

KONCEPCJA PROJEKTOWA

INWESTYCJA: KONCEPCJA PROJEKTOWA NA POTRZEBY PRZEBUDOWY
SKARPY ISTNIEJĄCEGO PIŁKARSKIEGO BOISKA TRENINGOWEGO
ZLOKALIZOWANEJ W BYTOMIU PRZY UL. PIŁKARSKIEJ NA
DZIAŁKACH NR 2894/203, 2162/203, 2163/203

OBIEKT: Koncepcja projektowa muru oporowego

INWESTOR: BYTOMSKI SPORT Sp. z o.o.
ul. Rynek 19
41- 902 Bytom

TYTUŁ OPRACOWANIA: Mur oporowy

BRANŻA: Drogowa

	Imię i Nazwisko	Nr upr.	Podpis
Projektant :	inż. Jakub KIWIC	SLK/1927/POOD/07	

Nr Dokumentu	Data wydania	Rew.
BS-Kon-M-OT	02.05.2017	0

Maj	2017
Miesiąc,	Rok

2. ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA:

1. Strona tytułowa
2. Karta uprawnień projektantów
3. Spis zawartości
4. Opis techniczny
5. Obliczenia
6. Rysunki

<i>L.p. No.</i>	<i>Nr rysunku_rev.</i>	<i>Nazwa rysunku</i>	<i>Skala</i>
1.	BS_K_01_rev.0	Lokalizacja muru oporowego	
2.	BS_K_02_rev.0	Przekroje typowe	
3.	BS_K_03_rev.0	Szczegóły konstrukcyjne	
4.	BS_K_04_rev.0	Przekrój podłużny	
5.	BS_K_05_rev.0	Widok	
6.	BS_K_06_rev.0	Szczegóły konstrukcji ławy fundamentowej	

3. OPIS TECHNICZNY:

1.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt muru oporowego w technologii gruntu zbrojonego gesyntetykami w ramach koncepcji projektowej na potrzeby przebudowy skarpy istniejącego piłkarskiego boiska treningowego, zlokalizowanej w Bytomiu przy ul. Piłkarskiej na działkach nr 2894/203, 2162/203, 2163/203. Zakres opracowania obejmuje analizę stateczności przedmiotowych murów w wybranych przekrojach oraz przedstawia możliwość zastosowania technologii gruntu zbrojonego geosyntetykami dla potrzeb realizacji zadania w formie rysunkowej i opisowej.

1.2. Podstawy techniczne dla potrzeb wykonania niniejszego opracowania

Normy:

- [1] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.
- [2] PN-S-02205 - Drogi samochodowe. Roboty ziemne Wymagania i badania.
- [3] DIN 4084-100 Baugrund – Geländebruchberechnungen; Berechnung nach dem Konzept mit Teilsicherheitsbeiwerten, Berechnungsbeispiele.

Wytyczne:

- [4] Recommendations for Design and Analysis of Earth Structures using Geosynthetic Reinforcements – EBGeo, Ernst & Sohn, 2010.
- [5] Instrukcja nr ITB nr 429/2007 „Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami”.
- [6] Rozporządzenie MTiGM z dnia 2 marca 1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.
- [7] Rozporządzenie MTiGM z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie.
- [8] Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 września 1998 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych.
- [9] Zarządzenie nr 8 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych tj. „Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym”.

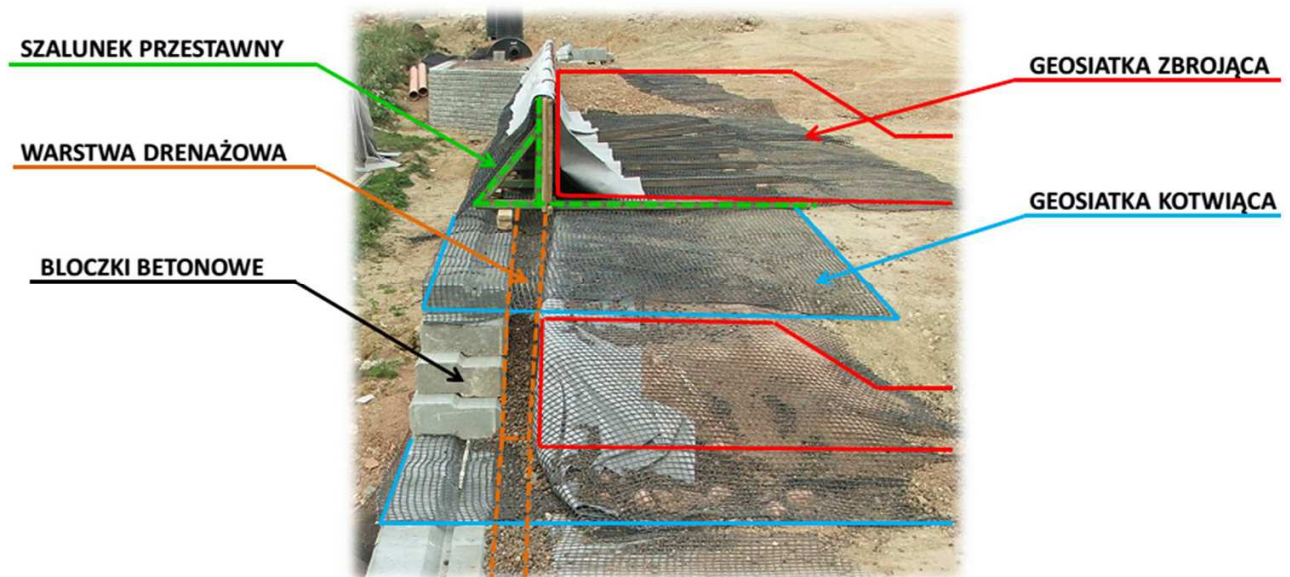
Inne:

[10] Opinia Geotechniczna z dokumentacją badań podłoża gruntowego. Przedsiębiorstwo Produkcyjno - Handlowo – Usługowe „GEOBUD” Spółka z o.o., Katowice, 04.2017r.

[11] Materiały Przedsiębiorstwa Realizacyjnego INORA Sp. z o.o., Gliwice.

1.3. Idea systemu murów oporowych w technologii biernej

Blok z gruntu zbrojonego geosyntetykami, stanowiący element muru oporowego w technologii biernej, konstruowany jest na pełną wysokość w odległości od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów od frontu przyszłego oblicowania. Zbrojenie każdej wkładki zbrojenia zasadniczego bloku zawijane jest w jego licu. Pomiędzy warstwami gruntu zbrojonego wbudowywane są wkładki pomocnicze kotwiące przyszłe lico. Długości zbrojenia zasadniczego i długości zakotwień pomocniczych geosyntetyków wyznacza się obliczeniowo. Przestrzeń pomiędzy blokiem z gruntu zbrojonego a oblicowaniem wypełnia warstwa drenażowa.



Fot. 1 Schemat konstrukcji muru oporowego. [11]

W systemach biernych wszystkie oddziaływania główne przejmuje blok z gruntu zbrojonego, a na oblicowanie działa tylko parcie od zasyпки i ssanie wiatru. Stąd też wkładki pomocnicze, łączące lico z blokiem z gruntu zbrojonego stanowią krótkie pasy geosyntetyków, kotwione pomiędzy wkładkami geosyntetycznymi w bloku i pomiędzy bloczkami w licu. Kotwienie geosiatki kotwiącej w bloku pomiędzy wkładkami zbrojenia zasadniczego

zapewnione jest przez dobre połączenie geosyntetyków z gruntem, zaś pomiędzy bloczkami w licu muru przez tarcie i za pomocą łącznika siatki w bloczkami.

Dwa niezależne elementy biernej ściany oporowej stanowią zaletę tego systemu. Rozwiązanie takie pozwala na dowolność w ustalaniu harmonogramu robót z uwagi na możliwość wznoszenia w pierwszej kolejności nasypu zbrojonego geosyntetykami, a następnie wykonanie oblicowania. Jest również ważnym elementem dla obiektów realizowanych np. na gruntach nienośnych, w sytuacjach gdy konstrukcja może osiadać na podatnym podłożu i zakłada się ustabilizowanie pracy konstrukcji. W takim przypadku konstrukcję oporową można wykonać na wysokość docelową i pozostawić, pozwalając jej swobodnie pracować w okresie konsolidacji gruntu słabego. Po ustabilizowaniu pracy konstrukcji wykonuje się oblicowanie. Cenną zaletą w przeciwieństwie do systemów murów z licem czynnym jest możliwość odbudowania czy remontu samego oblicowania, które może zostać uszkodzone np. w skutek wypadków komunikacyjnych, czy też pożarów. Dlatego też systemy murów z licem biernym stają się bardziej przydatne na terenach z trudnymi warunkami gruntowo-wodnymi oraz w przypadku konieczności przeniesienia dużych obciążeń.



Fot. 2 i 3 Przykładowe zdjęcia z realizacji murów oporowych w technologii biernej. [11]

2.1. Obliczenia stateczności

Przedmiotowe obiekty analizowano zgodnie z metodą stanów granicznych sprawdzając tylko stateczność wewnętrzną. Wyniki obliczeń stateczności muru metodą Bishop'a przedstawiono, jako załączniki w postaci graficznej obrazując najbardziej niekorzystny mechanizm zniszczenia konstrukcji budowli z gruntu zbrojonego geosyntetykami.

2.2. Schemat obliczeniowy

Zgodnie z obowiązującym w Polsce Eurokodem 7 [1] oraz instrukcją ITB nr 429/2007 [5] wartość wskaźnika wykorzystania konstrukcji dla projektowanych obiektów oraz stanu podstawowego dla 120 lat użytkowania obiektu musi spełniać warunek:

$$\mu = E_d/R_d \leq 1,0$$

Obliczenia stateczności konstrukcji wykonano metodą stanów granicznych wg Bishop'a. Do obliczeń przyjęto następujące parametry geotechniczne materiału, który będzie stosowany do budowy zasypkiw rejonie gruntu zbrojonego tj: materiał mineralny (piasek różnoziarnisty, pospółka) – niespoisty, zagęszczony do minimalnego wskaźnika zagęszczenia $I_s \geq 1,00$ ($I_s \geq 0,98$) zgodnie z wymaganiami normy [2]:

- kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi \geq 34^\circ$
- spójność: $c = 0$ kPa
- ciężar objętościowy: $\gamma = 18-19$ kN/m³
- wskaźnik różnoziarnistość $C \geq 5$
- maksymalne uziarnienie do 63mm

Poza strefą zbrojącą przewiduje się możliwość zastosowania materiału lokalnego doziarnionego materiałem niespoistym (gruby piasek, pospółka) w taki sposób, by uzyskać parametry na poziomie:

- kąt tarcia wewnętrznego: $\varphi \geq 34^\circ$
- spójność: $c = 9$ kPa
- ciężar objętościowy: $\gamma = 19-20$ kN/m³

Przed przystąpieniem do realizacji obiektu potencjalny Wykonawca musi zapewnić, iż zastosowany przez niego materiał nasypowy spełnia podane powyżej wartości parametrów geotechnicznych.

3.1. Geosyntetyk zbrojący - geotkanina poliestrowa (PET)

Niniejsza koncepcja zakłada, iż geosyntetyk powinien być wykonany 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. Geosyntetyki 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. Szacuje się na etapie niniejszej koncepcji, iż materiał musi charakteryzować się parametrami co najmniej jak:

Właściwości	Jednostka	Wartość deklarowana	Metoda badawcza
Wytrzymałość na rozciąganie długoterminowa dla okresu 120 (z uwzględnieniem współczynników redykcyjnych) lat wzdłuż:	kN/m	≥ 30	EN ISO 10319
Wytrzymałość na rozciąganie UTS* wzdłuż:	kN/m	≥ 100	EN ISO 10319
Wydłużenie przy nominalnej sile rozciągającej wzdłuż:	%	≤ 10 (±2)	EN ISO 10319
Polimer:	-	PET	-

*UTS – charakterystyczna

3.2. Geosyntetyk łączący bloczki betonowe z konstrukcją oporową - geosiatka poliestrowa (PET)

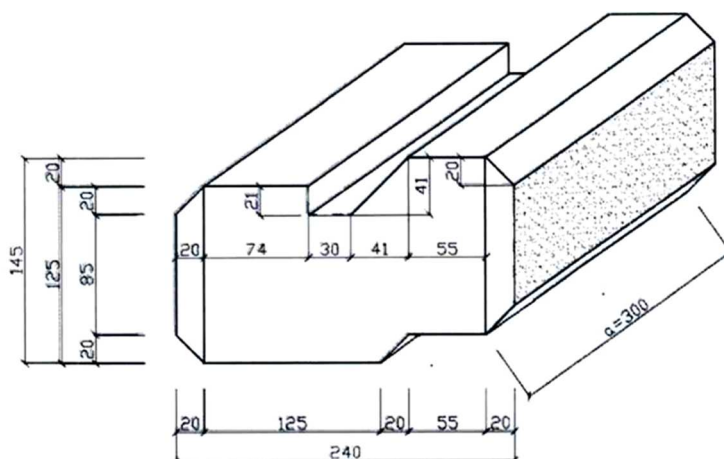
Niniejsza koncepcja zakłada, iż geosyntetyk powinien być wykonany z włókien chemicznych zespolonych w płaskie, podłużne przeplatane sploty. Ze względu na zbyt duże wydłużenie natychmiastowe oraz specyficzne – nie dopuszcza się konstrukcji wykonanych z wytłaczanych, wycinanych lub rozciąganych płyt z tworzyw sztucznych. Geosyntetyki 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. Szacuje się na etapie niniejszej koncepcji, iż materiał musi charakteryzować się parametrami co najmniej jak:

Właściwości	Jednostka	Wartość deklarowana	Metoda badawcza
--------------------	------------------	----------------------------	------------------------

Wytrzymałość na rozciąganie UTS* wzdłuż:	<i>kN/m</i>	≥ 30	<i>EN ISO 10319</i>
Wydłużenie przy nominalnej sile rozciągającej wzdłuż:	%	$\leq 10 (\pm 2)$	<i>EN ISO 10319</i>
Rozmiar oczka	<i>mm</i>	30x30	<i>EN ISO 10319</i>
Polimer:	-	PET	-

3.3. Prefabrykowane bloczki betonowe

Niniejsza koncepcja zakłada, iż elementy prefabrykowane należy wykonać z betonu klasy C25/30 (PN-EN 206-1). Bloczki betonowe powinny być wykonane w technologii betonu wibroprasowanego, muszą posiadać rowek w celu umieszczenia w nim łącznika wplecionego w geosiatkę. System bloczków musi pozwalać na wznoszenie pionowej ściany. Przykładowy element prefabrykowany znajduje się na rysunku poniżej (na przykładzie systemu Dermat).



Rys. 1 przykładowy element prefabrykowany

Wymagania dla prefabrykowanych elementów betonowych stanowiących lico:

L.p.	Właściwości	Wymagania	Metoda badawcza
1	Klasa wytrzymałości na ściskanie	C25/30	PN-EN 12390-3
2	Nasiąkliwość	$\leq 5\%$	PN-EN 13369 Załącznik G

3	Odporność na działanie mrozu, stopień mrozoodporności	$\geq F 150$	PN-B-06250
4	Wymiary i kształty	Dla długości +/- 3 mm Dla wysokości +/- 3 mm Dla grubości +/- 2 mm	PN-EN 13369 Załącznik J

3.4. Pozostałe elementy

Niezbędne elementy do budowy murów oporowych:

- łącznik siatki z bloczkiem – rurka PP ($\varnothing 16\text{mm}$),
- kruszywo zasypowe,
- warstwa drenażowa,
- ława fundamentowa,
- zwieńczenie muru oporowego,
- folia budowlana,
- rury drenarskie oraz odprowadzające, elementy łączące.

3.5. Układanie i zagęszczanie materiału nasypowego

Materiał nasypowy układany będzie warstwowo. Warstwa materiału nie będzie przekraczać 0,25m. Wymagany minimalny wskaźnik zagęszczenia wg standardowej próby Proctora wynosi: $I_{Smin} \geq 1,00$ ($I_s \geq 0,98$) zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205 i pkt 5.3.

3.6. Sprzęt do formowania bloku z gruntu zbrojonego

Do budowy nasypu w technologii gruntów zbrojonych najkorzystniej zastosować specjalny system szalunków przestawnych. Konstrukcja szalunku umożliwi zagęszczanie materiału nasypowego sprzętem ciężkim przy samej krawędzi szalunku. Przykładowy szalunek przedstawiono poniżej:



Fot. 4 i 5 Szalunki do budowy bloku z gruntu zbrojonego [11]

Podstawową istotą konstrukcji ściany biernej jest niezależna praca samostatecznej konstrukcji z gruntu zbrojonego. Prefabrykowane oblicowanie z drobnowymiarowych bloczków betonowych nie przejmują sił parcia pochodzących od gruntu zbrojonego, a siatki łączące te elementy z konstrukcją ściany oporowej spełniają jedynie funkcję stabilizującą lico ściany. W przedmiotowej sytuacji przyjęto technologię zbrojenia korpusu ścian oporowych z zastosowaniem tzw. geosiatek zbrojących o długoterminowej (obliczeniowej) wytrzymałości na rozciąganie dla okresu projektowanego wynoszącego 120 lat..

4.1. Rozbiórka istniejącej skarpy

Na podstawie parametrów określonych dla warstw Ia, Ib i Ic stanowiących znaczącą część istniejącej budowli skarpy należy rozebrać (wglęb nasypu ok. 10,0m) oraz odpowiednio zeszkodkować. Grunt z wykopu, aby móc ponownie go zabudować należy doziarnić aby uzyskać parametry gwarantujące stateczność budowli (pkt. 2.2), co poparte jest przeprowadzonymi analizami numerycznymi. Należy wcześniej zinwentaryzować istniejące w nasypie instalacje odwadniające i je odpowiednio zdemontować)

4.2. Wykonanie ławy fundamentowej

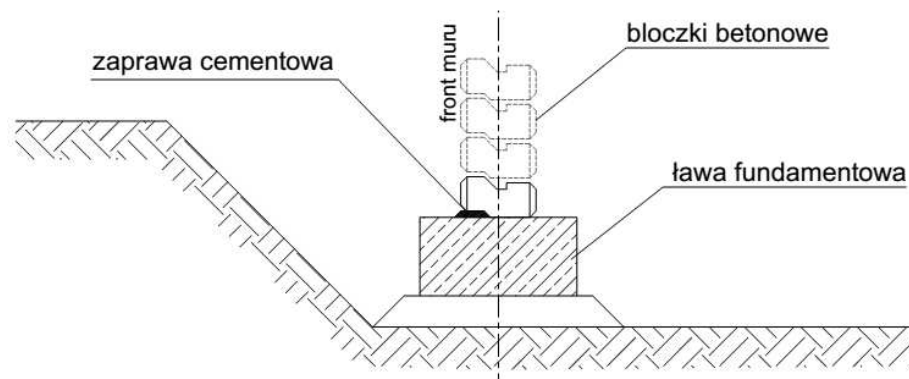
Ławę fundamentową należy wykonać zgodnie z wymiarami oraz na odpowiednich rzędnych podanych na rysunkach poniżej strefy przemarzania. Do wykonania ławy należy zastosować beton klasy min. C20/25. Jeżeli występują w podłożu grunty wysadzinowe, należy bezwzględnie dokonać wymiany gruntu pod ławą konstruowanego muru oporowego. Ewentualną wymianę należy przeprowadzić do głębokości strefy przemarzania. W tym celu należy wykorytować podłoże do odpowiednich rzędnych oraz na wymaganą szerokość i usunąć grunt wysadzinowy, następnie wypełnić wykop gruntem niewysadzinowym stabilizowanym mechanicznie. Po wykonaniu wymiany gruntu można przystąpić do prac związanych z wykonaniem ławy fundamentowej. Podłoże pod ławę fundamentową musi spełniać warunek modułu $E_2 \geq 45 \text{ MPa}$ przy $I_0 \leq 2,2$. Przed wykonaniem ławy fundamentowej przewiduje się wykonanie 0,1m warstwy chudego betonu.

Ławy są zbrojone podłużnie 4 prętami $\varnothing 12$ ze stali żebrowanej klasy A-III, poprzecznie strzemionami $\varnothing 6$ mm (ze stali gładkiej klasy A-0) w rozstawie co 30 cm. Otulina zbrojenia wynosi 50 mm. Długość zakotwienia prętów zbrojenia 50 cm, należy zachować ciągłość zbrojenia. Wymiary ław fundamentowych: szerokość 50 cm, wysokość 25 cm. Ławy o długości przekraczającej 12,00 m należy dylatować.

4.3. Posadowienie pierwszej i kolejnych warstw bloczków betonowych na ławie fundamentowej

Przed przystąpieniem do układania bloczków betonowych należy dokładnie wyczyścić powierzchnie ławy żelbetowej szczotką.

Pierwszą warstwę elementów betonowych należy równo ułożyć na zaprawie cementowej. Właściwie osadzona pierwsza warstwa bloczków (odpowiednio wypoziomowana) jest warunkiem uzyskania wymaganej pionowości ściany na całej wysokości bez dodatkowych zabiegów korygujących w kolejnych etapach wznoszenia ściany. Ważne jest, żeby bloczki bezpośrednio ze sobą się stykały.



Rys. 2 Schemat montażu pierwszej warstwy bloczków.

Kolejne warstwy bloczków układać należy z przesunięciem w kierunku podłużnym o pół bloczka w stosunku do warstwy poprzedniej (tzw. wiązanie wozówkowe o 1/2 bloczka). Przed ułożeniem kolejnych warstw bloczków należy dokładnie oczyścić powierzchnię ze wszelkich zanieczyszczeń np. miotłą lub szczotką. Pozostawienie brudnej powierzchni np. ziarnami kruszywa skutkować będzie pojawieniem się nierówności.



Fot. 6 Widok ułożenia bloczków z przesunięciem kolejnej warstwy o 1/2 bloczka.

Pomiar pionowości ściany należy (podczas montażu) wykonywać co każdą warstwę zbrojenia, nie rzadziej niż co 50 cm, co odpowiada czterem warstwom bloczków.

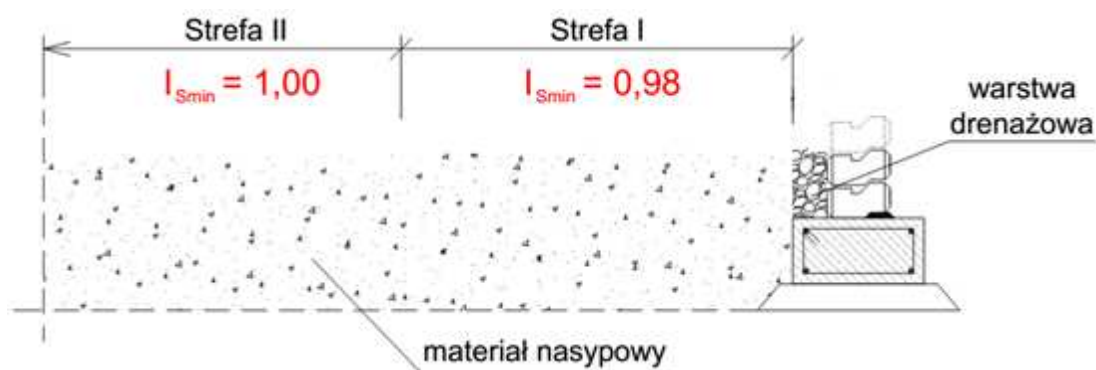
4.4. Ułożenie i zagęszczenie materiału nasypowego oraz warstwy drenażowej do poziomu pierwszej geosiatki zbrojącej

Materiał nasypowy odpowiadający wymaganiom podanym w pkt 2.2 należy układać warstwowo. Warstwa materiału nie powinna przekraczać 0,25m. Równolegle należy układać warstwę drenażową (np. ze żwiru płukanego) o szerokości min. 0,10 m licząc od wewnętrznej strony lica drobnowymiarowych bloczków betonowych, której zadaniem będzie jak najszybsze

odprowadzenie wody, która ewentualnie może pojawić się w korpusie nasypu oraz usunięcie ciśnienia hydrostatycznego, które mogło by oddziaływać na betonowe elementy licowe.

Każdą warstwę materiału nasypowego o wysokości 0,25 m należy zagęszczać zgodnie z poniższym schematem. Wymagany minimalny wskaźnik zagęszczenia wg standardowej próby Proctora powinien wynosić:

- $I_{smin} = 0,98$ w odległości mniejszej niż 2,00m od lica ściany (Strefa I)
- $I_{smin} = 1,00$ w odległości większej niż 2,00m od lica ściany (Strefa II)



Rys. 2 Schemat zagęszczania materiału nasypowego.

W odległości 2,00m od wewnętrznej strony lica drobnowymiarowych bloczków betonowych (Strefa I) materiał nasypowy należy zagęszczać przy użyciu lekkiego sprzętu o masie całkowitej nie przekraczającej 500kg. W odległości większej niż 2,00m (Strefa II) dopuszcza się użycie ciężkiego sprzętu zagęszczającego materiał nasypowy. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę, czy podczas zagęszczania ciężkim sprzętem nie dochodzi do deformacji lica muru. Technologię zagęszczenia należy dobrać tak, aby uzyskać wymagane minimalne wartości wskaźnika zagęszczenia.

4.5. Wykonanie konstrukcji oporowej

Obok ławy żelbetowej należy wykonać wkładkę geosyntetyczną lub ułożyć materiał nasypowy do wysokości górnej rzędnej ławy i zagęścić go (w zależności od przekroju). Następnie można przystąpić do wykonywania warstw z gruntu zbrojonego.

Do budowy nasypu w technologii gruntów zbrojonych należy zastosować specjalny system szalunków przestawnych. Szalunki muszą mieć taką konstrukcję, która umożliwia zagęszczanie materiału nasypowego sprzętem ciężkim przy samej krawędzi szalunku. Przykłady szalunków przedstawiono w punkcie 3.6.

Na zagęszczonej warstwie materiału nasypowego należy ustawić szalunki przestawne i przystąpić do wykonania zbrojeniowych wkładek geosyntetycznych – konstrukcja nr 1. Po ustawieniu i wypozyjonowaniu szalunków można przystąpić do układania zbrojenia. Warstwa geotkaniny poliestrowej tworząca wkładki zbrojące – konstrukcja nr 1 – przycięta na odpowiednią długość (np. przycinając bryt dla długości zbrojenia 3,0m należy wyliczyć w sposób następujący: $L_{brytu} = 3,00 \text{ m} + 0,50 \text{ m} + 1,50 \text{ m} = 5,00 \text{ m}$) powinna być ułożona bezpośrednio na zagęszczonej warstwie materiału nasypowego pozostawiając końce geosyntetyku na krawędziach do wykonania zakotwienia. Geotkaninę zbrojącą należy układać na zakład pasa na pas 0,50 m. Nie dopuszcza się łączenia poszczególnych pasm geosiatki na długości wkładki. Geosyntetyk musi być zabudowywany z kontrolowanym naciągiem wzdłużnym zgodnie z zaleceniami producenta lub dostawcy. W części lica warstwy (przy szalunku) należy nanieść warstwę materiału nasypowego grubości 0,25 m i zagęścić. Po zagęszczeniu należy nanieść przy licu warstwy (szalunku) kolejną warstwę materiału nasypowego grubości 0,25 m na długości 0,75 m licząc od krawędzi skarpy i zagęścić. Po zagęszczeniu wykonać zakotwienie poprzez zawinięcie pozostawionych na krawędziach pasm materiału geosyntetycznego na odpowiednią długość (konstrukcja nr 1). Kolejną czynnością będzie ułożenie materiału nasypowego grubości 0,25 m na pozostałym obszarze wykonywanej warstwy i zagęszczenie. Po wykonaniu warstwy należy zdemontować szalunki przestawne.

Następnie na ławie żelbetowej należy warstwami, ułożyć bloczki betonowe do poziomu wykonanej warstwy. Pierwszą warstwę bloczków należy ułożyć na zaprawie cementowej lub klejowej w celu uzyskania odpowiedniego pochylenia muru (w tym przypadku 90°). Kolejne warstwy bloczków należy układać z odpowiednim przesunięciem – zgodnie z pkt. 4.2. Powstałą pustkę pomiędzy bloczkami betonowymi i gruntem zbrojonym geosyntetykami należy wypełnić materiałem drenażowym (np. keramzyt lub żwir płukany frakcji 8/16 mm). W trakcie wykonywania warstwy drenażowej należy w warstwie materiału mineralnego ułożyć rury drenażowe perforowane o średnicy $\varnothing 110 \text{ mm}$ w celu odprowadzenia wody z tej warstwy. Wodę należy odprowadzić rurą pełną do kanalizacji lub innego odbiornika zewnętrznego.

Następnie na wykonanej wkładce zbrojącej należy zamontować siatki kotwiące bloczki betonowe (z geosiatki poliestrowej o długości 1,00 m, którą po naciągnięciu należy zastabilizować szpilkami stalowymi lub pryzmą kruszywa nasypowego. Po zamocowaniu siatek kotwiących należy ustawić szalunki przestawne i przystąpić do wykonania kolejnych warstw nasypowych.

Analogicznie należy wykonać kolejne warstwy gruntu zbrojonego i ściany z bloczków, aż do osiągnięcia wymaganej wysokości ściany.

UWAGA:

Dokładne długości i wytrzymałość długoterminową zbrojenia należy wyznaczyć po określeniu rzeczywistych parametrów gruntów stanowiących nasyp na etapie wykonywania właściwego Projektu.

4.6. Zwieńczenie muru oporowego

Warstwy bloczków betonowych znajdujące się ponad ostatnią wkładka geosyntetyczną należy układać na zaprawie klejowej cienkowarstwowej.

Na ostatniej warstwie muru należy zastosować bloczki oczepowe, zakończeniowe nadające estetyczny wygląd muru.

4.7. Odtworzenie skarpy ponad murem oporowym

Po wykonaniu muru oporowego do docelowej rzędnej należy przystąpić do uformowania docelowej skarpy nasypu o nachyleniu określonym w przekrojach typowych części rysunkowej. Odtworzoną skarpe należy zabezpieczyć siatką antyerozyjną pozwalającą na ukorzenienie się pokrywy roślinnej (traw) stanowiącej docelowo wykończenie skarpy.

4.8. Analiza odwodnienia

Istniejące odwodnienie należy zinwentaryzować i zdemontować. Po wykonaniu muru oporowego należy wykonać linowe odwodnienie wzdłuż korony nasypu, przy górnej krawędzi muru oporowego oraz w strefie przyfundamentowej bloczków betonowych wskazanej w części rysunkowej (szczegóły konstrukcji muru oporowego).

5. ANALIZA STATECZNOŚCI MURU OPOROWEGO

Sprawdzając stateczność wewnętrzną konstrukcji oporowej należy wykazać, że dla najbardziej niekorzystnej i najbardziej prawdopodobnej linii poślizgu fragment, który został wydzielony linią poślizgu nie utraci równowagi pod działaniem obliczeniowych wartości obciążeń, parametrów gruntu oraz wytrzymałości zbrojenia na linii poślizgu.

Zgodnie z instrukcją ITB nr 429/2007 „Projektowanie konstrukcji oporowych, stromych skarp i nasypów z gruntu zbrojonego geosyntetykami” oraz normą PN-EN 1997-1:2008 wartość stopnia wykorzystania wytrzymałości konstrukcji dla stanu podstawowego do 120 lat użytkowania obiektu musi spełniać warunek:

$$E_d \leq R_d$$

gdzie:

E_d – obliczeniowa wartość siły lub momentu działający na linii poślizgu,

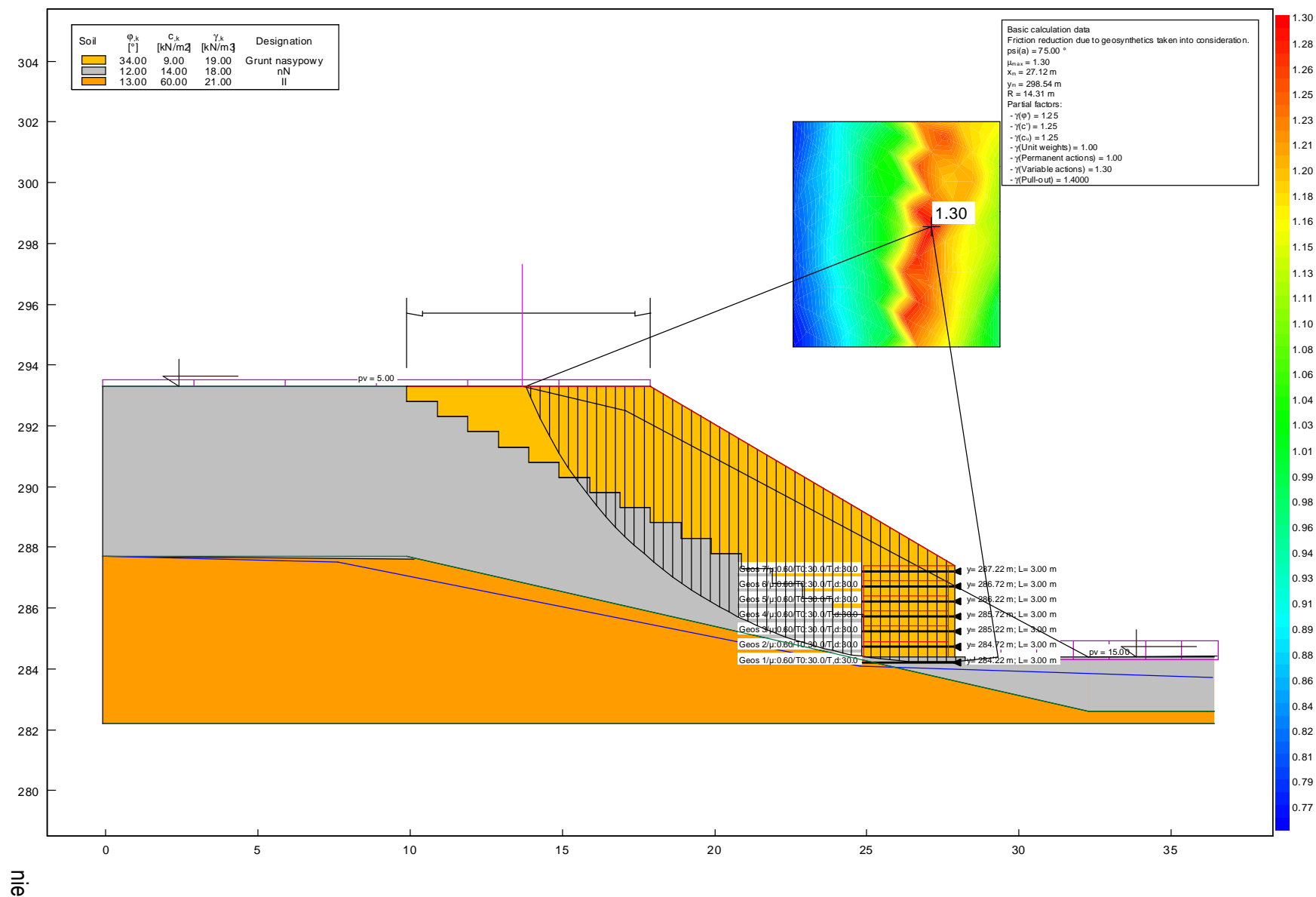
R_d – obliczeniowa wielkość oporu konstrukcji wzdłuż linii poślizgu, przeciwstawiającego się zsuwaniu.

R_d ustala się jako sumę oporu granicznego wynikającego z wytrzymałości gruntu R_{dg} i zbrojenia F_d . Należy zakładać, że przy ustalaniu oporu granicznego R_d we wszystkich pasmach zbrojenia na linii poślizgu siły w zbrojeniu są równe mniejszej z sił wynikających z wytrzymałości zbrojenia na rozciąganie F_d oraz na wyciąganie T_d w stanie równowagi granicznej.

W celu zapewnienia stateczności bloku z gruntu zbrojonego wskaźnik wykorzystania konstrukcji musi spełniać poniższy warunek:

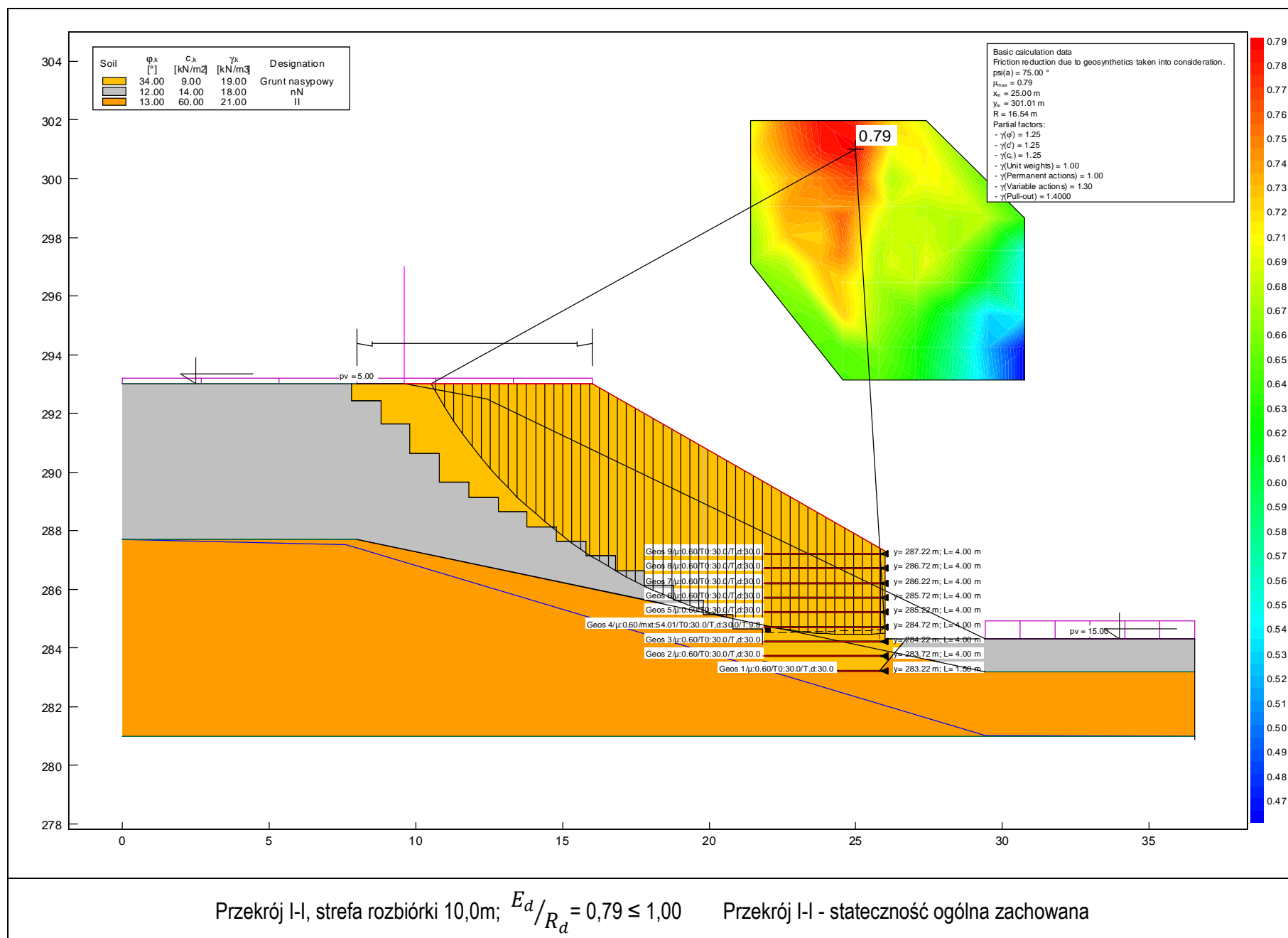
$$\mu = E_d/R_d \leq 1,0$$

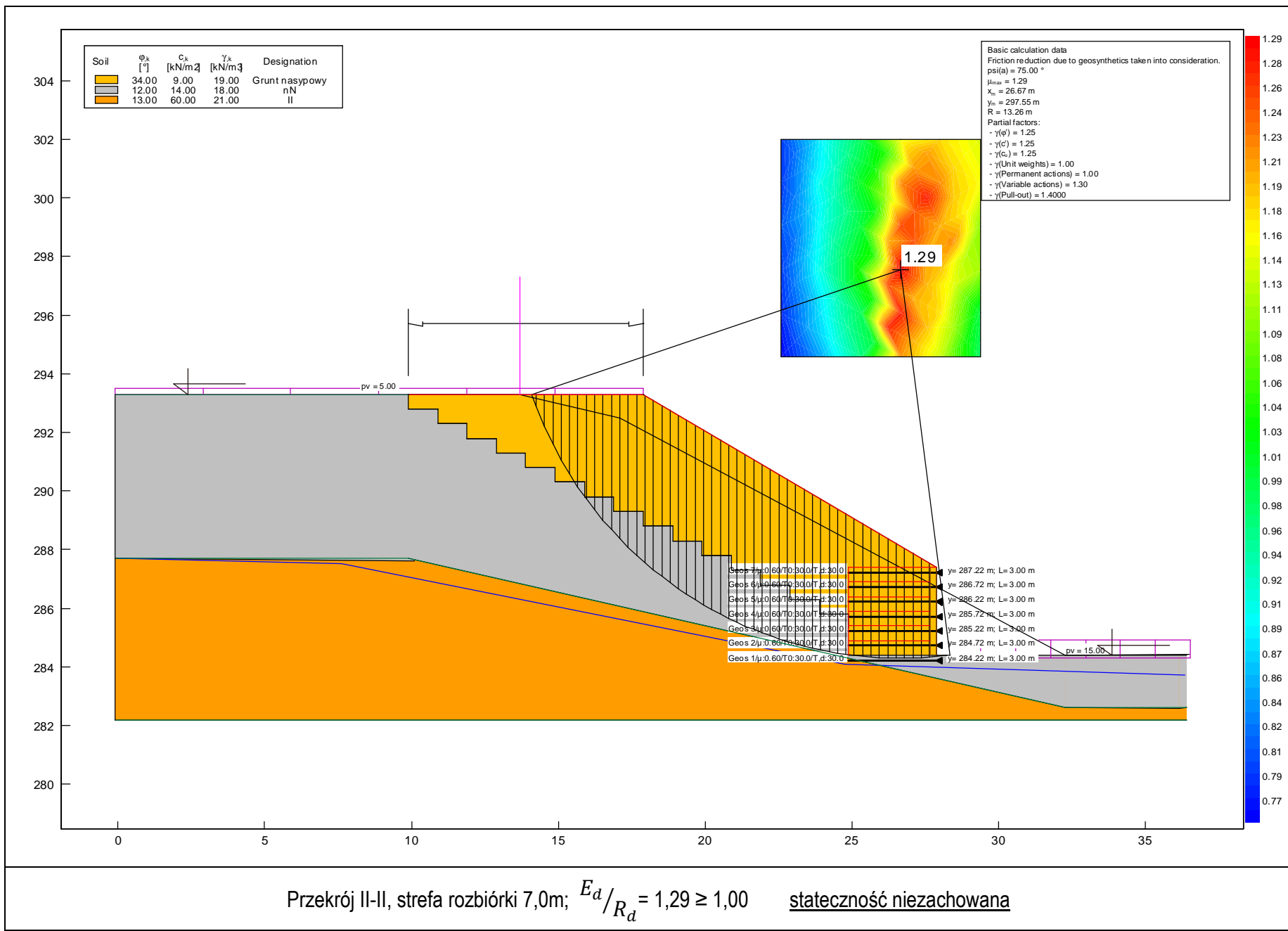
Analizę stateczności projektowanej konstrukcji przeprowadzono na podstawie przekroju reprezentatywnego. Na jego podstawie przyjęto niezbędne długości konstrukcji zbrojących oraz wymagane wytrzymałości materiałów geosyntetycznych. Sprawdzono stateczność konstrukcji obrazując najbardziej niekorzystny mechanizm zniszczenia wg metody Bishop’a. Przyjmując wartości obliczeniowe obciążeń, parametrów wytrzymałościowych gruntu oraz geosyntetyków zbrojących dla 120 lat użytkowania.

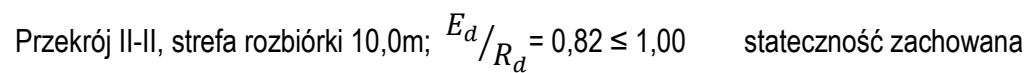


Przekrój I-I, strefa rozbiórki 7,0m; $E_d/R_d = 1,30 \geq 1,00$

Przekrój I-I - stateczność wewnętrzna niezachowana







6. CZĘŚĆ RYSUNKOWA

BS_K_01_rev.0 Lokalizacja muru oporowego
BS_K_02_rev.0 Przekroje typowe
BS_K_03_rev.0 Szczegóły konstrukcyjne
BS_K_04_rev.0 Przekrój podłużny
BS_K_05_rev.0 Widok
BS_K_06_rev.0 Szczegóły konstrukcji ławy fundamentowej

Opracował:

inż. Jakub Kiwic