

Projektowanie ściany kątowej

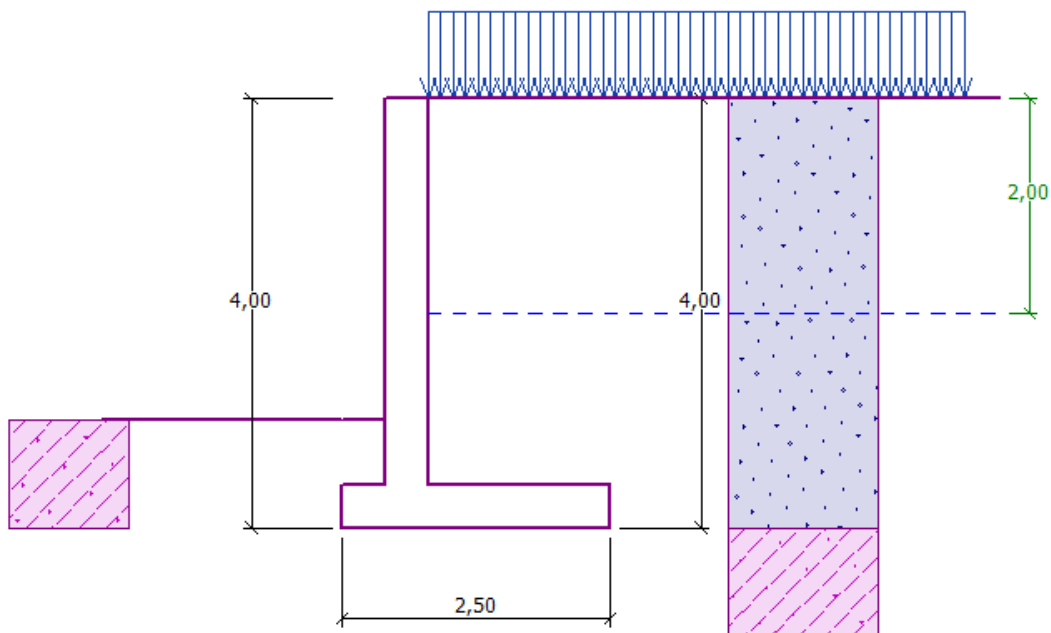
Program powiązany: Ściana kątowa

Plik powiązany: Demo_manual_02.guz

Niniejszy rozdział przedstawia problematykę projektowania ściany kątowej z uwzględnieniem sprawdzenia stateczności zbocza.

Zadanie:

Zaprojektować kątową ścianę oporową o wysokości 4,0 m zgodnie z podejściem obliczeniowym DA1 według normy EN 1997-1. Profil terenu za ścianą oporową jest poziomy. Poziom wody gruntowej znajduje się 2,0 m poniżej korony ściany oporowej. Obciążenie naziomu za ścianą oporową przyjąć jako pasmowe na długości 5,0 m o wartości 10 kN/m². Podłoże gruntowe poniżej poziomu posadowienia ściany składa się z pyłu piaszczystego (saSi) o konsystencji twardoplastycznej i stopniu wilgotności gruntu $S_r < 0.8$. Nośność podłoża gruntowego wynosi 175 kPa. Zasyпка gruntowa znajdująca się bezpośrednio za ścianą oporową wykonana została z piasku drobnego średniozagęszczonego (FSa). Ścianę kątową zaprojektować jako żelbetową z betonu klasy C20/25.

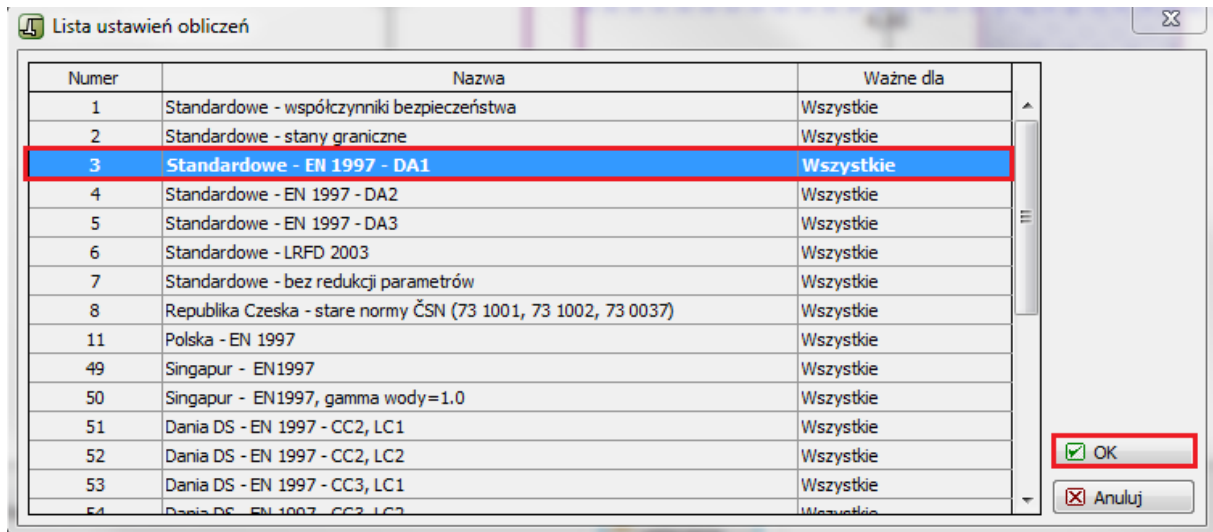


Schemat projektowanej ściany kątowej

Rozwiązanie:

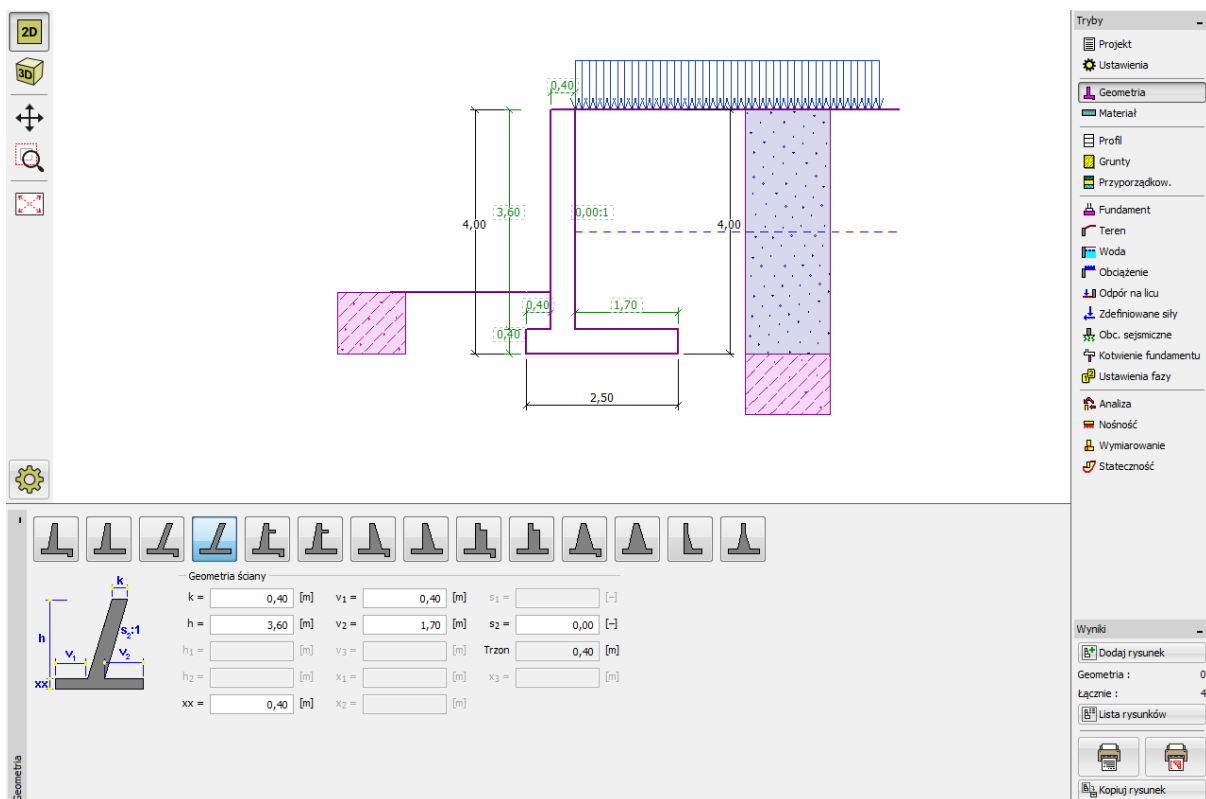
Aby wykonać zadanie skorzystaj z programu Ściana kątowa dostępnego w pakiecie GEO5. Przewodnik przedstawia kolejne kroki rozwiązania tego przykładu.

W ramce "Ustawienia" naciśnij przycisk "Wybierz ustawienia" a następnie wybierz z listy dostępnych ustawień obliczeń numer 3 – "Standardowe – EN 1997 – DA1".



Okno dialogowe "Lista ustawień obliczeń"

Przejdź do ramki "Geometria" i wybierz kształt ściany oporowej oraz wprowadź dane geometryczne ściany.



Ramka "Geometria"

Następnie przejdź do ramki "Materiał" i wybierz materiał, z którego wykonana jest ściana.

Ramka "Materiał" – wprowadzanie danych materiałowych konstrukcji

Następnie zdefiniuj parametry gruntów wybierając przycisk "Dodaj" w ramce "Grunty". Trzon ściany jest zwykle obciążany parcie spoczynkowym. Aby uwzględnić parcie spoczynkowe wybierz z listy rozwijanej opcję "niespoisty".

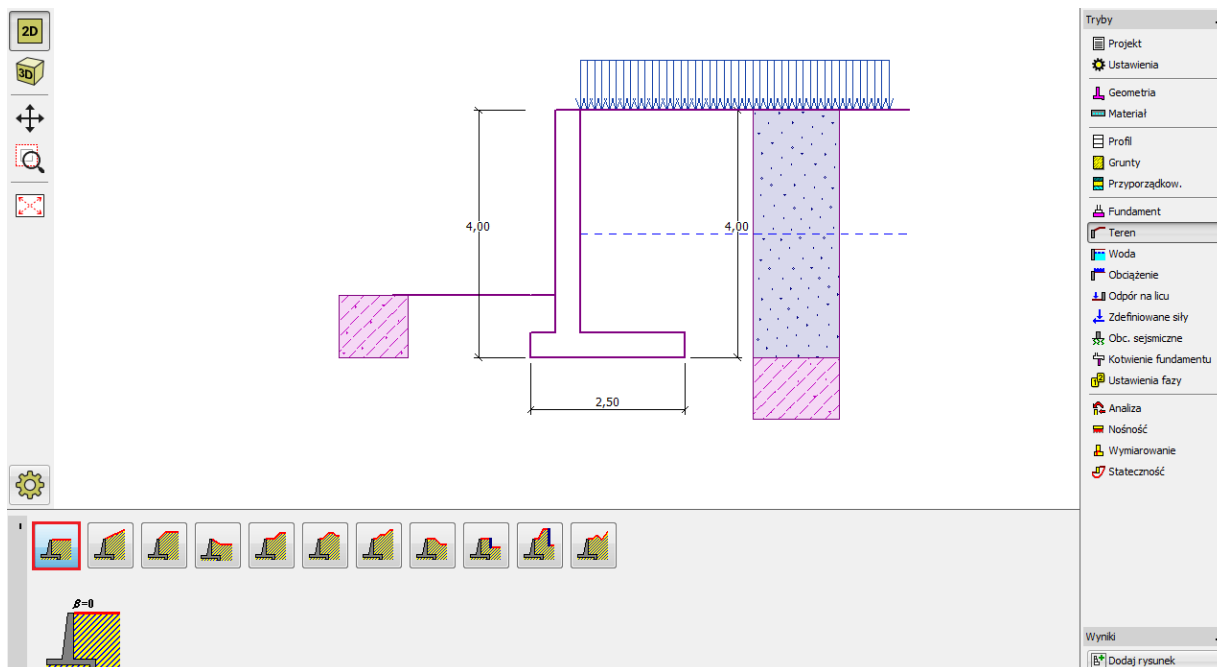
Okno dialogowe "Dodaj nowy grunt"

Uwaga: Wartość parcia czynnego zależy również od kąta tarcia konstrukcja - grunt. Kąt tarcia zależy od materiału konstrukcji oraz kąta tarcia wewnętrznego gruntu – zazwyczaj przyjmowany jest w przedziale $\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3}\right) \cdot \varphi_{ef}$.

Tabela z parametrami gruntu

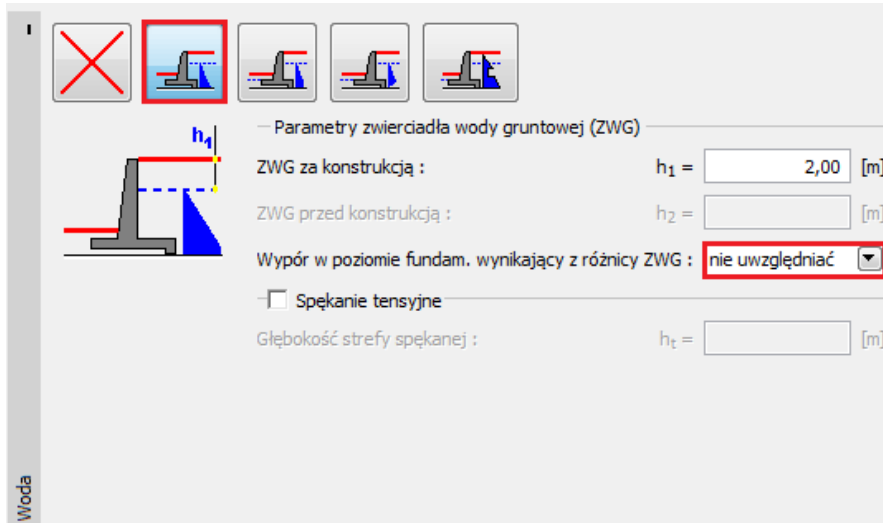
Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Profil [m]	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Efektywny kąt tarcia wewnętrznego φ_{ef} [°]	Efektywna spójność gruntu c_{ef} [kPa]	Kąt tarcia konstrukcja - grunt δ [°]
FSa - piasek drobny, średniozagęszczony	0,0-4,0	17,5	28,0	0,0	18,5
saSi - pył piaszczysty, konsystencja - twardoplastyczny, $S_r < 0,8$	> 4,0	18,0	26,5	30,0	17,5

Przejdź do ramki "Teren" i wybierz poziomy profil terenu znajdującego się za ścianą oporową.



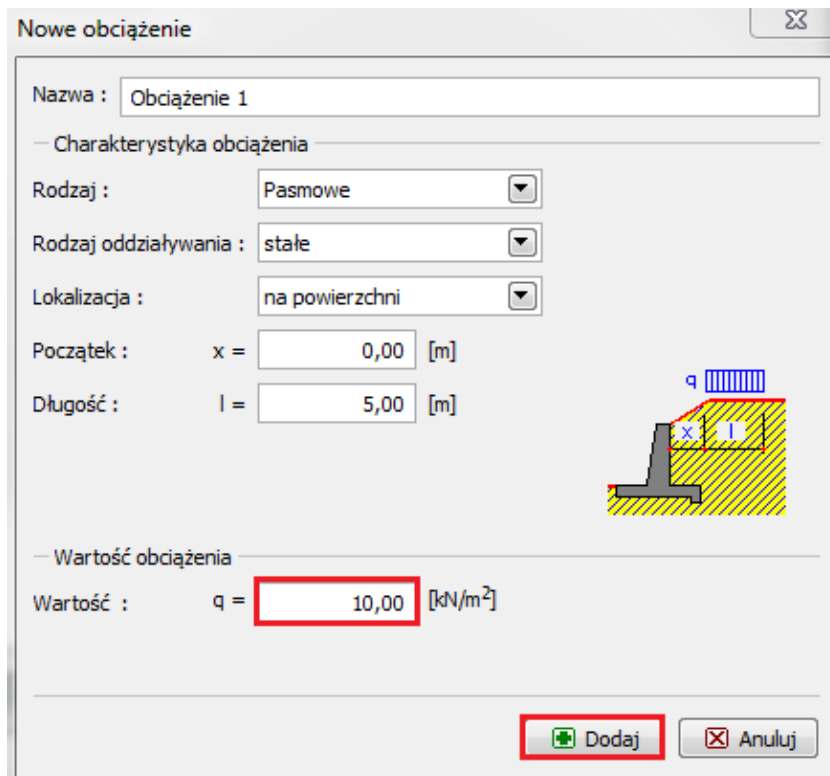
Ramka "Teren"

Poziom wody gruntowej znajduje się 2,0 m poniżej korony ściany oporowej. Przejdź do ramki "Woda" i wybierz typ zwierciadła gruntowego za konstrukcją i wprowadź jego głębokość.



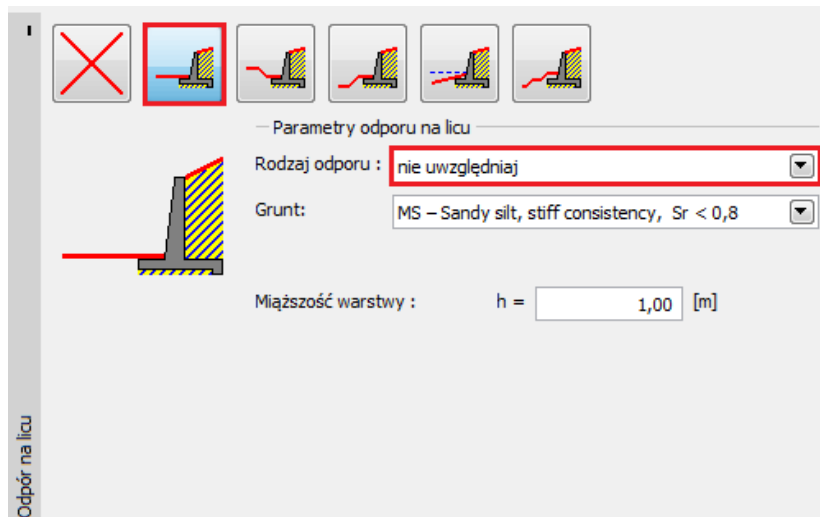
Ramka "Woda"

Przejdź do ramki "Obciążenie". Dodaj obciążenie naziemu jako obciążenie "pasmowe" zlokalizowane "na powierzchni" traktowane jako obciążenie stałe.



Okno dialogowe "Nowe obciążenie"

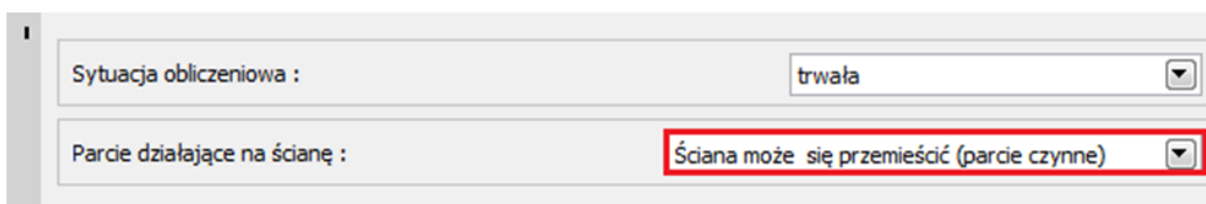
Przejdź do ramki "Odpór na licu" i wybierz profil terenu przed ścianą oporową a następnie określ pozostałe parametry odporu – rodzaj gruntu i jego miąższość.



Ramka "Odpór na licu"

Uwaga: Pomijając odpór na licu ściany oporowej otrzymamy bardziej zachowawcze wyniki obliczeń. Wartość odporu na licu zależy od parametrów gruntu oraz swobody przemieszczeń konstrukcji. Parcie spoczynkowe gruntu można uwzględniać w przypadku gruntów normalnie skonsolidowanych oraz gruntów prekonsolidowanych. Parcie bierne można uwzględniać jedynie w przypadku, gdy dozwolona jest swoboda przemieszczeń konstrukcji. (Więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

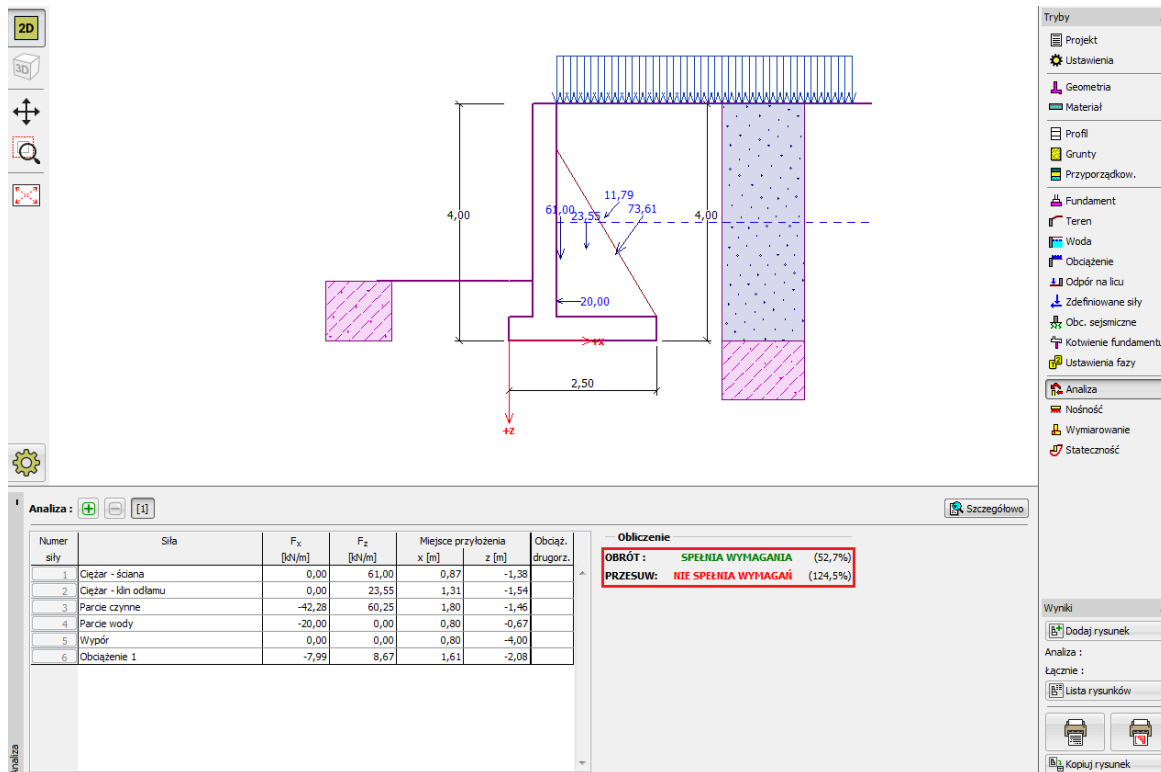
Przejdź do ramki "Ustawienia fazy" i wybierz sytuację obliczeniową. Przyjmij trwałą sytuację obliczeniową dla analizowanego przypadku. Następnie wybierz rodzaj parcia działający na ścianę. Ściana ma swobodę przemieszczeń – proszę wybrać parcie czynne.



Ramka "Ustawienia fazy"

Uwaga: Trzon ściany oporowej jest zwykle obciążony parciem spoczynkowym, czyli przy założeniu braku możliwości przemieszczenia ściany. Możliwość wymiarowania trzonu ściany przy uwzględnieniu parcia czynnego występuje jedynie w wyjątkowych przypadkach – przykładowo w przypadku analizowania trzęsienia ziemi (sejsmiczna sytuacja obliczeniowa ze współczynnikami częściowymi oddziaływań o wartości 1.0).

Następnie przejdź do ramki "Analiza", gdzie wykonywane jest sprawdzenie stateczności ściany kątowej na obrót oraz przesuw.



Ramka "Analiza"

Uwaga: Przycisk "Szczegółowo" w prawym górnym rogu ramki otwiera okno dialogowe "Obliczenie" zawierające szczegółowe informacje o wynikach przeprowadzonych obliczeń.

Wyniki obliczeń:

Nośność ściany oporowej ze względu na przesuw w poziomie posadowienia jest niewystarczająca. Poziom wykorzystania nośności analizowanej konstrukcji wynosi:

- Obrót: 52,7 % $M_{res} = 208,17 > M_{ovr} = 109,75$ [kNm/m] **SPEŁNIA WYMAGANIA.**
- Przesuw: 124,5 % $H_{res} = 65,74 < H_{act} = 81,83$ [kN/m] **NIE SPEŁNIA WYMAGAŃ.**

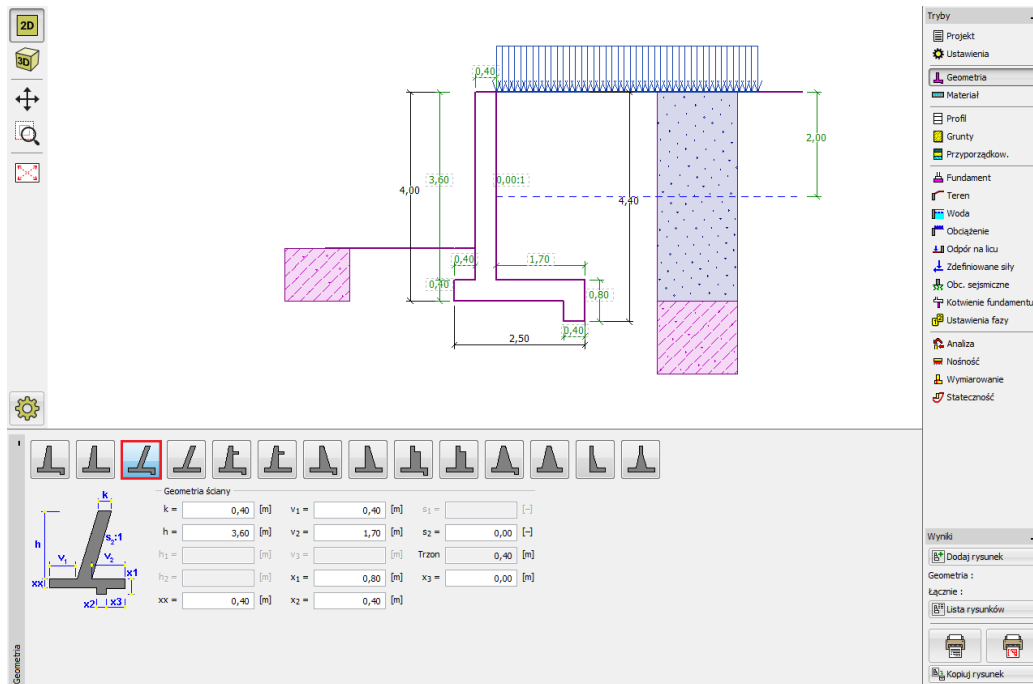
Istnieje kilka różnych możliwości zwiększenia nośności ściany, przykładowo można:

- Zastosować grunt o lepszych parametrach na zasyrkę za ścianą.
- Zakotwić fundament ściany.
- Zwiększyć tarcie poprzez zakrzywienie powierzchni podstawy fundamentu.
- Zakotwić trzon ściany oporowej.

Zaproponowane powyżej rozwiązania są skomplikowane technologicznie lub nieefektywne ekonomicznie. Najskuteczniejszym sposobem zwiększenia nośności na przesuw jest zmiana geometrii ściany i zastosowanie odsadki pionowej ściany oporowej.

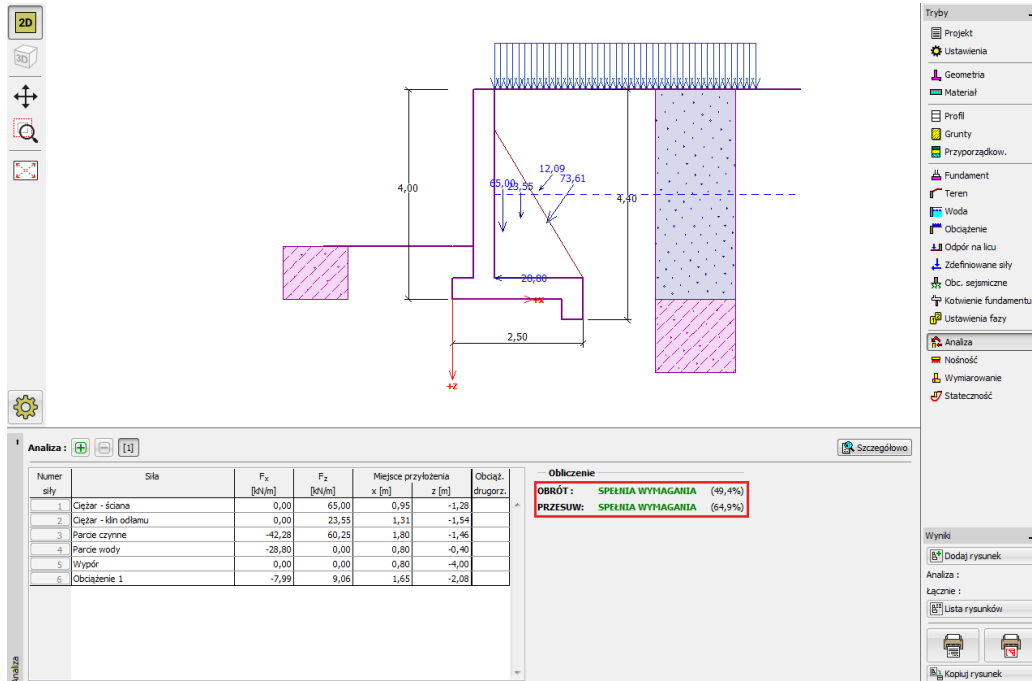
Zmiana projektu: zmiana geometrii ściany

Wróć do ramki "Geometria" i zmień kształt ściany oporowej. Celem zwiększenia nośności ściany na przesuw wprowadź odsadzkę pionową ściany oporowej.



Ramka "Geometria" (zmiana wymiarów ściany kątowej)

Następnie przeprowadź ponownie obliczenia nośności ściany oporowej na obrót i przesuw.



Ramka "Analiza"

Nośność ściany oporowej na obrót i przesuw po wprowadzeniu zmian jest wystarczająca. Poziom wykorzystania nośności analizowanej konstrukcji wynosi odpowiednio 49.4 % oraz 64.9%.

Uwaga: Odsadzka ściany obliczana jest zwykle jako nachylona podstawa fundamentu. Jeżeli wpływ odsadzki uwzględniany jest jako odpór na licu, wówczas do obliczeń przyjmowana jest płaska podstawa fundamentu (jak gdyby nie było odsadzki), ale odpór na licu konstrukcji uwzględniany jest do głębokości odsadzki. (Więcej informacji w pomocy programu – naciśnij przycisk F1).

Następnie przejdź do ramki "Nośność" i wykonaj sprawdzenie nośności podłoża gruntowego przy nośności podłoża wynoszącej 175 kPa.

Analiza nośności podłoża gruntowego

- Definiuj nośność podłoża gruntowego
- Analiza posadowienia programem Fundament bezpośredni
- Nie obliczać

Nośność podłoża gruntowego : R = 175,00 [kPa]

Całkowita długość fundamentu ściany : [] [m]

Uruchom program Fundament bezpośredni

Obliczenie

MIHOŚRÓD:	SPEŁNIA WYMAGANIA	(67,3%)
NOŚN. PODŁOŻA:	SPEŁNIA WYMAGANIA	(80,2%)

Wyniki

- Dodaj rysunek
- Nośność : 1
- Łączenie : 4
- Lista rysunków
- Kopij rysunek

Ramka "Nośność"

Uwaga: Wprowadziliśmy nośność podłoża gruntowego jako daną uzyskaną wcześniej z innych źródeł, przykładowo z dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub norm obliczeniowych. Przyjęte w ten sposób wartości są zwykle bardzo zachowawcze, stąd lepszym rozwiązaniem jest wykonanie analizy posadowienia w programie Fundament bezpośredni, który uwzględnia wpływ czynników takich jak kąt działania obciążenia, czy głębokość posadowienia.

Następnie przejdź do ramki "Wymiarowanie" i wybierz do analizy trzon ściany oporowej. Przyjmij zbrojenie główne trzonu jako 10Ø12mm, co jest wystarczające ze względu na spełnienie wymogów normowych i zapewnienie odpowiedniej nośności przekroju.

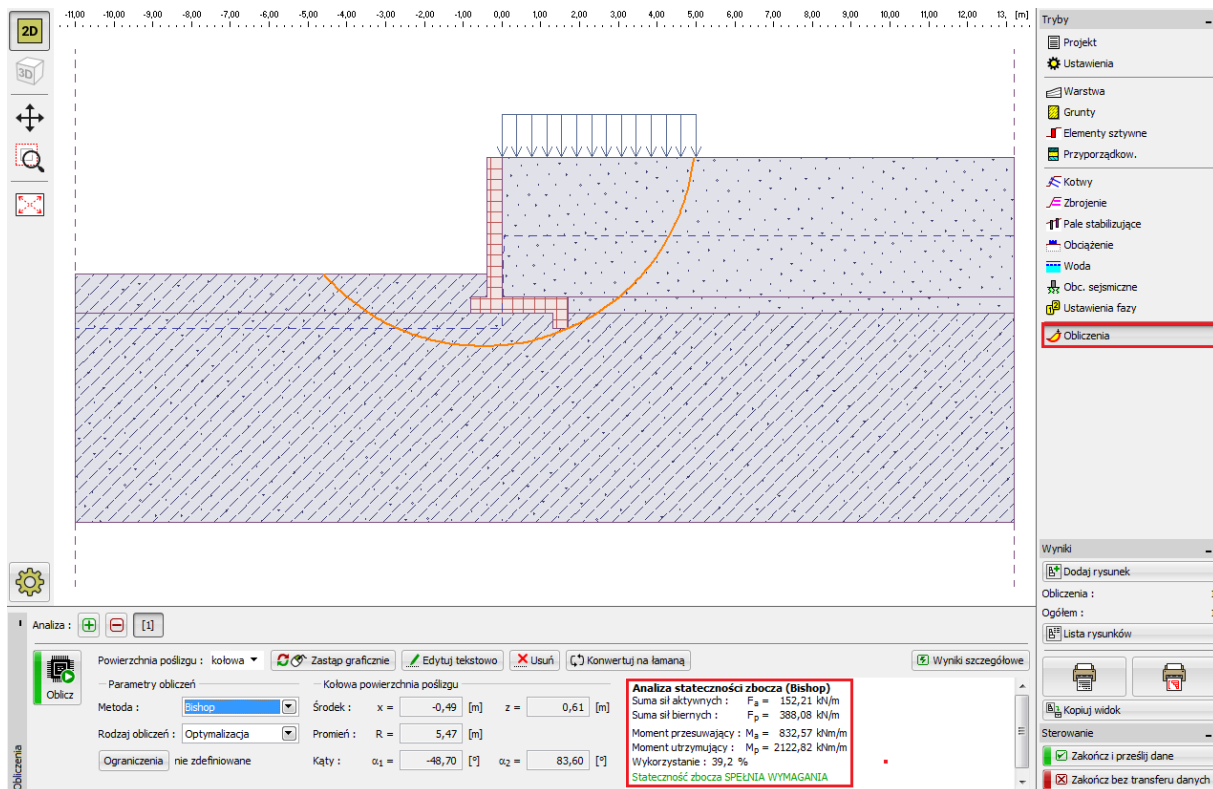
The screenshot shows the 'Wymiarowanie' (Reinforcement) window in the GEO5 software. The window is divided into several sections:

- Table of Forces:**

Numer sily	Sila	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Punkt przyłożenia		Obciąż. drugorz.
				x [m]	z [m]	
1	CieŜar - ściana	0,00	35,99	0,20	-1,80	
2	Parcie spoczynkowe	-61,58	0,00	0,40	-1,28	
3	Parcie wody	-12,78	0,00	0,40	-0,53	
4	Wypór	0,00	0,00	0,40	-3,60	
5	PriŜciŜni �. 1	-18,19	0,00	0,40	-1,97	
- Wymiarowany element:**
 - Analiza trzonu ściany
 - Dane do wymiarowania:
 - Otulina zbrojenia: 30,0 [mm]
 - Liczba prętów: 10,00 [-]
 - Szerokość przekroju: 1,00 [m]
 - Średnica pręta: 12,0 [mm]
 - Wymagany przekrój zbrojenia: 959,0 mm²
 - Zdefiniowany przekrój zbrojenia: 1131,0 mm²
- Analiza trzonu ściany:**
 - ŚCINANIE: **SPELNIA WYMAGANIA** (80,4%)
 - ZGINANIE: **SPELNIA WYMAGANIA** (85,5%)
 - ZASADY KONSTR.: **SPELNIA WYMAGANIA** (41,8%)

Ramka "Wymiarowanie"

Następnie wybierz zakładkę "Stateczność" i wykonaj obliczenia stateczności ogólnej ściany oporowej. W naszym przypadku do obliczenia stateczności zbocza wykorzystamy metodę Bishopa, która daje stosunkowo zachowawcze rezultaty obliczeń. Przeprowadź obliczenia uwzględniające wybór najbardziej krytycznej kołowej powierzchni poślizgu wybierając opcję "Optymalizacja". Wybierz przycisk "Zakończ i prześlij dane" – wyniki obliczeń oraz powierzchnia poślizgu pokazane zostaną w programie Ściana kątowna.



Program "Stateczność zbocza" – ramka "Obliczenia"

Podsumowanie/ Wyniki obliczeń – nośność konstrukcji:

- Obrót: 49,4 % $M_{res} = 218,35 > M_{ovr} = 107,94$ [kNm/m] **SPEŁNIA WYMAGANIA.**
- Przesuw: 64,9 % $H_{res} = 99,26 > H_{act} = 64,38$ [kN/m] **SPEŁNIA WYMAGANIA.**
- Nośność podłoża: 80,2 % $R_d = 175 > \sigma = 140,31$ [kPa] **SPEŁNIA WYMAGANIA.**
- Wymiarowanie trzonu: 80,4 % $M_{Rd} = 169,92 > M_{Ed} = 145,25$ [kN·m] **SPEŁNIA WYMAGANIA.**
- Stateczność ogólna: 39,2 % Metoda Bishopa (optymalizacja) **SPEŁNIA WYMAGANIA.**

Projektowana ściana kątowna **SPEŁNIA WYMAGANIA** wszystkich warunków nośności i stateczności.