

M.20.01.50 KONSTRUKCJE OPOROWE Z GRUNTU ZBROJONEGO**KONSTRUKCJE OPOROWE Z GRUNTU ZBROJONEGO W TECHNOLOGII AKTYWNEJ****1. WSTĘP****1.1. Przedmiot STWiORB**

Przedmiotem STWiORB są wymagania dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z budową konstrukcji oporowych z gruntu zbrojonego. Dotyczą technologii aktywnej z oblicowaniem w formie drobnowymiarowych bloczków betonowych, zbrojenie gruntu zasypowego realizowane za pomocą geosiatek. Realizacja w ramach zadania:.....

1.2. Zakres stosowania STWiORB

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych (STWiORB) jest stosowana jako dokument kontraktowy przy realizacji robót wymienionych w punkcie 1.1.

1.3. Zakres robót objętych STWiORB

Ustalenia zawarte w niniejszej STWiORB dotyczą zasad prowadzenia robót związanych z wykonywaniem ścian oporowych w technologii aktywnej, które będą wykonane w lokalizacjach zgodnie z Dokumentacją Projektową.

W skład ściany oporowej wchodzi:

- prefabrykowane bloczki betonowe – lico ściany oporowej,
- geosiatki zbrojące,
- geowłóknina separacyjna,
- zasypka w strefie gruntu zbrojonego,
- łączniki oblicowania z geosiatkami,
- kruszywo drenażowe wraz z rurą odprowadzającą, rurą drenarską i elementami łączącymi,
- zaprawa betonowa klasy B30,
- beton C30/37 (ława fundamentowa),
- stal zbrojeniowa (ława fundamentowa)
- stal zbrojeniowa (naroża, miejsca kolizji),
- zaprawa klejąca mrozoodporna.

1.4. Określenia podstawowe

1.4.1. Ściana oporowa - budowla służąca do utrzymania w stanie stateczności uskoku naziemu gruntów rodzimych lub nasypowych lub innych materiałów rozdrobnionych.

1.4.2. Konstrukcja z gruntu zbrojonego – jest to rodzaj konstrukcji oporowej, która zawiera elementy formujące ścianę oraz połączone z nimi, umieszczone w zasypce, warstwy zbrojenia z materiału cechującego się wytrzymałością na rozciąganie. Grunt zbrojony jest projektowanym kompozytowym materiałem konstrukcyjnym zbudowanym z dwóch komponentów o ściśle określonych parametrach fizyko mechanicznych tj. z gruntu (zasypki) i zbrojenia, których warstwy układa się na przemian w sposób zgodny z projektem, celem uzyskania określonego efektu konstrukcyjnego.

1.4.3. Geosiatka - materiał wykonany z włókien syntetycznych zespolonych w płaskie, podłużne przeplatane sploty, przeznaczony do wzmocnienia/zbrojenia podłoża, budowli ziemnych itp.

1.4.4. Geowłóknina – materiał wykonany z włókien syntetycznych, jako igłowany, nietkany (non-wovens), posiadający odpowiednie własności dyfuzyjne, pozwalające na swobodny przepływ wody.

1.4.5. Bloczek betonowy– drobnowymiarowy element z wibroprasowanego betonu cementowego, przeznaczony do budowy oblicowania ścian oporowych.

1.4.6. Pozostałe określenia – pozostałe określenia podstawowe są zgodne z obowiązującymi, odpowiednimi polskimi normami oraz z definicjami podanymi w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 1.

Ogólne wymagania dotyczące robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 1.5.

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z Rysunkami, STWiORB i poleceniami Inżyniera.

2. MATERIAŁY

2.1. Ogólne wymagania dotyczące materiałów

Ogólne wymagania dotyczące materiałów, ich pozyskiwania i składowania, podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 2.

Należy zastosować materiały spełniające wymagania dokumentacji projektowej oraz niniejszej STWiORB.

2.2. Geosiatki zbrojące

Geosiatki powinny być wykonane z włókien chemicznych zespolonych w płaskie, podłużne przeplatane sploty. Ze względu na zbyt duże wydłużenie natychmiastowe oraz specyficzne – nie dopuszcza się konstrukcji wykonanych z wytłaczanych, wycinanych lub rozciąganych płyt z tworzyw sztucznych. Geosiatki powinny być zmobilizowane do pracy bezpośrednio po zabudowie, a więc układane z jednorodnym naciągiem wzdłużnym. Z uwagi na zapewnienie odpowiedniego naciągu wymuszonego przyłożeniem odpowiedniej siły nie dopuszcza się konstrukcji sztywnych, łączonych metodą zgrzewania lub spawania w węzłach.

Właściwości mechaniczne	Jedn.	Wartość deklarowana	Tolerancje	Metoda badawcza
Deklarowana wartość wytrzymałości krótkoterminowej na rozciąganie UTS, wzdłuż:	kN/m	80,0	-0,00	EN ISO 10319
Deklarowana wartość wytrzymałości krótkoterminowej na rozciąganie UTS, wszerz:	kN/m	20,0	-0,00	EN ISO 10319
Wydłużenie przy sile równej deklarowanej wytrzymałości krótkoterminowej na rozciąganie (UTS) wzdłuż:	%	9,5	±1,50	EN ISO 10319
Wydłużenie przy sile równej deklarowanej wytrzymałości krótkoterminowej na rozciąganie (UTS) wszerz:	%	9,0	±2,00	EN ISO 10319
Surowiec (wzdłuż) :	-	PET		-

Właściwości obliczeniowe	Jedn.	Wartość deklarowana	Metoda badawcza
Długoterminowa obliczeniowa wytrzymałość na rozciągnięcie F_d z uwagi na stan graniczny nośności z uwzględnieniem współczynników materiałowych A_1 , A_2 , A_3 i A_4 (określanych dla Huesker Synthetic) i współczynnika bezpieczeństwa materiałowego $\gamma_F=1,3$ (przyjętego wg ITB 429/2007 [13]), dla okresu eksploatacji $t=120$ lat, pH gruntu 4 - 9 i $d_{90} < 63$ mm (wzdłuż):	kN/m	≥ 36	ITB 429/2007
Długoterminowa, charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie $F_k(\epsilon=5\%)$ z uwagi na stan graniczny użyteczności z uwzględnieniem współczynników materiałowych A_2 , A_3 i A_4 dla okresu eksploatacji $t=120$ lat, pH gruntu 4 – 9 (wzdłuż):	kN/m	≥ 27	ITB 429/2007

Dopuszczalne maksymalne wydłużenie ε dla 120 lat pracy pod obciążeniem (37,9% UTS):	%	$\leq 5,0$	
W tym wydłużenie z tytułu pełzania $\Delta\varepsilon$ (wg II – go stanu granicznego – różnica wydłużeń wg izochron od momentu oddania obiektu do eksploatacji do końca użytkowania konstrukcji = 120 lat):	%	$\leq 1,0$	

Wytrzymałość krótkoterminową zbrojenia należy wyznaczyć następującym wzorem (wg Instrukcji ITB nr 429/2007 [13])

stan graniczny nośności: $F_{o,k} = F_d \cdot A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \cdot \gamma_F$

stan graniczny użytkowania: $F_{o,k} = (F_k(\varepsilon) / \beta) \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4$

gdzie:

$F_{o,k}$ – krótkoterminowa wytrzymałość na rozciąganie,

F_d – długoterminowa, obliczeniowa wytrzymałość na rozciąganie z uwagi na stan graniczny nośności,
 $F_k(\varepsilon)$ – długoterminowa, charakterystyczna wytrzymałość na rozciąganie z uwagi na stan graniczny użytkowności,

A_1 – materiałowy współczynnik pełzania,

A_2 – materiałowy współczynnik bezpieczeństwa, uwzględniający uszkodzenia mechaniczne powstałe w trakcie transportu, instalacji i wbudowania materiału zasypowego,

A_3 – współczynnik materiałowy, uwzględniający straty na połączeniach (np. szwy),

A_4 – współczynnik materiałowy, uwzględniający wpływ środowiska gruntowego (chemia + biologia),

γ_F – określa tzw. współczynnik bezpieczeństwa materiałowego $\gamma_F = 1,30$ dla stanu końcowego (wg ITB nr 429/2007 [13]),

β – współczynnik dopuszczalnego wykorzystania wytrzymałości zbrojenia.

W oparciu o powyższe dane należy obliczyć wymaganą minimalną wytrzymałość krótkoterminową zbrojenia (F_k) dla projektowanej konstrukcji i okresu użytkowania 120 lat.

Dostawca wyraża zgodę na kontrolne badania wytrzymałości krótkoterminowej i wydłużenia przy zerwaniu zbrojących materiałów geosyntetycznych. Badaniu podlegać będzie próbka losowo wybrana przez nadzór budowy lub projektanta w obecności przedstawiciela producenta z każdej partii 50.000 m² dostarczonego materiału.

Wykonawca powinien od swojego dostawcy wymagać, aby na każdym opakowaniu dostarczanych geosiatek była umieszczona etykieta zawierająca co najmniej następujące dane:

- typ wyrobu oraz nazwę, adres producenta i datę produkcji;
- parametry zaopatrzeniowe;
- informację, iż wyrób posiada certyfikat CE dopuszczający do stosowania na terenie Unii Europejskiej.

Dostawca materiału musi posiadać wdrożone normy PN-EN ISO 9001 i PN-EN ISO 14001 w zakresie projektowania i sprzedaży materiałów w zakresie konstrukcji z gruntu zbrojonego.

2.3. Geowłóknina separacyjna

Geowłóknina powinna być wykonana z polipropylenu, jako igłowana, nietkana (non wovens), aby materiał posiadał właściwości dyfuzyjne, pozwalające na swobodny przepływ wody. Właściwości materiału powinny pozostawać niezmiennymi w stanie suchym, jak i wilgotnym oraz zapewniać wieloletnią żywotność, w tym odporność na agresywne środowiska chemiczne, gnicie i grzyby.

Własności mechaniczne:	Metoda badawcza	Jedn.	Wartość nominalna	Tolerancja
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż pasma – MD	EN ISO 10319	kN/m	10,25	-1,33
Wytrzymałość na rozciąganie wzdłuż pasma – CD	EN ISO 10319	kN/m	9,75	-1,27
Wydłużenie MD	EN ISO 10319	%	35	-7 +10
Wydłużenie CD	EN ISO 10319	%	45	-9 +13
Wytrzymałość na przebicie dynamiczne	EN ISO 13433	mm	30,0	+7,5
Siła przebicia (metoda CBR) min.	EN ISO 12236	N	1700	-170
Przepuszczalność wody przy 50 mm WH	EN ISO 11058	m/s	0,080	-0,024
Charakterystyczny wymiar porów O90	EN ISO 12956	µm	90	±27

Przepływ wody przy 20 kPa Nachylenie hydrauliczne: 1,0	EN ISO 12958	$10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	0,6	-0,2
Skuteczność ochrony przy 300 kPa	EN 13719	%	2,5	0,8

Informacje uzupełniające dla Wykonawców:

Wykonawca powinien od swojego dostawcy wymagać, aby na każdym opakowaniu dostarczonej rolki geosyntetyku była umieszczona etykieta, zawierająca co najmniej następujące dane:

- typ wyrobu oraz nazwę, adres producenta i datę produkcji;
- parametry zaopatrzeniowe;
- informację, iż wyrób posiada certyfikat CE dopuszczający do stosowania na terenie Unii Europejskiej.

2.4. Grunt zasypowy

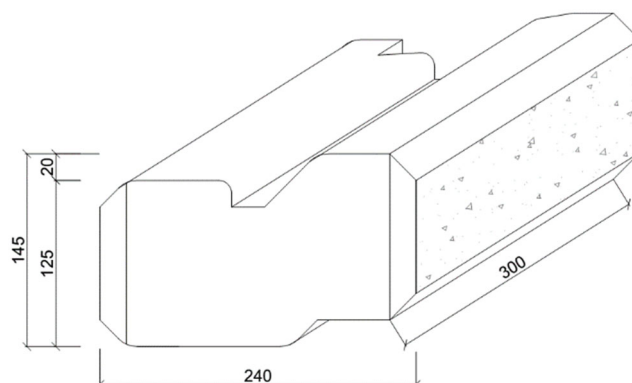
Do zasypu należy stosować grunty niespoiste (niewysadzinowe), dobrze zagęszczalne:

- kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi \geq 34^\circ$,
- spójność: $c \geq 0 \text{ kPa}$,
- ciężar objętościowy: $\gamma = 17\text{-}20 \text{ kN/m}^3$,
- wskaźnik różnoziarnistości: $C \geq 5,0$,
- pH gruntu: $5 \leq \text{pH} \leq 9$,
- maksymalne uziarnienie do 63mm.

Materiały należy zagęścić do minimalnego wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 0,98$. Przed przystąpieniem do realizacji obiektu należy zatwierdzić materiał zasypowy spełniający wyżej wymienione parametry. Materiał musi zostać zatwierdzony u Inżyniera.

2.5. Elementy betonowe do budowy ścian oporowych

Elementy prefabrykowane należy wykonać z betonu klasy C30/37 (PN-EN 206+A2:2021-08 [9]). Bloczki betonowe powinny być pełne, wykonane w technologii betonu wibroprasowanego, muszą posiadać rowek w celu umieszczenia w nim rurki wplecionej w geosiatkę. Z uwagi na wymaganą trwałość oblicowania nie dopuszcza się zabudowy pustaków betonowych oraz pustych w środku bloczków. Przykładowy element prefabrykowany:



Wymagania dla prefabrykowanych elementów betonowych stanowiących lico:

Właściwości	Jedn.	Wartość deklarowana	Metoda badawcza
Klasa wytrzymałości na ściskanie	N/mm^2	C30/37	PN-EN 771-3:2011+A1:2015
Nasiąkliwość	%	≤ 5	PN-EN 771-3:2011+A1:2015
Odporność na działanie mrozu, stopień mrozoodporności	-	$\geq \text{F } 150$	PN-EN 771-3:2011+A1:2015

Odchyłki wymiarów:			
Długość:	mm	+10mm/-10mm	PN-EN 771-3:2011+A1:2015
szerokość:	mm	+5mm/-5mm	
wysokość:	mm	+5mm/-5mm	

2.6. Ławy fundamentowe

Lico ścian oporowych z bloczków betonowych posadowione na żelbetowej ławie fundamentowej z betonu klasy C30/37 zbrojonego stalą żebrowaną klasy A oraz warstwie betonu podkładowego klasy C12/15 (wg STWiORB M.13.02.01 [19]).

Otulina zbrojenia wynosi 50 mm. Wymiary ław fundamentowych: szerokość 50 cm, wysokość 25 cm. Zbrojone podłużnie 4 prętami Ø12 ze stali żebrowanej klasy A poprzecznie strzemionami Ø6 w rozstawie co 30 cm. Długość zakotwienia prętów zbrojenia 50 cm, należy zachować ciągłość zbrojenia. Ławy o długości przekraczającej 15,00 m należy dylatować.

Zbrojenie wg STWiORB M.12.01.00 [17].

2.7. Zwieńczenie ścian oporowych

Zwieńczenie ścian oporowych stanowić będzie gzyms żelbetowy wykonany zgodnie z odpowiednimi STWiORB oraz Dokumentacją Projektową.

2.8. Warstwa drenażowa

Za licem ściany oporowej należy wykonać odwodnienie liniowe z rury drenarskiej obsypanej warstwą kruszywa drenażowego, zawiniętej w geowłókninę. Warstwa filtracyjna powinna zostać wykonana z kruszywa naturalnego, płukanego (żwiru) o uziarnieniu od 8 do 16 mm lub od 8 do 32 mm lub od 16 do 32 mm. Warstwa filtracyjna musi być wolna od części pylastych o uziarnieniu 0/8 mm.

2.9. Zaprawa betonowa

Do ułożenia pierwszej warstwy bloczków, jako warstwa wyrównawcza, należy zastosować zaprawę betonową klasy B30 (dopuszcza się gotowe zaprawy w workach).

2.10 Zaprawa klejowa

Do ułożenia ostatnich warstw bloczków ponad ostatnią geosiatką należy stosować zaprawę klejową mrozoodporną.

2.11 Łącznik oblicowania z geosiatkami

Należy zastosować rurkę z tworzywa. Rurka służy jako element montażowy umożliwiający prawidłowe ułożenie i naciąg geosyntetyku. Nie definiuje się parametrów dla tego elementu, gdyż nie jest on obligatoryjny. Jest to element pomocniczy.

2.12. Materiały dodatkowe

W zależności od zakresu prac i indywidualnych potrzeb danej konstrukcji należy zastosować materiały dodatkowe takie jak np. pręty stalowe do zbrojenia naroży bądź w miejscach kolizji, lub inne określone w dokumentacji projektowej.

3. SPRZĘT

3.1. Ogólne wymagania dotyczące sprzętu

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

3.2. Szczegółowe wymagania dotyczące sprzętu

3.2.1. Sprzęt stosowany przy układaniu siatki

Do przecinania siatki mogą być używane nożyce, noże itp. narzędzia.

3.2.2. Sprzęt stosowany przy wykonywaniu zasyпки

Do usypania i zagęszczenia warstwy kruszywa na zbrojeniu należy stosować następujący sprzęt:

- lekkie koparki lub ładowarki do zasypywania siatki kruszywem,
- lekkie spycharki do rozbijania kruszywa,
- maszyny wieloczynnościowe, np. koparko-spycharki na podwoziu ciągnika itp., łączące funkcje w/w sprzętu,
- równiarki do profilowania warstwy,
- lekkie i zagęszczarki płytowe do zagęszczania warstwy.

3.2.3. Sprzęt do układania z układania bloczków betonowych:

- drobne narzędzia ręczne: poziomice, szczotki do oczyszczania powierzchni bloczków, młotki gumowe, sznur murarski/ traserski, łopaty,
- kielnie, mieszadła, pace – do prac związanych z układaniem zaprawy cementowej,
- piły i szlifierki tarczowe – cięcie bloczków.

4. TRANSPORT

4.1. Ogólne wymagania dotyczące transportu

Ogólne wymagania dotyczące transportu podano w STWiORB D-M.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 4.

4.2. Szczegółowe wymagania dotyczące transportu

Gosyntetyki i inne potrzebne materiały należy transportować w warunkach określonych przez producenta. Rolki materiałów muszą być oznakowane nazwą producenta i symbolem geosyntetyki. Grunt zasypowy można przewozić dowolnymi środkami transportu, chroniąc go przed zanieczyszczeniem, zmieszaniem z innymi materiałami, nadmiernym wysuszeniem lub zawilgoceniem. Bloczki betonowe należy przewozić środkami transportu w warunkach zabezpieczającymi je przed uszkodzeniami.

Wszystkie elementy należy traktować, przechowywać i transportować tak, by nie występowało niebezpieczeństwo obłupywania, pęknięcia. Podczas przechowywania bloczki powinny być składowane na paletach. Geosyntetyki należy przechowywać w sposób umożliwiający ich identyfikację.

5. WYKONANIE ROBÓT

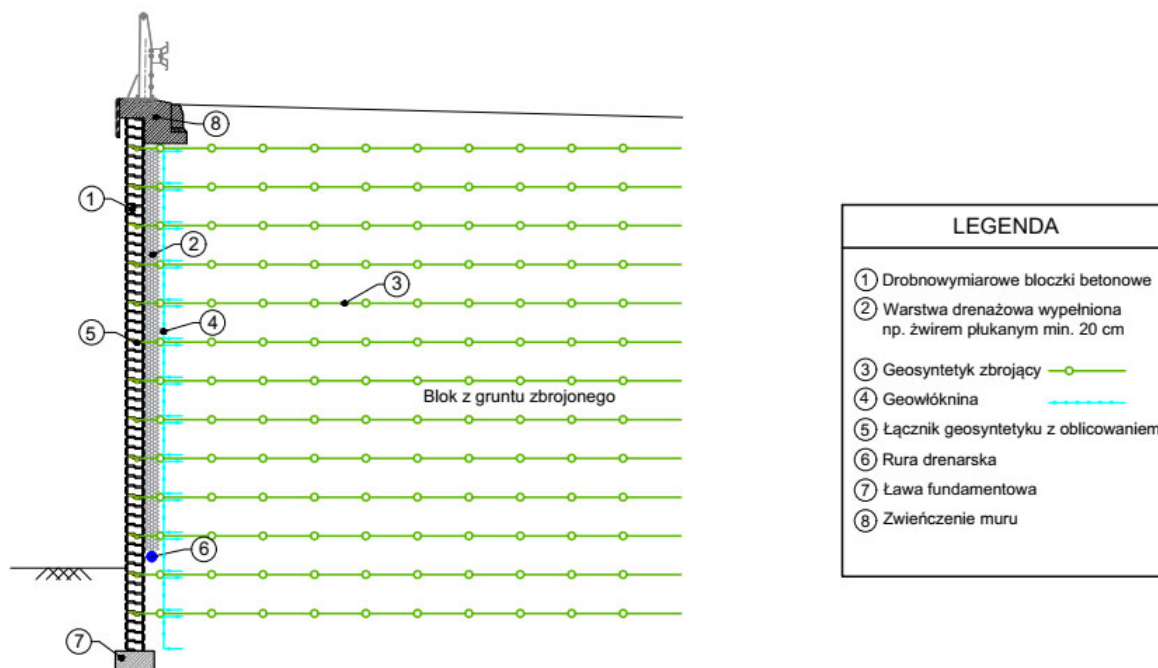
5.1. Ogólne wymagania dotyczące wykonania robót

Ogólne zasady wykonania robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 5.

5.2. Szczegółowe wymagania dotyczące wykonania robót

Sporządzenie Projektu Technologicznego ścian oporowych z gruntu zbrojonego leży po stronie Wykonawcy robót. Projekt technologiczny nie może naruszać postanowień STWiORB.

Montaż ściany oporowej powinien być zgodny z instrukcją montażu zawartą w Projekcie technologicznym ścian oporowych, który należy przedłożyć do zatwierdzenia przez Inspektora nadzoru przed rozpoczęciem robót oraz wytycznymi dostawcy technologii.



Schemat ściany oporowej w konstrukcji aktywnej

5.2.1. Przygotowanie podłoża

Przed rozpoczęciem układania gruntu zbrojonego należy wykonać sprawdzenie przez uprawnionego geologa czy rzeczywiste warunki posadowienia odpowiadają warunkom przewidzianym w Dokumentacji Projektowej.

W trakcie robót Wykonawca jest zobowiązany do ciągłej kontroli warunków gruntowo-wodnych i porównywania ich z dokumentacją projektową.

Podłoże pod realizację konstrukcji z gruntu zbrojonego musi być wystarczająco nośne tak aby zapewnić konstrukcji stateczność globalną w ramach SGN oraz spełnić warunki SGU w ramach dopuszczalnych osiadań i różnic osiadań. Jeżeli podłoże rodzime nie posiada wymagającej nośności to należy je wzmocnić. Ewentualne wzmocnienie należy realizować zgodnie z odrębnym projektem technologicznym oraz odpowiednią STWiORB

Podłoże gruntowe - na całej szerokości gruntu zbrojonego oraz pod ławą fundamentową powinno spełniać następujące wymagania:

- wartość wtórnego modułu odkształcenia E_2 nie może być mniejsza niż 60 MPa
- wartość wskaźnika odkształcenia $I_0 \leq 2.2$
- wartość wskaźnika zagęszczenia zgodnie z dokumentacją projektową.

Na odcinkach konstrukcji oporowych, gdzie przewidziano wzmocnienie podłoża, powinny być spełnione wymagania odpowiednich STWiORB oraz niniejszej specyfikacji.

Na pozostałych odcinkach, w celu uzyskania wymaganych parametrów podłoża należy przewidzieć podjęcie środków w celu ulepszenia gruntu podłoża, zgodnie z rozwiązaniem zaproponowanym przez Wykonawcę, zaakceptowanym przez Inspektora nadzoru.

Podłoże gruntowe pod konstrukcją oporową powinno być wyrównane i zagęszczone powierzchniowo min. na całej długości zbrojenia i oblicowania. Przed wykonaniem ściany należy zbadać wtórny moduł odkształcenia płytą VSS. Podłoże należy wyprofilować do odpowiednich rzędnych i zagęść zgodnie z wymaganiami podanymi w Dokumentacji Projektowej.

W przypadku stwierdzenia w podłożu gruntów o parametrach niższych niż założone w Dokumentacji Projektowej, należy wyniki badań gruntu przedstawić Inspektorowi nadzoru, który poinformuje o dalszym sposobie prowadzenia robót.

Powierzchnia robocza dla ułożenia pierwszej (tj. dolnej) warstwy zbrojenia geosyntetycznego musi być wolna od twardych i ostrych przeszkód (np. kamieni, gruzu, drewna), które mogłyby spowodować mechaniczne uszkodzenie materiału w czasie układania i zagęszczania kruszywa.

5.2.2. Wykonanie łąwy fundamentowej

Ławę fundamentową należy wykonać zgodnie z wymiarami oraz na odpowiednich rzędnych. Do wykonania łąwy należy zastosować beton klasy min. C30/37. W przypadku, gdy dolna rzędna łąwy znajduje się w strefie przemarzania gruntu, podłoże pod łąwę musi stanowić grunt niespoisty (niewysadzinowy) do głębokości przemarzania.

Wykonanie i wbudowanie zbrojenia zgodnie z STWiORB M.12.01.00 [17].

Wbudowanie, zagęszczenie i pielęgnacja mieszanki betonowej zgodnie z STWiORB M.13.01.00 [18].

Przed rozpoczęciem układania oblicowania, należy wykonać powykonawczą inwentaryzację geodezyjną łąw fundamentowych.

5.2.3. Wznoszenie ściany z bloczków betonowych

Pierwszą warstwę bloczków należy układać na betonowej zaprawie wyrównawczej.

Bloczki betonowe należy układać ręcznie w sposób sukcesywny poziomymi warstwami. Bloczki należy układać tak, aby występ w dolnej części bloczka opierał się o przednią ściankę wnęki w bloczku leżącym poniżej. Bloczki układane są na sucho bez zaprawy. Ostatnie warstwy bloczków ponad ostatnią geosiatką zbrojącą układane są również na zaprawie klejowej.

Podczas układania należy na bieżąco sprawdzać licowanie się bloczków i ich usytuowanie wysokościowe przy pomocy łąwy i pionu. Równocześnie należy zapewnić cykliczny monitoring uzyskiwanej geometrii wykonywanej ściany, w tym celu zaleca się wykorzystanie technologii skanowania laserowego. Alternatywnie dopuszcza się tradycyjne metody geodezyjne.

Tolerancje dopuszczone w układanych warstwach prefabrykatów zgodnie z PN EN 14475: 2006 [2].

5.2.4. Ułożenie i zagęszczenie materiału nasypowego oraz warstwy drenażowej

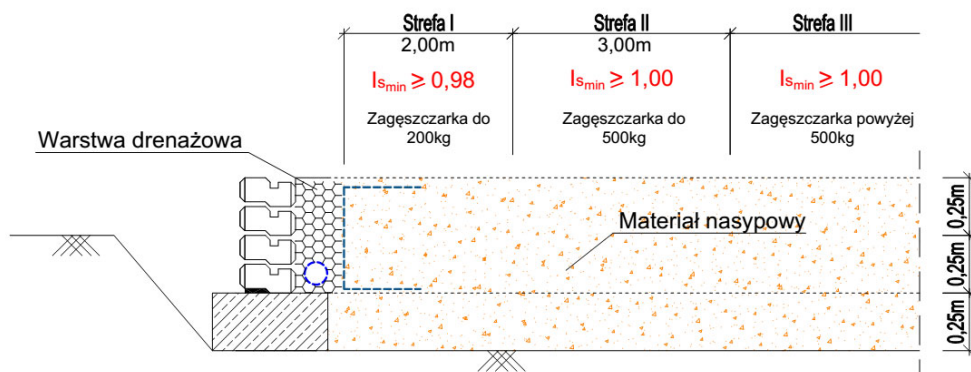
Materiał nasypowy odpowiadający wymaganiom podanym w pkt 2.4 należy układać warstwowo. Warstwa materiału nie powinna przekraczać 0,25m. Od poziomu rur drenarskich równolegle należy układać warstwę drenażową z kruszywa spełniającego wymagania przedstawione w pkt. 2.8 o szerokości min. 0,20m licząc od wewnętrznej strony lica drobnowymiarowych bloczków betonowych. Warstwę drenażową należy odseparować od materiału nasypowego za pomocą geowłókniny separacyjnej. Geowłókninę należy układać warstwowo pomiędzy zbrojeniami geosyntetycznymi tak by odseparować warstwę drenażową na całej jej wysokości.

Zaleca się układanie warstwy drenażowej w szalunku tak, aby nie dochodziło do nadmiernego mieszania się żwiru z materiałem nasypowym, co w konsekwencji doprowadzi do zmniejszenia właściwości filtracyjnych warstwy żwirowej.

Każdą warstwę materiału nasypowego o maksymalnej wysokości 0,25m należy zagęszczać. Wymagany minimalny wskaźnik zagęszczenia wg standardowej próby Proctora w strefie bloku z gruntu zbrojonego powinien wynosić:

$I_{s_{min}} \geq 0,98$ w odległości mniejszej niż 2,00m od warstwy drenażowej (Strefa I)

$I_{s_{min}} \geq 1,00$ w odległości większej niż 2,00m od warstwy drenażowej (Strefa II i Strefa III)



Schemat zagęszczania materiału nasypowego

W odległości do 2,00m od wewnętrznej strony warstwy drenażowej (Strefa I) materiał nasypowy należy zagęszczać przy użyciu lekkiego sprzętu o masie całkowitej nieprzekraczającej 200kg. W odległości od 2,00m do 5,00m (Strefa II) dopuszcza się użycie cięższego sprzętu zagęszczającego materiał nasypowy, o masie całkowitej nieprzekraczającej 500kg, natomiast w odległości powyżej 5,00m-10m (Strefa III) dopuszcza się użycie sprzętu ciężkiego bez wibracji. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę, czy podczas zagęszczania ciężkim sprzętem nie dochodzi do deformacji lica muru. Ponadto w Strefie I i II nie dopuszcza się ruchu sprzętu ciężkiego. Dopuszcza się modyfikację powyższych wytycznych dotyczących stosowanego sprzętu w określonych strefach tak, aby uzyskać wymagane minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia – nie można jednak doprowadzić do deformacji lica muru. Strefę 5,0 m-10m gdzie nie może poruszać się sprzęt ciężki należy traktować orientacyjnie, gdyż zależy ona od wielu uwarunkowań. Jeżeli w trakcie realizacji 5,0m-10m okaże się zbyt mało to należy strefę wydłużyć tak, by przejazd sprzętu ciężkiego nie wpływał negatywnie na realizowany mur oporowy.

5.2.5. Instalacja geosiatek zbrojących

W celu odpowiedniego zabudowania materiału geosyntetycznego należy wstępnie zmobilizować go do pracy poprzez odpowiedni naciąg geosiatki.

Pierwszym krokiem jest przygotowanie brytów geosiatek poprzez nacięcie materiału geosyntetycznego o długości zgodnej z dokumentacją projektową.

Po przygotowaniu brytów geosiatek o odpowiedniej długości należy przepleść rurkę z tworzywa sztucznego w odległości ~15 cm od skraju geosyntetyku. Po dokładnym oczyszczeniu powierzchni bloczków należy umieścić rurkę z przeplecionym materiałem geosyntetycznym w rowku kotwiącym.

Krawędź geosiatki należy ułożyć w miarę możliwości równo z licem ściany tak, aby kolejne warstwy bloczków podparte były w całości na jednolitej powierzchni. Pasma geosiatki należy układać obok siebie na styk, bez zakładu. Materiał geosyntetyczny należy układać i wstępnie naciągać prostopadłe do osi lica muru oporowego.

Ewentualny naddatek geosiatki wystający między bloczkami po zewnętrznej stronie lica należy usunąć np. dociąć za pomocą noża.

Następnie geosiatkę należy dociąć czterema warstwami bloczków betonowych (łącznie wysokość 0,50m) oraz umieścić w rowku kotwiącym czwartego bloczka następną geosiatkę o odpowiedniej długości z przeplecioną rurką z tworzywa sztucznego. Czynność należy powtórzyć, aż do uzyskania minimum ośmiu warstw drobnowymiarowych bloczków betonowych.

Zagęszczanie materiału nasypowego musi odbywać się zawsze przy udziale minimum ośmiu warstw drobnowymiarowych bloczków betonowych. Warstwy bloczków należy sukcesywnie układać wraz z zagęszczaniem kolejnych partii materiału nasypowego. Wyjątek stanowią górne partie muru oporowego.

5.2.6. Wykonanie systemu odwadniającego

W celu poprawnego odprowadzenia wody z korpusu muru oporowego należy wykonać system odwadniający składający się z rur drenarskich, trójników systemowych oraz podsypki. Rury drenarskie należy prowadzić w warstwie drenażowej w spadku min. 2%. Odprowadzenie wody z drenów należy

zrealizować poprzez połączenie rur drenarskich z rurami wyprowadzającymi wodę do rowu, studzienek lub kolektorów.

5.2.7. Wykończenie konstrukcji oporowych

Warstwy bloczków betonowych znajdujące się ponad ostatnią wkładką geosyntetyczną należy układać na zaprawie klejącej.

Oblicowanie z drobnowymiarowych bloczków betonowych nie może stanowić konstrukcji wsporczej (fundamentowej) pod posadowienie gzymsu.

Gzyms monolityczny wykonać zgodnie z STWiORB M.12.01.01 [17] i M.13.01.00 [18].

Deski gzymsowe na murach oporowych należy montować zgodnie z STWiORB M.13.03.01a [20].

Gzyms należy oddylać od poziomej powierzchni bloczków za pomocą styropianu grubości 2cm. Kapa zwieńczająca jest elementem wylewanym bezpośrednio na budowie. Jej poziom zmienia się w sposób ciągły, wysokość muru natomiast, zmienia się w sposób modułowy – wysokość bloczka. W efekcie pomiędzy bloczkami a projektowanym spodem wspornika powstaje pustka, gdzie nie zmieści się pełen bloczek betonowy. Miejsce to należy wypełnić podczas betonowania gzymsu, zwiększając lokalnie grubość wspornika.

Podczas betonowania mieszankę betonową należy odseparować od geosyntetyków za pomocą folii budowlanej grubości minimum 0,3mm.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady kontroli jakości robót

Ogólne zasady kontroli jakości robót podano w STWiORB DM.00.00.00 "Wymagania ogólne" pkt 6.

6.2. Szczegółowe zasady kontroli jakości robót

6.2.1. Badania przed przystąpieniem do robót

Przed przystąpieniem do robót Wykonawca powinien wykonać badania gruntów przeznaczonych do wykonania robót i przedstawić wyniki tych badań Inspektorowi nadzoru w celu akceptacji materiałów. Badania te powinny obejmować wszystkie właściwości określone w pkt 2.4 i 2.8 niniejszej STWiORB. Wykonawca zobowiązany jest do kontroli dostarczonych wyrobów.

Kontrola winna obejmować:

- a) sprawdzenie zgodności rodzaju wyrobu ze specyfikacją (np. jeżeli w SST wymagana jest geosiatka - czy dostarczono geosiatkę);
- b) sprawdzenie zgodności dostarczonej kopii DWU z zatwierdzonym wnioskiem materiałowym;
- c) sprawdzenie stanu wyrobów pod kątem uszkodzeń, poprawnego opakowania oraz przechowywania;
- d) sprawdzenie, czy na wszystkich rolkach znajdują się czytelne etykiety i czy wyroby zostały poprawnie oznakowane (nr rolek/partii, znak CE, podstawowe właściwości użytkowe);
- e) sprawdzenie, czy numery partii dostarczonych wyrobów są zgodne z numerami partii podanymi w DWU;
- f) sprawdzenie zgodności właściwości deklarowanych na etykietach z zatwierdzonym wnioskiem materiałowym;
- g) pobór próbek do badań i wykonanie badań sprawdzających potwierdzających zgodność wyrobów z deklarowanymi właściwościami.

Wykonawca może nie pobierać próbek i nie wykonywać badań kontrolnych wymienionych w punkcie f) powyżej, jeżeli ze strony Producenta dostarczanego wyrobu zostanie przedłożony jeden z poniższych dokumentów:

- potwierdzenie Producenta, że wyrób został wyprodukowany w warunkach ustanowionej Zakładowej Kontroli Produkcji, a wszystkie właściwości deklarowane dla danego wyrobu podlegają bieżącej kontroli w ramach ZKP;
- protokół z badań kontroli jakości wyrobu przeprowadzonych przez Producenta przed wysyłką na budowę.

W przypadku uzasadnionej wątpliwości co do jakości dostarczonych wyrobów Zamawiający lub Inżynier mogą wnioskować do Dostawcy geosyntetyków o udostępnienie wyników badań Zakładowej Kontroli Produkcji wyrobów dostarczonych na budowę. Wyniki takich badań muszą być udostępnione przez Producenta.

Protokół z kontroli własnej z ramienia Wykonawcy należy przedłożyć Inżynierowi przed wbudowaniem wyrobów. Do protokołu należy dołączyć kopie DWU kontrolowanych wyrobów.

2	Grubość warstwy	Na każdej warstwie (gr. 0,5m)
3	Badanie właściwości gruntu wg pkt 2.4.	Co 1000 m ³
4	Wilgotność gruntu	Na każdej zabudowanej warstwie (gr. 0,5m)

1. Próbkę należy pobierać w sposób losowy, z rozłożonej warstwy, przed jej zagęszczeniem. Dopuszcza się, za zgodą Inspektora nadzoru, pobieranie próbek ze środków transportowych na terenie wytwórni mieszanki. Wyniki badań powinny być na bieżąco przekazywane Inspektorowi nadzoru.
2. Wilgotność kruszywa powinna odpowiadać wilgotności optymalnej, określonej według próby Proctora, zgodnie z PN-B-04481 [8] (metoda II), z tolerancją +10%,-20% (procenty liczone od wartości wilgotności optymalnej).
3. Zagęszczenie warstwy należy sprawdzać według PN-S-02205 [10] lub alternatywnego sposobu zgodnie z pkt. 5.
4. Grubość warstwy nie może się różnić od grubości projektowanej o więcej niż 10%.
5. Właściwości gruntu - badania kruszywa powinny obejmować ocenę wszystkich właściwości określonych w pkt. 2.4.

Próbki do badań pełnych powinny być pobierane przez Wykonawcę w sposób losowy w obecności Inspektora nadzoru.

7. OBMIAR ROBÓT

Jednostką obmiarową jest

- 1m² (metr kwadratowy) lica muru z prefabrykowanych elementów betonowych;
- 1m³ (metr sześcienny) wykonanej zasypki.

8. ODBIÓR ROBÓT

Ogólne wymagania dotyczące odbioru robót podano w STWiORB D-M-00.00.00. "Wymagania Ogólne". Roboty objęte niniejszą Specyfikacją podlegają odbiorowi robót zanikających i ulegających zakryciu, który jest dokonywany na podstawie wyników pomiarów, badań i oceny wizualnej. Jeżeli wszystkie badania przewidziane w pkt. 6 dały wynik pozytywny, wykonane roboty należy uznać za wykonane zgodnie z wymaganiami STWiORB. Jeżeli choć jedno badanie dało wynik ujemny wykonane roboty należy uznać za niezgodne z wymaganiami. W tym wypadku Wykonawca jest zobowiązany doprowadzić roboty do zgodności z STWiORB i przedstawić je do ponownego odbioru.

9. PODSTAWA PŁATNOŚCI

9.1. Ogólne zasady płatności robót

Ogólne zasady płatności robót podano w Warunkach Kontraktu.

9.2. Cena jednostki obmiarowej

Cena jednostkowa wykonania muru zbrojonego obejmuje:

- roboty przygotowawcze i pomiarowe,
- wykonanie wykopu,
- wykonanie ławy żelbetowej,
- ustawienie gotowych elewacyjnych betonowych bloczków wraz z łącznikiem,
- ułożenie i zagęszczenie materiału zasypowego oraz warstwy drenażowej,
- ułożenie geosiatki zbrojącej,
- ułożenie geowłókniny separacyjnej,
- wykonanie systemu odwadniającego wraz z ułożeniem folii budowlanej,
- wykonanie zwieńczenia muru oporowego,
- badania i pomiary,
- uprzątnięcie terenu po zakończeniu robót.

10. PRZEPISY ZWIĄZANE

10.1. Normy

- [1] PN-EN 991:1999 Oznaczanie wymiarów prefabrykowanych elementów zbrojonych z autoklawizowanego betonu komórkowego lub z betonu lekkiego kruszywowego o otwartej strukturze
- [2] PN-EN 14475:2006 Wykonawstwo specjalnych robót geotechnicznych - Grunt zbrojony
- [3] PN-EN 13242+A1:2010 Kruszywa do niezwiązanych i hydraulicznie związanych materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym
- [4] PN-EN 13251:2016-11 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Właściwości wymagane w odniesieniu do wyrobów stosowanych w robotach ziemnych, fundamentowaniu i konstrukcjach oporowych
- [5] PN-EN ISO 10319:2015-08 Geosyntetyki. Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek
- [6] PN-EN ISO 13431:2002 Geotekstyli i wyroby pokrewne. Wyznaczanie pełzania podczas rozciągania i zniszczenia przy pełzaniu
- [7] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 – Projektowanie geotechniczne – Część 1: Zasady ogólne
- [8] PN-B-04481 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
- [9] PN-EN 206+A2:2021-08 Beton – Wymagania, właściwości użytkowe, produkcja i zgodność
- [10] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe – Roboty ziemne – Wymagania i badania.
- [11] PN-EN 771-3+A1:2015-10 Wymagania dotyczące elementów murowych -- Część 3: Elementy murowe z betonu kruszywowego (z kruszywami zwykłymi i lekkimi)
- [12] PN-EN ISO 9862:2007 Geosyntetyki -- Pobieranie próbek laboratoryjnych i przygotowywanie próbek do badań

10.2. Inne dokumenty

- [13] Instrukcja nr ITB nr 429/2007 „Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami”.
- [14] Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements – EBGEO, Ernst & Sohn, 2010.
- [15] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych.
- [16] Zarządzenie nr 8 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych tj. „Wytyczne wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym”.
- [17] M-12.01.00. Stal zbrojeniowa
- [18] M-13.01.00. Beton konstrukcyjny
- [19] M-13.02.01. Beton klasy $\leq 20/25$
- [20] M-13.03.01a. Deski gzymsowe z polimerobetonu
- [21] M-15.01.02. Izolacje powłokowa asfaltowa układana „na zimno”
- [22] Wytyczne do oceny zgodności geosyntetyków stosowanych w budownictwie infrastrukturalnym Polskiego Stowarzyszenia Geosyntetycznego