

SPIS TREŚCI

1.	Podstawa opracowania.....	1
2.	Dane wyjściowe.	2
3.	Cel i zakres opracowania.....	2
4.	Warunki gruntowo-wodne.	2
5.	Wzmocnienie podłoża gruntowego bezpośrednio pod konstrukcją z gruntu zbrojonego.....	2
6.	Wymiarowanie zbrojenia geosyntetycznego	2
6.1.	Parametry gruntowe.....	3
6.2.	Geometria.....	4
6.3.	Obciążenie zewnętrzne przyjęte do obliczeń.....	4
7.	Kolejność czynności przy wykonywaniu konstrukcji z gruntu zbrojonego I.	4
7.1.	Uwagi ogólne.	4
7.2.	Kolejność czynności podczas wykonywania ściany oporowej z gruntu zbrojonego.....	4
7.3.	Wykonanie elementów odwadniających.	9
7.4.	Zabezpieczenie ściany w czasie robót.....	10
8.	Wymagania dla materiałów.....	10
8.1.	Charakterystyka georusztów polipropylenowych typu T7.....	10
8.2.	Charakterystyka georusztów polipropylenowych typu E2.....	11
8.3.	Prefabrykowane łączniki z tworzywa sztucznego typu „round bodkin”.....	14
8.4.	Prefabrykowane łączniki z tworzywa sztucznego typu „konektor”.....	15
8.5.	Prefabrykowane bloczki betonowe TW1.....	15
8.6.	Grunt zasypowy	16
8.7.	Wymagania dla warstwy drenażowej.....	17
9.0	Konstrukcje żelbetowe	18

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Zał. nr 1: Część rysunkowa.
- Zał. nr 2: Uprawnienia projektanta i sprawdzającego.

CZĘŚĆ RYSUNKOWA

- Rys. nr 6: Ściana oporowa z gruntu zbrojonego.

1. Podstawa opracowania.

Projekt technologiczny wykonano na zlecenie Pracownia Projektowa Proinwesta 80-890 Gdańsk
ul. Heweliusza 11 .

2. Dane wyjściowe.

- [1] Projekt wykonawczy (opis techniczny oraz lokalizacja i profile murów oporowych) przekazany przez Zleceniodawcę.
- [2] „Zarys Geotechniki” Z. Wiłun;
- [3] PN-S-02205 „Roboty ziemne. Wymagania i badania”;
- [4] BS 8006:1995 „Strengthened/reinforced soils and other fills”;
- [5] PN-85/S-10030 “Obiekty mostowe. Obciążenia”;

Wszystkie rysunki w niniejszym opracowaniu powstały na bazie rysunków z projektu [1].

3. Cel i zakres opracowania.

Opracowanie zawiera obliczenia zbrojenia i opis technologii wykonania konstrukcji z gruntu zbrojonego w systemie Tensar Wall z oblicowaniem z prefabrykowanych bloczków betonowych TW1. Jako zbrojenie zastosowano jednokierunkowe georuszty typu RE.

Opracowanie dotyczy ścian oporowych wzdłuż drogi do działki nr 20/2 obręb 065.

Niniejsze opracowanie jest projektem wykonawczym wyłącznie w zakresie ścian oporowych z gruntu zbrojonego. Wszystkie elementy obiektu nieuwzględnione w niniejszym opracowaniu (np. elementy wyposażenia itp.) należy wykonać zgodnie z projektem wyjściowym [1].

4. Warunki gruntowo-wodne.

Geologia zgodnie z dokumentacją geotechniczną.

5. Wzmocnienie podłoża gruntowego bezpośrednio pod konstrukcją z gruntu zbrojonego.

Podłoże pod konstrukcją z gruntu zbrojonego należy dowolną metodą doprowadzić do następujących parametrów:

- zagęszczenie określone stopniem zagęszczenia $ID=0,66$ i nie mniejszym niż wskaźnikiem zagęszczenia $I_s \geq 0,97$;
- nośność określona wtórnym modułem odkształcenia $E2 \geq 80$ MPa.

6. Wymiarowanie zbrojenia geosyntetycznego.

W przeprowadzonych obliczeniach wykonanych przy użyciu programu komputerowego firmy Tensar International – WinWall wersja 8.26 zastosowano metodę projektową Deutsches Institut für Bautechnik. Metoda ta zakłada sprawdzenie stateczności zewnętrznej i wewnętrznej wg określonych mechanizmów zniszczenia konstrukcji. Rozpatrywanymi mechanizmami utraty

stateczności zewnętrznej są przesunięcie całego obiektu, wywrócenie, utrata nośności podłoża gruntowego oraz poślizg po powierzchni kołowej.

Przy określaniu stateczności wewnętrznej stosuje się następujące modele zniszczenia: zerwanie pasma zbrojenia geosyntetyku oraz/lub wyciągnięcie pasma z masywu gruntu zbrojonego (tzw. pull-out). Przy obliczaniu stateczności wewnętrznej stosuje się metodę klinów odłamu. Sprawdzenie każdego z założonych mechanizmów zniszczenia związane jest z przyjęciem określonego współczynnika bezpieczeństwa. Współczynniki te mają określone, normowo dopuszczalne, minimalne wartości. Jako wynik obliczeń przyjmowano osiągnięcie satysfakcjonującej wielkości współczynników bezpieczeństwa. Wymagane wartości współczynników bezpieczeństwa osiągnięto poprzez optymalizację rozstawu pionowego, wytrzymałości i długości pasm zbrojenia przy zadanych warunkach geotechnicznych, obciążeniach i geometrii ściany.

Uwaga:

Program wykorzystany do obliczeń uwzględnia szereg współczynników cząstkowych korygujących, charakterystycznych dla wyrobów Tensar (przyjmowanych zgodnie z certyfikatem BBA) m.in. ze względu na pełzanie, ze względu na proces produkcji, ze względu na instalację georusztów Tensar itp. W związku z tym, ewentualne zastosowanie innych geosyntetyków do zbrojenia muru wymaga wykonania ponownych obliczeń.

6.1. Parametry gruntowe.

Przyjęto następujące parametry gruntowe dla poszczególnych elementów ścian oporowych (zasypka w obrębie zbrojenia, grunt nasypu za blokiem gruntu zbrojonego oraz podłoże pod ścianą):

Tablica 1. Parametry gruntowe konstrukcji z gruntu zbrojonego.

	Spójność [kPa]	Kąt tarcia wewnętrznego [°]	Ciężar objętościowy [kN/m ³]
Zasypka w obrębie gruntu zbrojonego z Ps	0	34,0	18,0
Grunt za blokiem z gruntu zbrojonego z Ps	0	32,0	18,0
Podłoże (po wzmocnieniu do wymaganych parametrów)	0	32,0	18,0

6.2. Geometria.

Poziom posadowienia i wysokości ściany dla poszczególnych sekcji przyjęto zgodnie z projektem [1].

6.3. Obciążenie zewnętrzne przyjęte do obliczeń.

Wartość obciążenia użytkowego przyjęto zgodnie z opisem technicznym do projektu [1].

7. Kolejność czynności przy wykonywaniu konstrukcji z gruntu zbrojonego.

7.1. Uwagi ogólne.

Przed przystąpieniem do wykonywania konstrukcji muru oporowego należy przygotować podłoże zgodnie z wymaganiami podanymi w pkt. 5.

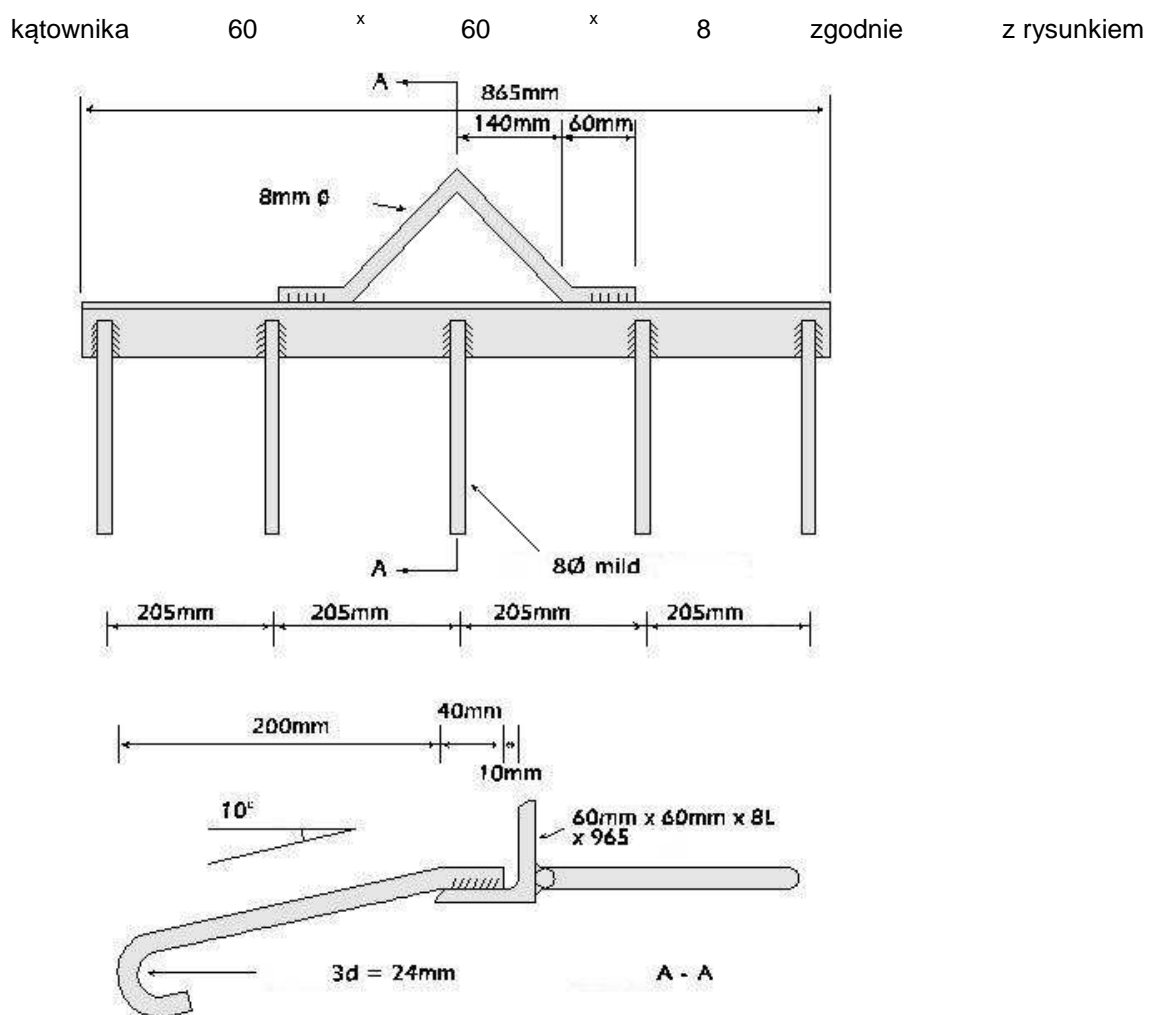
Pasma georusztów są układane w kierunku prostopadłym do lica ściany. Sąsiednie pasma georusztów są układane obok siebie „na styk”, bez zakładu.

W przypadku konieczności połączenia kolejnych pasm georusztów (w celu uzyskania pasma o wymaganej długości z dwóch krótszych odcinków) należy wykonać połączenie przy pomocy łącznika typu „round bodkin”.

7.2. Kolejność czynności podczas wykonywania ściany oporowej z gruntu zbrojonego.

1. Belka naciągająca.

Przed przystąpieniem do budowy ściany należy przygotować „belkę naciągającą”, służącą do naprężania pasm georusztów RE. Belkę należy wykonać z prętów stalowych ϕ 8 mm i



Rysunek 1. Belka naciągająca.

2. Warstwa drenażowa.

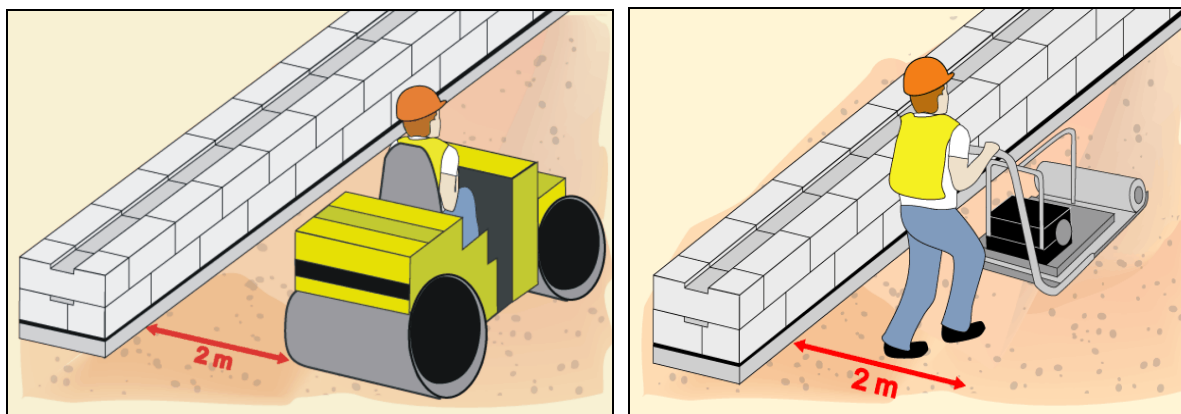
Warunkiem prawidłowej pracy konstrukcji z gruntu zbrojonego jest wykonanie prawidłowego drenażu bezpośrednio za oblicowaniem z bloczków betonowych. Szerokość warstwy drenażowej z kruszywa drenażowego powinna wynosić 30 cm i powinna być układana wzdłuż lica ściany od poziomu drenu do wierzchu muru. Wykonywanie warstwy drenażowej należy rozpocząć na takiej rzędnej, aby ujście rurek odpływowych, odprowadzających wodę z dolnego poziomu warstwy drenażowej znajdowało się min. 10 cm nad powierzchnią terenu przed murem oporowym. Należy stosować kruszywo jednofrakcyjne, np. 8/16 lub 16/32. Kruszywo powinno się charakteryzować współczynnikiem filtracji $k \geq 100 \text{ m/dobę}$.

3. Wykonanie ściany oporowej z gruntu zbrojonego.

1. Przed przystąpieniem do robót należy przygotować pasma georusztów jednokierunkowych typu RE o min. długości efektywnej (długość zakotwienia pasma wynikająca z projektu), przy czym cięcie pasma powinno być wykonane w połowie odległości pomiędzy żebrami poprzecznymi.

Pasma należy układać obok siebie na styk, bez zakładu. Nie należy przycinać georusztu bezpośrednio za żebrem poprzecznym.

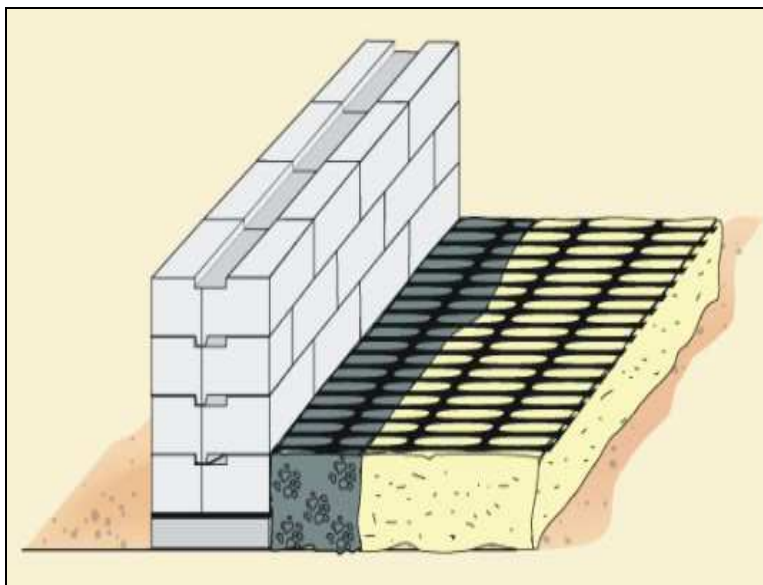
2. Wykonanie ławy fundamentowej o przekroju 0,50 x 0,25 m z betonu C20/25 zgodnie z wymaganymi rzędnymi.
3. Ułożenie pierwszej warstwy bloczków TW1 na zaprawie cementowo-piaskowej o grubości 2 cm na ławie fundamentowej.
4. Ułożenie i zagęszczenie gruntu zasypowego do wysokości wierzchu warstwy bloczków (poziomu układania pierwszej warstwy georusztu).
5. Grunt należy zagęszczać płytą wibracyjną lub lekkim walcem wibracyjnym. Nie należy przeprowadzać zagęszczania w odległości mniejszej niż 150 mm od bloczków. W odległości do 2 m od lica ściany należy użyć sprzętu o nacisku na metr długości bębna poniżej 1300 kg i całkowitej masie poniżej 1000 kg. Należy zwrócić uwagę, aby rzędna warstwy gruntu po zagęszczeniu dokładnie odpowiadała rzędnej układania warstwy georusztu. Grunt nasypowy należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia określonego w projekcie.
6. Nie dopuszcza się pracy i ruchu maszyn o całkowitej masie powyżej 1000 kg w odległości mniejszej niż 2 m od lica muru. Przejazd ciężkiego sprzętu blisko lica muru może spowodować wypchnięcie i deformację fragmentu muru. Jeżeli dojdzie do takiej deformacji, np. w skutek przypadkowego przejazdu ciężkiego sprzętu blisko lica, należy zdeformowany fragment muru rozebrać i wykonać ponownie.



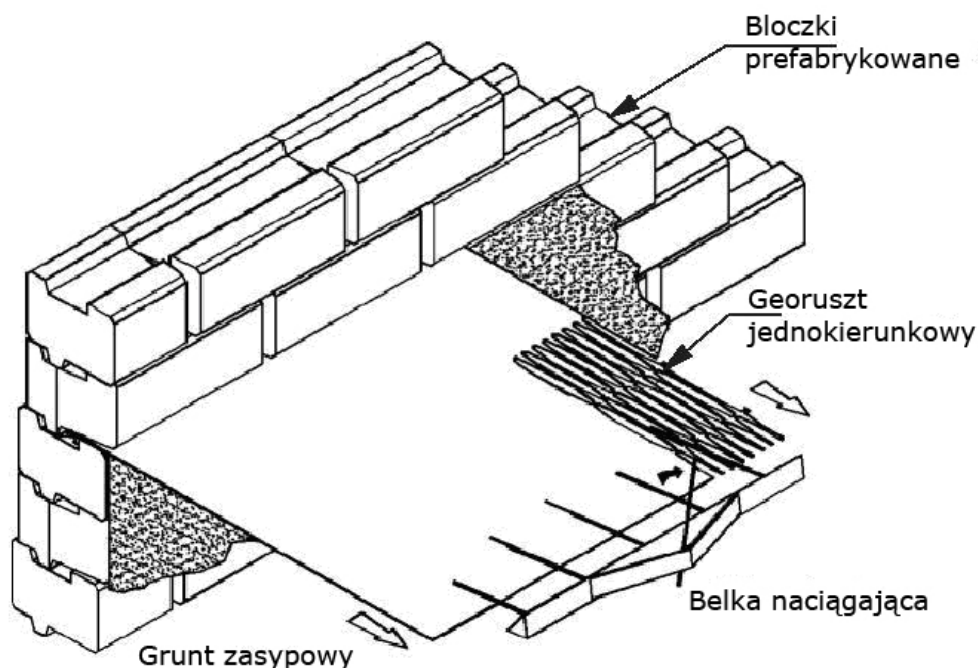
7. Należy przestrzegać ogólnych zasad dotyczących zagęszczania gruntu. Zagęszczanie należy rozpoczynać zawsze od strony licowej i wraz z postępem prac odsuwać się od ściany oporowej. Pozwoli to uniknąć problemu odchylania się ściany oporowej w kierunku zewnętrznym.
8. Usunięcie wszelkich zanieczyszczeń z górnej powierzchni bloczków (najlepiej za pomocą szczotek).
9. Ułożenie przygotowanego końca pasma georusztu nad bloczkami i założenie na nim profilowanego łącznika z tworzywa sztucznego. Poprzeczne żebro georusztu powinno być

zaczepione o łącznik. Należy upewnić się, że każde oczko georusztu zostało prawidłowo zaczepione o występ łącznika. W razie konieczności łącznik może zostać przecięty.

10. Umieszczenie łącznika z georusztem we wnęce w bloczku. Łącznik powinien być dokładnie wpasowany we wnękę. Swobodne żebra georusztu należy skierować na zewnątrz ściany, w taki sposób, aby oprzeć na nich całą podstawę bloczka (zarówno od strony licowej, jak i zasypowej).
11. Procedurę należy powtórzyć na całej długości ściany (aktualnie wykonywanego fragmentu ściany).
12. Ponowne oczyszczenie górnej powierzchni bloczków i ułożenie kolejnej warstwy bloczków. Bloczki układane są „na sucho”, bez zaprawy. Wyjątkowo, w razie konieczności wypoziomowania bloczków w kierunku wzdłuż lub poprzek muru dopuszcza się użycie zaprawy cementowo-piaskowej w proporcjach 1:3. Grubość warstwy zaprawy nie może przekraczać 5 mm.
13. Elementy należy układać tak, aby występ w dolnej części bloczka opierał się o przednią ściankę wnęki w bloczku leżącym poniżej.
14. Wstępne, lekkie naciągnięcie georusztu, tak, aby łącznik oparł się o tylną ściankę wnęki.
15. Ułożenie przynajmniej dwóch kolejnych warstw bloczków, dokładnie przylegających do niższych warstw.

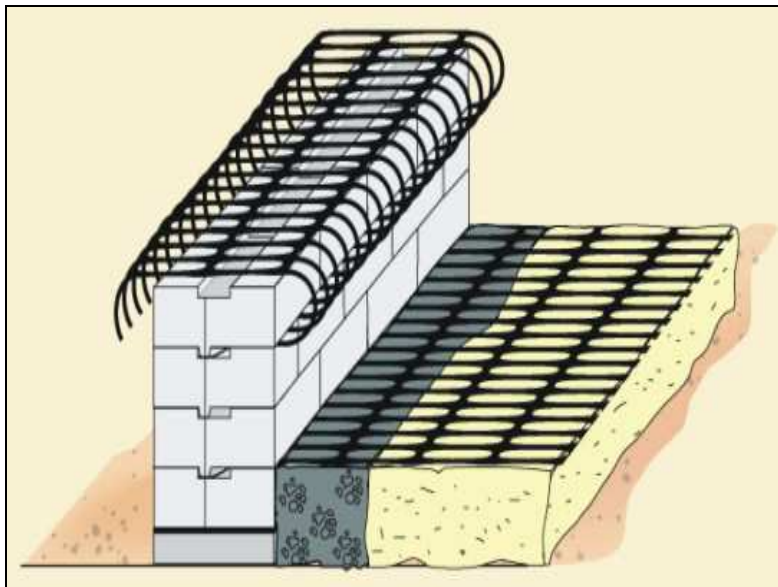


16. Umieszczenie belki naciągającej na swobodnym końcu georusztu i przyłożenie obciążenia wystarczającego do usunięcia wszelkich luzów i sfalowań. Równocześnie należy w trakcie naciągania sprawdzać poziom przy użyciu poziomicy, na najwyższej - trzeciej - warstwie ułożonych bloczków, powyżej naciąganych pasm georusztów, i jeżeli występują odchylenia od poziomu, należy poprawić ułożenie bloczków.



Rysunek 2. Naciągnięcie georusztu za pomocą belki naciągającej.

17. Utrzymując naciągnięcie georusztu, końce pasm należy przymocować do podłoża szpilkami stalowymi w ilości min. 2 szt. na jedno pasmo georusztu. Mocowanie szpilkami ma charakter tymczasowy. Po ułożeniu na georuszcie warstwy gruntu szpilki można zdemontować i wykorzystać ponownie. Na georuszcie należy umieścić warstwę gruntu wystarczającą do utrzymania georusztu w niezmienionym położeniu po zdjęciu szpilek. Następnie należy zdjąć obciążenie i zdemontować belkę.
18. Nie dopuszcza się ruchu jakichkolwiek pojazdów bezpośrednio po rozłożonym georuszcie. Ruch pojazdów jest możliwy pod warunkiem, że na georuszcie spoczywa warstwa gruntu o grubości przynajmniej 150 mm. Grunt nasypowy powinien być układany z zastosowaniem ładowarki lub koparki, tak, aby opadał z niewielkiej wysokości na georuszt. Maszyny układające grunt nie powinny pracować w odległości mniejszej niż 2 m od lica ściany.
19. Umieszczenie i zagęszczenie gruntu zasypowego w warstwach o grubości zależnej od rozstawu georusztów, tj. 45 cm, do poziomu następnej warstwy georusztu, tak jak w p. 3 - 19. Należy pamiętać, aby za każdym razem powyżej warstwy gruntu znajdowały się trzy warstwy bloczków. Zagęszczanie zawsze powinno rozpoczynać się przy wewnętrznej części ściany i postępować w kierunku swobodnego końca georusztu.
20. Odcinki georusztu przymocowane do ściany powyżej poziomu aktualnie zagęszczanej warstwy gruntu powinny być tymczasowo zawinięte ponad szczytem ściany tak, aby nie przeszkadzały w pracy.



21. Należy powtarzać kroki 8 - 21 aż do wzniesienia ściany o wymaganej wysokości.
22. Ostatnią warstwę bloczków należy układać na zaprawie.
23. Jako zwieńczenie wykonanego muru należy wykonać gzyms prefabrykowany lub wylewany na mokro zgodnie z rysunkiem w projekcie. W przypadku gzymsu prefabrykowanego, maksymalna długość pojedynczego elementu to 80 cm.
24. Zbrojenie gruntu na murze nr 1, w rejonie kolizji georusztów z projektowanymi studniami, należy wykonać zgodnie z Rys. nr 1 Ściany oporowe z gruntu zbrojonego.
25. Georuszty w rejonie studni należy zakotwić w gruncie na długości odcinka „do studni” (długość zakotwienia około 1 m). Natomiast wymagane zakotwienie (zgodne z Rys. nr 1 Ściany oporowe z gruntu zbrojonego) należy zrealizować jako zdjęcie parcia za studnią.
26. Dodatkowo, w rejonie studni, do ustabilizowania lica muru należy użyć pręty stalowe $\Theta 10$ wklejone na zaprawę we wnęce bloczka. Pręty należy stosować co trzecią warstwę bloczków. Pręty powinny być wydłużone o 40 cm w obie strony w stosunku do szerokości studni.
27. Grunt zasypowy w rejonie studni, na długości odcinka „do studni” należy stabilizować cementem.

7.3. Wykonanie elementów odwadniających.

1. Bezpośrednio pod rurką drenażową, wzdłuż wewnętrznego lica ściany oporowej na gruncie zasypowym należy rozłożyć warstwę uszczelniającą, aby nie dopuścić do penetracji wody poniżej

- tej warstwy. Szerokość warstwy uszczelniającej i jej ułożenie pokazano na rysunkach. Jako warstwę uszczelniającą należy zastosować geomembranę o grubości min. 0,5 mm.
2. Należy ułożyć rurkę drenażową o średnicy $\Phi = 100$ mm, wzdłuż całej długości muru na rzędnych podanych w projekcie, stosując spadek podłużny 1% w stronę rur odprowadzających wodę na zewnątrz muru. Rurka powinna znajdować się na spodzie warstwy drenażowej.
 3. Co 10 mb muru należy zamocować rurkę z HDPE o średnicy $\Phi = 50$ mm, odprowadzającą wodę na zewnątrz muru. Rurka ta powinna mieć długość 50 cm i być zamontowana ze spadkiem 15% w stronę koryta ściekowego, w taki sposób aby wypływająca z niej woda trafiła bezpośrednio do korytka ściekowego lub na odpowiednio przystosowane podłoże. Rurka powinna wystawać 10 cm poza lico muru.
 4. Połączenie rury drenażowej $\Phi 100$ mm z rurką odprowadzającą 50 mm powinno być wykonane przy pomocy trójnika drenarskiego z PVC 100/50/90°

7.4. Zabezpieczenie ściany w czasie robót.

Drenaż w postaci warstwy kruszywa drenażowego i rurki drenarskiej przy oblicowaniu z blozków zaprojektowany jest na sączenie wody po oddaniu ściany oporowej do użytku. Drenaż ten nie jest przystosowany do przejmowania dużej ilości wody podczas intensywnych opadów deszczu w czasie budowy. Nie można dopuścić do spływu intensywnych wód opadowych do lica ściany oporowej. W czasie robót należy zabezpieczyć ścianę oporową z gruntu zbrojonego przed intensywnym dopływem wód opadowych z sąsiedniego terenu, w razie potrzeby przez prowizoryczne odwodnienie tymczasowe. W szczególności zaleca się takie kształtowanie terenu, aby woda opadowa z terenów przyległych była odprowadzana na zewnątrz ściany oporowej. Podczas wykonywania ściany oporowej, na końcu dnia roboczego, zwłaszcza wtedy kiedy oczekiwane są opady deszczu, zaleca się tworzenie spadku z gruntu zasypowego od lica do środka, aby woda opadowa odpływała od lica ściany.

8. Wymagania dla materiałów

8.1. Charakterystyka georusztów polipropylenowych typu T7.

1. Georuszty o sztywnych węzłach typu T7 są elementem TWS i wymiana tych elementów na jakiegokolwiek inne wymaga zmiany i przeprojektowania całego Systemu.
2. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
3. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.

4. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:

- ekstrapolację i zmienność produkcji – f_m ;
- uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – f_d ;
- degradacja środowiskowa [pH = 2÷12,5] – f_e ;

i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

5. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 17,50 \text{ kN/m}$$

8.2. Charakterystyka georusztów polipropylenowych typu E2.

1. Georuszty o sztywnych węzłach typu E2 są elementem TWS i wymiana tych elementów na jakiegokolwiek inne wymaga zmiany i przeprojektowania całego Systemu.
2. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
3. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.
4. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:
 - ekstrapolację i zmienność produkcji – f_m ;
 - uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – f_d ;
 - degradacja środowiskowa [pH = 2÷12,5] – f_e ;

i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

5. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 25,5 \text{ kN/m}$$

8.3. Georuszty jednokierunkowe o sztywnych węzłach – typu N4

1. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
2. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.
3. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:
 - ekstrapolację i zmienność produkcji – $f_m = 1,0$;
 - uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – $f_d = 1,07$;
 - degradacja środowiskowa [$pH = 2 \div 12,5$] – $f_e = 1,0$;
 i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

4. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 31,0 \text{ kN/m}$$

5. Georuszty typu N4 są produkowane zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO 9001. Georuszty posiadają oznakowanie CE. Parametry georusztu takie jak wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz wartości współczynników korekcyjnych powinny być potwierdzone certyfikatem niezależnej jednostki certyfikującej (np. BBA, BTTG, TBU itp.).

8.4. Georuszty jednokierunkowe o sztywnych węzłach – typu S6

1. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
2. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.

3. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:

- ekstrapolację i zmienność produkcji – $f_m = 1,0$;
- uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – $f_d = 1,07$;
- degradacja środowiskowa [$pH = 2 \div 12,5$] – $f_e = 1,0$;

i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

4. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 42,50 \text{ kN/m}$$

5. Georuszty typu S6 są produkowane zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO 9001. Georuszty posiadają oznakowanie CE. Parametry georusztu takie jak wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz wartości współczynników korekcyjnych powinny być potwierdzone certyfikatem niezależnej jednostki certyfikującej (np. BBA, BTTG, TBU itp.).

8.5. Georuszty jednokierunkowe o sztywnych węzłach – typu A9

1. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
2. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.
3. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:

- ekstrapolację i zmienność produkcji – $f_m = 1,0$;
- uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – $f_d = 1,07$;
- degradacja środowiskowa [$pH = 2 \div 12,5$] – $f_e = 1,0$;

i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

4. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 57,0 \text{ kN/m}$$

5. Georuszty typu A9 są produkowane zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO 9001. Georuszty posiadają oznakowanie CE. Parametry georusztu takie jak wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz wartości współczynników korekcyjnych powinny być potwierdzone certyfikatem niezależnej jednostki certyfikującej (np. BBA, BTTG, TBU itp.).

1.1. Georuszty jednokierunkowe o sztywnych węzłach – typu R7

1. Georuszty o sztywnych węzłach, powinny być wyprodukowane z pasma polietylenu wysokiej gęstości (HDPE), w taki sposób, że powstała struktura jest zorientowana w jednym kierunku. Poprzeczne żebra stanowią integralny element struktury georusztów.
2. Georuszty powinny być odporne na związki chemiczne naturalnie występujące w gruncie oraz rozpuszczalniki w temperaturze otoczenia. Polimer tworzący georuszty powinien zawierać, co najmniej 2% sadzy węglowej, stanowiącej inhibitor działania promieniowania ultrafioletowego.
3. Wytrzymałość projektowa (P_{des}) powinna uwzględniać wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz współczynniki korekcyjne ze względu na:

- ekstrapolację i zmienność produkcji – $f_m = 1,0$;
- uszkodzenie podczas wbudowywania [max ziarno 37,5mm] – $f_d = 1,0$;
- degradacja środowiskowa [$pH = 2 \div 12,5$] – $f_e = 1,0$;

i powinna być wyznaczona ze wzoru:

$$P_{des} = \frac{P_c}{f_m \times f_d \times f_e}$$

4. Minimalna wytrzymałość projektowa P_{des} z uwzględnieniem powyższych współczynników powinna wynosić:

$$P_{des} \geq 71,0 \text{ kN/m}$$

5. Georuszty typu R7 są produkowane zgodnie z wymaganiami określonymi w normie jakościowej ISO 9001. Georuszty posiadają oznakowanie CE. Parametry georusztu takie jak wytrzymałość z uwzględnieniem pełzania w okresie 120 lat przy średniej temperaturze 10°C (P_c) oraz wartości współczynników korekcyjnych powinny być potwierdzone certyfikatem niezależnej jednostki certyfikującej (np. BBA, BTTG, TBU itp.).

8.6. Prefabrykowane łączniki z tworzywa sztucznego typu „round bodkin”.

1. Łączniki są elementem TWS i wymiana tych elementów na jakikolwiek inny wymaga zmiany i przeprojektowania całego Systemu.

2. Do łączenia pasm georusztów ze sobą należy stosować prefabrykowane łączniki z polipropylenu wysokiej gęstości (HDPE) typu „round bodkin” o wymiarach 1350 Φ 13 [mm]. Powinny one być dostarczone przez producenta georusztu. Należy stosować łączniki umożliwiające uzyskanie wytrzymałości połączenia równej wytrzymałości georusztu.

8.7. Prefabrykowane łączniki z tworzywa sztucznego typu „konektor”.

1. Prefabrykowane łączniki z tworzywa sztucznego są elementem TWS i wymiana tych elementów na jakiegokolwiek inne wymaga zmiany i przeprojektowania całego Systemu.
2. Do wykonania łączenia pomiędzy blokami betonowymi TW1, a pasmami georusztów należy zastosować prefabrykowane łączniki z polietylenu typu „konektor” przystosowane do współpracy z konkretnym typem georusztów. Łączniki takie powinny być dostarczone przez producenta geosyntetyków. Należy stosować łączniki umożliwiające uzyskanie wytrzymałości połączenia równej wytrzymałości georusztu.

8.8. Prefabrykowane bloczki betonowe TW1.

Do wykonania oblicowania ściany oporowej w technologii TWS należy użyć prefabrykowanych bloczków betonowych TW1 wykonanych z betonu C25/30.

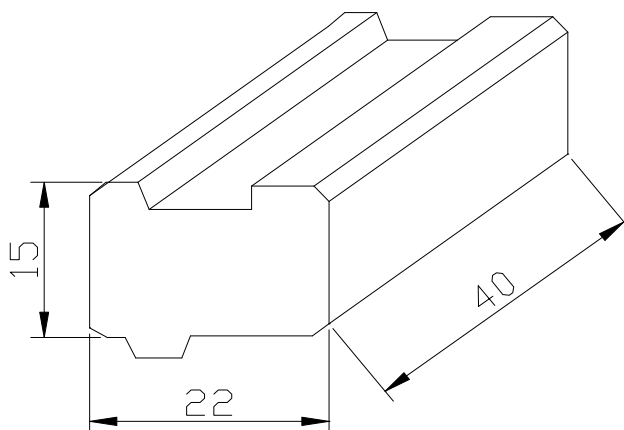
Bloczki są tak ukształtowane, aby możliwe było:

- a) pełne i skuteczne zamocowanie pasma geosiatki wraz z łącznikiem (do łączenia z pasmami geosiatki wykorzystywany jest specjalny prefabrykowany łącznik z tworzywa sztucznego typu „konektor” układany we wnęce bloczku),
- b) wykonanie łuków w planie (powierzchnie boczne bloczków TW1 nie są prostopadłe do lica),
- c) układanie muru w technologii na sucho (równe krawędzie, minimalne tolerancje wymiarów).

Bloczki posiadają wymiary podane na Rysunku nr 6:

wys. x szer. x głęb. \Rightarrow 15 cm x 40 cm x 22 cm.

Bloczki TW1 są tak ukształtowane, że wykonana z nich ściana oporowa automatycznie powinna uzyskać pochylenie 86 stopni. Pochylenie jest uzyskiwane dzięki niewielkiemu przesunięciu wnętrza i „pióra” względem siebie, natomiast same bloczki są układane poziomo.



Rysunek 6. Wymiary bloczka TW1.

W wybarwieniach betonu mogą występować niewielkie odchyłki kolorystyczne, które są wynikiem odcieni kruszywa i cementu. W celu uzyskania lepszego wyglądu muru zaleca się układać elementy z kilku palet na przemian.

8.9. Grunt zasypowy

Grunt zasypowy jest elementem konstrukcyjnym ściany oporowej z gruntu zbrojonego. Warunkiem prawidłowej pracy konstrukcji z gruntu zbrojonego jest użycie do zasypki gruntu wodoprzepuszczalnego, łatwo zagęszczalnego, o odpowiednim kącie tarcia wewnętrznego.

Rodzaj i uziarnienie gruntu zasypowego. Jako materiał zasypowy należy użyć gruntu sypkiego, niespoistego, niewysadzinowego takiego jak: żwir, pospółka, piasek gruby lub średni. Dopuszcza się użycie piasku drobnego pod warunkiem spełnienia podanych niżej wymagań. Zawartość ziaren przechodzących przez sito 0,05 mm powinna być mniejsza od 10% wagowo. Nie dopuszcza się użycia gruntów spoistych. Nie dopuszcza się użycia piasku pylastego. Zawartość ziaren powyżej 100 mm nie powinna przekraczać 25% wagowo.

Wodoprzepuszczalność gruntu zasypowego. Wodoprzepuszczalność gruntu zasypowego nie powinna być mniejsza od $k = 10^{-5}$ m/sek (0,86 m/dobę), ale do wykonania górnej warstwy zasypki, o grubości 50 cm należy użyć gruntu o większej wodoprzepuszczalności, co najmniej $k = 6 \times 10^{-5}$ m/sek ($k=5$ m/dobę).

Wskaźnik różnoziarnistości i zagęszczenie gruntu zasypowego. Zaleca się, aby wskaźnik różnoziarnistości gruntu zasypowego był większy od 5 ($U \geq 5$). Materiał gruntowy o wskaźniku różnoziarnistości mniejszym od 5 można zastosować, warunkowo, jeśli wstępne próby wykażą możliwość uzyskania wymaganego zagęszczenia. Należy uwzględnić fakt, że bezpośrednio przy ścianie oporowej zagęszczanie odbywa się przy użyciu ręcznych zagęszczarek, a dalej

od ściany walcami, i dlatego grunt musi być łatwozagęszczalny. Grunt należy zagęszczać przy wilgotności optymalnej do osiągnięcia wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 0,98$.

Kąt tarcia wewnętrznego gruntu zasypowego. Ze względu na założenia przyjęte do obliczeń statycznych grunt zasypowy po zagęszczeniu musi charakteryzować się kątem tarcia wewnętrznego $\Phi \geq 34^\circ$. Taki kąt tarcia wewnętrznego uzyskuje się przy użyciu do zasypki żwiru, pospółki, piasku grubego i średniego, o cechach jak określono wyżej, po ich zagęszczeniu do osiągnięcia $I_s \geq 0,98$. W razie wątpliwości wartość kąta tarcia wewnętrznego można wyznaczyć na podstawie badań laboratoryjnych gruntu.

Właściwości chemiczne gruntu. Wskaźnik pH gruntu powinien mieścić się w przedziale od 4 do 9. W przypadku najczęściej stosowanych gruntów rodzimych odczyn pH mieści się w tym przedziale i dlatego badanie pH jest zbędne. Badanie pH i ocena chemiczna są konieczne w przypadku dopuszczenia gruntów antropogenicznych lub gruntów skażonych, w celu określenia ich wpływu na trwałość zbrojenia.

8.10. Wymagania dla warstwy drenażowej

Warunkiem prawidłowej pracy konstrukcji z gruntu zbrojonego jest wykonanie prawidłowego drenażu bezpośrednio za oblicowaniem z bloków betonowych. Szerokość warstwy drenażowej z kruszywa drenażowego powinna wynosić co najmniej 30 cm i powinna być układana wzdłuż lica ściany na jej pełnej wysokości. Kruszywo powinno się charakteryzować współczynnikiem filtracji $k \geq 10^{-3}$ m/sec ($k \geq 86,4$ m/dobę).

Zaleca się użycie do warstwy drenażowej:

- żwiru jednofrakcyjnego, np.: frakcji 8/10 mm lub podobnej, według PN-B-11111 „Kruszywa naturalne do nawierzchni drogowych; żwir i mieszanka”, co najmniej klasy II, gatunku 2; albo
- kłińca o uziarnieniu 6,3/12,8 mm lub podobnego, według normy PN-B-11112 „Kruszywa mineralne. Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych”, co najmniej klasy II, gatunku 2.

Dodatkowo kruszywo do warstwy drenażowej powinno spełniać warunek szczelności (przenikania cząstek):

$$\frac{d_{15}}{d_{85}} \leq 5$$

gdzie: d_{15} – wymiar sita, przez które przechodzi 15% ziaren warstwy drenażowej,

d_{85} – wymiar sita, przez które przechodzi 85% ziaren gruntu użytego do zasypki ściany oporowej.

Można dopuścić stosowanie kruszyw niespełniających powyższego warunku szczelności, ale w takiej sytuacji konieczne jest zastosowanie geowłókniny separacyjnej na styku warstwy drenażowej i gruntu zasypowego. Zastosowanie takiego rozwiązania wymaga zgody Projektanta.

9.0 Konstrukcje żelbetowe

Fundament należy wykonać jako prefabrykowany z prętów żebrowanych 6x Ø12mm oraz ze strzemionami Ø6mm w rozstawie 25cm. Pręty żebrowane należy rozstawić w dwóch rzędach po trzy pręty nośne na jeden rząd.

Oczepy wykonać jako prefabrykowane lub jako wylewane na mokro.

Projektował:

mgr inż. Zbigniew Tubis