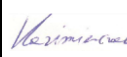
 <p><b>PRACOWNIA PROJEKTOWA PIOTR TRYBUŚ</b></p> <p>51-354 Wrocław, ul. Litewska 10/71</p> <p>tel. 507 078 343</p> <p>e-mail: <a href="mailto:pracownia.piotrtrybus@wp.pl">pracownia.piotrtrybus@wp.pl</a></p> <p>NIP 923-15-71-925; REGON 364884043</p>	Nr umowy	WR.2.ZPU.283.263.2021 z dnia 18.08.2021r.		<b>1</b>  Nr egz.
	Pkt. preliminarza	1		
	Nr archiwalny	15_2021		Nr rewizji <b>0</b>
	Stadium	<b>EKSPERTYZA TECHNICZNA Z OCENĄ STANU TECHNICZNEGO</b>		
NAZWA ZADANIA	<b>Ekspertyza oraz projekt naprawy wału przeciwpowodziowego rz. Odry W-2(OPS) w m. Ścinawa Polska, gm. Oława</b>			
ADRES: (LOKALIZACJA):	Wał przeciwpowodziowy rzeki Odry km 0+200 ÷ 0+260 W-2 (OPS) w m. Ścinawa Polska, gm. Oława, pow. oławski, woj. dolnośląskie			
INWESTOR: (WNIOSKODAWCA):	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu Zarząd Zlewni we Wrocławiu 50-370 Wrocław, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 39			
KATEGORIA OBIEKTU:	XXVII			
<b>ZESPÓŁ AUTORSKI:</b>	<b>IMIĘ I NAZWISKO</b>	<b>PODPIS</b>	<b>DATA</b>	
PROJEKTANT:	<b>mgr inż. Piotr Trybuś</b> Nr Upr. 199/DOŚ/10, W specjalności konstrukcyjno – budowlanej do projektowania bez ograniczeń		10.2021r.	
PROJEKTANT:	<b>dr inż. Maciej Hawrysz</b> nr upr. MOŚZNiL – VI-0367 Certyfikat Polskiego Komitetu Geotechniki nr 0034		10.2021r.	
ASYSTENT PROJEKTANTA:	<b>mgr inż. Marek Szczurek</b>		10.2021r.	
ASYSTENT PROJEKTANTA:	<b>mgr inż. Piotr Kazimierczak</b>		10.2021r.	

## Spis treści

<b>1. PODSTAWA FORMALNA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. LOKALIZACJA .....</b>	<b>3</b>
<b>4. WYKORZYSTANE AKTY PRAWNE ORAZ MATERIAŁY .....</b>	<b>4</b>
<b>5. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE OBIEKTU .....</b>	<b>5</b>
<b>5.1. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU .....</b>	<b>5</b>
<b>6. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI .....</b>	<b>6</b>
<b>6.1. OCENA STATECZNOŚCI I FILTRACJI WAŁU PRZECIWPOWODZIOWEGO .</b>	<b>8</b>
<b>6.1.1. STAN ISTNIEJĄCY .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1.2. STAN PROJEKTOWANY .....</b>	<b>12</b>
<b>7. WNIOSKI I ZALECENIA DOTYCZĄCE POPRAWY STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU ORAZ SPOSOBU ICH NAPRAW .....</b>	<b>19</b>
<b>8. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA AWARII .....</b>	<b>22</b>

## **1. PODSTAWA FORMALNA**

Podstawę formalną realizacji prac projektowych stanowi umowa nr WR.2.ZPU.283.263.2021 z dnia 18.08.2021r. zawarta pomiędzy Państwowym Gospodarstwem Wodnym WODY POLSKIE Regionalnym Zarządem Gospodarki Wodnej we Wrocławiu Zarządem Zlewni we Wrocławiu, a biurem PRACOWNIĄ PROJEKTOWĄ Piotr Trybuś.

## **2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA**

Przedmiotem niniejszego zadania jest opracowanie ekspertyzy technicznej ustalającej przyczyny awarii obwałowania w rejonie km 0+200 ÷ 0+260 wału oraz projektu naprawy uszkodzeń wału przeciwpowodziowego. Celem dokumentacji jest przywrócenie odpowiedniego stanu technicznego obwałowania w miejscu awarii oraz ewentualne zabezpieczenie wału na pozostałej długości przed potencjalną awarią. Celem opracowania jest także przedstawienie wyników obliczeń stateczności ogólnej wału przeciwpowodziowego rz. Odry W-2 (OPS) w miejscowości Ścinawa, pozwalającej na udzielanie odpowiedzi co do rozpoznania zakresu, przyczyn powstania awarii budowli oraz przedstawienie sposobu naprawy uszkodzonego wału.

## **3. LOKALIZACJA**

Przedmiotowy odcinek wału przeciwpowodziowy rzeki Odry zlokalizowany jest w km 0+200 ÷ 0+260 wału W-2 (OPS) w m. Ścinawa Polska, gm. Oława, pow. oławski, woj. Dolnośląskie. Jest to wał przeciwpowodziowy lewobrzeżny rzeki Odry chroniący zabudowania i infrastrukturę miejscowości Ścinawa Polska. Współrzędne geograficzne: PUWG1992 - X:383589,65, Y:341712,89; WGS84 - X:17,34294, Y:50,93053.

Działania techniczne, jakie będą podjęte w ramach remontowanego wału oraz zasięg oddziaływania inwestycji mieścić się będzie w granicach następujących działek ewidencyjnych :

Tabela 1.

LP	Nr działki	Obręb	AM	Gmina
1	277 Wp	Ścinawa Polska	2	Oława - gmina
2	298 dr	Ścinawa Polska	2	Oława - gmina

#### 4. WYKORZYSTANE AKTY PRAWNE ORAZ MATERIAŁY

- [1] Pomiary geodezyjne wraz z inwentaryzacją budowli (mapa sytuacyjno-wysokościowa, przekroje poprzeczne). Wykonawca: GEO-LIT Przemysław Przerywacz, wrzesień 2021 r. Wrocław.
- [2] Mapa zasadnicza z Ośrodka geodezji Powiatu Oławski.
- [3] Mapy ISOK. Mapy zagrożenia powodziowego. Wykonane przez Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej,
- [4] Materiały inwentaryzacyjne z wizji terenowej,
- [5] Wały przeciwpowodziowe – wytyczne instruktażowe projektowania, 1982, oprac. zbior. pod kierunkiem. A. Żbikowskiego, Melioracje Rolne nr 2 – 3,
- [6] Ustawa z dnia 20 lipca 2017 roku – Prawo wodne,
- [7] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane,
- [8] Ustawa z dnia 27 kwietnia 200 roku - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2020 r. poz. 1219 z późn. zm.),
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 grudnia 2017 r. w sprawie sposobu ustalenia i ewidencjonowania przebiegu granic obszarów dorzeczy, regionów wodnych oraz zlewni (Dz.U. 2017 poz. 2505),
- [10] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Odry (Dz. U. 2016 poz. 1938),
- [11] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Odry (Dz. U. 2016 poz. 1967),
- [12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2007 nr 86 poz. 579),
- [13] Protokół z kontroli okresowej pięcioletniej wału przeciwpowodziowego nr 2/Dol.OTKZ/2017 z dnia 06.12.2017 r. Nr15. Wał lewobrzeżny rzeki Odry w km od 0+000 do 0+300 w km rzeki 212+200 – 212+500.
- [14] Książka obiektu budowlanego Tom1. PGW WP Nadzór Wodny w Oławie. 2011r.
- [15] Protokół z kontroli okresowej rocznej nr 14/2020r.

[16] Opinia geotechniczna z badań podłoża gruntowego dla zadania pn.: "Ekspertyza oraz projekt naprawy wału przeciwpowodziowego rz. Odry W-2 (OPS) w m. Ścinawa Polska, gm. Oława". Maciej Hawrysz, Janusz Supel, Wrocław, październik 2021r.

## **5. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE OBIEKTU**

### **5.1. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU**

Wał przeciwpowodziowy W-2 (OPS) jest obiektem hydrotechnicznym klasy II, został wybudowany przed 1945 rokiem. Obiekt zlokalizowany jest na terenie gminy Oława, obręb Ścinawa Polska, dz. nr 298 dr i 277 Wp. Konstrukcję wału stanowi nasyp z gruntu, skarpy zostały zabezpieczone humusem i obsiane trawą. W korpusie wału nie ma przesłony przeciwfiltracyjnej. Korona wału ma nieregularny kształt i nie posiada drogi obsługowej. Przy stopie wału od strony odwodnej znajduje się ujściowy odcinek Psarskiego Potoku, który w związku z piętrzeniem na stopniu wodnym Oława na rz. Odrze jest stale wypełniony wodą. Skarpa wału przechodzi bezpośrednio w skarpe koryta rzeki. Bezpośrednio przy skarpie wału od strony odpowietrznej znajdują się zabudowania magazynowo -produkcyjne. Wysokość wału nad teren chroniony w miejscu awarii wynosi około 1 m. W skarpie odpowietrznej zlokalizowane są słupy linii energetycznej niskiego napięcia. Dojazd do wału i miejsca awarii możliwy jest od Ścinawy Polskiej, ul. Słoneczna.

Podstawowe parametry przedmiotowego wału przeciwpowodziowego:

- klasa budowli hydrotechnicznej: II,
- km wału: 0+200 – 0+260,
- km rzeki Odry: 221+200 – 212+500 (długość całkowita lewostronnego wału W-2 (OPS) 300m).
- rok budowy: przed 1945r.
- geometria wału ziemnego:
  - Średnia wysokość wału 4,7 m,
  - Średnia szerokość korony wału: 3,8 m,
  - Średnie nachylenie skarpy odwodnej: 1:1,8,
  - Średnie nachylenie skarpy odpowietrznej: 1:2,1.
- budowle wałowe: brak.

Wał jest klasy II więc wyniesienie korony wału nad wodą miarodajną 1,0% to 1,0m. Wg aktualnych map zagrożenia powodziowego ISOK, poziom wody miarodajnej w przekroju analizowanego wału przeciwpowodziowego wynosi 131,10 mKr. (Kronsztad 86). Aktualny układ

wysokościowy to PL-EVRF2007-NH, więc poziom wody wynosi  $131,10 \text{ mKr86} + 0,18 \text{ m} = 131,28 \text{ m PL-EVRF2007-NH}$ .

Bezpieczne wyniesienie korony wału przyjmuje poziom:  $131,28 + 1,0 \text{ m} = 132,28 \text{ m PL-EVRF2007-NH}$ .

Istniejąca rzędna korony wału (nie zapadniętego) wynosi średnio  $131,75 \text{ m PL-EVRF2007-NH}$ , zatem korona wału jest zaniżona o ok.  $0,53 \text{ m}$ .

## 6. OCENA AKTUALNEGO STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI

Aktualną ocenę stanu technicznego przedmiotowego wału przeciwpowodziowego w km 0+200 – 0+260 przeprowadzono w grudniu 2017r. a roczną kontrolę w listopadzie 2020r.

Podczas kontroli rocznej z 11.2020r. otrzymał ocenę dostateczną. Obiekt budowlany pomimo wykazanych nieprawidłowości („*wał posiada nieregularne kształty. Częściowo wyniżona korona wału*”) nadawał się do dalszego użytkowania.

Jeśli chodzi o ocenę stanu technicznego zawartej z kontroli okresowej pięcioletniej – wał otrzymał ocenę dostateczną, budowla nadaje się do dalszego użytkowania.

Na potrzeby niniejszej ekspertyzy i projektu wykonawczego naprawy wału, wykonano dokumentację geotechniczną, dokumentację geodezyjną, obliczenia stateczności wału ziemnego. W dniu 12.07.2021 r. została stwierdzona awaria obwałowania polegająca na odspojeniu się około połowy korpusu wału od strony odwodnej od pozostałej części wału. W czasie wystąpienia awarii nie było zwiększonego poziomu wody w rz. Odrze ani wezbrania, poziom wody oscylował wokół normalnego poziomu piętrzenia stopnia wodnego Oława. W okresie kilku dni przed awarią występowały intensywne opady deszczu, a korpus wału w miejscu odspojenia charakteryzuje się dużą wilgotnością. Grunt korpusu widoczny w miejscu odspojenia określono wstępnie jako piasek gliniasty, w wierzchniej warstwie widoczny jest żużel paleniskowy, użyty prawdopodobnie w celu utwardzenia korony wału.

Na podstawie wykonanych badań geotechnicznych i laboratoryjnych [16] oraz wizji lokalnej na odcinku uszkodzonego wału ziemnego wynika, że został wybudowany w górnej strefie z materiału piaszczystego. Dolną część korpusu, na całej szerokości (przekrój I – I') lub częściowo (przekrój II – II') uformowano z gruntów gliniastych o zmiennej spoistości. Korpus wału jest zadarniony. Dolną część skarpy odwodnej porastają częściowo krzewy i pojedyncze drzewa. Wzdłuż skarpy odpowietrznej poprowadzona jest napowietrzna linia energetyczna niskiego napięcia. Betonowe słupy częściowo posadowione są na krawędzi korony i na

samej koronie. Przy stopie wału po stronie odpowietrznej przebiega ogrodzenie na podmurówce betonowej.

W połowie lipca 2021 r. na długości ok. 50 m powstała szczelina. Szerokość szczeliny dochodzi do 0,5 m, natomiast głębokość do ok. 1,0 m. Korona wału od krawędzi szczeliny do górnej krawędzi skarpy odwodnej zapadła się ok. 0,2 m.

Osuwisko uznaje się za aktywne, w początkowej fazie jego rozwoju.

Aktualnie korona wału jest zabezpieczona przed opadami atmosferycznymi folią, co należy traktować jako zabezpieczenie doraźne i tymczasowe.

Zapadnięcie części korony wału od strony odwodnej oraz powstanie szczeliny o znacznych rozmiarach pozwala przypuszczać, że osuwisko ma charakter rotacyjny, a powierzchnia poślizgu może przebiegać poniżej korpusu wału w podłożu rodzimym lub na styku warstw antropogenicznych ( nasypów budowlanych ) i rodzimego podłoża. W miarę rozwoju osuwiska mogą rozwijać się ruchy o charakterze zsuwu wzdłuż płaszczyzny na kontakcie gruntów piaszczystych i spoistych w obrębie korpusu wału. Zjawisko to uwidoczni się na powierzchni skarpy odwodnej w postaci spiętrzeń osuwającego się koluwium. W trakcie prowadzenia badań takich zjawisk nie zaobserwowano.

Na podstawie badań korpusu wału i jego podłoża wydzielono następujące warstwy geotechniczne (strefy podłoża o zbliżonych właściwościach fizyko-mechanicznych):

#### Korpus wału

- warstwa NI – piaski drobne o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,30$  stan luźny
- warstwa NII - piaski średnie o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,30$  stan luźny
- warstwa NIII - pospółki o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,45$  stan średnio zagęszczony,
- warstwa NC1 – piasek gliniasty o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,10$  stan twardoplastyczny,
- warstwa NC2 – warstwa o niejednorodnej litologii – pyły, piaski gliniaste, gliny pylaste i piaszczyste o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,45$  stan plastyczny
- warstwa NC3 – piasek gliniasty o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,55$  stan miękkoplastyczny
- warstwa O – namuł gliniasty (głina) o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,68$  stan miękkoplastyczny,

#### Podłoże rodzime

- warstwa I1 – piaski drobne o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,70$  stan zagęszczony,
- warstwa I2 - piaski drobne o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,55$  stan średnio zagęszczony,

- warstwa I3 - piaski drobne o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,45$  stan średnio zagęszczony,
- warstwa II1 - piaski średnie o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,70$  stan zagęszczony,
- warstwa II2 – piaski średnie o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,55$  stan średnio zagęszczony,
- warstwa II3 - piaski średnie o średnim stopniu zagęszczenia  $I_D = 0,45$  stan średnio zagęszczony,
- warstwa B1 –gliny średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,15$  – stan twardoplastyczny,
- warstwa B2 –gliny piaszczyste o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,40$  – stan plastyczny,
- warstwa B3 - gliny piaszczyste o średnim stopniu plastyczności  $I_L = 0,60$  – stan miękoplastyczny.

Budowę geologiczną oraz rozprzestrzenienie wydzielonych warstw przedstawiono na kartach otworów geologiczno-inżynierskich [16].

## **6.1. OCENA STATECZNOŚCI I FILTRACJI WAŁU PRZECIWPOWODZIOWEGO**

Celem opracowania jest przedstawienie wyników obliczeń stateczności ogólnej wału przeciwpowodziowego rz. Odry W-2 (OPS) w miejscowości Ścinawa, pozwalającej na udzielanie odpowiedzi co do rozpoznania zakresu, przyczyn powstania awarii budowli oraz przedstawienie sposobu naprawy uszkodzonego wału.

Osuwisko uznaje się za aktywne, w początkowej fazie jego rozwoju.

### **6.1.1. STAN ISTNIEJĄCY**

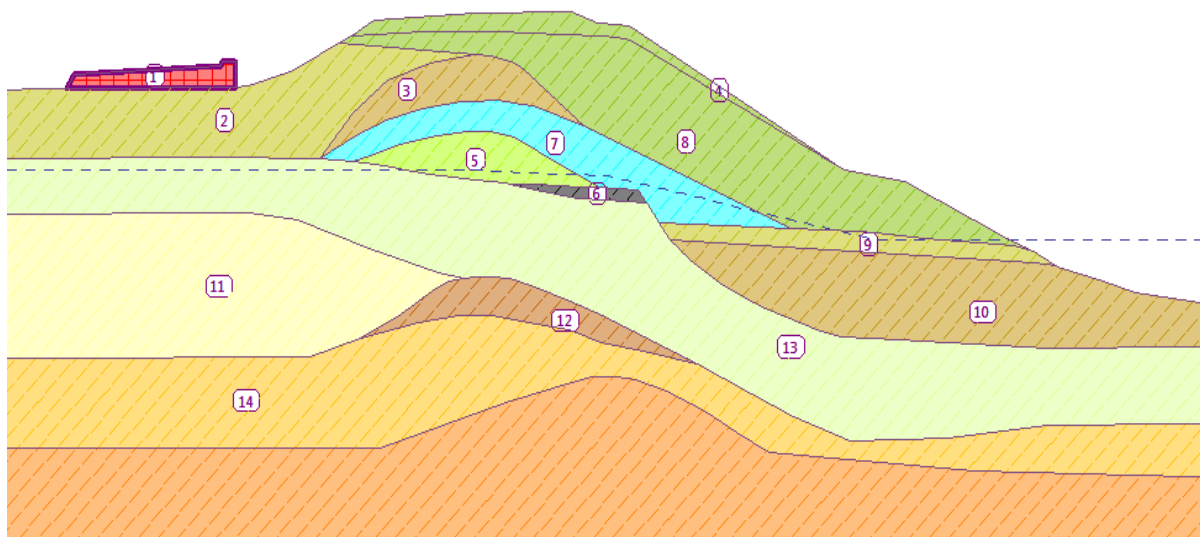
Zgodnie z rozporządzeniem [Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych] dla metod dokładnych (Bishopa i Morgensteina Prica) wsp. pewności wynoszą dla obiektu I i II klasy:

1,5 – dla podstawowego układu obciążeń

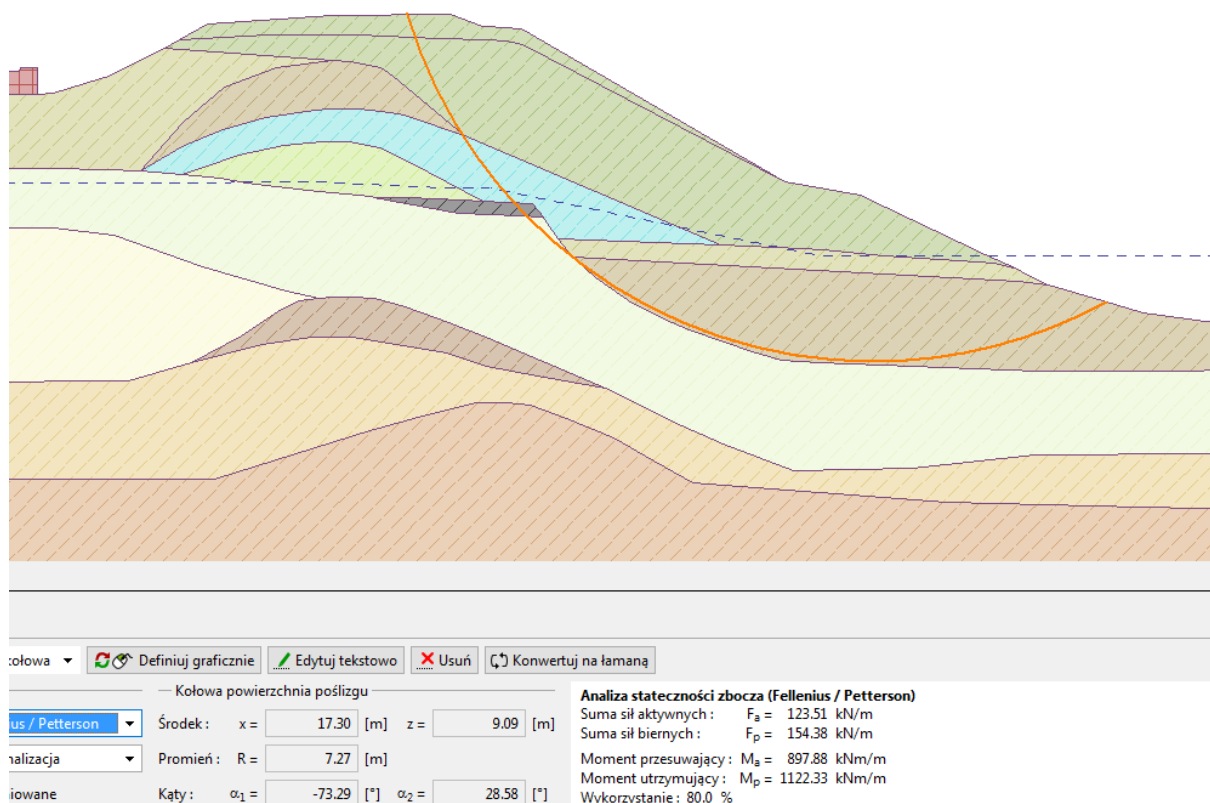
1,3 – dla wyjątkowego układu obciążeń



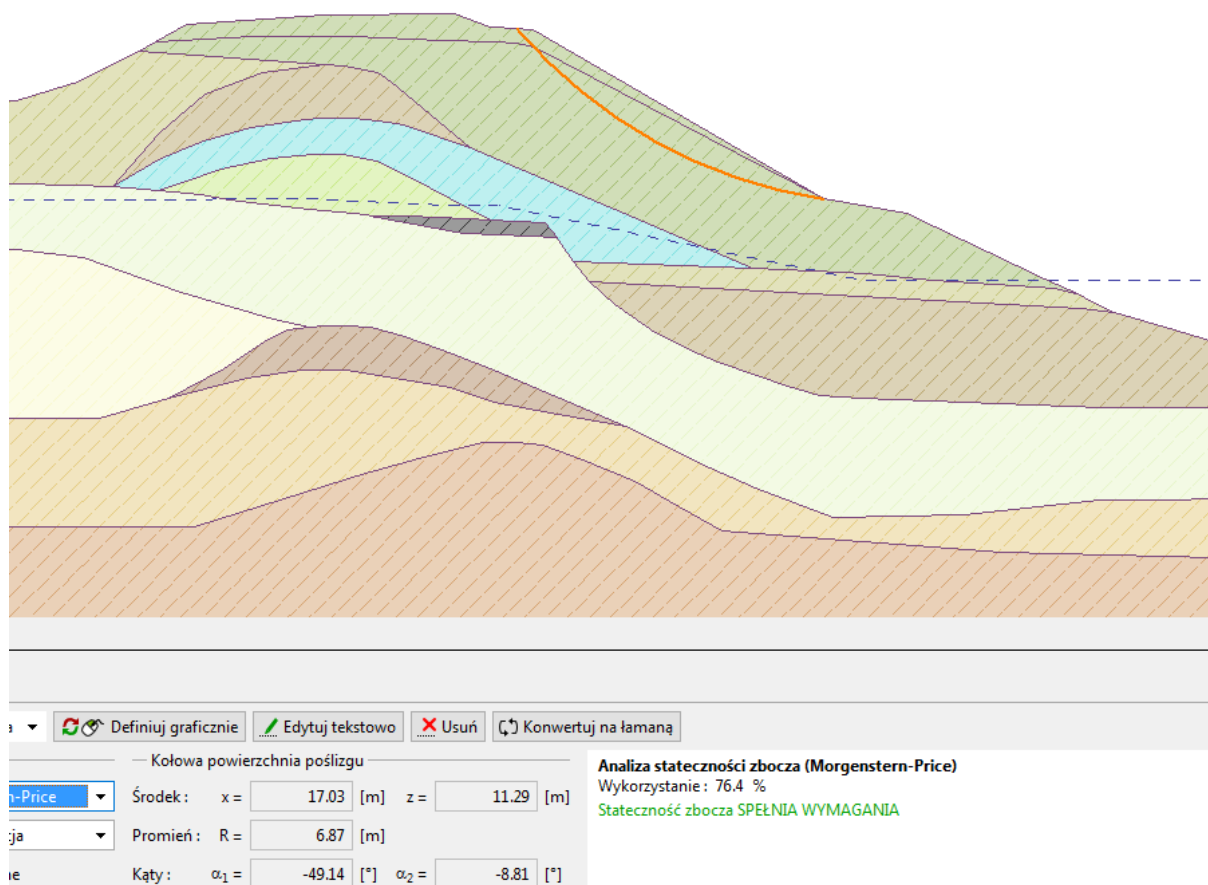
Obliczenia wykonano dla warunków bez drenażu (parametry całkowite), w wariancie przepływów w korycie zbliżonych do SSQ. Zastosowanie parametrów wytrzymałościowych całkowitych  $\varphi$  i  $C$  pozwoliło na uzyskanie wyników obliczeń zgodnych z zaobserwowanymi uszkodzeniami wału.



Rys.1. Warunki gruntowo-wodne przyjęte w modelu wału w przekroju I-I



Rys.2. Powierzchnia poślizgu, metoda Felleniusa

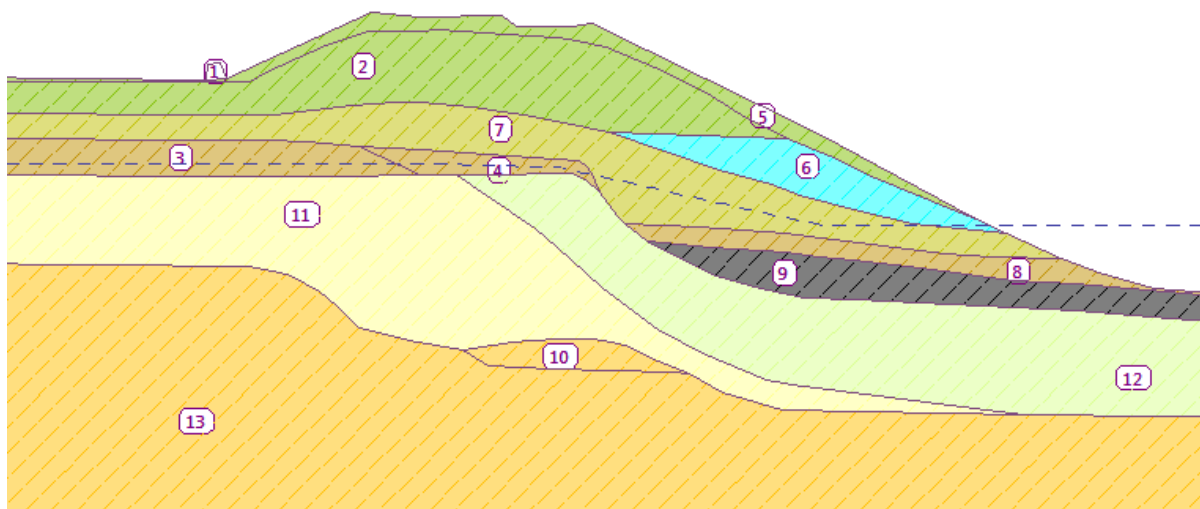


Rys.3. Powierzchnia poślizgu, metoda Morgensterna Price

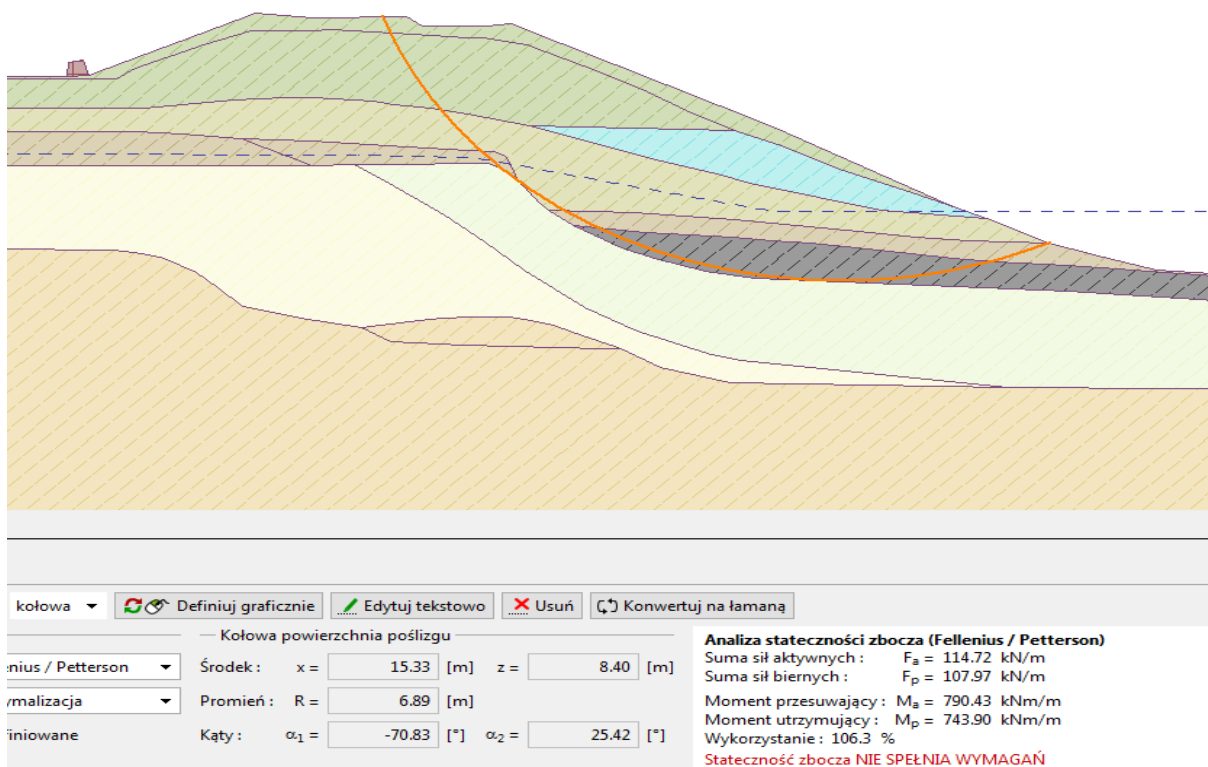
Tabela 2. Zestawienie wyników dla I-Γ - stan istniejący:

skarpa odwodna		
metoda	współczynnik bezpieczeństwa uzyskany	współczynnik bezpieczeństwa wymagany
F	1,25	-
M-P	1,31	1.5
B	1,31	1.5

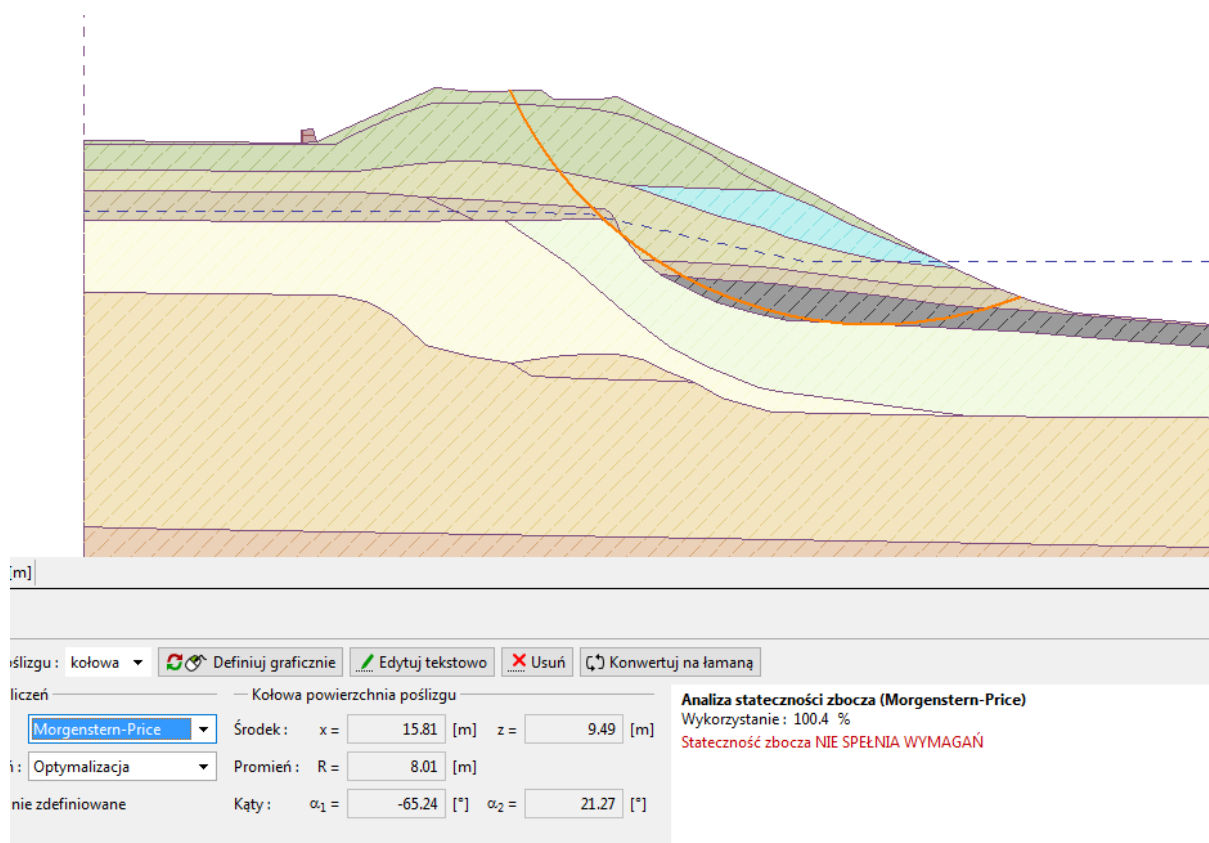
F-Felenius; M-P – Morgensterna Price; B- Bishopa



Rys.4. Warunki gruntowo-wodne przyjęte w model wału w przekroju II-II



Rys.5. Powierzchnia poślizgu, metoda Felleniusa



Rys.6. Powierzchnia poślizgu, metoda Morgensterna Price

Tabela 3. Zestawienie wyników dla przekroju II-II`:

skarpa odwodna schemat I		
metoda	współczynnik bezpieczeństwa uzyskany	współczynnik bezpieczeństwa wymagany
F	0,94	-
M-P	0,99	1.5
B	1,01	1.5

F-Felenius; M-P – Morgensterna Price; B- Bishopa

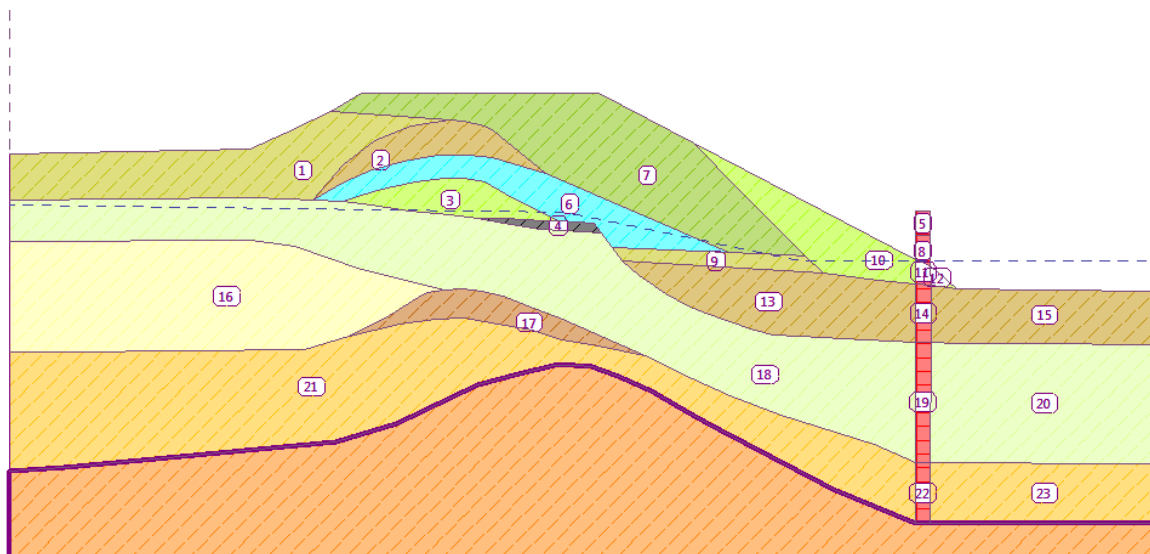
**Wniosek – skarpa w przekroju I-I` i II-II` jest niestateczna, przy czym zainicjowanie zsuwu miało miejsce najprawdopodobniej w przekroju II-II`.**

### 6.1.2. STAN PROJEKTOWANY

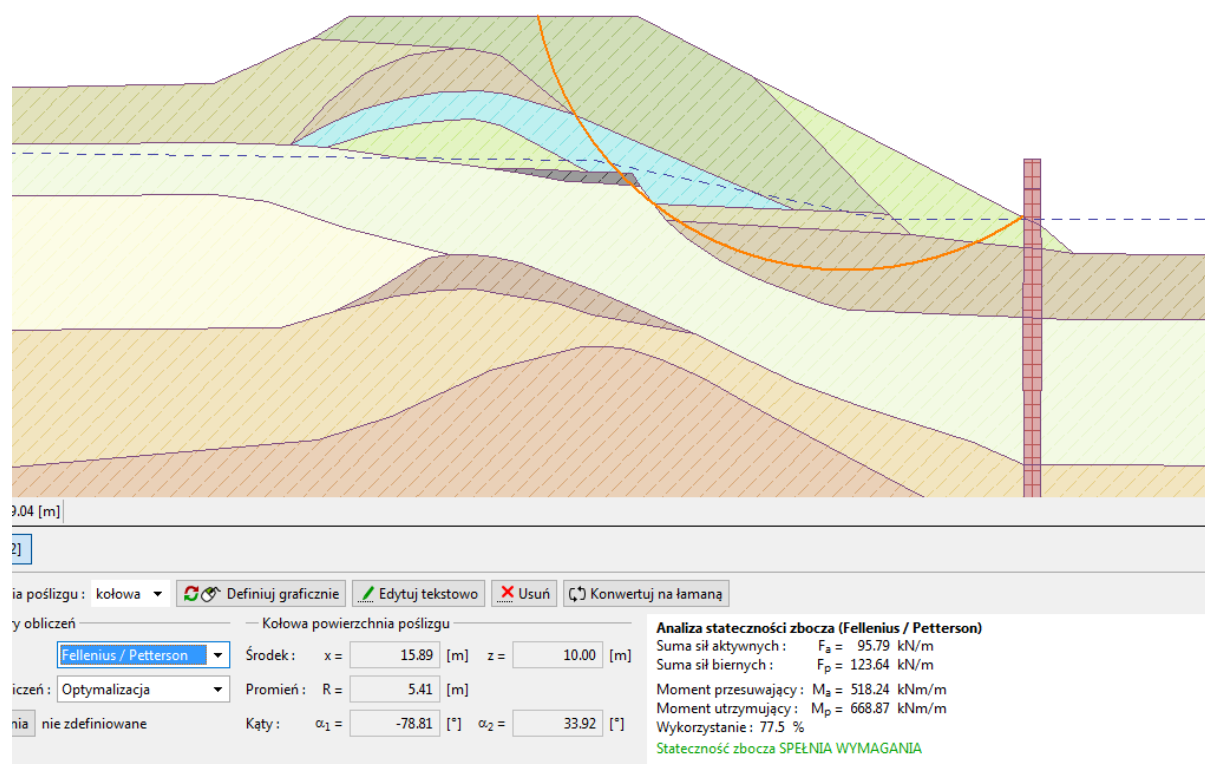
W wariantcie projektowym zastosowano zabicie ścianki szczelnej od strony stopy skarpy odwodnej i wymianę gruntu za ścianką na narzut kamienny.

Obliczenia wykonano dla warunków bez drenażu (parametry całkowite), w wariancie przepływów w korycie zbliżonych do SSQ.

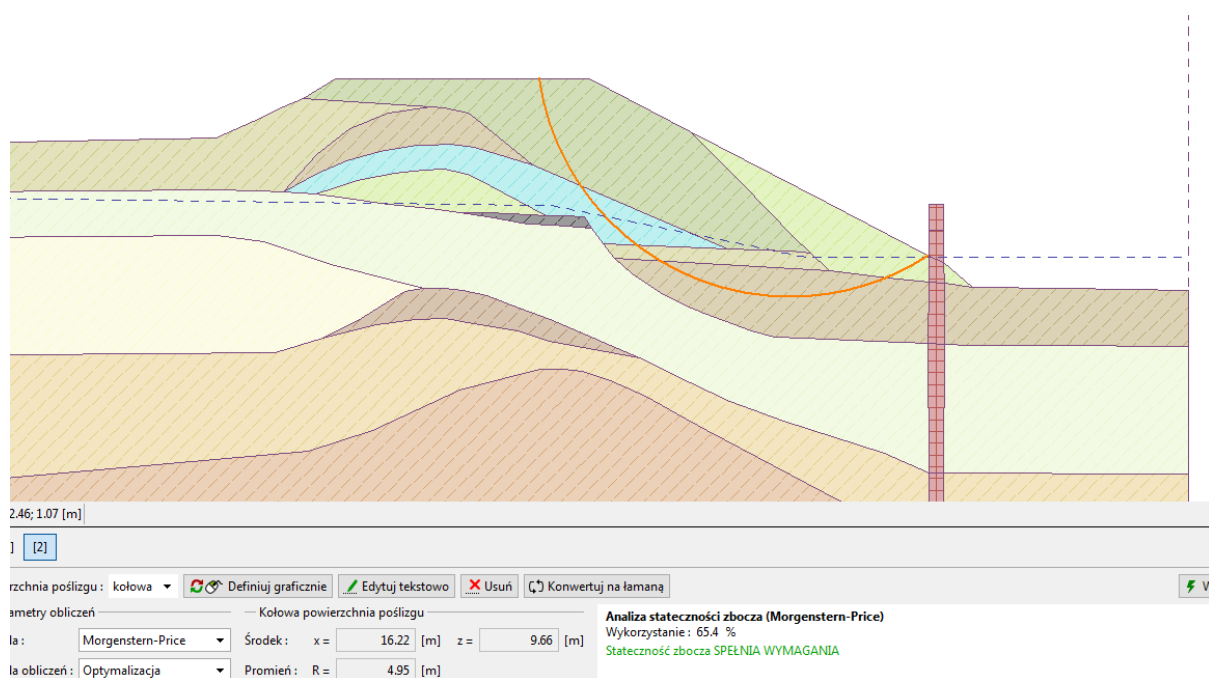
Przekrój I-I'



Rys.7. warunki gruntowo-wodne przyjęte w modelu, przekrój I-I'



Rys.8. Powierzchnia poślizgu, metoda Felleniusa



Rys.9. Powierzchnia poślizgu, metoda Morgensterna Price

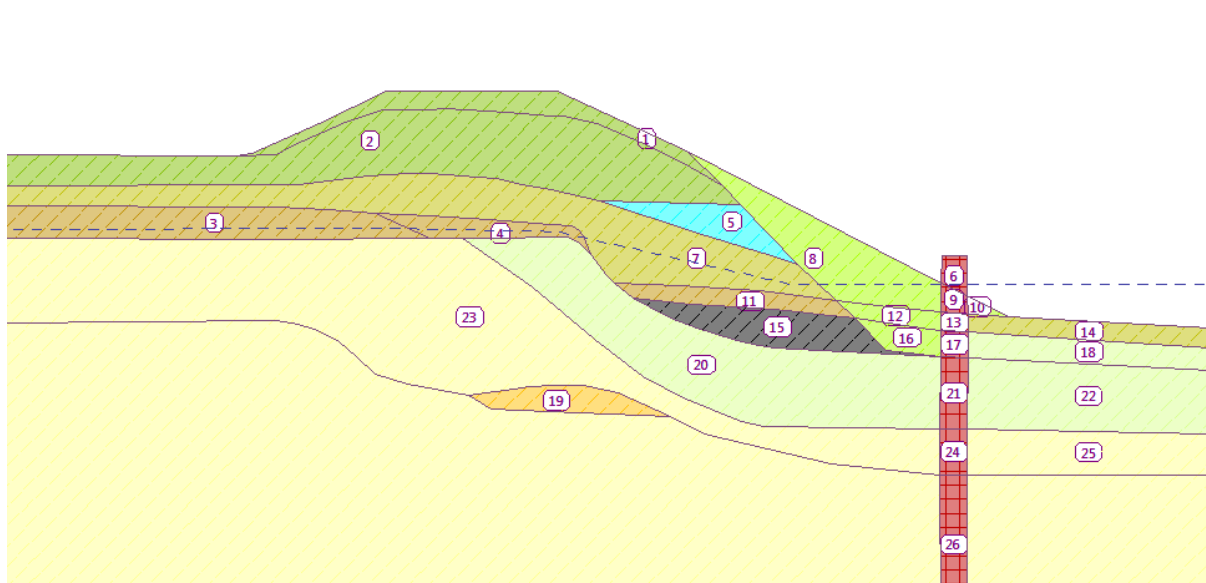
Tabela 4. Zestawienie wyników dla I-Γ:

skarpa odwodna schemat I		
metoda	współczynnik bezpieczeństwa uzyskany	współczynnik bezpieczeństwa wymagany
F	1,29	-
M-P	1,53	1.5
B	1,57	1.5

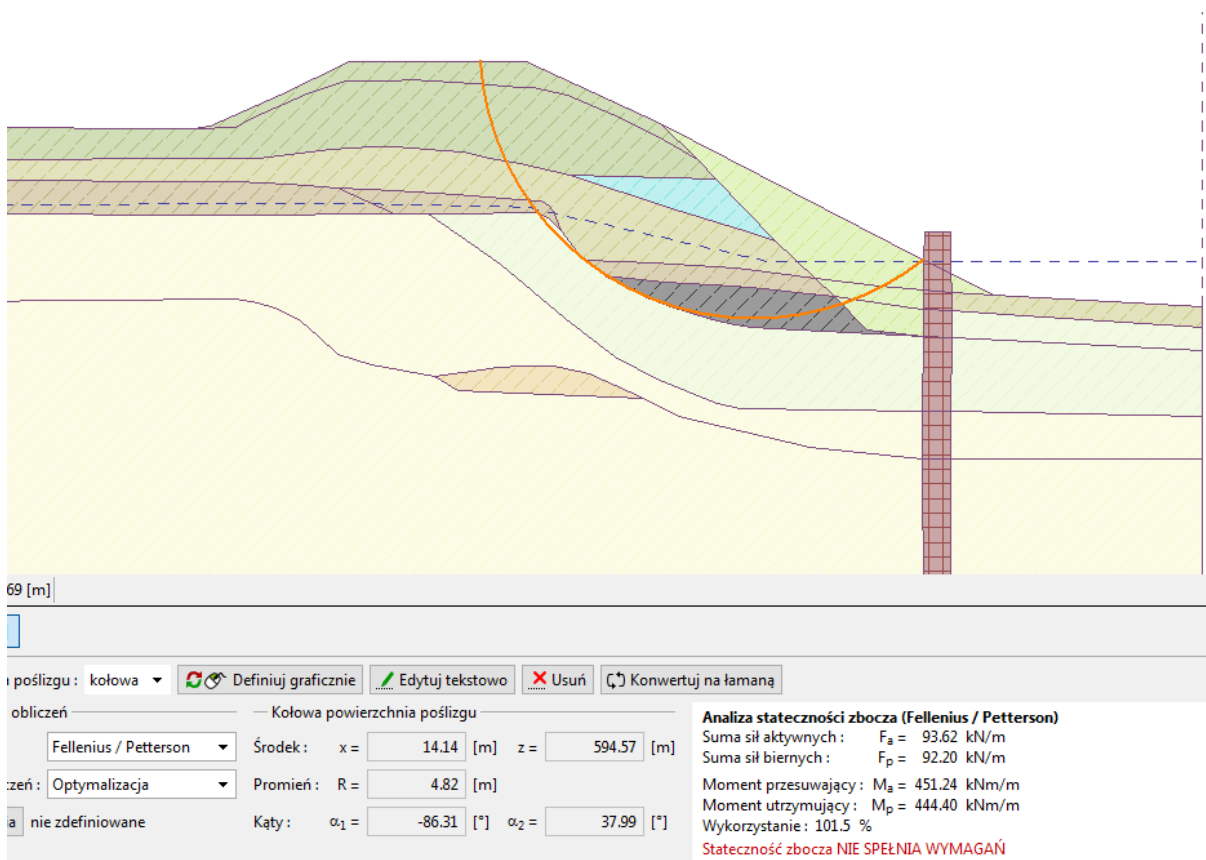
F-Felenius; M-P – Morgensterna Price; B- Bishopa



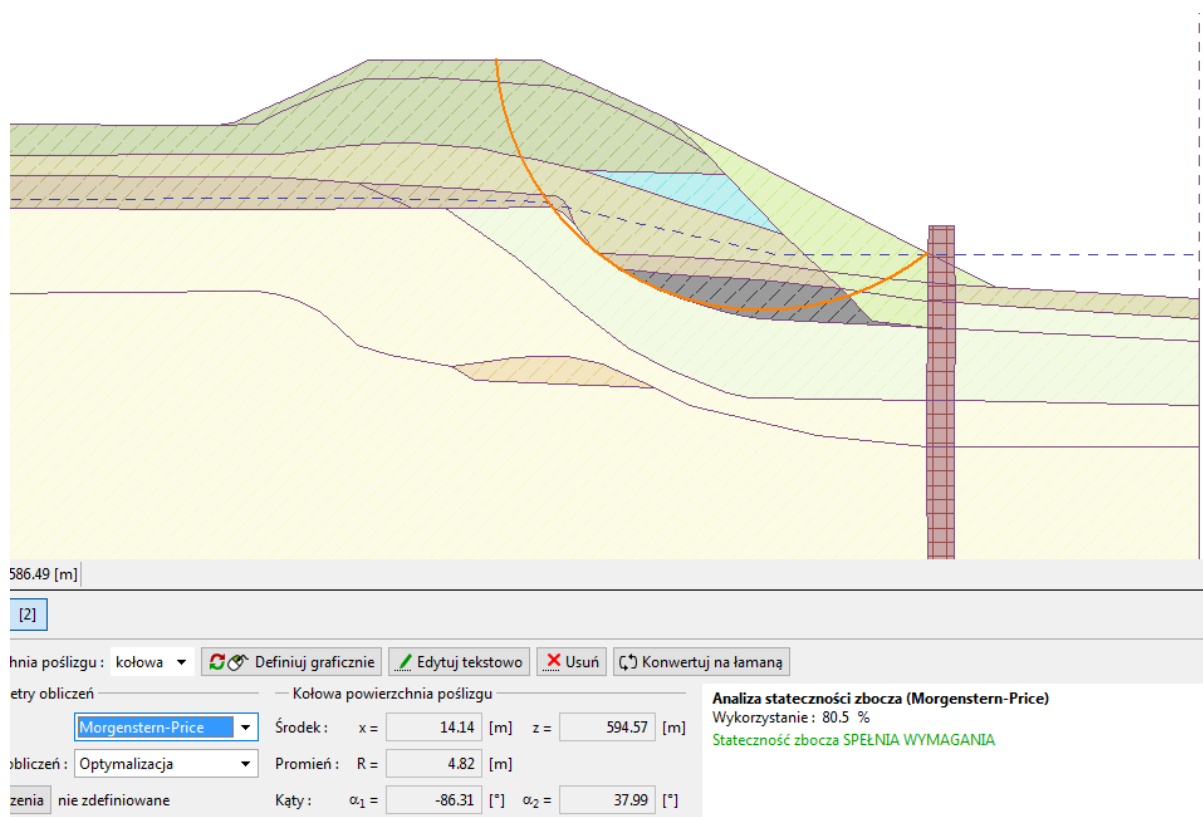
## Przekrój geotechniczny II-II



Rys.10. warunki gruntowo-wodne przyjęte w modelu wału przekrój II-II



Rys.11. Powierzchnia poślizgu, metoda Felleniusa



Rys.12. Powierzchnia poślizgu, metoda Morgensterna Price

Tabela 5. Zestawienie wyników dla przekroju II-II :

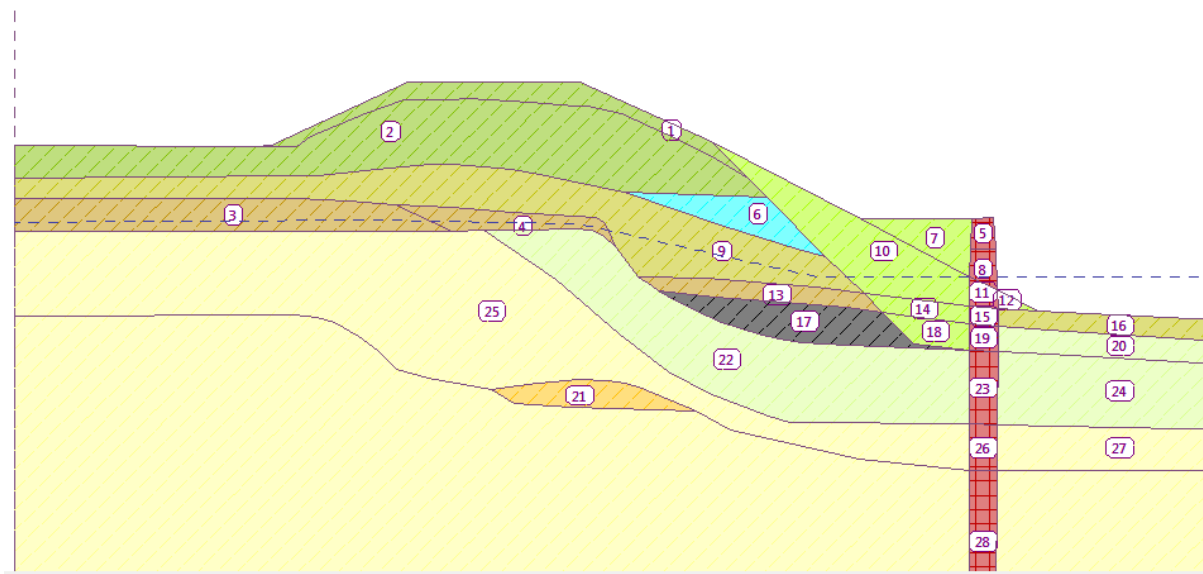
skarpa odwodna schemat I		
metoda	współczynnik bezpieczeństwa uzyskany	współczynnik bezpieczeństwa wymagany
F	0,99	-
M-P	1,24	1.5
B	1,19	1.5

F-Felenius; M-P – Morgensterna Price; B- Bishopa

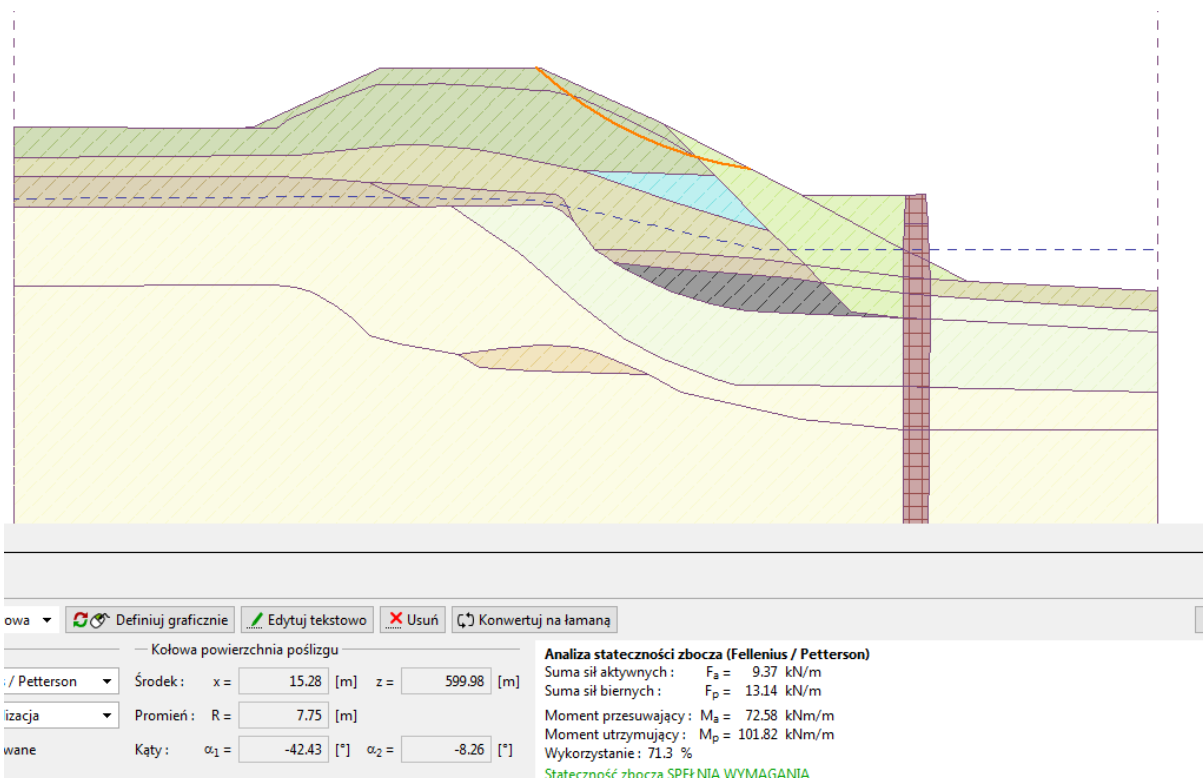
**Wniosek: zastosowanie ścianki szczelnej i wymiany gruntu nie przynosi spodziewanego efektu stabilizacji skarpy w przekroju II-II.**



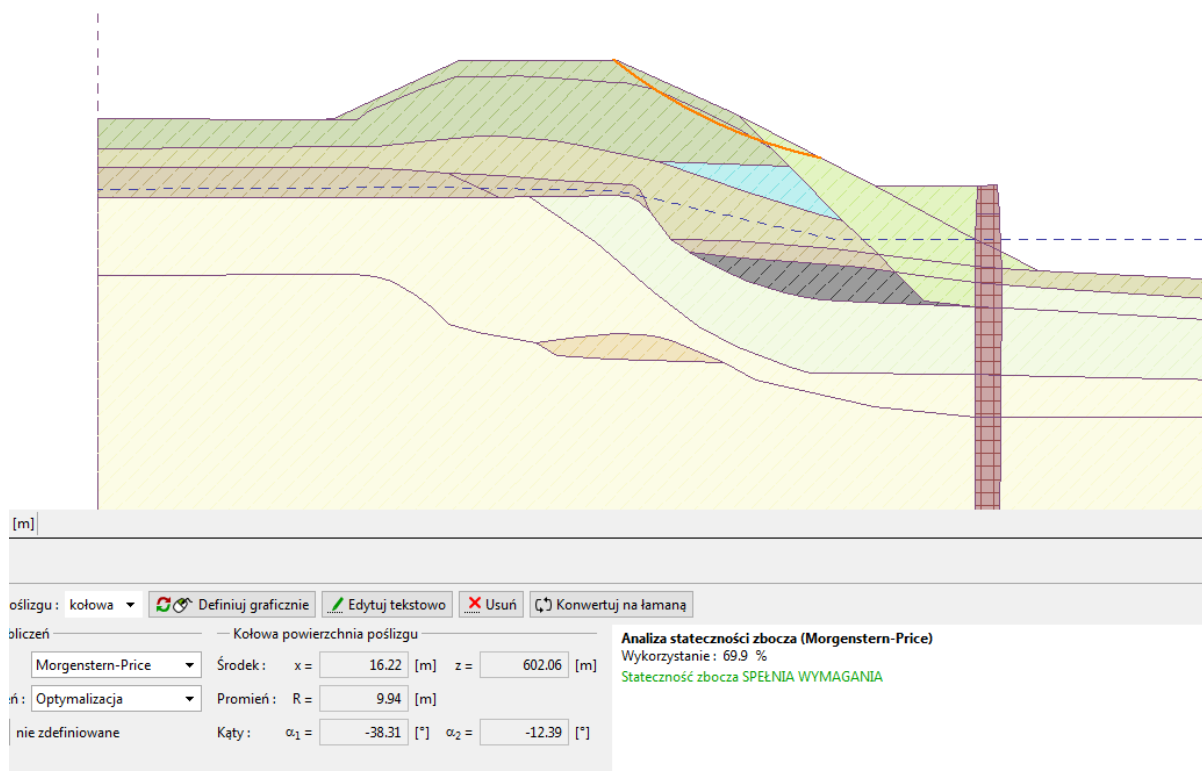
- **przekrój geotechniczny II-II** Wariant ze ścianką szczelną, wymianą gruntu i półką (pełniącą rolę przypory).



Rys.13. warunki gruntowo-wodne przyjęte w modelu wału, przekrój II-II



Rys.14. Powierzchnia poślizgu, metoda Felleniusa



Rys.15. Powierzchnia poślizgu, metoda Morgensterna Price

Tabela 6. Zestawienie wyników dla przekroju II-II:

skarpa odwodna schemat I		
metoda	współczynnik bezpieczeństwa uzyskany	współczynnik bezpieczeństwa wymagany
F	1,4	-
M-P	1,42	1.5
B	1,42	1.5

F-Felenius; M-P – Morgensterna Price; B- Bishopa

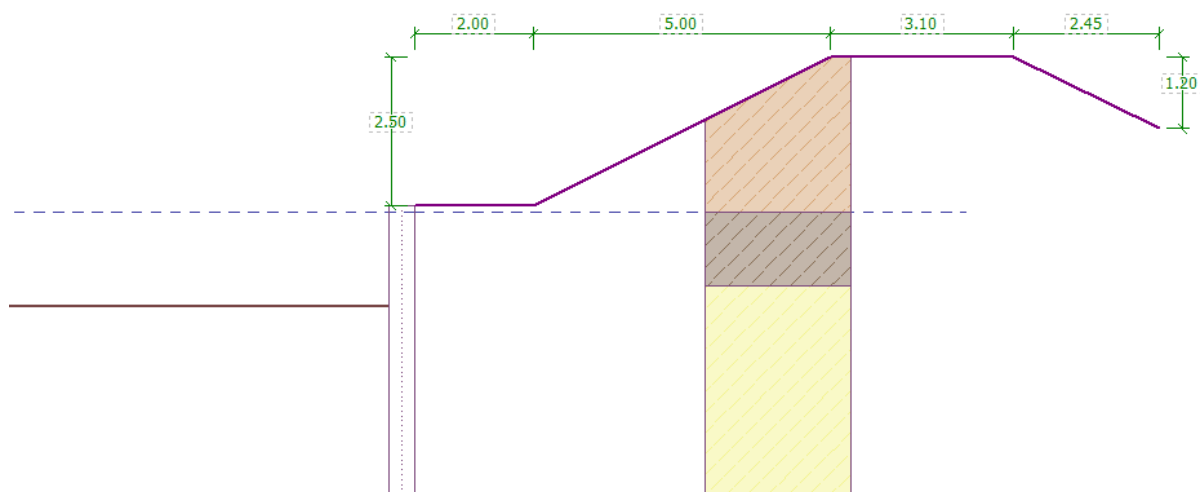
Położenie najniebezpieczniejszej powierzchni poślizgu dla tego schematu ( $f = 1,42$ ) odnosi się do stateczności lokalnej (powierzchniowego zsuwu), który można wyeliminować poprzez zastabilizowanie skarpy. Natomiast stateczność globalna obejmująca korpus wału będzie zatem spełniać wymagania.

## 7. WNIOSKI I ZALECENIA DOTYCZĄCE POPRAWY STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU ORAZ SPOSOBU ICH NAPRAW

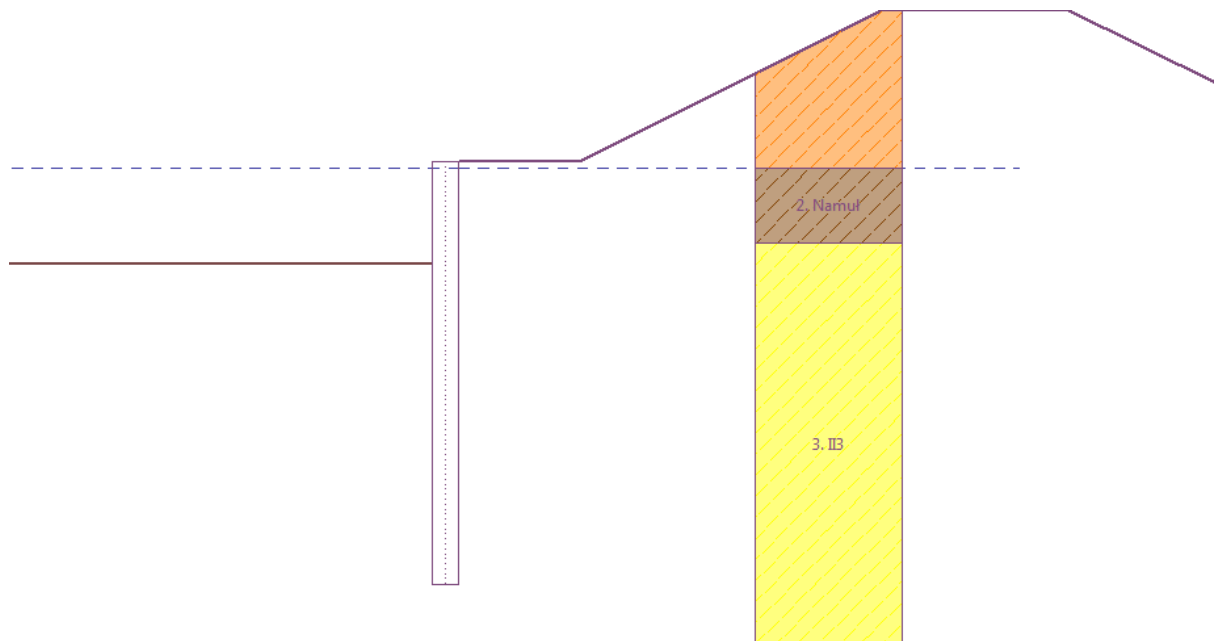
Wykonanie ścianki szczelnej od strony odwodnej nie przecina najniebezpieczniejszej powierzchni poślizgu wyznaczonej w przeprowadzonych obliczeniach stateczności globalnej. Dopiero dociążenie półką skutecznie zapewnia zachowanie stateczności skarpy odwodnej. W tym celu zastosowano w obliczeniach stan projektowany:

- ściankę szczelną z grodzic stalowych o profilu - GU16N i o długości całkowitej 7,0m,
- rozbiórka istniejącego wału ziemnego na głębokość ok. 1,5 m i wykonanie odbudowy nasypu wału warstwami ok. 30-40 cm z zagęszczeniem,
- wykonanie w dolnej części skarpy odwodnej narzutu kamiennego, który będzie pełnił funkcję przejmowania wód przesiąkowych przez wał oraz funkcję dociążenia nasypu. Narzut także będzie pełnił funkcję drenażu wzdłuż ścianki szczelnej (posadowienie narzut kamiennego wzdłuż ścianki szczelnej będzie poniżej wody średniej w korycie rzeki).

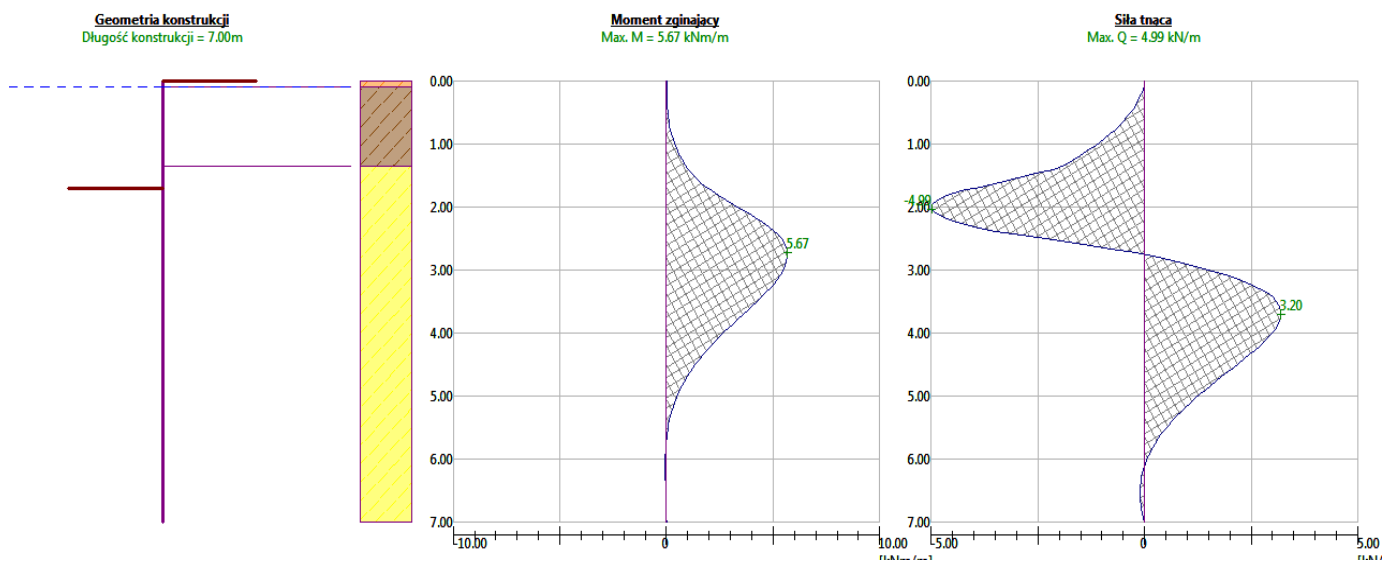
Szczegóły konstrukcyjne będą przedstawione w projekcie wykonawczym.



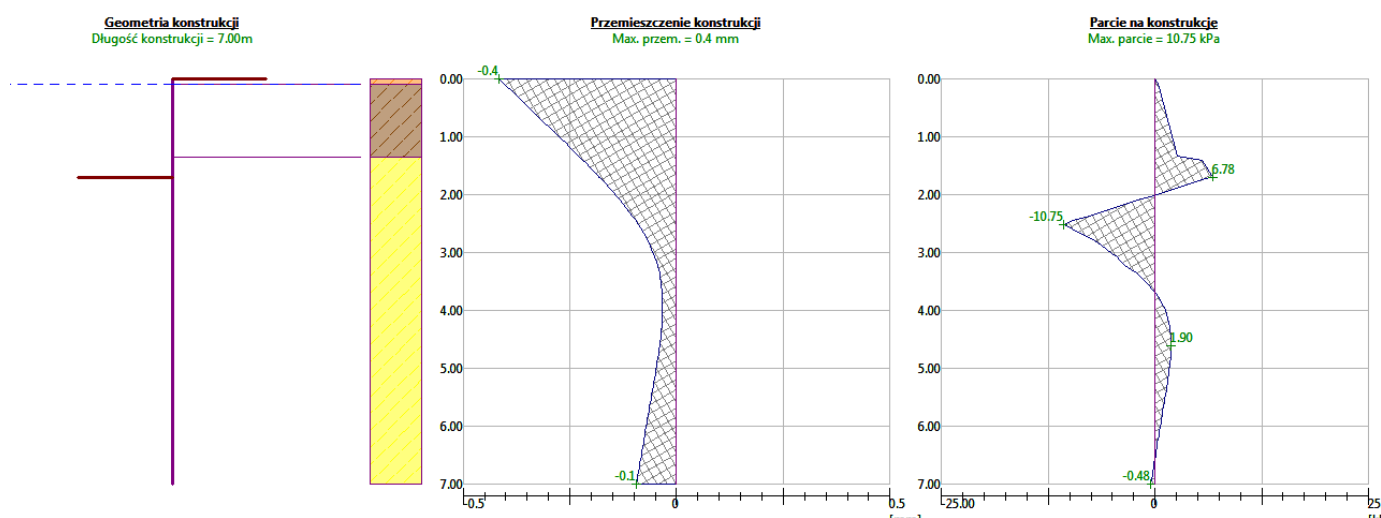
Rys.16. Wymiar półki przyjęty w modelu.



Rys.17. Warunki gruntowe przyjęte w modelu



Rys.18. Wykres momentów zginających i sił tnących,  $M_{\max} = 5,7 \text{ kNm}$



Rys.19. Wykres przemieszczeń i parć na konstrukcję. Max przemieszczenie = 0,4 mm.

Do rozwoju procesu osuwiskowego najprawdopodobniej przyczyniły się następujące zjawiska :

- intensywne, długotrwałe i wielokrotne opady atmosferyczne w czasie jednego miesiąca, gdzie zwierciadło wody gruntowej podnosi się i występuje w obrębie dolnych partiach korpusu wału.
- podwyższenie poziomu zwierciadła wody gruntowej na zawalu spowodowało wzrost przepływu wód gruntowych w stronę Psarskiego Potoku.
- konsekwencją wzmożonego przepływu wód jest sufozja, która wymyła drobne cząstki z materiału budującego wał i osłabiła wytrzymałość gruntów wbudowanych w dolną część skarpy odwodnej i doprowadziła do nieodpowiedniej jakości materiału piaszczystego.

Osuwisko powstało na skutek:

- filtracji w dolnej partii wału,
- filtracji pod wałem,
- sufozji skarpy odwodnej i osunięcie skarpy odwodnej i częściowo korony wału,
- materiału piaszczystego użytego do budowy wału.

Plaszczyzna poślizgu uaktywniona przez plastyczne i miękkoplastyczne warstwy gliniaste wbudowane w korpus wału oraz mady i namuły gliniaste występujące w podłożu doliny rzeki może rozwijać się gwałtownie zarówno w głąb wału jak i podłoża.

Osuwisko wału od strony międzywala może postępować poniżej i powyżej badanego odcinka wału ziemnego. Zaleca się wykonanie badań kontrolnych na całej jego długości.

Na podstawie przeprowadzonych badań geotechnicznych, pomiarów geodezyjnych, wizji terenowej oraz wykonanych obliczeń stateczności i filtracji budowli wnioskuje się o wykonanie

projektu wykonawczego naprawy stanu awaryjnego przedmiotowego odcinka wału przeciwpowodziowego.

## **8. DOKUMENTACJA FOTOGRAFICZNA AWARII**

Fot. 1. Wał przeciwpowodziowy, widoczny poziom wody w rzece, wykoszona korona wału. Linia energetyczna i zabudowania.





Fot. 2. Miejsce awarii obwałowania. Widoczne osunięcie się skarpy. Widok na powstałą szczelinę w koronie wału.





Fot. 3. Miejsce awarii obwałowania. Zbliżenie na powstałą szczelinę („pęknięcie”) wału.





Fot. 4. Miejsce awarii obwałowania.





Fot. 5. Wał W-2 poniżej miejsca osunięcia skarpy.



Fot. 6. Wał W-2 powyżej miejsca osunięcia skarpy.

