się możliwość rezygnacji z wrywania grodzic po uzgodnieniu tego z Projektantem.

W trakcie wrywania grodzic szczególnie grunty spoiste mogą przywierać do powierzchni brusów, tworząc w ten sposób puste przestrzenie w gruncie.

W trakcie wrywania brusów należy wziąć pod uwagę:

- pionowe i poziome odkształcenia otaczającego gruntu,
- możliwość połączenia różnych poziomów wodonośnych w gruncie.

Tam, gdzie brusy znajdują się w pobliżu konstrukcji podatnych na uszkodzenie, zakładów chemicznych, podatnych na uszkodzenie instalacji między konstrukcjami i w konstrukcjach, podziemnych linii kolejowych itd., wrywanie brusów należy wykonywać ze szczególną ostrożnością.

## 5.5. Zwiększenie szczelności ścianek szczelnych

Z reguły woda przepływając przez zamki grodzic niesie ze sobą cząsteczki gruntu i dochodzi do samo uszczelnienia. Jeżeli wymagania Dokumentacji Projektowej w zakresie szczelności zamków są bardzo wysokie lub jeżeli istnieją uzasadnione obawy, co do możliwości wystąpienia samouszczelnienia można zastosować jedną z metod zmniejszenia wodoprzepuszczalności ścianek szczelnych. Metody te powinny być określone w Dokumentacji Projektowej lub zgodne z jej wymaganiami.

Szczelność zamków można powiększyć przez wprowadzenie specjalnych płynów lub mas wypełniających do wnętrza zamków. Najczęściej środki takie jest w stanie dostarczyć producent grodzic. Inne metody zwiększenia wodoszczelności grodzic są wymienione w Załączniku E Polskiej Normy [1].

## 6. KONTROLA JAKOŚCI

### 6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne wymagania dotyczące kontroli jakości robót podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

Kontrolę jakości konstrukcji stalowych należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi normami z uwzględnieniem następującego zakresu kontroli:

kontrola materiałów i wyrobów, w tym:

- wyrobów hutniczych, lin, drutów i materiałów dodatkowych,
- łączników mechanicznych.

kontrola wykonania obróbki części, w tym:

- kontrola, jakości ciecienia termicznego,
- kontrola, jakości wykonania miejscowego utwardzenia,
- kontrola kształtu otworów.

kontrola złączy spawanych, obejmująca:

- ocenę przed spawaniem i podczas spawania,
- ocenę po wykonaniu spawania.

każde połączenie spawane powinno podlegać kontroli, – co najmniej badaniom wizualnym.

W przypadku wątpliwości, po dokonaniu oceny wizualnej, jakości połączenia Inwestor może polecić wykonanie dodatkowo badań nieniszczących.

Sprawdzenie wymiarów elementów i ich zgodności z wymaganiami p. 4.7 obowiązujących norm..

### 6.2. Wymagania szczegółowe

Przed przystąpieniem do wykonywania robót należy sprawdzić:

- poprawność wytyczenia osi ścianki lub belek,
- ewentualne kolizje ścianki z istniejącym uzbrojeniem terenu,
- przygotowanie platformy roboczej,
- zgodność rzędnych terenu z podanymi w Dokumentacji Projektowej.

Nadzór powinien obejmować również kontrole i obserwacje, w czasie, których należy sprawdzić:

- zgodność warunków na placu budowy w zakresie danych dotyczących gruntu, wody gruntowej z założeniami przyjętymi w projekcie,
- zgodność z założeniami Dokumentacji Projektowej w zakresie kolejności i metody wykonania robót,
- zgodność z Dokumentacją Projektową w zakresie sposobu podparcia ściany, belek oczepowych i rozpór, ich klasy stali i wymiarów, długości, typu i nośności kotew na poszczególnych etapach robót,
- dokładność metod pomiarowych stosowanych przy instalacji grodzic,

- zakres ewentualnych uszkodzeń w sąsiadujących budynkach, urządzeniach lub podziemnych instalacjach przed i po instalacji ściany w celu identyfikacji tych uszkodzeń, które mogłyby być spowodowane wykonywanymi pracami,
- jeżeli poziomy wody gruntowej i wody swobodnej są według dokumentacji projektowej parametrami krytycznymi, to należy je kontrolować w odpowiednio krótkich odstępach czasu, aby otrzymać wiarygodne dane do ich odwzorowania,
- głębokość wbicia ścianki,
- zgodne z projektem etapowanie wykopu,
- poprawność wykonania konstrukcji rozparć ścianek w poziomach przewidzianych projektem,
- poprawność wykonania konstrukcji podwieszeń rurociągów.

Jeżeli prace realizowane są na terenie zabudowanym, to zaleca się rejestrowanie okresowo drgań i poziomów hałasu na terenie budowy oraz w najbardziej narażonych budynkach. Zaleca się, aby takie pomiary były wykonywane zgodnie z miejscową praktyką w celu porównania wyników z kryteriami, które są odpowiednie dla tego rejonu.

W przypadkach uzasadnionych zaleca się przeprowadzanie, z odpowiednią dokładnością, okresowych pomiarów przemieszczeń poziomych reperów na koronie ścianki szczelnej, w sposób pozwalający na ich porównanie z wartościami przemieszczeń przewidywanych w Dokumentacji Projektowej.

Jeśli w sąsiedztwie konstrukcji ścianki szczelnej znajdują się budynki lub instalacje podatne na uszkodzenia, to oprócz pomiarów opisanych powyżej zaleca się uwzględnienie, co najmniej:

- pomiarów przemieszczeń na wybranej głębokości,
- pomiarów osiadań budynków i instalacji.

### 6.3. Tolerancje wykonania

O ile w Dokumentacji Projektowej nie ustalono inaczej, to tolerancje wykonania ścianki szczelnej z grodzic stalowych wynoszą [1]:

- położenie głowic grodzic według planu pograżania (w kierunku prostopadłym do osi ścianki:

$$e \leq 75\text{mm};$$

- pochylenie grodzic od pionu:

$$i \leq i_{\max} = 1\% (0,01\text{m/m});$$

Odchylenie grodzic od pionu może wynosić 2% w gruntach trudnych ze względu na pograżanie, pod warunkiem, że żadne ścisłe kryteria nie zostały określone np. w odniesieniu do szczelności. Nie dopuszcza się natomiast możliwości rozejścia się zamków.

Geometryczne odchyłki pograżania są zwykle uwzględnione w projekcie. Jeżeli określone odchyłki zostaną przekroczone, to należy zbadać zakres możliwego przeciążenia jakiegokolwiek elementu konstrukcyjnego oraz w przypadku konieczności podjąć odpowiednie działania naprawcze. Decyzję w tym zakresie podejmuje Projektant.

## 7. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

### 7.1. Szczegółowe zasady odbioru obudowy wykopu

Odbioru robót dokonuje się na podstawie:

- obserwacji przebiegu pograżania grodzic,
- prawidłowości etapowania wykopu i wykonywania ram rozpierających w odpowiednich poziomach,
- zgodności wykonanych robót z dokumentacją projektową, wymaganiami WWiORB i uzgodnionym sposobem wykonania,
- deklaracji zgodności wbudowanych materiałów z Polską Normą,

- wyników pomiarów geodezyjnych wykonywanych przez służbę geodezyjną Wykonawcy i sprawdzonych przez służbę geodezyjną Inwestora,
- wyników innych badań rutynowych i dodatkowych wymaganych w Dokumentacji Projektowej lub zleconych przez Inwestora,
- Dokumentacji Projektowej z naniesionymi zmianami wprowadzonymi w trakcie realizacji robót,
- zapisów w Dzienniku Budowy,

Wszystkie badania i próby powinny dać wynik pozytywny. Jeżeli którekolwiek badanie lub próba dała wynik negatywny należy usunąć zaistniałą wadę i przedstawić roboty do ponownego odbioru.

Odbiór robót w zakresie zabezpieczenia wykopów podczas prowadzenia robót dokonuje się na zasadzie odbioru robót zanikających i ulegających zakryciu.

## 8. PODSTAWA PŁATNOŚCI

Wymagania dotyczące płatności podano w WWiORB 00 Wymagania ogólne.

## 9. PRZEPISY ZWIĄZANE

W przypadkach nieobjętych poniższym zestawem regulacji Wykonawca jest zobowiązany do kierowania się aktualnymi regulacjami prawnymi, wiedzą inżynierską i najlepszymi dostępnymi praktykami.

<b>PN-EN 12063:2001</b>	Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych. Ścianki szczelne
<b>PN-EN 10248-1:2023-08</b>	Grodzice walcowane na gorąco ze stali niestopowych. Techniczne warunki dostawy
<b>PN-EN 12048-2:1999</b>	Grodzice walcowane na gorąco ze stali niestopowych. Tolerancje kształtu i wymiarów
<b>PN-EN 10249-1:2000</b>	Grodzice kształtowane na zimno ze stali niestopowych. Techniczne warunki dostawy
<b>PN-EN 10249-2:2000</b>	Grodzice kształtowane na zimno ze stali niestopowych. Tolerancje kształtu i wymiarów
<b>PN-EN 1993-1-12:2008</b>	Eurokod 3 -- Projektowanie konstrukcji stalowych
<b>PN-EN 1993-5:2009</b>	Eurokod 3 – Projektowanie konstrukcji stalowych – Część 5: Palowanie i grodzie
<b>PN-EN 1997-1:2008</b>	Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
<b>PN-EN 1997-2:2009</b>	Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego