

G-01.00.00 Zabezpieczenie skarpy

G-00.00.00 Gwoździe gruntowe CFG

1 WSTĘP

1.1 Przedmiot Specyfikacji Technicznej (ST)

Przedmiotem niniejszej Specyfikacji Technicznej (ST) są wymagania dotyczące wykonania gwoździowania skarpy w celu ich zabezpieczenia i stabilizacji w ramach robót budowlanych obejmujących budowę naziemnego parkingu jednokondygnacyjnego na terenie północnym nowej siedziby Muzeum Śląskiego w Katowicach.

1.2 Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej (ST)

Specyfikacja jest dokumentem przetargowym i kontraktowym przy zlecaniu i realizacji robót wymienionych w pkt. 1.1 zgodnie z ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

1.3 Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną (ST)

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu gwoździ gruntowych, ze zbrojeniem w postaci żerdzi stalowej wykonywanych na skarpie gruntowej, spełniających funkcję stabilizacji wgłębnej oraz mocowania systemu zabezpieczenia powierzchni skarpy w postaci siatki konstrukcyjnej rozpiętej pomiędzy gwoździami, bądź sztywnej powłoki betonowej. Specyfikacja obejmuje wykonanie gwoździ o długości, średnicy i nośności wg Dokumentacji Projektowej.

1.4 Określenia podstawowe

Określenia podane w niniejszej ST są zgodne z obowiązującymi polskimi normami oraz z określeniami podanymi w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Gwóźdź gruntowy - element wprowadzony w grunt, składający się z elementu zbrojącego i otuliny kamienia cementowego wykonany zwykle pod pewnym kątem w stosunku do poziomu, który mobilizuje tarcie w gruncie wzdłuż całej jego długości; może pracować również na ścinanie i zginanie; służy zapewnieniu stateczności globalnej skarpy i umożliwia zamocowanie oblicowania,

System gwoździowania gruntu – system składający się z zasadniczego elementu zbrojącego wraz z elementami dodatkowymi: łącznikami do żerdzi, elementami dystansowymi, końcówkami wiertniczymi, elementami głowicy oraz odpowiedniego typu zabezpieczenia przeciwkorozyjnego,

Konstrukcja gwoździowana – lekka konstrukcja oporowa oparta na idei zbrojenia wgłębego gruntu, realizowanego poprzez wbudowanie w masyw gruntowy układu iniekcyjnych gwoździ gruntowych o odpowiednich parametrach technicznych (rozstaw, długość, nachylenie, nośność), połączonych z nim za pomocą buław z kamienia cementowego, stanowiąca zabezpieczenie stateczności ogólnej skarpy, uzupełniona i współpracująca z systemem oblicowania,

Wykonanie gwoździowania - proces osadzania gwoździ przez wiercenie i iniecyjne zespolenie z ośrodkiem gruntowym

Iniektowanie gwoździ - wprowadzenie zaczynu cementowego do przestrzeni otworowej wokół zbrojenia gwoździa w celu powiązania go z gruntem.

Oblicowanie (pokrycie) powierzchni skarpy - pokrycie odsłoniętej, gwoździowanej, skarpy gruntowej w celu jej stabilizacji i utrzymania gruntu pomiędzy gwoździami, oraz zabezpieczenia przeciwerozyjnego,

System oblicowania - system składający się z pokrycia (oblicowania) oraz płyt dociskowych

Oblicowanie elastyczne - podatna obudowa w postaci siatki, której podstawowym zadaniem jest ochrona i utrzymanie wierzchniej warstwy gruntu przed erozją i blokowanie tej warstwy przed przemieszczeniami wzdłuż lub od powierzchni skarpy, obudowa przenosi siły z gwoździ na powierzchnię skarpy pomiędzy ich głowicami. Obudowa pomaga ustabilizować warstwę humusu na skarpie,

Oblicowanie sztywne – obudowa w postaci powłoki ze zbrojonego betonu natryskowego, wykonywanej na skarpie, której podstawowym zadaniem jest ochrona i utrzymanie wierzchniej warstwy gruntu przed erozją i blokowanie tej warstwy przed przemieszczeniami wzdłuż lub od powierzchni skarpy, obudowa przenosi siły z gwoździ na powierzchnię skarpy pomiędzy ich głowicami.

Głowica gwoździ - płytka połączona z gwoździem nakrętką służąca do przenoszenia składowej obciążenia z obudowy lub bezpośrednio z powierzchni gruntu na gwóźdź,

Gwóźdź testowy - gwóźdź wykonany identyczną metodą i w tych samych warunkach, co gwoździe konstrukcyjne w celu ustalania lub weryfikacji jego nośności.

1.5 Ogólne wymagania dotyczące Robót

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”. Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Dokumentacją Projektową, Specyfikacją, normami i poleceniami Inżyniera.

Gwoździowanie skarp powinno być realizowane na podstawie Dokumentacji Projektowej.

W przypadku stwierdzenia istotnych niezgodności warunków geotechnicznych z podanymi w projekcie (Dokumentacji geotechnicznej), należy odpowiednio dostosować liczbę i długość gwoździ – w uzgodnieniu z Inżynierem i nadzorem autorskim.

Analogicznie należy postępować w przypadku natrafienia w trakcie osadzania gwoździ w gruncie na nieprzewidziane przeszkody (kłody drewna, niezinventaryzowane instalacje techniczne, itp.)

Wykonawca jest zobowiązany do zabezpieczenia środków technicznych niezbędnych do wykonania gwoździowania w opisanym w Dokumentacji ośrodku gruntowym i z uwzględnieniem niestateczności otworu.

2 MATERIAŁY

2.1 Zbrojenie - Wymagania podstawowe

Ogólne wymagania dotyczące materiałów podano w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Elementy zbrojące gwoździ gruntowych mają być wykonane ze stali, w postaci żerdzi z otworem centralnym lub odpowiedniego pręta pełnego. Elementy mają być gwintowane lub żebrowane w celu zapewnienia przyczepności do iniektu oraz zamocowania płyt dociskowych odpowiednimi

nakrętkami. Elementy zbrojące muszą spełniać określone warunki, dotyczące zależności obciążenie / wydłużenie, wymagań wytrzymałościowych, trwałości i wymaganej współpracy z gruntem.

Materiały do wykonania gwoździ gruntowych muszą spełniać wymogi normy PN-EN 14490 „Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Gwoździe gruntowe”, w zakresie wymagań i reżimów materiałowych, jak i technologii wykonania.

Materiały do wykonania gwoździ gruntowych muszą posiadać ważną aprobatę Instytutu Badawczego Dróg i Mostów, dopuszczającą elementy do stosowania jako gwoździe gruntowe wykonywane zgodnie z PN-EN 14490.

Materiały do wykonania gwoździ gruntowych podlegają postanowieniom Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 305/2011 dotyczącego wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych. Z tego tytułu, elementy stalowe używane do konstrukcji gwoździ gruntowych muszą być certyfikowane do oznakowania znakiem CE, potwierdzającym ich zgodność z wymogami odpowiedniej normy podstawowej (PN-EN 10210, PN-EN 10219 lub PN-EN 10080 w przypadku prętów pełnych) oraz przeznaczeniem w niej ustalonym (np. kształtowniki wg PN-EN 10210 do stosowania na konstrukcje metalowe lub konstrukcje złożone z metalu i betonu). Informacja o oznakowaniu CE powinna znaleźć się na Ateście Hutniczym, wystawionym zgodnie z PN-EN 10204.

Zgodnie z PN-EN 14490, żerdzie systemu samowierzącego (pręty z otworem centralnym) muszą odpowiadać wymaganiom normy EN 10210 lub EN 10219. Pełny element stalowy musi odpowiadać warunkom normy EN 10080. Stalowe zbrojenie gwoździ gruntowych może być wykonane jedynie ze stali konstrukcyjnej. Nie dopuszcza się stosowania materiałów nie spełniających tych wymagań do zbrojenia gwoździ gruntowych. W związku z tym nie dopuszcza się stosowania stali o gatunku innym niż konstrukcyjna, np. stali 28Mn6, GM600, TS590, 36Mn6.

Do zbrojenia gwoździ należy wykorzystać stal o nominalnej granicy plastyczności do 600 MPa. Z uwagi na efekt utwardzenia stali w procesie produkcyjnym, dla gotowego wyrobu (żerdzi z uformowanym gwintem) dopuszcza się tolerancję granicy plastyczności +5% względem wartości nominalnej granicy plastyczności.

W przypadku stosowania zbrojenia ze stali wysokowytrzymałej (w rozumieniu normy PN-EN 14490), tj. o granicy plastyczności wyższej od określonej powyżej, ochronę antykorozyjną zbrojenia gwoździ należy wykonać jako DCP zgodnie z normą PN-EN 1537.

Bazując na zapisach Dyrektywy oraz normy PN-EN 14490 nie dopuszcza się stosowania żerdzi systemu samowierzącego (prętów z otworem centralnym) wykonywanych na podstawie innych norm niewyszczególnionych w PN-EN 14490, bądź nieadekwatnych do rodzaju zbrojenia (ze stali o innym przeznaczeniu niż konstrukcyjne, do współpracy z betonem).

Materiał użyty do wykonania gwoździ gruntowych musi charakteryzować się odpowiednią ciągliwością. Wymagane jest wydłużenie względne A_{gt} min. 5%. Odpowiednią charakterystykę pracy zapewnia właściwy skład chemiczny stali. Wymaganą wartość równoważnika węgla CEV podano w rozdziale 2.3 Zbrojenie – Wymagania Szczegółowe.

Żerdzie systemu samowierzącego, z uwagi na proces wykonywania, muszą odznaczać się odpowiednią wytrzymałością na obciążenia dynamiczne występujące podczas wiercenia – momenty skręcające i uderzenia powodują naprężenia w żerdziach. Użyty system musi gwarantować, że żerdzie nie zostaną uszkodzone bądź osłabione podczas procesu wiercenia. Odpowiednią odporność gwarantuje

stal o określonej wartości udarności. Wymaganą wartość udarności wg testu Charpy'ego (wg PN-EN 10210) podano w rozdziale 2.3 Zbrojenie – Wymagania Szczegółowe.

2.2 Zbrojenie - Wymagania dotyczące zapewnienia odpowiedniej trwałości

Materiał użyty do wykonania gwoździ gruntowych musi spełniać wymogi ochrony antykorozyjnej, właściwe dla elementów trwałych, tj. o okresie użytkowania pow. 2 lat. Zapewnienie właściwej ochrony antykorozyjnej zbrojenia gwoździ powinno być wykonane wg. wymagań określonych w normie PN-EN 14490

Certyfikaty potwierdzające ograniczenie rozwarstości rys podlegają akceptacji Projektanta i należy je dołączyć do kompletu dokumentów będących podstawą do zatwierdzenia materiału (deklaracje i certyfikaty zgodności).

W przypadku stosowania zbrojenia nie dotrzymującego reżimu szczelności kamienia cementowego (np. żerdzie z gwintem falistym typu R), wymagane jest dodatkowe zabezpieczenie przeciwnikorozyjne w postaci powłok cynkowych lub cynkowo-epoksydowych na całej długości zbrojenia (gwoździa gruntowego). Powłoki ochronne muszą cechować się odpowiednią wytrzymałością mechaniczną aby nie uległy zniszczeniu podczas instalacji. Dopuszcza się następujące kombinacje komponentów antykorozyjnych:

- pojedyncza powłoka cynkowa na całej długości gwoździa, pod warunkiem stosowania wysokowytrzymałych powłok cynkowych, wykonywanych metodą HTG (wysokotemperaturowe cynkowanie ogniowe) w kąpeli o temp. 560-630 °C
- podwójna powłoka: cynkowo-epoksydowa na całej długości gwoździa, w przypadku stosowania ocynku ogniowego normalnotemperaturowego, w kąpeli o temp. 450-500 °C

W obu przypadkach, warunki cynkowania muszą odpowiadać normie EN ISO 1461. Minimalna grubość powłoki cynkowej ma wynosić:

- min. 60µm dla cynkowania wysokotemperaturowego
- min. 80µm dla cynkowania normalnotemperaturowego

Spełnienie warunku trwałości powłoki cynkowej odbywa się na podstawie certyfikatów cynkowania, potwierdzających warunki (temperaturę) wykonania kąpeli. Certyfikaty podlegają akceptacji Inżyniera w uzgodnieniu z Projektantem i należy je dołączyć do kompletu dokumentów będących podstawą do zatwierdzenia materiału (deklaracje i certyfikaty zgodności).

Powłoka epoksydowa ma być wykonywana wg PN-EN ISO 12944 oraz odpowiadać kategorii korozyjności C5-M.

Jako alternatywę do powłok antykorozyjnych można zastosować „traconą grubość ścianki” (sacrificial loss thickness). W tym przypadku pole przekroju stosowanej żerdzi powinno być większe o min. 30% względem przekroju danej żerdzi, niezbędnego do uzyskania projektowanej nośności dla zastosowanego gatunku stali (względem tzw. przekroju referencyjnego).

Przykład:

- a) Rozwiązanie projektowe bazuje na żerdzi ze Stali S460, siła uplastyczniająca 730 kN, pole przekroju 1 250mm² – granica plastyczności 584 N/mm²

- b) Stosując żerdzie z innego gatunku stali, np. o granicy plastyczności 487 N/mm², należy wyliczyć, jakie pole przekroju stali innego gatunku, umożliwi uzyskanie wytrzymałości równej żerdzi typu G3 z rozwiązania bazowego – jest to tzw. przekrój referencyjny
- c) Obliczenie przekroju referencyjnego dla żerdzi z innego gat. stali, o granicy plastyczności 487 N/mm², względem bazowej żerdzi typu podstawowego, dla której siła uplastyczniająca 730 kN a granica plastyczności 584 N/mm²:
- $$x * 487 \text{ N/mm}^2 = 1250 \text{ mm}^2 * 584 \text{ N/mm}^2$$
- $$x = 1250 \text{ mm}^2 * 584 / 487$$
- $$x = 1499 \text{ mm}^2$$
- Minimalne pole przekroju poprzecznego żerdzi z innego gatunku stali, niezbędne dla osiągnięcia wymaganej bazowej, projektowej siły uplastyczniającej 730 kN wynosi 1499mm². Jest to tzw. przekrój referencyjny, względem którego oblicza się pole przekroju wymagane z uwagi na zapewnienie długowieczności (długotrwałe utrzymanie nośności).
- d) Uwzględniając naddatek 30% - 1499mm² x 1,3, uzyskuje się 1 949 mm². Jest to minimalne pole przekroju dla żerdzi z innego gatunku stali, której ochrona antykorozyjna uzyskiwana jest z naddatku grubości ścianki (sacrificial loss thickness).

Zastosowanie zbrojenia o powiększonym przekroju nie wyłącza wcześniejszych zapisów dotyczących gatunków stali dopuszczonych przez normę PN-EN 14490 do stosowania w formie zbrojenia z żerdzi rurowych.

W przypadku gwoździ gruntowych łączonych z oblicowaniem elastycznym (siatki stalowe, geosyntetyki przestrzenne, itp.) ostatni 3m odcinek gwoździa należy wykonać z żerdzi w powłoce typu duplex, tzn. cynkowo-epoksydowej. Elementy głowicy – płyty oporowe i nakrętki należy zastosować w wersji ocynkowanej. Nie dopuszcza się stosowania w części przypowierzchniowej zbrojenia gwoździ niezabezpieczonego antykorozyjnie.

Jeśli będą zastosowane połączenia elementów stalowych powinny one mieć wytrzymałość na rozciąganie nie mniejszą niż te elementy. Przemieszczenie żerdzi/pręta względem elementu łączącego pod obciążeniem projektowym nie powinno przekraczać 0,1mm.

2.3 Zbrojenie – Wymagania Szczegółowe

Do realizacji zadania należy wykorzystać stalowe zbrojenie gwoździ gruntowych, wykonane ze stali konstrukcyjnej, o parametrach nie gorszych niż przyjęte w rozwiązaniu projektowym.

Do obliczeń projektowych przyjęto zbrojenie z żerdzi z otworem centralnym. Żerdzie wykonane ze stali S460 wg PN-EN 10210-1, charakteryzującej się równoważnikiem węgla CEV max. 0,50 oraz wartością udurowienia w teście Charpy'ego min. 40J w temp. -20oC.

Parametry techniczne zbrojenia poszczególnych typów gwoździ gruntowych:

Typ G1:

Stal: zgodna z normą PN –EN 14490

Siła uplastyczniająca: min. 260 kN

Sztywność giętna: min. 4,6 kNm²

2.4 Zbrojenie – Zatwierdzanie materiału

Zatwierdzenia materiału do wykonania gwoździ gruntowych dokonuje Inżynier, w uzgodnieniu z Projektantem. Dokumenty wymagane w procesie zatwierdzania materiału:

- a) Atest hutniczy zawierający informacje o normie podstawowej, wg której wytworzono stalowy element zbrojenia, potwierdzający gatunek i skład chemiczny stali, CEV, udarność (test Charpy'ego) i parametry wytrzymałościowe wyrobu, zgodnie z PN-EN 10204 „Wyroby metalowe. Rodzaje dokumentów kontroli”.
- b) Certyfikat CE potwierdzający zgodność materiału z przeznaczeniem i wymogami normy podstawowej. Informacja o oznakowaniu CE może być również zawarta na atście hutniczym
- c) Certyfikat cynkowania (jeśli dotyczy), potwierdzający warunki wykonania zabezpieczenia i grubość warstwy zabezpieczającej
- d) Aprobata IBDiM, zawierającą informacje nt. normy podstawowej oraz gatunku stali, z jakiego wytworzono elementy systemu gwoździ
- e) Krajowy Certyfikat Zgodności wraz z Deklaracją Zgodności

2.5 Zaczyn cementowy

Butawa gwoźdza powstaje wskutek iniekcji zaczynem cementowym o wskaźniku wodno-cementowym $w/c = 0,4-0,5$. Podana wytrzymałość docelowa jest właściwa dla kamienia cementowego uzyskanego drogą takiej iniekcji. Iniekt należy sporządzać z cementu marki min. 32,5 o przyspieszonym wiązaniu (R), w celu zapewnienia odpowiednio szybkiego przyrostu wytrzymałości (uzyskania nośności chwilowej gwoździ), niezbędnej dla pogłębienia wykopu.

Iniekt cementowy powinien być nie korozyjny w stosunku do pozostałych elementów systemu i nie zanieczyszczać środowiska. Dodatki stosuje się dla poprawy urabialności, szczelności i wytrzymałości kamienia cementowego, stabilności i redukcji skurczu. Iniekt powinien osiągnąć wytrzymałość, co najmniej 5 MPa przed obciążeniem gwoźdza gruntowego (wykonanie kolejnego poziomu wykopu należy zrealizować najwcześniej 2-3 dni od iniekcji końcowej gwoździ) oraz wytrzymałość charakterystyczną, co najmniej 30 MPa po 28 dniach. W przypadku wykonywania gwoździ gruntowych w gruncie nawodnionym zaczyn cementowy do wykonania iniekcji końcowej należy sporządzić z użyciem dodatku podwodnego UW1 lub UCS, w ilości 1% (lub innego dodatku podwodnego w ilości określonej w karcie technologicznej Producenta).

2.6 Wymagania dla elastycznego systemu oblicowania

Pokrycie elastyczne skarpy składa się z:

- siatki romboidalnej stalowej, zabezpieczonej przed korozją przy pomocy warstwy cynk/aluminium. Wytrzymałość siatki na rozciąganie wzdłuż dłuższej przekątnej oczka min. 150 kN/mb. Siatka powinna posiadać odpowiednie zakończenia na krawędziach płacht, o nośności identycznej z calizną siatki. Wytrzymałość siatki musi być uzyskiwana w caliznie (ze względu na nieprzewidywalny sposób pracy na skarpie oraz różny poziom ochrony antykorozyjnej, nie dopuszcza się stosowania materiałów kompozytowych, wzmacniania linami w caliznie, etc.).
- płytek kotwiących siatkę do gwoździ gruntowych, zoptymalizowanych do siatki romboidalnej, ocynkowanych, umożliwiających wstępne napięcie siatki siłą osiową do 5 ton na każdym gwoździu (siła mierzona po osi gwoźdza). Płytki powinny mocować siatkę conajmniej w trzech punktach (włączając gwoździ).

- łączników ocynkowanych, pozwalających łączyć poszczególne płachty siatki w sposób gwarantujący jednakową nośność w każdym punkcie pokrycia siatką stalową,
- lin granicznych o średnicy 12 do 18 mm, spełniających stosowne normy dla lin stalowych.

Wymagana wytrzymałość siatki na rozciąganie odnosi się do wytrzymałości siatki w jej całości.

Obudowa skarpy współpracująca z gwoździami powinna mieć trwałość nie krótszą niż projektowany okres eksploatacji zabezpieczenia z wyspecyfikowanymi, dopuszczalnymi odkształceniami. Trwałość powinna być udowodniona na podstawie porównywalnego doświadczenia zdobytego w badaniach użytkowności i trwałości systemu.

Gwoździe nie są wstępnie sprężane ani naciągane. Docisnięcie nakrętką likwiduje luzy pomiędzy głowicą gwoździa, a obudową skarpy i powoduje ciasne dopasowanie (opięcie) siatki do powierzchni skarpy.

Szczegółowe wymagania dla systemu oblicowania zawiera ST G.01.01.02

3 SPRZĘT

Ogólne warunki stosowania sprzętu podano w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Sprzęt wiertniczy należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych oraz sposobu zabezpieczenia stateczności ścian otworu terenu oraz specjalnych wymagań określonych w Dokumentacji Projektowej. Ze względu na prowadzenie prac na parkingu z ułożoną nawierzchnią z kostki brukowej, do prac należy zastosować sprzęt w postaci: koparki kołowej z masztom wiertniczym lub koparki gąsienicowej z nałożonymi nakładkami z tworzywa sztucznego na gąsienice. Masa maszyny wiercącej nie może przekroczyć 25 ton. Na czas prowadzenia prac, plac parkingowy należy zabezpieczyć w miejscu ruchu maszyn przez ułożenie zbrojonych mat kauczukowych lub podobnych. Należy uwzględnić, że dostęp do skarpy możliwy jest jedynie od podstawy, wysięg ramienia wiertniczego do 9m.

Stosowane wiertnice muszą umożliwiać wiercenie obrotowo-udarowe. Sprzęt używany do wykonania gwoździ musi być zaakceptowany przez Inżyniera. Do iniekcji stosuje się zestawy mieszalnikowo-pompowe. Mieszalnik musi umożliwić przygotowanie zaczynu o stosunku wodno-cementowym w/c=0,4-0,5 oraz podtrzymanie mieszaniny w stanie nie zsedymetowanym do momentu tłoczenia. Pompa ma zapewnić wydatek min. 90 l/min. i ciśnienie tłoczenia min. 4 MPa.

4 TRANSPORT

Ogólne warunki transportu podano ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne”.

Transport sprzętu do wykonywania gwoździ i układania siatek na skarpie – dowolnymi środkami transportowymi. Załadunek, transport, rozładunek i składowanie materiałów do wykonania gwoździowania powinny odbywać się tak, aby zachować ich dobry stan techniczny.

5 WYKONANIE ROBÓT

Ogólne warunki wykonania robót podano w „Wymaganiach ogólnych”.

Wykonawca przedstawi Inżynierowi do akceptacji projekt organizacji i harmonogram robót uwzględniający wszystkie warunki, w jakich będą wykonywane roboty. W projekcie powinno znaleźć się uzasadnienie dobranej sprzętu, oraz ew. układu dróg technologicznych.

5.1 Wykop / przygotowanie powierzchni zbocza

Konstrukcję z gruntu gwoździowanego formuje się wg metody TOP-DOWN, tj. od góry (korony skarpy) do dołu (podstawy skarpy). Formowanie przebiega etapami. Na każdy etap składa się: wykonanie wykopu do głębokości poziomu roboczego, wykonanie gwoździ gruntowych danego poziomu, drenażu oraz zamocowanie oblicowania. Głębokości poszczególnych poziomów roboczych zawarte są w Projekcie. Głębokość poziomu roboczego musi zapewnić utrzymanie stateczności chwilowej. Nie dopuszcza się wykonywania całego wykopu. Najpierw wykonuje się zgrubny wykop (do głębokości pierwszego poziomu roboczego) a następnie dokładne formowanie skarpy według projektu z przyjętymi tolerancjami geometrii skarp oraz wprowadza się określone w Projekcie zabezpieczenia techniczne – gwoździe, ew. drenaż, oblicowanie.

Nie dopuszcza się wykonywania wykopu na głębokość większą niż poziom kolejnego realizowanego rzędu gwoździ gruntowych. Wykonanie kolejnego poziomu wykopu należy zrealizować najwcześniej 7 dni od iniekcji końcowej gwoździ wyższego poziomu roboczego.

Etapy wykopu :

I – wykop zgrubny do poziomu odpowiadającego pierwszemu poziomowi gwoździ Wykopy zgrubne nie mogą być głębsze niż opisane w Projekcie głębokości poszczególnych poziomów roboczych (do głębokości umożliwiającej wykonanie maksymalnie jednego rzędu gwoździ). Głębokość poziomu roboczego musi zapewnić utrzymanie stateczności chwilowej.

II – przygotowanie stoku do gwoździowania

Należy zachować możliwie krótki okres od przygotowania stoku do początku wykonania gwoździ i ubezpieczenia siatkami. Na stromych skarpach i w miejscu występowania słabych gruntów należy ograniczyć powierzchnię skarpy przygotowanej do gwoździowania, a w razie potrzeby zastosować podpierające przemy gruntów. Należy zabezpieczyć dostęp do platformy roboczej tymczasowymi drogami gruntowymi z rowami odwadniającymi i drenażem tymczasowym.

Na każdym etapie wykopu należy obserwować wycieki wody ze skarpy i poziom wody gruntowej oraz porównywać jej poziom i intensywność wycieków z danymi z dokumentacji geotechnicznej. Wycieki ze skarpy powinny być ujmowane poprzez wykonanie drenów wierconych. Możliwe jest również ujęcie w tymczasowe dreny w postaci „rękawów” z włókniny wypełnionych kruszywem, przedłużanych w dół w miarę pogłębiania wykopu lub zabudowanie poprzez osadzenie w miejscu wysięku króćca drenarskiego (ok.0,5-1,0m) i odprowadzone rurami spustowymi. Decyzja podejmuje Inżynier w porozumieniu z Nadzorem Autorskim.

5.2 Wytyczne usytuowania gwoździ

Miejsce wykonania gwoździ wyznacza Wykonawca na podstawie Dokumentacji Projektowej w nawiązaniu do osi podłużnej drogi, którą wyznacza służba geodezyjna. Na każdym 100 m odcinku należy zastabilizować (z zabezpieczeniem przed uszkodzeniem) 3 punkty geodezyjne po każdej stronie wykopu, ostateczną lokalizację akceptuje Inżynier.

Punkty wyznaczające usytuowanie, według których będą wykonywane gwoździe powinny być oznaczone na gruncie w sposób trwały. Szkic z podaniem oznaczeń i odległości pomiarowych należy włączyć do dokumentacji budowy.

Minimalna odległość skrajnych gwoździ konstrukcyjnych (nośnych) od krawędzi obrysu skarpy powinna wynosić ok. 0,5 m. W przypadku gwoździ technologicznych (konturowych) służących do

prawidłowego zamocowania i rozpięcia elementów obudowy podatnej, odległość od krawędzi obrysu skarpy powinna wynosić ok.1,0m powyżej krawędzi górnej, jeśli w Projekcie nie określono inaczej.

5.3 Metody wykonania gwoździ

W metodzie bezpośredniej element zbrojący z otworem centralnym pełni jednocześnie rolę żerdzi wiertniczej i przewodu iniekcyjnego, a po pogrążeniu na pełną głębokość odpowiadającą długości gwoźdźnia, i wykonaniu drugiej fazy iniekcji pozostaje w gruncie jako zbrojenie.

5.4 Wykonanie prac wiertniczych

Wiercenie elementem zbrojącym – gwoździe samowierzące CFG

Żerdzie wraz z łącznikami, elementami dystansowymi i jednorazową końcówką wiertniczą tworzą kompletny zestaw będący konstrukcją gwoźdźnia jednocześnie wykorzystywany do wiercenia otworu (przewód wiertniczy) i iniekcji (przewód iniekcyjny). Podczas wykonywania gwoździ należy stosować płuczkę cementową - zaczynem cementowym o stosunku wodno-cementowym $W/C = 0,7$. Zaczyn jest wytłaczany do otworu wiertniczego poprzez otwory w końcówce wiertniczej. Wiercenie odbywa się bez rur osłonowych. W zwartych ośrodkach skalistych można stosować płuczkę powietrzną. Nie dopuszcza się stosowania płuczki wodnej.

5.5 Iniekcja gwoździ

W systemie wiercenia elementem zbrojącym CFG iniekt jest podawany w trakcie wiercenia i po jego zakończeniu przez otwór centralny żerdzi i dysze w końcówce wiertniczej. W trakcie wiercenia (iniekcja wstępna) tłoczony jest zaczyn o wskaźniku $w/c=0,7$ lub mniejszym. Iniekcja zasadnicza (po pogrążeniu całej długości gwoźdźnia) jest prowadzona zaczynem o wskaźniku $w/c=0,4$. W trakcie iniekcji zasadniczej żerdź powinna się obracać, wykonując ruch posuwisto-zwrotny. Zalecane jest zawibrowanie iniektu udarem przewodu. Iniekcja prowadzona jest od dna otworu do wierzchu aż z otworu zacznie wypływać czysty, gęsty iniekt końcowy.

Nie dopuszcza się iniekcji wykonywanej poprzez wlewanie zaczynu przez wylot otworu.

Objętość iniektu i ciśnienie iniekcji powinny być rejestrowane dla każdego gwoźdźnia. Iniekt powinien być jednorodny o dobrej i wymaganej wytrzymałości, o składzie zgodnym z projektem.

5.6 System stabilizacji powierzchni zbocza – siatki zabezpieczające

Połączenia siatek z gwoździami powinny gwarantować przenoszenie sił z siatek na głowice gwoździ oraz bezawaryjną pracę podczas zakładanego czasu eksploatacji z zakładanymi dopuszczalnymi odkształceniami w płaszczyznach stoku i w rejonie głowic gwoździ.

Szczegółowe wymagania w zakresie systemu powierzchniowej stabilizacji zbocza zawarto w Dokumentacji Projektowej oraz ST G.01.01.02

5.7 Ośłona biologiczna

Na skarpach z oblicowaniem elastycznym przewiduje się wykończenie zabezpieczanych skarp „na zielono”. W tym celu skarpe zabezpieczoną gwoździami pokrywa się warstwą humusu i darnią lub matą kokosową z nasionami traw, lub hydroobsiewem a następnie stabilizuje siatką konstrukcyjną (system oblicowania).

6 KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

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

6.1 Nadzór, badania i monitoring

Nadzór, monitoring i badania powinny być prowadzone przez kwalifikowany personel z doświadczeniem w gwoździowaniu skarp. Każda zmiana warunków i odstępstwo od przyjętej technologii musi być zgłoszone Projektantowi i Inżynierowi Kontraktu.

Sprawozdania z prac powinny być prowadzone zgodnie z dokumentami kontraktowymi.

6.1.1 Sprawdzenie podłoża

Sprawdzenie podłoża – polega na porównaniu rzeczywistych warunków gruntowych z warunkami podanymi w Dokumentacji Projektowej.

6.1.2 Badania gwoździ

Każdorazowo Wykonawca ma obowiązek dokonywać sprawdzenia parametrów gruntu rodzimego z założonymi w Dokumentacji Projektowej. W przypadku gdy badania makroskopowe wykażą istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża przyjętych w projekcie, Wykonawca przeprowadzi szczegółową analizę w tym wykona badania laboratoryjne, które ujmie w cenie Kontraktowej.

Badania gwoździ powinny sprawdzić ich nośność i określić ich charakterystykę reologiczną. Obejmują one również kontrolę stosowanych materiałów systemu gwoździowania.

Liczba gwoździ do badania nośności wynosi :

- w badaniach przydatności gwoździa w danych warunkach gruntowych – 3 testy, przy czym przynajmniej 1 test na każdy rodzaj gruntu
- w badaniach odbiorczych dla obiektów 2 kategorii geotechnicznej – 2% wykonanych gwoździ gruntowych, minimum 3 badania; dla obiektów 3 kategorii geotechnicznej – 3% wykonanych gwoździ gruntowych, minimum 3 badania.

W badaniach przydatności danego typu gwoździ w konkretnych warunkach gruntowych należy określić przyczepność na jednostkę powierzchni (lub długości) gwoździa w gruncie przez próbę wyciągania gwoździa.

Celem tego badania jest także potwierdzenie przydatności metody gwoździowania i ustalenie potrzebnej ich długości w danych warunkach gruntowych. Badania przydatności wykonuje się, jeśli dla danego systemu gwoździowania nie zostaną przedstawione wyniki próbnych obciążeń gwoździ wykonanych w warunkach gruntowych podobnych do napotkanych w czasie realizacji kontraktu.

Wyboru gwoździ do badań odbiorczych powinien dokonać Inspektor odbierający wykonane roboty. Można założyć, że gwoździe musi być poddany badaniu wytrzymałości jeżeli:

- podczas wiercenia zaprojektowana długość gwoździa nie sięgnęła w głąb gruntu nośnego lub skały (poniżej powierzchni poślizgu) na minimalną głębokość określoną w dokumentacji projektowej,
- wystąpiły inne przesłanki sugerujące, że nośność konkretnego gwoździa może być nie wystarczająca.

Badania odbiorcze należy przeprowadzić zgodnie z programem badań w oparciu o Dokumentację Projektową.

W badaniach odbiorczych na gwoździach konstrukcyjnych (pozostawionych po badaniach jako gwoździe o pełnej nośności) należy zwrócić uwagę na nie przekroczenie dopuszczalnego obciążenia.

Na czas wykonania obciążenia próbnego oblicowanie skarpy powinny być odpowiednio zabezpieczone.

6.1.3 Kontrola jakości wykonywanych robót

Kontrola jakości powinna obejmować :

- inspekcję wzrokową materiału gruntowego z wykopu i odwiertów w celu potwierdzenia warunków gruntowych opisanych w projekcie w szczególności rodzaju gruntu, układu warstw, spękań, układu warstw wodonośnych, wycieków i źródeł wody,
- monitorowanie czasu wykonania czynności
- kontrolę nie przekraczania największej dopuszczalnej głębokości wykopu dla każdej fazy gwoździowania,
- kontrolę czasu pomiędzy wykonaniem kolejnej fazy wykopu, a osiągnięciem wystarczającej wytrzymałości iniektu w gwoździach
- kontrolę orientacji, rozstawu i długości gwoździ,
- kontrolę czystości i drożności odwiertów,
- kontrolę jakości materiałów,
- sprawdzenie ciągłości izolacji gwoździ
- kontrolę prawidłowości iniekcji, wprowadzenia elementu zbrojącego (wyposażenie w elementy centrujące)
- nadzór nad układaniem siatek ich połączeniami, zakładaniem głowic gwoździ w wyznaczonej siatce wymiarów, bez naciągania zbrojenia w płaszczyźnie stoku.

6.1.4 Badania powykonawcze – długoterminowe

Wytyczne co do ilości i rozmieszczenia punktów pomiarowych oraz sposobu prowadzenia pomiarów i ich oceny określa Dokumentacja Projektowa.

Wykonawca powinien sporządzić projekt monitoringu zgodnie z wymogami określonymi w Dokumentacji Projektowej. Projekt podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera.

Należy zainstalować system monitoringu i wykonywać okresowe kontrole stanu zabezpieczenia wg ustalonego planu badań.

W ramach systemu monitoringu możliwe jest zainstalowanie – jeżeli Dokumentacja Projektowa tego wymaga:

- repery geodezyjne,
- wskaźniki obciążeń gwoździ gruntowych,
- piezometry,
- inklinometry.

Monitoring eksploatacyjny powinien obejmować :

- Obserwacje skarp wykopu i pobliskich obiektów,
- Obserwacje siły w gwoździach - monitoring realizowany za pomocą np. systemowych tulejowych wskaźników obciążenia; wskaźniki montowane są w rozkładzie 1szt./150m² skarpy. Punkty obserwacyjne powinny być rozmieszczone w obrębie każdego poziomu gwoździowania, z zachowaniem wymaganej gęstości (jeżeli zostały przewidziane w Projekcie)
- Obserwację działania systemu drenażowego

- Obserwacje zmian w poziomie wód gruntowych za pomocą piezometrów (jeżeli zostały przewidziane w Projekcie) i nasilaniu przesączeń na skarpie
- Obserwacje degradacji systemu drenażowego, stopień skorodowania.

Monitoring techniczny powinien obejmować:

- Obserwacje siły w gwoździach na podstawie wskaźników obciążenia (jeżeli zostały przewidziane w Projekcie)
- Obserwacje funkcjonowania zabezpieczeń technicznych na podstawie pomiarów geodezyjnych na sieci reperów oraz pomiarów inklinometrycznych. (jeżeli zostały przewidziane w Projekcie)

6.2 Metryka gwoździa

Wyniki kontroli wykonania gwoździa należy zapisywać w jego metryce.

Metryka powinna zawierać następujące dane :

- Numer gwoździa i lokalizacja
- Wymagana nośność
- Rodzaj gwoździa, technika wykonania
- Przekrój poprzeczny i długość gwoździa, przekrój zbrojenia, rodzaj i wytrzymałość iniektu, grubość otuliny zbrojenia
- Sprzęt użyty do wykonywania gwoździa
- Sposób zabezpieczenia ściany otworu
- Datę i czas wiercenia
- Warstwy gruntu, poziomy wody gruntowej, powierzchniowej, utrudnienia napotkane w czasie wiercenia otworu
- Ewentualne odchyłki od projektu : położenia, pochylenia i poziomów głowicy
- Metoda iniekcji gwoździa, objętość zużytego iniektu

Dopuszcza się wykonanie metryk w formie tabelarycznych zestawień dziennych zawierających wymienione dane.

Przykładowy wzór metryki przedstawiono poniżej :

METRYKA GWOŹDZIA Nr.....

OBIEKT.....

Średnica gwoździa.....cm; Rzędna terenu.....

Nachylenie gwoździa.....Głębokość odwiertu.....

Długość gwoździa.....m; Projektowane obciążenie.....kN

Rodzaj iniektu.....

Element zbrojący.....

Klasa i znak stali.....

Wiercenie : początek dnia.....godzina.....

koniec dnia.....godzina.....

Sposób wiercenia.....

Sposób zabezpieczenia stateczności.....

.....

Głębokość rurowania.....m;

Iniekcja : dnia.....od godziny.....do godziny.....

Sposób iniekcji.....Wydatek iniektu.....dm³

Ciśnienie iniekcji.....MPa

PROFIL GEOTECHNICZNY

Długość odwiertu m (od – do)	Mięszość warstw - m	Rodzaj gruntu	Stan gruntu	Głębokość zw. wody gruntowej

Brygadzysta (mistrz).....

Inspektor nadzoru (kontroli jakości).....

Data..... Kierownik Robót.....

7 OBMIAR ROBÓT

Ogólne zasady obmiaru robót podano w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 7.

Jednostkami obmiaru jest 1 mb gwoźdźcia o długości określonej w Dokumentacji Projektowej. Jako długość gwoźdźcia przyjmuje się jego długość całkowitą, tzn. część zagłębioną w grunt łącznie z częścią wykorzystaną do uformowania głowicy.

8 ODBIÓR ROBÓT

Ogólne zasady odbioru robót podane w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt. 8.

8.1 Sprawdzenie jakości materiałów

Należy prowadzić na bieżąco zgodność z wymaganiami.

8.2 Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową

Roboty powinny być wykonane zgodnie z Dokumentacją Projektową, ST oraz pisemnymi decyzjami Inżyniera. Sprawdzenie zgodności z Dokumentacją Projektową polega na porównaniu wykonanych robót z Dokumentacją Projektową i p. 2.5 niniejszej Specyfikacji. Położenie głowicy gwoźdźcia i osi zbrojenia należy sprawdzić przez pomiary przymiarem z podziałką centymetrową i niwelatorem.

8.3 Sprawdzenie wymiarów i orientacji gwoźdźcia

Tolerancje przy wykonywaniu gwoździ :

- z uwagi na zróżnicowanie średnic koronek wiertniczych przewidzianych do wykonania projektowanych gwoździ, tolerancje lokalizacji gwoźdźcia należy przyjąć jako $\pm 15\text{cm}$, rozumiane jako pole o średnicy 30cm od osi lokalizacji wyznaczonej geodezyjnie, w którym musi zawrzeć się oś wykonanego otworu
- odchylenie gwoźdźcia w stosunku do określonego w projekcie - 5°
- rzędna głowicy gwoźdźcia w stosunku do projektowanej wynosi $\pm 10\text{ cm}$
- - długość części wbudowanej (zagłębionej w grunt) $\pm 20\text{cm}$.

W przypadku większych niedokładności, wymagana jest opinia projektanta, sposób postępowania podlega zatwierdzeniu przez Inżyniera

8.4 Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu

8.4.1 Dokumenty i dane

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

- dokumentacja projektowa z naniesionymi na niej zmianami i uzupełnieniami dokonywanymi w trakcie budowy,
- dziennik wykonania gwoździowania wraz z dziennikiem budowy i dowody uzasadniające zmiany i uzupełnienia dokonane w trakcie budowy, dane geotechniczne zawierające informacje o rodzaju gruntu, w którym były wykonywane roboty,
- metryki gwoździ wg opisu zamieszczonego w pkt. 6.4,
- wyniki badań gwoździ testowych.

8.4.2 Zakres odbiorów

Odbiór robót zanikających obejmuje sprawdzenie :

- zgodności lokalizacji, kąta nachylenia i długości otworów lub elementów zbrojących
- konstrukcji elementu zbrojącego i wprowadzanych do otworu urządzeń iniekcyjnych
- ułożenia i połączeń siatki konstrukcyjnej
- napięcia siatki i mocowania głowicy kotwiącej.

8.5 Odbiór końcowy

Przy odbiorze końcowym powinny być przedłożone następujące dokumenty :

- wyniki wszystkich wymaganych pomiarów i badań
- protokoły wszystkich odbiorów robót zanikających

Gwoździe należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami normy, jeżeli wszystkie badania opisane powyżej i próbne obciążenia dały wyniki pozytywne i zostały dotrzymane warunki postanowień ogólnych.

9 PODSTAWA PŁATNOŚCI

Ogólne ustalenia dotyczące podstawy płatności podano w ST K.00.00.00 „Wymagania ogólne” pkt 9.

Cena jednostkowa wykonania 1 mb gwoźdźcia obejmuje :

- zakup materiałów
- wyznaczenie osi gwoździ,
- dostarczenie potrzebnych materiałów i sprzętu,
- wykonanie otworu wiertniczego do żądanej głębokości
- wykonanie, montaż i wbudowanie zbrojenia oraz przewodu iniekcyjnego,
- iniekcję, ewentualną iniekcję dodatkową,
- usunięcie urobku i resztek iniektu ze skarpy,
- prowadzenie dziennika gwoździowania,
- próbne obciążenie wybranych gwoździ,
- połączenie siatki z gwoździami,
- wykonanie niezbędnych prób, badań, pomiarów i sprawdzeń,
- montaż, demontaż i przemieszczanie w obrębie budowy wiertnicy i urządzeń towarzyszących,
- wykonanie niezbędnych pomostów, dróg technologicznych (montażowych), placów składowych z ich późniejszą rozbiórką,
- uporządkowanie miejsca prowadzonych robót,
- inne roboty składające się na kompletne wykonanie zakresu robót przewidzianego w Specyfikacji Technicznej.

10 Przepisy związane

PN-EN 14490 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Gwoździe gruntowe.

PN-EN 1537 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych – Kotwy gruntowe.

PN-EN 1997-1 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne

PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2. Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i dla reguły budynków.

PN-EN 1994-1-1 Eurokod 4. Projektowanie zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 1993-1-1 Eurokod 3. Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.

PN-EN 10210 Kształtowniki zamknięte wykonane na gorąco ze stali konstrukcyjnych niestopowych i drobnoziarnistych.

PN-EN 10080 Stal do zbrojenia betonu. Spawalna stal zbrojeniowa. Postanowienia ogólne.

PN-EN 10204 Wyroby metalowe. Rodzaje dokumentów kontroli.

PN-EN ISO 12944 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 1: Ogólne wprowadzenie. Część 2: Klasyfikacja środowisk.

PN-EN ISO 1461 Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową. Wymagania i metody badań.

PN-EN 1008 Woda zarobowa do betonu --Specyfikacja pobierania próbek, badanie i ocena przydatności wody zarobowej do betonu, w tym wody odzyskanej z procesów produkcji betonu.

