

Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego usytuowanego na granicy działek 245/10 i 245/2 w Szklarskiej Porębie GOS Wysoki Kamień

NAPRAWA MURU OPOROWEGO I ZABEZPIECZENIE SKARPY PRZED OSUWISKIEM



dr hab. inż. Krzysztof Parylak

Wrocław, grudzień 2021r.

<i>Rzeczoznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław</i>	<i>Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień</i>	2
---	--	----------

SPIS TREŚCI

1. Podstawa opracowania
2. Wykorzystane materiały
3. Stan muru oporowego
4. Projektowany sposób naprawy
 - 4.1. Prace przygotowawcze
 - 4.2. Wypełnienie spoin
 - 4.3. Pielęgnacja spoinowań i prace zabezpieczające
 - 4.4. Obliczenie długości spoinowań muru i ilości wyprawy betonowej
5. Projekt zabezpieczenia skarpy przed osunięciem
 - 5.1. Obliczenia stateczności ściany
 - 5.1.1. Sprawdzenie stateczności na obrót
 - 5.1.2. Sprawdzenie stateczności na przesunięcie spowodowane parciem gruntu
 - 5.1.3. Sprawdzenie stateczności kamiennego muru oporowego w wyniku przyrostu obciążenia
 - 5.2. Projektowany układ konstrukcji i sposób wykonania ściany oporowej
 - 5.2.1. Sposób wykonania ściany
6. Szacowany koszt realizacji prac

<p>Rzecznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław</p>	<p>Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień</p>	<p>3</p>
---	--	----------

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania jest umowa o dzieło nr ZPUD/000066/2021 z dn. 02.11.2021r., zawarta pomiędzy Akademią Wojsk Lądowych imienia generała Tadeusza Kościuszki z siedzibą przy ul. Czajkowskiego 109, 51-147 Wrocław a Rzecznawcą budowlanym dr hab. inż. Krzysztofem Parylakiem 51- 680 Wrocław, ul. E. Plater 7/1, na wykonanie zlecenia pn. „Wykonanie oceny technicznej skarpy ziemnej oraz muru oporowego usytuowanego na granicy działek 245/10 i 245/2 w Szklarskiej Porębie GOS Wysoki Kamień”.

Niniejsze opracowanie zawiera realizację II etapu umowy stanowiącej opracowanie technicznego zabezpieczenia skarpy przed osuwaniem i opracowanie rozwiązania technicznego naprawy muru oporowego zabezpieczającego skarpe przed osuwaniem.

2. WYKORZYSTANE MATERIAŁY

1. Decyzja nr 572/2021 Dolnośląskiego Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków we Wrocławiu. Pozwolenie na podejmowanie innych działań przy zabytku. Jelenia Góra, 31.03.2021r.
2. Katalog Murki oporowe. Glob – metal Mrągowo e - mail info@globmetal.eu
3. PN-EN 1997-2: 2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne, Część 1 i 2. Rozpoznawanie i badanie podłoża gruntowego.
4. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
5. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
6. PN-B-04452_2020 Geotechnika Badania polowe
7. PN-83/B-03010 Ściany oporowe Obliczenia statyczne i projektowanie
8. PN-B-02479. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne
9. PN-B-02481:1998 Geotechnika Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
10. Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień Etap. 1, K. Parylak, Wrocław 2021.
11. Postanowienie nr 1029/2021 Wojewódzkiego Dolnośląskiego Inspektora Nadzoru Budowlanego we Wrocławiu z dn. 22.09.2021r.
12. Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Dz. U. z dnia 25 kwietnia 2012, poz. 464 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych.

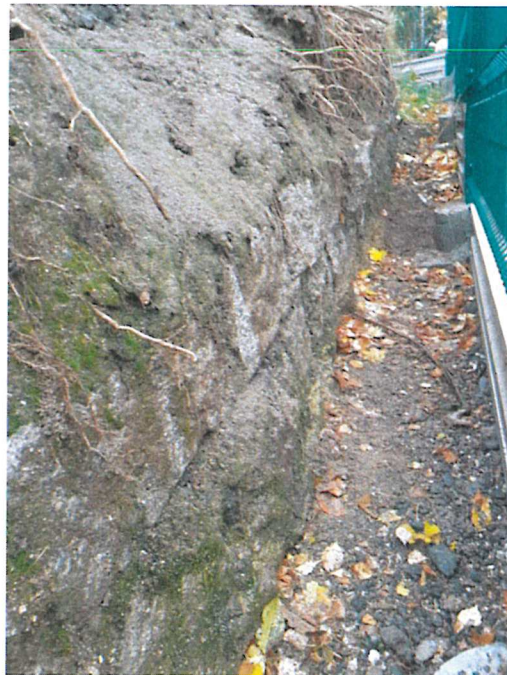
13. Sozański J., Stateczność wykopów nasypów i hałd. Wydawnictwo Śląskie Katowice 1977.
14. Ustawa Prawo budowlane (Dz.U. z 2020r. poz.1333 ze zmianami).
15. Wiłun Z., Zarys geotechniki, WK i Ł, Warszawa 2002.

3. OCENA STANU MURU OPOROWEGO

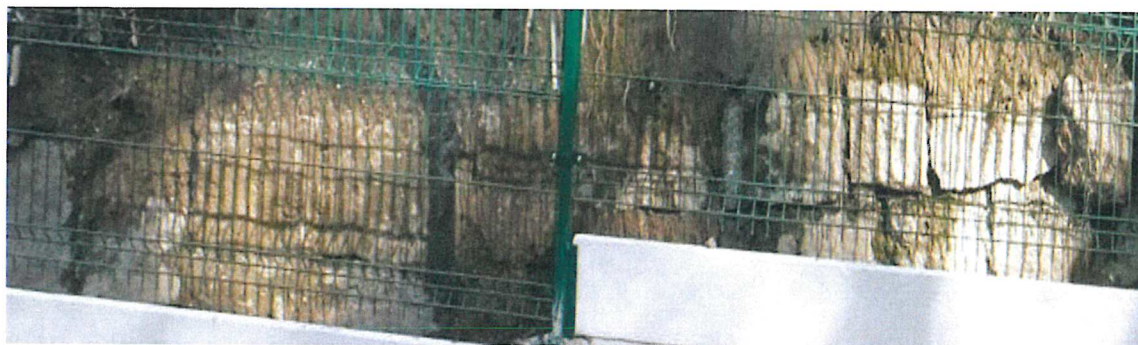
Kamienny mur oporowy wykonany prawdopodobnie w 1937 roku stanowił z założenia murowaną przyporę podstawy naturalnej skarpy na całej 30 m długości od strony południowej, przechodząc łukiem w ok. 8 m odcinek od strony zachodniej. Konstrukcja układana w sposób wiązany z granitowych ciosów o wymiarach rzędu 25 x 30 x 30 – 40 cm jest na skarpach przykryta gruntem, a w strefie osuwiska zasypana odpadami (zdj. 1,2,3, rys. 1).



Zdj. 1. Zachodnia krawędź muru



Zdj. 2. Stan muru pod osuwiskiem



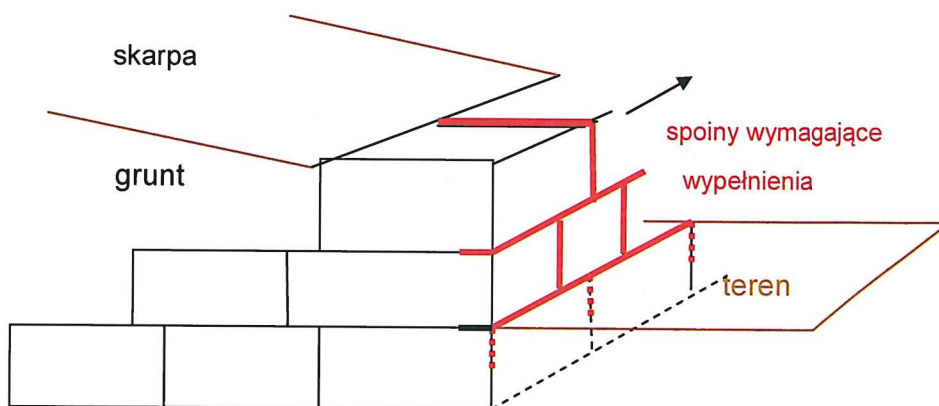
Zdj. 13. Brak spoinowań pomiędzy kamiennymi blokami muru

Na całej długości lica muru nie stwierdzono oznak przemieszczeń.

Wysokości nadziemnej części muru w stosunku do przyległego terenu (rys. 3) na poszczególnych odcinkach (mierząc od strony zachodniej) wynoszą:

- 8 m odcinek od strony zachodniej $h = 0 - 0,5$ m
- 8 m – 22 m od $0,5 - 0,7$ m
- 22 m – 30 m od $0,7 - 1,1$ m
- 30 m – 42 m od $1,1 - 0,75$ m

W nadziemnej - odkrytej części muru ułożono 2 lub 3 pasy kamienia. Nieznana jest głębokość posadowienia muru, ale prawdopodobnie stanowi ją jedna warstwa kamienia. Wobec niemożliwości głębszych odśnieżeń należy przyjąć – wymagających rozebrania skarpy i wobec utrzymywania się stateczności muru ocenia się, że wobec braku spoinowań (zdzj. 1, 2, 3) prawdopodobna konstrukcja muru może mieć układ schodkowy jak na rys. 2. Brak po ponad 80 latach osiadań i przechyleń muru wskazuje, że jego podłoże jest wytrzymałe i nieściśliwe.



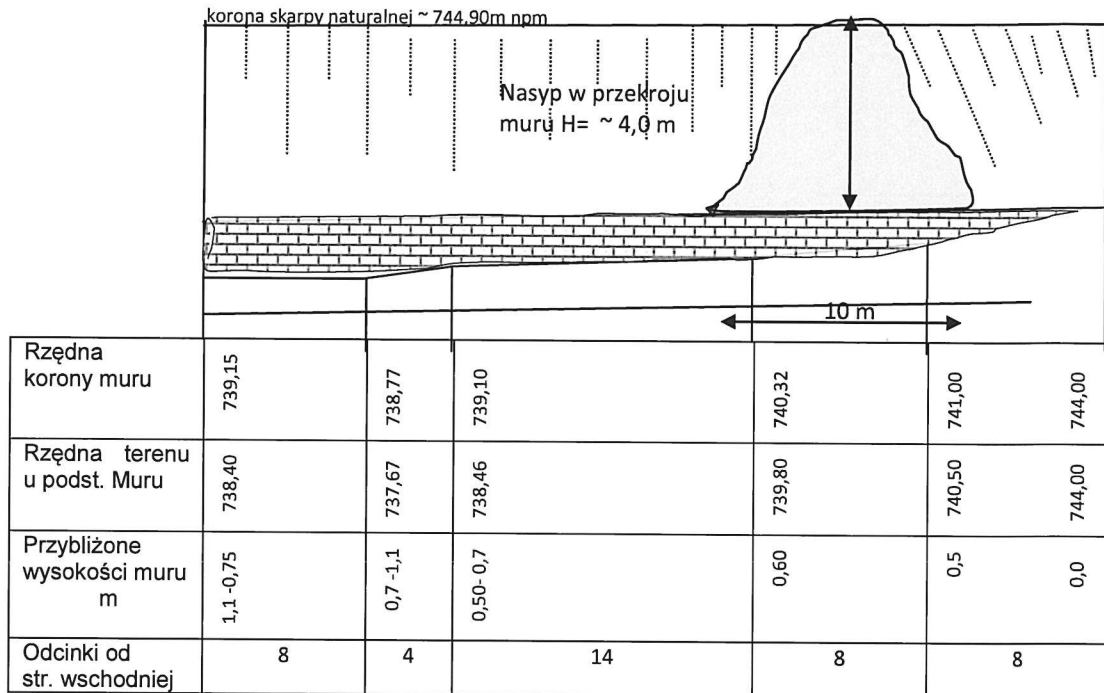
Rys. 2. Powierzchnie fug przewidzianych do spoinowania

4. PROJEKTOWANY SPOSÓB NAPRAWY

4.1. Prace przygotowawcze

1. Na całej długości muru odśnieżyć jego koronę i oczyścić z gruntu odkrytą koronę muru.
2. Grunt przyległy do podstawy muru odkopać na szerokości 15 cm na głębokość 10 cm celem odśnieżenia i spoinowania pionowych przerw pomiędzy kamieniami
3. Oczyścić metodą piaskowania lica ścian bocznych z grzybów i porostów (jak na zdj. 2) oraz oczyścić na głębokości do 5 odcinki fug tak, aby wprowadzone wypełniacze spoin trwale powiązać ze strukturą kamienia.
4. W oczyszczone szczeliny wstawić na głębokościach do ok. 5 cm „prowizoryczne” zaślepienia blokujące wnikanie w spoinowania nadmiernej ilości wciskanego betonu.

Rzeczoznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław	Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień	6
--	--	---

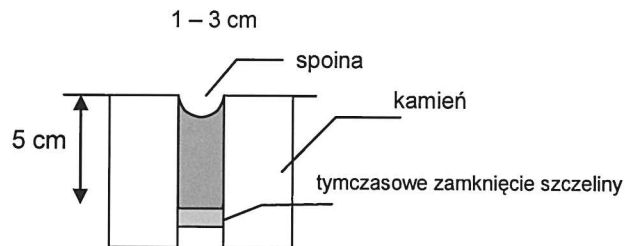


Rys. 3. Poziomy i wysokości muru z lokalizacją nasypu na skarpie

5. Szerokości wypełnianych spoin nie przekraczają 3 cm. W przypadku (nielicznych) większych szerokości dla zniwelowania zjawisk skurczowych w strefie wypełnienia betonem należy wstawiać niewielkie oczyszczone płaskie kamienie.
6. Poniżej powierzchni terenu spoinowania szczelin pionowych należy wykonać do głębokości 10 cm
7. Spoinowania wykonywać przy temperaturach dobowych nie niższych od + 5°C i nie wyższych od 30°C.
8. Spoiny po wcześniejszym zwilżeniu powierzchni stykowej kamienia wypełniać zaprawą o następującej charakterystyce:
 - zaprawa klasy R4 zgodnie z PN-EN 1504-3, spełniająca wymagania dla klas ekspozycji XF 1, 3 (agresywne oddziaływanie zamrażania i rozmrażania wg PN-EN 206- 1), XM 1 (korozja wywołana ścieraniem wg PN-EN 206-1),
 - kompatybilność cieplna: część 1: zamrażanie-rozmrażanie i część 2: zraszanie $\geq 2,0$ MPa
 - absorpcja kapilarna (metoda badania wg EN 13057) $\leq 0,5 \text{ kg/m}^2 \times h \times 0,5$,
 - głębokość wnikania wody [mm] przez okres 28 dni przy ciśnieniu wody 5,0 bar zgodnie z normą EN 12390-8 $\leq 8 \text{ mm}$,
 - przyczepność (metoda badania wg PN-EN 1542): $\geq 2,0 \text{ MPa}$.

<p>Rzecznik budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław</p>	<p>Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień</p>	<p>7</p>
---	--	----------

Ze względu na przeciwdziałanie skutkom skurczu powierzchnie spoin profilować jako wklęsłe.



Rys.4. Projektowany sposób wyprofilowania spoinowań

4.3. Pielęgnacja spoinowań i prace zabezpieczające

9. Po wykonaniu i związaniu wypraw powierzchnie spoinowań należy zabezpieczać przed nadmiernym wysychaniem poprzez zwilżanie ich powierzchni przez okres 2 dni.
10. Odkopany teren przy murze na głębokość 10 cm należy zabudować do równej powierzchni wyniesionej na poziom spoinowań o ok. 10 cm.
11. W celu przeciwdziałania procesom korozji atmosferycznej koronę muru (poza miejscami, gdzie będzie postawiona konstrukcja oporowa skarpy) należy przykryć kilku centymetrową warstwą gruntu lub darni.
12. W czasie badań geotechnicznych ustalono, że na tym terenie nie ma poziomu wody gruntowej. Strefą odwodnienia wsiąkowych wód opadowych muru w strefie poniżej poziomu spoinowań są zarówno niezaspoinowane fugi pomiędzy kamieniami fundamentowej części muru jak i zalegająca pod nimi warstwa wietrzelin granitu o uziarnieniu żwiru.
13. W okresie nie krótszym niż 7 dni od zakończeniu spoinowań można przystąpić do stawiania nad murem konstrukcji oporowej umacniającej skarpy.

4.4. Obliczenie długości spoinowań muru i ilości wyprawy betonowej

Długości pasów poziomych $42 \text{ mb} \times 2 = 84 \text{ m}$

Ilości wyprawy $84 \text{ m} \times 0,04 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} = 0,084 \text{ m}^3$

Długości spoinowań poprzecznych $84 \text{ m} \times (0,75 + 0,4) \times 3 \text{ spoiny na mb} = 441 \text{ mb}$

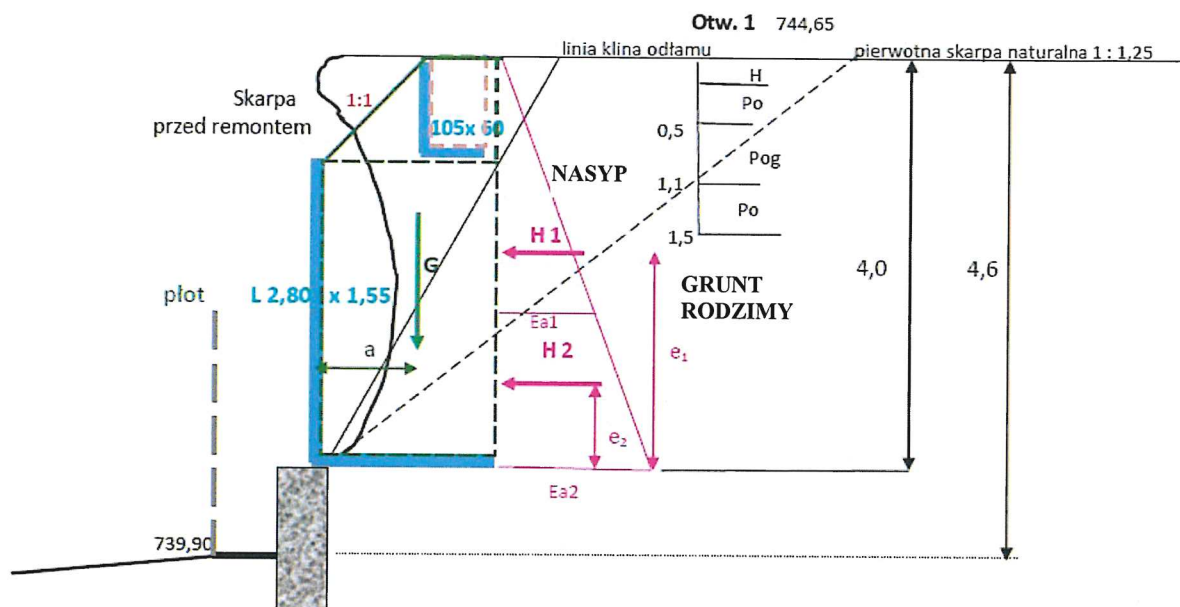
Ilości wyprawy $441 \text{ m} \times 0,04 \text{ m} \times 0,025 \text{ m} = 0,441 \text{ m}^3$

Łączna ilość wypraw do spoinowania muru $= 0,441 \text{ m}^3 + 0,441 \text{ m}^3 = 0,525 \times 1,05 = 0,551 \text{ m}^3$.

5. PROJEKT ZABEZPIECZENIA SKARPY PRZED OSUNIĘCIEM

Zgodnie z ustaleniami wyników badań i analizy stateczności przeprowadzonych w opracowaniu I etapu w realizacji przyjętego sposobu podparcia skarpy zasadniczo należy:

- rozebrać na czas robót na szerokości ok. 10 m postawionego płotu dla udostępnienia terenu w celu rekonstrukcji skarpy oraz dostarczenia i postawienia betonowych konstrukcji oporowych. Od strony posesji Oficerska 4a nie ma możliwości dojazdu,
- po wykonaniu prac naprawczych muru i stwardnieniu betonu na odcinku ok. 10 m należy częściowo rozebrać stromą skarpe i wykonać konstrukcję oporową z przylegających do siebie prefabrykatów żelbetowych o kształcie L ustawionych na zagęszczonym i wypoziomowanym gruncie odkopanej skarpy, opierając je na szerokości 15 cm na koronie muru oporowego. Podstawy prefabrykatów L będą dociążane od strony działki nr 245/2 zwięszonym materiałem odpadowym z nasypu.
- dla zapewnienia stateczności pozostałego górnego odcinka skarpy należy nad poziomem pierwszej zabudowy z prefabrykatów postawić drugą niższą konstrukcję oporową (rys. 5), zapewniając użytkowy charakter płaskiej powierzchni działki nr 245/2.
- obliczenia statyczne wykonano dla najniekorzystniejszego układu obciążeń dla wysokości 4m.



Rys. 5. Schemat obliczeniowy stateczności ściany oporowej

5.1 Obliczenia stateczności ściany (rys. 5)

Rzędna podstawy ściany 740,65m npm

Rzędna korony skarpy 744,65 m npm

Rzeczoznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław	Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień	9
--	---	---

Wysokość skarpy 4,0 m

Umocnienie ścianą oporową o profilu L 280 x155 x 50

Umocnienie ścianą oporową o profilu L 80 x45x100

Wysokość ścian 2,80 +1,05m =3,85 m

Masa gruntu i ściany

$$G = 18,6 \text{ kN/m} \times 3,85 \text{ m} \times 1,0 \times 1,55 = 111, \text{KN} + 22,4 = 133,4 \text{ kN}$$

5.1.1. Sprawdzenie stateczności na obrót ściany o wysokości 2,8m

$$E_{a1} = 15,6 \text{ kN/m} \times 2,2 \text{ m} \times 0,38 = 13,04 \text{ KNm}$$

$$H_1 = 13,04 \text{ KNm} \times 1,1 \text{ m} = 14,3 \text{ KN}$$

$$M_{o1} = 14,3 \times 2,2 = 31,6 \text{ KNm}$$

$$E_{a2} = 13,04 \text{ KNm} + 2,0 \text{ kN/m} \times 0,8 \times 0,31 = 14,3 + 0,50 \text{ KNm} = 14,84 \text{ kNm}$$

$$H_2 = (14,3 \text{ KN} + 14,84 \text{ KN}) : 2 \times 0,8 \text{ m} = 11,78 \text{ KN}$$

$$M_{o2} = 11,78 \times 0,4 = 4,71 \text{ KNm}$$

$$\sum M_o = 31,6 + 4,71 = 36,3 \text{ KNm}$$

$$M_u = G \times a = 133,4 \times 0,9 \times 0,775 = 93,0 \text{ KNm}$$

$$F = 93,0 : 36,3 = 2,54 > 1,1$$

Ściana spełnia warunek stateczności na obrót.

5.1.2. Sprawdzenie stateczności na przesunięcie spowodowane parciem gruntu

$$\sum H = H_1 + H_2 = 14,3 \text{ KN} + 11,78 \text{ KN} = 26,08 \text{ KN}$$

$$\Phi_{(r)} = 30^\circ$$

$$T_1 = (85 : 1,45 \text{ m}) \times \text{tg } 30^\circ = 92 \text{ KN/m} \times 0,577 = 53,1 \text{ KN}$$

$$F_{sa1} = 53,1 \text{ KN} : 26,08 \text{ KN} = 2,03 > 1,1$$

Ściana spełnia warunek stateczności na przesunięcie.

5.1.3. Sprawdzenie stateczności kamiennego muru oporowego w wyniku przyrostu obciążenia

W dotychczasowym stanie obciążenie muru o szerokości korony ok. 40 cm w przekroju nasypu parcie boczne gruntu w żadnym z miejsc nie spowodowało jego przemieszczenia (zdj.2).

Z budowy geologicznej i badań (rys. 5 etapu I) wynika, że mur wykonano i posadowiono w wytrzymałej pospółce gliniastej o $\Phi 30^\circ$, lub w żwirze o Φ ok. 32° .

- Dotychczasowe obciążenie na poziomie korony muru wywołane nasypem wynosiło:

$$G_0 = (11,7 \text{ KN/m}^3 \times 2,2 \text{ m}) + 15,6 \times 0,8 = 38,2 \text{ KN/m}^2.$$

$$E_a = 26 \text{ KN/m}^2 \times 0,31 = 11,8 \text{ KN/m}.$$

Pionowość skarpy (zdj. 2, rys. 5) wskazuje, że parametry wytrzymałościowe pospółki gliniastej i obecność korzeni niemal całkowicie redukują naprężenia parcia gruntu.

Po wykonaniu konstrukcji ciężar zostanie powiększony o przyrost zagęszczenia gruntu i ciężar konstrukcji ścian do wartości $\Delta G = G_1 - G_0$.

$$G_1 = (10,9 \text{ KN/m}^3 \times 1,42 \times 2,2 \text{ m} + 13,3 \times 1,40 \times 0,8 + 5,58 = 54,5 \text{ KN/m}^2.$$

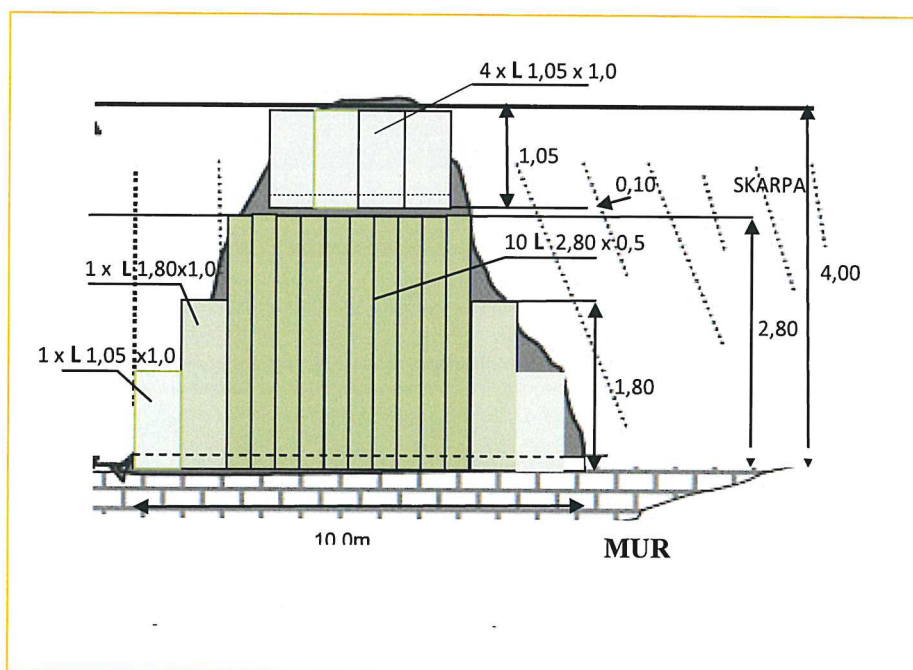
$$\Delta G = 54,4 - 38,2 = 16,2 \text{ KN}$$

$$\Delta E_a = 16,2 \text{ KN/m}^2 \times 0,31 = 5,02 \text{ KN/mb.}$$

Dodatkowy docisk spowodowany dociążeniem kamiennego muru od strony gruntu pionową częścią ściany oporowej masą - 11,6 KN spowoduje, że poziome parcie 11,8 KN/mb nie może spowodować utraty stateczności tego muru na obrót. Ocenia się, że projektowany układ konstrukcyjny będzie stateczny.

5.2. Projektowany układ konstrukcji i sposób wykonania ściany oporowej

W wyniku wymiarowania umocnienia i doboru parametrów prefabrykowanych kątowych ścian żelbetowych zaprojektowano ich rozmieszczenie na rys. 6.



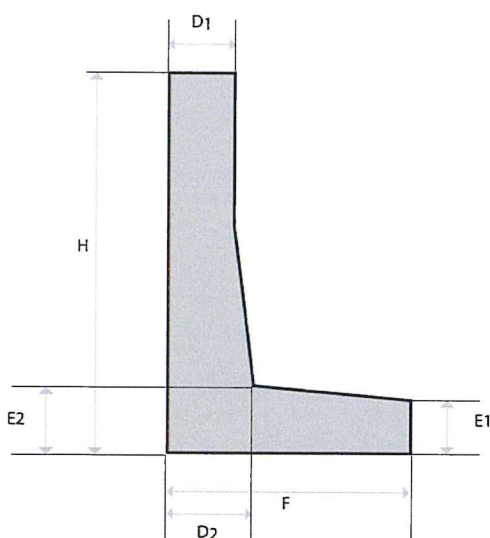
Rys. 6. Rozmieszczenie zaprojektowanych ścian opartych o krawędź muru oporowego

Do wykonania konstrukcji należy zastosować prefabrykaty wykonane z betonu C 30/37 i posiadające certyfikat jakości.

Alternatywne prefabrykaty do zastosowania o parametrach jak w tab. 1 lub innego producenta spełniającego wymagania jakości.

Tab 1. Parametry prefabrykatów wg producenta Global - Metal

Wysokość [H]	Grubość ściany na szczycie murka [D1]	Grubość ściany u podstawy murka [D2]	Grubość podstawy murka [E1]	Grubość podstawy murka [E2]	Długość stopy murka [F]	Waga standardowego elementu o szerokości 49 cm	Waga standardowego elementu o szerokości 99 cm
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[kg/szt.]	[kg/szt.]
55	12	12	12,0	12	30	100	200
80	12	12	12,0	12	45	170	310
105	12	12	12,0	12	60	220	420
130	12	17	13,5	17	70	310	600
155	12	17	13,0	17	85	370	750
180	12	22	14,0	22	100	470	1 000
205	12	22	14,0	22	115	540	1 100
230	12	27	15,0	27	125	760	1 500
255	12	27	15,0	27	140	810	1 600
280	12	27	15,0	27	155	900	1 800
305	12	27	15,0	27	165	1 000	2 000
330	12	27	14,0	27	185	-	2 350
355	12	27	14,0	27	185	-	2 400
380	12	27	14,0	27	205	-	2 500
405	12	27	14,0	27	205	-	2 650



Zaprojektowano:

10 prefabrykatów L 280cm x 50 cm

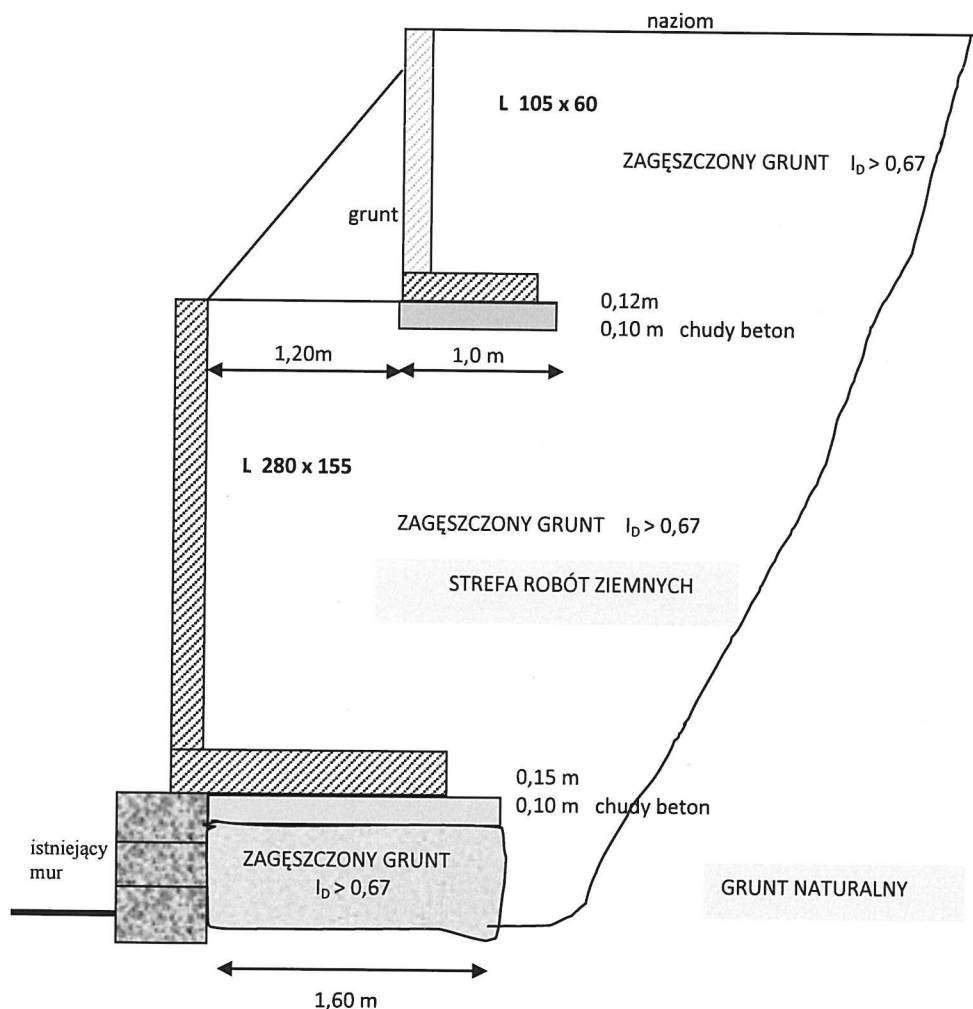
2 prefabrykaty L 180 cm x 100 cm

6 prefabrykatów L 105cm x 60 cm szerokości.

5.2.1. Sposób wykonania ściany

Po rozebraniu odcinka płotu i wykonaniu prac naprawczych kamiennego muru należy:

1. Nad koroną kamiennego muru rozebrać na 10 m odcinku nasypową i rodzimą część skarpy, odkładając pozyskany materiał jako zabudowę ściany.
2. Wykonany odkop długości 10 m na szerokości 200 cm i powierzchnię i zagęścić pasem szerokości 1,6 m lekką zagęszczarką wibracyjną (do 150 kg) do $I_D > 0,67$.
3. W wykopanej strefie wykonać wyrównawczy 10 cm podkład z chudego betonu C12 tak, żeby poziome lico betonu było na poziomie korony muru pozostawić do stwardnienia.



Rys. 7. Parametry wykonawcze konstrukcji oporowej

4. Ustawiać na przygotowanej powierzchni przylegające do siebie prefabrykaty postępując od lewej - wschodniej strony (rys. 6), a następnie na ich odsadzkach układać warstwami

Rzeczoznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław	Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień	13
--	--	----

grunt i paleniskowy materiał odpadowy warstwami o grubości 35 cm tak, aby po zagęszczeniu do $I_D > 0,97$ uzyskiwać warstwy grubości 30 cm. Następnie układać kolejne warstwy zabudowując konstrukcję do docelowego naziomu koron prefabrykatów (jak na rys. 6,7).

5. Po uzyskaniu zabudowy nad prefabrykatami o wysokości 2,8 m ułożyć i zagęścić kolejną 10 cm warstwę gruntu. Po wyrównaniu i wypoziomowaniu powierzchni w odległości 0,95 m od zewnętrznego lica wysokich ścian ustawić 4 prefabrykaty 105 x 60 cm i zabudowywać podobnie jak w p. 4, a całość nadbudowanej powierzchni przykryć humusem.
6. Na 95 cm szerokości odcinka ułożyć skarpę licującą z powierzchnią terenu 744,60 m npm (rys. 5).
7. Obustronne pobocza odbudowanej skarpy mają nachylenia większe od 1 : 1,5 (rys. 3 opracowania etapu I) i ze względów bezpieczeństwa nie wymagają związanych z pewnością realizacji projektu umocnień, czy robót ziemnych.

6. SZACOWANY KOSZT REALIZACJI PRAC

Naprawa muru i umocnienie skarpy

Powierzchnia spoinowania muru = 42 m x 1,15m = 46m²

Koszt materiału i robocizny spoinowania = 89 zł /m² x 46 m² x 1,5 = 6141 zł

Rozścielenie ziemi urodzajnej ręczne z przerzutem na terenie płaskim 2,5 m³ x 49,89 x 1,5 = 187 zł

Ręczne karczowanie drzew 3 szt x 84,25 x 1,5 = 380 zł

Ręczne wykopy fundamentowe z transportem urobku przyczepami samowładkowymi na odległość do 0.5 km (kat. gruntu I-II) 1,7m³ x 95,18zł x 1,5 = 242 zł

Wykopy wykonywane koparkami podsiębiernymi 0.25 m³ na odkład w gruncie kat. I-II 120m³ x 52,87zł x1,5 = 9561 zł

Koszt zakupu prefabrykatów L 6 x 250 zł + 2 x 510 zł + 10 x 500 zł = 7520 zł

Koszt przywozu prefabrykatów 700 zł

Załadunek i wyładunek materiałów budowlanych – samochód skrzyniowy z żurawiem przeładunkowym; masa jednego ładunku do 1,25 t 14 t x 24,85 zł/t x 1,5 = 522 zł

Roboty ziemne wykonywane koparkami podsiębiernymi o poj. łyżki 0.15 m³ w gruncie kat. I-II 100m³ x 52,87zł x1,5 = 7930 zł

Wykonanie podbudowy z chudego betonu 2,17 m³ x 100,5 zł/m³ x1,5 = 327 zł

Zagęszczenie nasypów ubijakami mechanicznymi; grunty sypkie kat. I-III Wskaźnik zagęszczenia $J_s = 0.97$ 100m³ x 11,33zł x 1,5 = 1700zł

Mechaniczne zasypywanie wnek za ścianami budowli

<i>Rzecznawca budowlany dr hab. inż. Krzysztof Parylak ul. E. Plater 7/1 51-680 Wrocław</i>	<i>Ocena stanu technicznego skarpy ziemnej oraz muru oporowego zlokalizowanego w GOS w Szklarskiej Porębie Wysoki Kamień</i>	14
---	--	-----------

przy wysokości nasypu powyżej 4 m - kat. gruntu I-II

$$1,7 \text{ m}^3 \times 18,86 \text{ zł} \times 1,5 = \underline{48 \text{ zł}}$$

$$35 \text{ 288 zł}$$

Razem ok. 35,288 zł x 1,23 = 43 404 zł