

**Inwestor:** Uniwersytet Medyczny w Łodzi, al. Kościuszki 4, 90-419 Łódź

**Temat:** DRUGI ETAP BUDOWY CENTRUM KLINICZNO-DYDAKTYCZNEGO UNIWERSYTETU MEDYCZNEGO W ŁODZI WRAZ Z AKADEMICKIM OŚRODKIEM ONKOLOGICZNYM – ROZBUDOWA I PRZEBUDOWA BUDYNKÓW: A1, A2, WÓZKOWNI WRAZ Z ŁĄCZNIKIEM C8, BUDOWA: BUDYNKU RADIOTERAPII, PARKINGU WIELOPOZIOMOWEGO, ZIELONEJ PLATFORMY, LĄDOWISKA DLA ŚMIGŁOWCÓW ORAZ ZAGOSPODAROWANIE TERENU WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ

**Adres:** ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź  
dz. nr ewid. 411, obręb 106106\_9.0014, W-14, jedn. ewid. ŁÓDŹ-WIDZEW

**Kat. obiektu:** IX, XI, XVII, XXII, XXIII, XXV, XXVI, XXVIII

**Stadium:** PROJEKT WYKONAWCZY

**Nr projektu:** IBG-P/240/18

**Tom:** VI – PROJEKT WYKONAWCZY – STWIOR, PRZEDMIARY I KOSZTORYSY

**Część/Branża:** I – STWIOR / KONSTRUKCJA

**Nazwa specyfikacji:** SPECYFIKACJA TECHNICZNA WYKONANIA I ODBIORU UMOCNIEŃ POWIERZCHNI SKARP I ROWÓW

**Kody CPV:** WZMOCNIENIA SKARP CVP 45223210-1  
CVP 45111230-9  
CVP 45111240-2

**Projektanci:** mgr inż. Bartosz Kuleta  
upr. nr POM/0107/POOK/13  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
do projektowania bez ograniczeń  
  
mgr inż. Bartłomiej Moszczyński  
upr. nr POM/0068/PBKb/17  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
bez ograniczeń

**Sprawdzający:** mgr inż. Daniel Czerniawski  
upr. Nr POM/0062/PBKb/17  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
do projektowania bez ograniczeń

(pusta strona)

<b>1. WSTĘP .....</b>	<b>4</b>
1.1. Przedmiot ST .....	4
1.2. Zakres stosowania .....	4
1.3. Określenia podstawowe .....	4
1.4. Zakres robót objętych ST .....	6
1.5. Dokumentacja, którą należy przedstawić w trakcie budowy .....	6
<b>2. MATERIAŁY .....</b>	<b>7</b>
2.1. Wymagania ogólne .....	7
2.2. Zbrojenie – wymagania dotyczące zapewnienia odpowiedniej trwałości .....	8
2.3. Zbrojenie – Wymagania Szczegółowe .....	9
2.4. Zbrojenie – Zatwierdzenie materiału .....	10
2.5. Zaczyn cementowy .....	10
2.6. Wymagania dla elastycznego systemu oblicowania .....	10
<b>3. SPRZĘT .....</b>	<b>12</b>
3.1. Wymagania ogólne .....	12
<b>4. TRANSPORT .....</b>	<b>12</b>
4.1. Wymagania ogólne .....	12
<b>5. WYKONANIE ROBÓT .....</b>	<b>13</b>
5.1. Wymagania ogólne .....	13
5.2. Wykop/przygotowanie powierzchni zbocza .....	13
5.3. Wytyczne usytuowania gwoździ .....	13
5.4. Wytyczne usytuowania gwoździ .....	13
5.5. Iniekcja gwoździ .....	14
5.6. System stabilizacji powierzchni zbocza – siatki zabezpieczające .....	14
5.7. Oslona biologiczna .....	15
<b>6. KONTROLA JAKOŚCI .....</b>	<b>15</b>
6.1. Nadzór, badania i monitoring .....	15
6.2. Kontrola jakości wykonanych robót .....	15
6.3. Badania powykonawcze - długoterminowe .....	16
6.4. Metryka gwoździa .....	16
<b>7. OBMIAR ROBÓT .....</b>	<b>18</b>
<b>8. ODBIÓR ROBÓT .....</b>	<b>18</b>
8.1. Sprawdzenie wymiarów i orientacji gwoździa .....	18
8.2. Zakres odbiorów .....	18
8.3. Odbiór końcowy .....	19
<b>9. PODSTAWA PŁATNOŚCI .....</b>	<b>19</b>
<b>10. PRZEPISY ZWIĄZANE .....</b>	<b>20</b>

## 1. WSTĘP

### 1.1. Przedmiot ST

W niniejszym rozdziale omówiono ogólne wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót budowlanych związanych ze wzmocnieniem skarp, które zostaną wykonane na podstawie dokumentacji projektowej dla zadania pn. „Drugi Etap Budowy Centrum Kliniczno-Dydaktycznego Uniwersytetu Medycznego W Łodzi Wraz Z Akademickim Ośrodkiem Onkologicznym – Rozbudowa I Przebudowa Budynków: A1, A2, Wózkowni Wraz Z Łącznikiem C8, Budowa: Budynku Radioterapii, Parkingu Wielopoziomowego, Zielonej Platformy, Łądowiska Dla Śmigłowców Oraz Zagospodarowanie Terenu Wraz Z Niezbędną Infrastrukturą Techniczną”.

Klasyfikacja wg Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)

Grupa	Klasa	Kategoria	Opis
45223210-1			Roboty budowlane w zakresie wznoszenia kompletnych obiektów budowlanych lub ich części oraz w zakresie inżynierii lądowej i wodnej.
	45220000-7		Roboty w zakresie wykonywania pokryć i konstrukcji dachowych i inne podobne roboty specjalistyczne.
		45262400-5	Specjalne roboty budowlane, inne niż dachowe.
		45262300-4	Betonowanie.
		45262311-4	Betonowanie konstrukcji.

### 1.2. Zakres stosowania

Specyfikacja techniczna jest dokumentem będącym podstawą do udzielenie zamówienia i zawarcia umowy na wykonanie robót zawartych w pkt 1.1.

### 1.3. Określenia podstawowe

Określenia i nazewnictwo użyte w niniejszej specyfikacji technicznej ST są zgodne z obowiązującymi podanymi w normach PN i przepisach Prawa budowlanego.

Użyte w ST wymienione poniżej określenia należy rozumieć w każdym przypadku następująco:

**Materiał podstawowy** – materiał służący do wbudowania na trwałe w wykonywaną konstrukcję,

**Materiał pomocniczy** – materiał bądź wyrób niezbędny w celu prawidłowego wykonania robót w ramach procesu technologicznego, związanego z wykonaniem wyrobu – elementu konstrukcji.

**Wyrób** – efekt końcowy prawidłowo zrealizowanego procesu technologicznego związanego z wykonaniem danego elementu konstrukcyjnego,

**Iniekcyjna kotew gruntowa** - służy do zapewnienia stateczności obudów wykopów oraz innych elementów konstrukcyjnych. Składa się z głowicy, łączącej ciągną kotwi z kotwioną konstrukcją, części

wolnej, przenoszącej obciążenia z głowicy na buławę kotwi, oraz buławy, przenoszącej obciążenia na przylegający do niej grunt, leżący poza klinem odłamu lub strefę gruntów nienośnych,

**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 gwoździowania** – lekka konstrukcja oporowa oparta na idei zbrojenia wgłębnego 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 iniekcyjne zespolenie z ośrodkiem gruntowym,

**Iniektowanie gwoździ** - wprowadzenie zaczynu cementowego do przestrzeni otworowej wokół zbrojenia gwoździa w celu powiązania go z gruntem. Proces może być wykonany przez:

a) jednoczesne wiercenie i iniektowanie, iniektowanie dwufazowe: płuczką cementową oraz iniektem docelowym, odbywa się przez otwór centralny wzdłuż elementu zbrojącego, podczas pograżania go w gruncie z zastosowaniem trąconej końcówki wiertniczej (dla gwoździ samowiercących typu CFG – Continuous Flush Grouting),

b) zatłaczanie zaczynu cementowego rurką iniekcyjną /lub ich zestawem/ zamocowaną do elementu zbrojącego, wykonywane po odwierceniu otworu i osadzeniu w nim zbrojenia, w trakcie podciągania rur osłonowych (dla gwoździ, których zbrojenie stanowią pełne pręty),

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

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

**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,

**Dostawa elementu gotowego** – zakres czynności związanych z zapakowaniem, bądź innym zabezpieczeniem wyrobu gotowego przed uszkodzeniami mechanicznymi w trakcie jego przemieszczania, załadunkiem na odpowiednie środki transportu, przewóz do miejsca wbudowania lub zainstalowania elementu jego rozładunek oraz wszelkie czynności związane z dokonaniem stosownych odpraw celnych bądź innych czynności natury prawnej lub urzędowej a niezbędnych w celu

przeniesienia prawa własności elementu z dostarczającego na odbiorcę (Zamawiającego).

Pozostałe określenia podane w niniejszej SST są zgodne z obowiązującymi normami oraz z określeniami podanymi w "Wymagania ogólne ".

#### 1.4. Zakres robót objętych ST

Ustalenia zawarte w niniejszej specyfikacji mają zastosowanie przy wykonywaniu gwoździ gruntowych o średnicy do 150 mm, ze zbrojeniem w postaci żerdzi stalowej wykonywanych na skarpie gruntowej, wraz z siatką konstrukcyjną rozpiętą pomiędzy gwoździami, spełniających funkcję stabilizacji wglębnej oraz mocowania systemu zabezpieczenia powierzchni skarpy gruntowej. Specyfikacja obejmuje wykonanie gwoździ o długości, średnicy i nośności wg Dokumentacji Projektowej..

#### 1.5. Dokumentacja, którą należy przedstawić w trakcie budowy

Gwoździowanie skarp powinno być realizowane na podstawie Dokumentacji Projektowej zawierającej:

- 1) Projekt techniczny gwoździowania określający cechy materiałowe gwoździ, wartości parametrów geotechnicznych, rozstaw, długość i kąt nachylenia gwoździ, średnicę wiercenia,
- 2) Projekt technologiczny określający sposób wykonania gwoździ, ich rozmieszczenie i sposób mocowania oblicowania.

Gwoździe powinny być wykonywane zgodnie z Dokumentacją Projektową. 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, niezidentyfikowane 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. Wymagania ogólne

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

Elementy zbrojące gwoździe gruntowe mają być wykonane ze stali, w postaci żerdzi z otworem centralnym. 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, przy czym określony w aprobacie gatunek stali i rodzaj normy na podstawie której wykonane są elementy zbrojenia należy porównać z wymaganiami normy 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) oraz przeznaczeniem w niej ustalonym. Informacja o oznakowaniu CE powinna znaleźć się na Ateście Hutniczym, wystawionym zgodnie z PN-EN 10204.

Zgodnie z PN-EN 14490, żerdzie systemu samowierącego (pręty z otworem centralnym) muszą odpowiadać wymaganiom normy EN 10210 lub EN 10219. Stalowe zbrojenie gwoździ gruntowych może być wykonane jedynie ze stali konstrukcyjnej.

Dla żerdzi systemu samowierącego, należy przedstawić certyfikat CE potwierdzający wykonanie ich zgodnie z wymogami PN-EN 10210 oraz przeznaczeniem ustalonym w załączniku ZA.2 tej normy – „Do stosowania na konstrukcje metalowe lub konstrukcje złożone z metalu i betonu”

Bazując na zapisach Dyrektywy oraz normy PN-EN 14490 nie dopuszcza się stosowania żerdzi systemu samowierącego (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 samowierącego, 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.

Dla gwoździ gruntowych typu CFG (Continuous Flush Grouting), należy zastosować żerdzie i mufy połączeniowe z gatunku stali S460 (wg PN-EN 10210-1) o granicy plastyczności 590 MPa. Zasadniczy element wymaganej dla trwałych gwoździ gruntowych, pojedynczej ochrony antykorozyjnej to szczelna otulina kamienia cementowego wokół zbrojenia – z gwarantowaną rozwartością spękań kamienia  $\leq 0,1$  mm. Szczelny kamień cementowy uzyskiwany jest dzięki zastosowaniu posiadającego odpowiednie parametry gwintu, pokrywającego żerdzie. Względna powierzchnia żeber gwintu  $f_R \geq 0,13$ . Nachylenie bocznych powierzchni żeber  $45^\circ$  do osi żerdzi. Szczelność musi być gwarantowana (potwierdzona badaniami) dla kamienia cementowego uzyskiwanego z zaczynu iniekcyjnego, sporządzonego na bazie cementu CEM I lub II, klasy 32,5 R. Nominalny rozstaw żeber 13mm. Żerdzie spełniające powyższe wymagania można stosować bez dodatkowych powłok antykorozyjnych (w wersji „czarnej”). Certyfikaty potwierdzające ograniczenie rozwartości rys podlegają akceptacji Projektanta i należy je dołączyć do kompletu dokumentów będących podstawą do zatwierdzenia materiału (deklaracje i certyfikaty zgodności).

W przypadku stosowania żerdzi ze stali wysokowytrzymałych, tj. o granicy plastyczności powyżej 625 MPa, zabezpieczenie antykorozyjne należy wykonać zgodnie z wymogami PN-EN 1537.

W przypadku stosowania żerdzi wykonanych z odmiennego gatunku stali lub z gwintem falistym (typu R), wymagane jest dodatkowe zabezpieczenie przeciwkorozyjne 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.  $560-630^\circ\text{C}$

- podwójna powłoka: cynkowo-epoksydowa na całej długości gwoździa, w przypadku stosowania ocynku ogniowego normalnotemperaturowego, w kąpeli o temp.  $450-500^\circ\text{C}$

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

- min.  $60\mu\text{m}$  dla cynkowania wysokotemperaturowego
- min.  $80\mu\text{m}$  dla cynkowania normalnotemperaturowego

Spełnienie warunku trwałości powłoki cynkowej odbywa się na podstawie certyfikatów cynkowania, potwierdzających warunki (temperaturę) wykonania kąpeli. Certyfikaty podlegają akceptacji Projektanta 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:

- Rozwiązanie projektowe bazuje na żerdzi 40/16, Stal St460, siła uplastyczniająca 525 kN, pole przekroju 900mm<sup>2</sup> – granica plastyczności 583 N/mm<sup>2</sup>
- Stosując żerdzie z innego gatunku stali, np. o granicy plastyczności 518 N/mm<sup>2</sup>, należy wyliczyć, jakie pole przekroju stali innego gatunku, umożliwi uzyskanie wytrzymałości równej żerdzi 40/16 z rozwiązania bazowego – jest to tzw. przekrój referencyjny
- Obliczenie przekroju referencyjnego dla żerdzi z innego gat. stali, o granicy plastyczności 518 N/mm<sup>2</sup>, względem bazowej żerdzi 40/16, siła uplastyczniająca. 525 kN:

$$\frac{518 \text{ N}}{525\,000 \text{ N}} = \frac{1 \text{ mm}^2}{x \text{ mm}^2} \quad x = 1014 \text{ mm}^2$$

- Minimalne pole przekroju poprzecznego żerdzi z innego gatunku stali, niezbędne dla osiągnięcia wymaganej bazowej, projektowej siły uplastyczniającej 525 kN wynosi 1014mm<sup>2</sup>. Jest to tzw. przekrój referencyjny, względem którego oblicza się pole przekroju wymagane z uwagi na zapewnienie długowieczności (długotrwałe utrzymanie nośności).
- Uwzględniając naddatek 30% - 1014mm<sup>2</sup> x 1,3, uzyskuje się 1 318mm<sup>2</sup>. Jest to minimalne pole przekroju dla żerdzi z innego gatunku stali, której ochrona antykorozyjna uzyskiwana jest z nadatku grubości ścianki (sacrificial loss thickness).
- Najbliższa z typoszeregu (wg odpowiedniej aprobaty technicznej IBDiM) żerdź spełniająca ten warunek to typ T76N o polu przekroju 2 468mm<sup>2</sup>

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 gwoźdźdza 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 podstawowym. Zaprojektowano 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 udurości w teście Charpy'ego min. 40J w temp. -20°C.

Parametry techniczne zbrojenia poszczególnych typów gwoździ gruntowych wg Dokumentacji projektowej.

#### 2.4. Zbrojenie – Zatwierdzenie materiału

Materiał do wykonania gwoździ gruntowych należy przedstawić Projektantowi do akceptacji. Dokumenty wymagane w procesie zatwierdzania materiału:

Atest hutniczy zawierający informacje o normie podstawowej, wg której wytworzono stalowy element zbrojenia, potwierdzający gatunek i skład chemiczny stali, CEV, udurość (test Charpy'ego) i parametry wytrzymałościowe wyrobu, zgodnie z PN-EN 10204 „Wyroby metalowe. Rodzaje dokumentów kontroli”.

Certyfikat CE potwierdzający zgodność materiału z przeznaczeniem i wymogami normy podstawowej. Informacja o oznakowaniu CE może być również zawarta na atście hutniczym

Certyfikat cynkowania (jeśli dotyczy), potwierdzający warunki wykonania zabezpieczenia i grubość warstwy zabezpieczającej

Aprobatę IBDiM, zawierającą informacje nt. normy podstawowej oraz gatunku stali, z jakiego wytworzono elementy systemu gwoździ

Krajowy Certyfikat Zgodności wraz z Deklaracją Zgodności

#### 2.5. Zaczyn cementowy

Buława gwoździa 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 15 MPa przed obciążeniem gwoździa gruntowego 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 (galfan). 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 gwoźdź). Płytki powinny mocować siatkę conajmniej w trzech punktach (włączając gwoździe).

- 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 caliznie.

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 użyteczności i trwałości systemu.

Gwoździe nie są wstępnie sprężane ani naciągane. Dociśnięcie nakrętką likwiduje luz między głowicą gwoźdź, a obudową skarpy i powoduje ciasne dopasowanie (opięcie) siatki do powierzchni skarpy.

## 3. SPRZĘT

### 3.1. Wymagania ogólne

---

Ogólne warunki stosowania sprzętu podano w „Wymagania ogólne”.

Sprzęt wiertniczy należy dostosować do warunków gruntowych i wodnych oraz sposobu zabezpieczenia stateczności ścian otworu. Stosowane wiertnice muszą umożliwiać wiercenie obrotowo-udarowe. W przypadku wykonywania gwoździ z przewiertem wstępnym (ze zbrojeniem w postaci pręta), urządzenia muszą być przystosowane do wiercenia z kolumną rur osłonowych. 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

### 4.1. Wymagania ogólne

---

Ogólne warunki transportu podano w „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

### 5.1. Wymagania ogólne

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.

### 5.2. Wykop/przygotowanie powierzchni zbocza

Najpierw wykonuje się zgrubny wykop a następnie dokładne formowanie skarpy według projektu z przyjętymi tolerancjami geometrii skarp. Etapy wykupu :

I – przygotowanie stoku do gwoździowania

II – wykonanie gwoździowania skarpy

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 przyny gruntu. Należy zabezpieczyć dostęp do platformy roboczej tymczasowymi drogami gruntowymi z rowami odwadniającymi i drenażem tymczasowym.

Na każdym etapie wykupu należy obserwować wycieki wody ze skarpy i poziomu wody gruntowej i porównywać jej poziom i intensywność wycieków z danymi z dokumentacji geotechnicznej. Wycieki ze skarpy powinny być ujmowane poprzez zabudowanie gwoździ drenujących. Możliwe jest również ujęcie w tymczasowe drewny w postaci „rękawów” z włókniny wypełnionych kruszywem, przedłużanych w dół w miarę pogłębiania wykupu lub zabudowane poprzez osadzenie w miejscu wysięku króćca drenarskiego (ok.0,5-1,0m) i odprowadzone rurami spustowymi.

### 5.3. Wytyczne usytuowania gwoździ

Najpierw wykonuje Miejsce wykonania gwoździ wyznacza Wykonawca przy udziale Nadzoru autorskiego na podstawie Dokumentacji Projektowej w nawiązaniu do osi podłużnej drogi, którą wyznacza służba geodezyjna. Na każdym 100 m odcinku należy zestabilizować (z zabezpieczeniem przed uszkodzeniem) 3 punkty geodezyjne po każdej stronie wykupu, 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.1,5m.

### 5.4. Wytyczne usytuowania gwoździ

Należy zastosować jedną z 2 metod wykonania gwoździ:

bezpośredni przy użyciu systemu samowierzącego CFG lub z przewiertem wstępnym. W metodzie z przewiertem wstępnym najpierw wykonuje się otwór w skarpie zabezpieczony kolumną rur osłonowych, a następnie wprowadza się element zbrojący i wykonuje się iniekcję jednocześnie z podciąganiem rur osłonowych. W metodzie bezpośredniej element zbrojący z otworem centralnym pełni jednocześnie rolę żerdzi wiertniczej i przewodu iniekcyjnego, a po pograżeniu na pełną głębokość odpowiadającą długości gwoźdza, i wykonaniu drugiej fazy iniekcji pozostaje w gruncie jako zbrojenie.

### 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 pograżeniu całej długości gwoźdza) jest prowadzona zaczynem o wskaźniku  $w/c=0,4$ . W trakcie iniekcji zasadniczej żerdź powinna się obracać. Zalecane jest zawibrowanie iniektu udarem przewodu. Iniekcja prowadzona jest od dna otworu do wierzchu aż z otworu zacznie wypływać czysty, gęsty iniekt końcowy.

W metodzie z przewiertem wstępnym, iniektowanie gwoźdza w otworze wiertniczym odbywa się przez rurkę iniekcijną wprowadzoną do dna otworu. Możliwe jest iniektowanie przez kilka rurek iniekcyjnych o wylotach rozmieszczonych na różnych odcinkach wzdłuż długości gwoźdza. Każda metoda iniekcji powinna zapewnić, że nie zostanie wprowadzone do otworu żadne inne medium jak powietrze lub zaczyn cementowy. Dla wytworzenia poprawnego trzonu, wskazane jest wykonanie dodatkowej, strefowej iniekcji powtórnej, po częściowym stwardnieniu wypełnienia. W tym celu element zbrojący powinien być uzbrojony przed pograżeniem w zestaw rurek iniekcyjnych. Przy tej metodzie iniekcję prowadzi się podczas wyciągania rur osłonowych z otworu. Iniekcję prowadzi się zaczynem o wskaźniku  $w/c=0,4-0,5$ .

W każdej z metod iniektuje się całą długość gwoźdza. Objętość iniektu i ciśnienie iniekcji powinny być rejestrowane dla każdego gwoźdza. Iniekt powinien być jednorodny o dobrej i wymaganej wytrzymałości o składzie zgodnym z projektem. Nie dopuszcza się iniekcji wykonywanej poprzez wlewanie zaczynu przez wylot otworu.

### 5.6. System stabilizacji powierzchni zbocza – siatki zabezpieczające

System stabilizacji zabezpiecza powierzchnię zbocza między głowicami gwoździ i rozkłada siły z głowicy gwoźdza na powierzchnię zbocza. Projekt przewiduje elastyczny system oblicowania. System powinien umożliwić bezawaryjną pracę podczas zakładanego czasu eksploatacji z zakładanymi dopuszczalnymi odkształceniami w płaszczyznach stoku i w rejonie głowic gwoździ. Powinien też być odporny na nierównomierne osiadania i ruchy skarpy w projektowanym zakresie. Szczegółowe wymagania dotyczące systemu oblicowania przedstawiono w odrębnej specyfikacji. Przydatność systemu stabilizacji powierzchni skarp powinien być poparty doświadczeniem porównywalnym, głównie w zakresie użyteczności (deformacje) długowieczności (zjawiska reologiczne). Połączenia siatek z gwoździami powinny gwarantować przenoszenie sił z siatek na głowice gwoździ.

## 5.7. Ośłona biologiczna

Przewiduje się wykończenie zabezpieczanych skarp „na zielono”. W tym celu skarpe zabezpieczoną gwoździami pokrywa się warstwą humusu i darnią lub biowłókniną a następnie stabilizuje siatką konstrukcyjną (system oblicowania).

## 6. KONTROLA JAKOŚCI

### 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 zgłaszana projektantowi i nadzorowi budowlanemu. Sprawozdania z prac powinny być prowadzone zgodnie z dokumentami kontraktowymi.

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

**Badania gwoździ** - Szczegółowe sprawdzenie podłoża wykonuje się w przypadku, gdy badania makroskopowe wykażą istotne różnice w stosunku do parametrów podłoża przyjętych w projekcie. Ocena nośności gwoździ oraz ewentualne przeprojektowanie winno być dokonane przez nadzór autorski.

Liczba gwoździ do badania nośności wynosi:

- 1) w badaniach przydatności gwoźdźcia w danych warunkach gruntowych – 3 testy / rodzaj gruntu
- 2) w badaniach odbiorczych 1 badanie na 400 m<sup>2</sup> gwoździowanej powierzchni skarpy lub 100 gwoździ.
- 2) W badaniach przydatności danego typu gwoździ w konkretnych warunkach gruntowych należy określić przyczepność na jednostkę powierzchni (lub długości) gwoźdźcia w gruncie przez próbę wyciągania gwoźdźcia. 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. W badaniach odbiorczych na gwoździach konstrukcyjnych (pozostawionych po badaniach jako gwoździe o pełnej nośności) należy zwrócić uwagę na nie przekroczenie dopuszczalnego obciążenia (projektowane x współczynnik bezpieczeństwa). Współczynnik przeciążenia do badań odbiorczych należy przyjąć na poziomie 1,25. Na czas wykonania obciążenia próbnego siatki odbudowy skarpy powinny być odpowiednio zabezpieczone

### 6.2. Kontrola jakości wykonanych 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 wykonania kolejną fazą wykopu a osiągnięciem wystarczającej wytrzymałości iniektu w gwoździach.
- kontrolę orientacji, rozstawu i długości gwoździ,- kontrola 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.

### 6.3. Badania powykonawcze - długoterminowe

W przypadku odpowiedzialnej konstrukcji, jaką jest zabezpieczenie skarp wykopu autostrady należy zainstalować system monitoringu i wykonywać okresowe kontrole stanu zabezpieczenia wg ustalonego planu badań.

Monitoring powinien obejmować:

- Obserwacje skarp wykopu i pobliskich obiektów,
- Działanie systemu drenażowego
- Zmiany w poziomie wód gruntowych i nasilaniu przesączeń na skarpie
- Degradację systemu drenażowego, stopień skorodowania.

Należy zainstalować repery geodezyjne, piezometry i inklinometry;

- Na koronie i u podnóża zboczy w repery w odległości co 20 m
- Na zboczu co 5 m wysokości
- Wpływy kontrolne ze skarpy
- Makroskopową ocenę jakości powłoki antykorozyjnej typu duplex (powłoka cynkowo epoksydowa), w zakresie jakości, ciągłości oraz grubości warstwy cynkowej –na odcinku zbrojenia gwoździa w części przypowierzchniowej (w głowicy).

### 6.4. 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 gwoźdza, objętość zużytego iniektu

Wzór metryki przedstawiono poniżej :

**METRYKA GWOŹDZIA** Nr.....

OBIEKT.....

Średnica gwoźdza.....cm; Rzędna terenu.....

Nachylenie gwoźdza.....Głębokość odwiertu.....

Długość gwoźdza.....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.....dm<sup>3</sup>

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 wymagania dotyczące obmiaru robót podano w części „Wymagania ogólne” pkt 7 specyfikacji technicznej.

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

## 8. ODBIÓR ROBÓT

---

Roboty uznaje się za wykonane zgodnie z dokumentacją projektową, ST i wymaganiami Inspektora, jeżeli wszystkie pomiary i badania, z zachowaniem tolerancji ww. dały wyniki pozytywne.

Odbiór robót obejmuje:

- Odbiór robót zanikających i ulegających zakryciu.
- Odbiór końcowy
- Odbiór poszczególnych robót wg wymagań zawartych w niniejszej specyfikacji.

### 8.1. Sprawdzenie wymiarów i orientacji gwoźdza

---

Tolerancje przy wykonywaniu gwoździ :

- z uwagi na zróżnicowanie średnic koronek wiertniczych przewidzianych do wykonania projektowanych gwoździ, tolerancje lokalizacji gwoźdza 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 (w przypadku większej niedokładności, wymagana jest opinia projektanta, sposób postępowania podlega zatwierdzeniu przez Kierownika projektu/Inżyniera),
- odchylenie gwoźdza w stosunku do określonego w projekcie - 5o
- w przypadku większej niedokładności wymagana jest opinia projektanta, sposób postępowania podlega zatwierdzeniu przez Kierownika projektu/Inżyniera,
- rzędna głowicy gwoźdza w stosunku do projektowanej wynosi  $\pm 10\text{ cm}$  w przypadku większej niedokładności wymagana jest opinia projektanta, sposób postępowania podlega zatwierdzeniu przez Kierownika projektu/Inżyniera
- długość części wbudowanej (zagłębionej w grunt)  $\pm 20\text{cm}$ .

### 8.2. 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.

### 8.3. 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

---

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..