

Analiza konsolidacji gruntu pod nasypem

Program powiązany: Osiadanie

Plik powiązany: Demo_manual_11.gpo

Niniejszy rozdział przedstawia problematykę analizy konsolidacji gruntu pod wykonanym nasypem.

Wprowadzenie

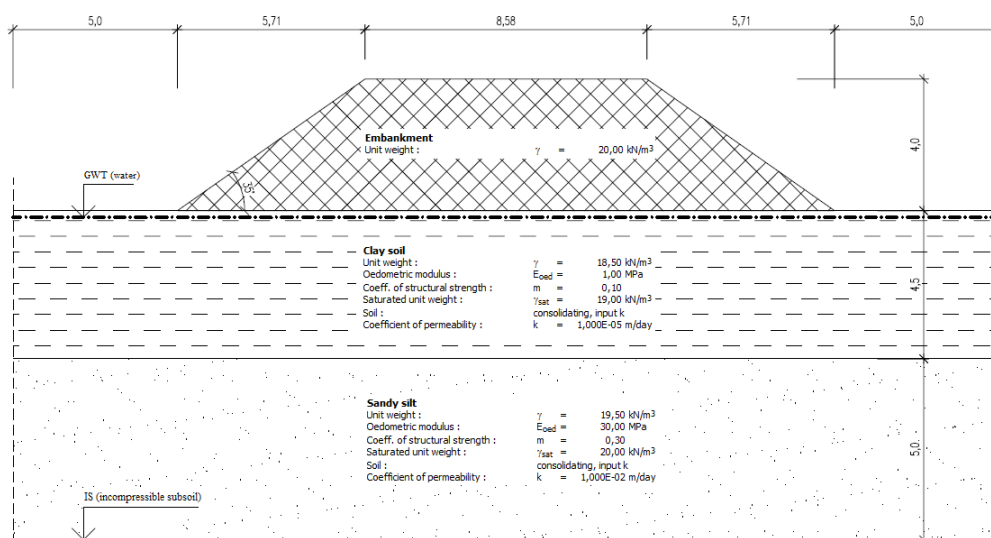
Konsolidacja zależy od czasu osiadania gruntu (obliczanie deformacji gruntu) pod wpływem (stałego lub zmiennego) obciążenia zewnętrznego. Obciążenie gruntu prowadzi do zwiększenia wartości naprężeń w gruncie i stopniowego wypierania wody z porów gruntu, to jest konsolidacji gruntu.

Konsolidacja pierwotna odpowiada sytuacji, w której dochodzi do całkowitej dyssypacji wody z porów gruntu, natomiast konsolidacja wtórna jest zjawiskiem reologicznym zachodzącym w szkieletie gruntowym (pełzanie szkieletu gruntowego). Jest to proces zależny od czasu oraz wielu czynników, takich jak przepuszczalność, ściśliwość i długość drogi filtracji. W zależności od stopnia konsolidacji gruntu wyróżnia się następujące osiadania:

- osiadanie całkowite odpowiadające 100% konsolidacji gruntu od analizowanego obciążenia,
- osiadanie niecałkowite (częściowe) odpowiadające określonemu stopniowi konsolidacji gruntu pod wpływem analizowanego obciążenia.

Zadanie

Określić wartość osiadania poniżej środka nasypu zbudowanego na nieprzepuszczalnej glinie w czasie 1 roku oraz 10 lat po zakończeniu budowy. Obliczenia przeprowadź zgodnie z normą CSN 73 1001 z wykorzystaniem modułu edometrycznego a jako sposób ograniczenia głębokości aktywnej wybierz metodę z zastosowaniem wytrzymałości strukturalnej.



Schemat zadania – konsolidacja

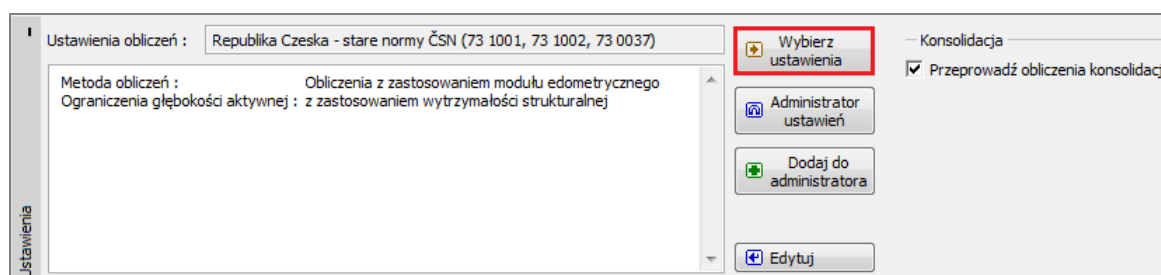
Rozwiązanie

Aby wykonać zadanie skorzystaj z programu Osiadanie znajdującego się w pakiecie GEO5. Przewodnik przedstawia kolejne kroki obliczania przykładu:

- Faza 1 – definiowanie modelu, obliczanie pierwotnych naprężeń geostatycznych,
- Faza 2 – wprowadzanie obciążenia w postaci nasypu,
- Faza 3 do 5 – obliczanie konsolidacji nasypu dla różnych odstępów czasowych (zgodnie z założeniami zadania),
- Interpretacja wyników (podsumowanie).

Faza 1

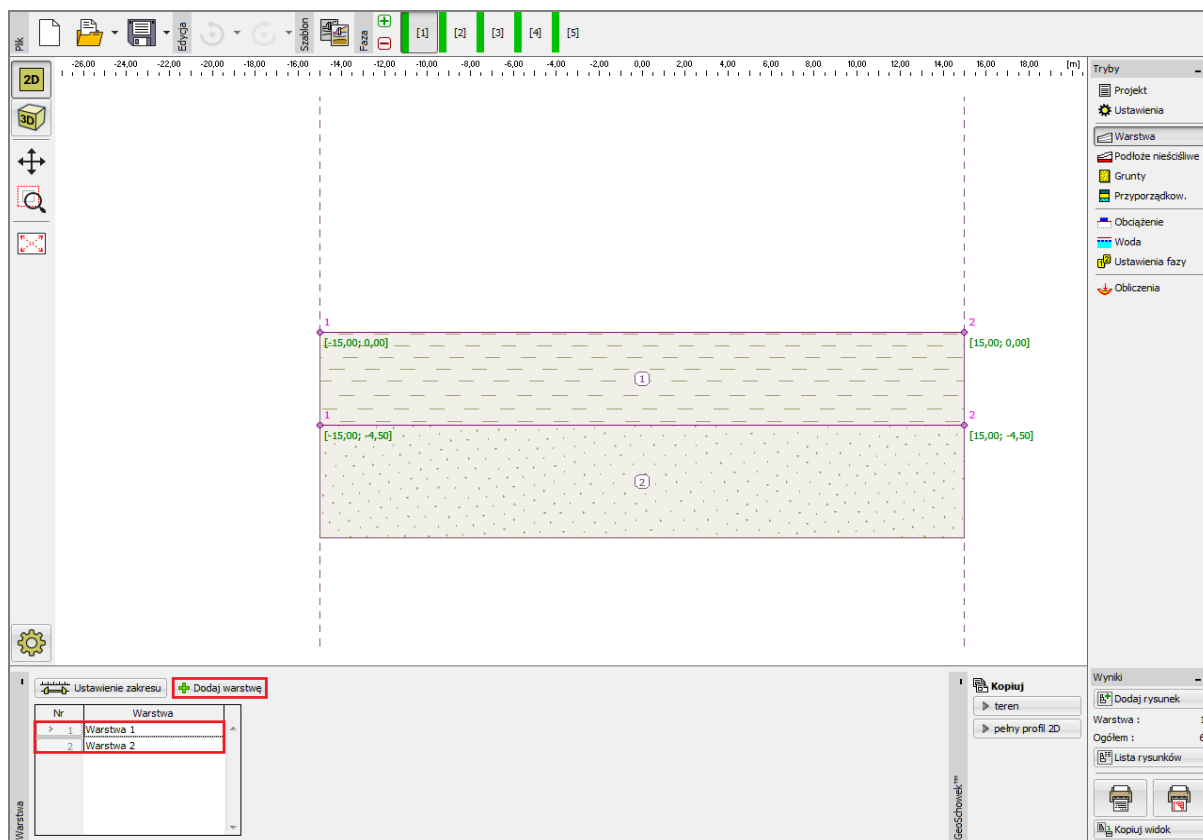
Przejdź do ramki "Ustawienia" i wybierz opcję "Przeprowadź obliczenia konsolidacji". Następnie wybierz ustawienia obliczeń dla obliczania osiadania wybierając przycisk "Wybierz ustawienia", od których zależy przyjęta metoda obliczania osiadań i ograniczania głębokości aktywnej.



Ramka "Ustawienia"

Uwaga: Niniejszy przykład przedstawia obliczenia tzw. konsolidacja pierwotnej (dyssypacja wody z porów gruntu). Konsolidacja wtórna (pełzanie gruntu), która zachodzi jedynie w przypadku gruntów nieskonsolidowanych lub organicznych, nie jest obliczana w przedmiotowym przykładzie.

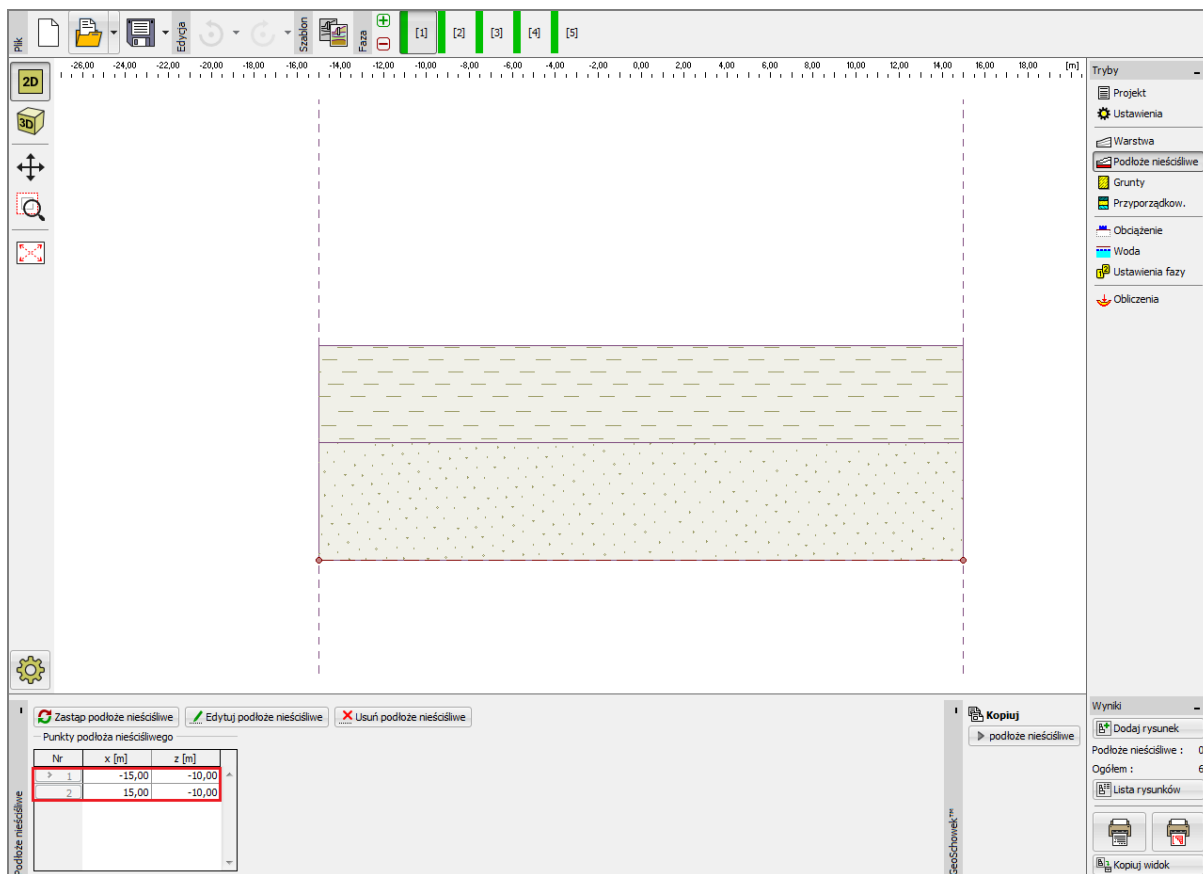
Następnie wprowadź warstwy i powierzchnię terenu. Wybierz warstwy, pomiędzy którymi dojdzie do konsolidacji gruntu.



Ramka "Warstwa"

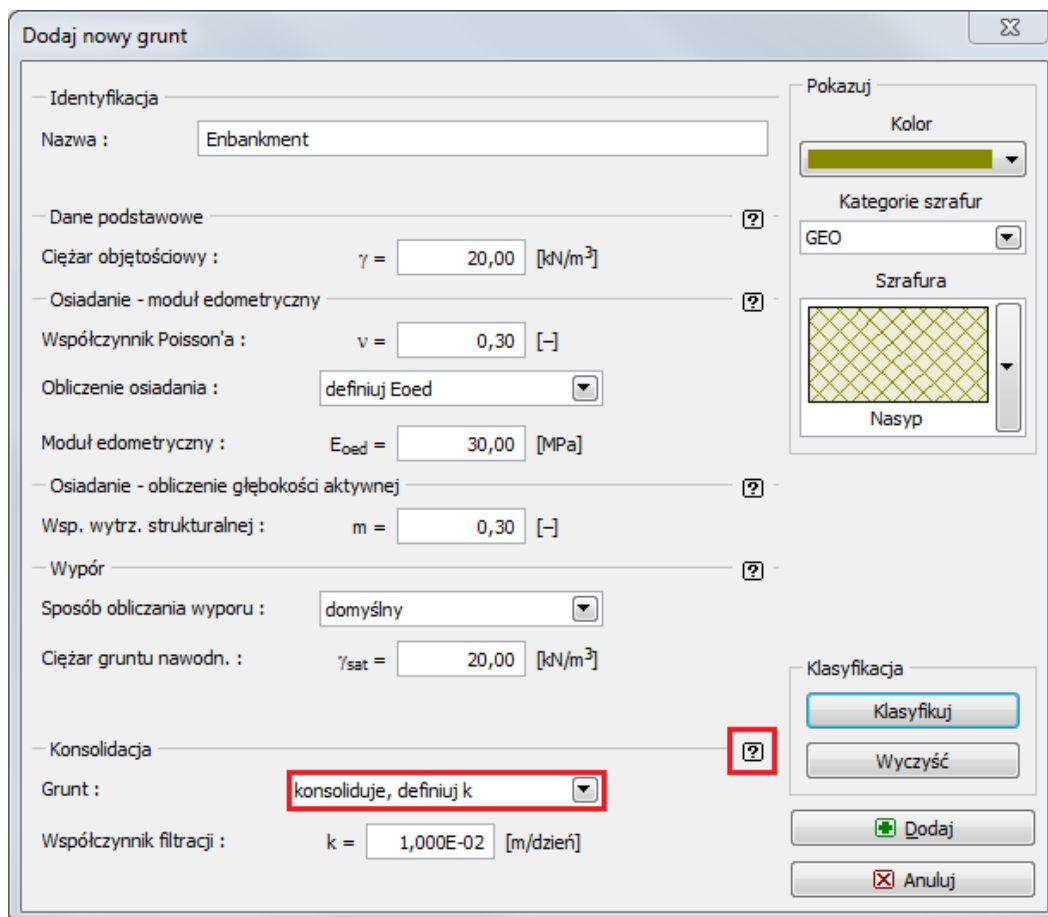
Uwaga: Jeżeli podłoże gruntu nie jest uwarstwione, wtedy do przeprowadzenia obliczeń konsolidacji gruntu niezbędne jest wprowadzenie fikcyjnej warstwy (przypisz takie same wartości parametrów dla obu warstw), najlepiej na głębokości odpowiadającej zasięgowi strefy aktywnej.

Następnie definiujemy "Podłoże nieściśliwe" na głębokości 10m wprowadzając współrzędne analogicznie jak przy modelowaniu warstw podłoża. Podłoże nieściśliwe stanowi granicę, do której mogą wystąpić osiadania w gruncie.



Ramka "Podłoże nieściśliwe"

Następnym krokiem jest wprowadzenie parametrów gruntów. Dla gruntów ulegających konsolidacji niezbędne jest wprowadzenie współczynnika filtracji " k " lub współczynnika konsolidacji " c_v ". Przybliżone wartości współczynników znajdziesz w pomocy do programu – naciśnij przycisk F1.



Okno dialogowe "Dodaj nowy grunt"

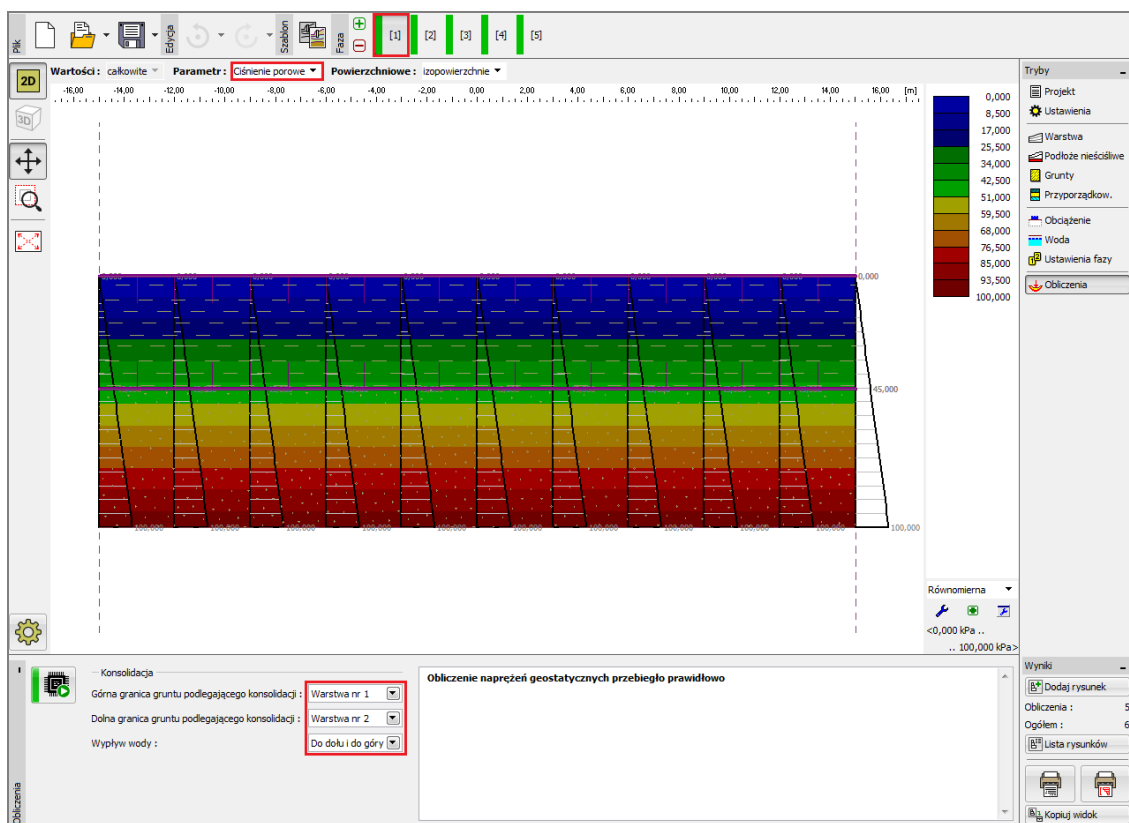
Tabela z parametrami gruntu

Grunt (Klasyfikacja gruntu)	Ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Moduł edometryczny E_{def} [MPa]	Współcz. wytrzymałości strukturalnej m [-]	Współcz. filtracji k [m/day]
Grunt spoisty	18,5	1,0	0,1	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Nasyp	20,0	30,0	0,3	$1,0 \cdot 10^{-2}$
Pył piaszczysty (saSi)	19,5	30,0	0,3	$1,0 \cdot 10^{-2}$

Następnie przyporządkuj grunty do odpowiednich warstw podłoża. Zakładka "Obciążenie" nie ma zastosowania w 1 fazie budowy, gdyż w tym przykładzie obciążeniem jest ciężar wybudowanego nasypu (w fazie 2 z 5). Następnym krokiem będzie określenie poziomu zwierciadła wody gruntowej przy użyciu punktów warstwy – w naszym przypadku ZWG znajduje się w poziomie terenu.

W ramce "Ustawienia fazy" można zmienić rozmieszczenie i zagęszczenie przekrojów – pozostaw domyślne ustawienia.

Ramka "Obliczenia" dla pierwszej fazy budowy przedstawia naprężenia pierwotne na początku, przed wzniesieniem nasypu. Należy ponadto określić dodatkowe warunki brzegowe z uwagi na konsolidację dla kolejnych faz obliczeniowych. Wprowadź górną i dolną granicę gruntu podlegającego konsolidacji oraz kierunek wypływu wody z warstwy, czyli drogę filtracji.



Ramka "Obliczenia" – Faza 1

Faza 2 z 5

Następnie dodaj nową fazę budowy w obrębie zadania korzystając z paska narzędzi znajdującego się w lewym górnym rogu ekranu.

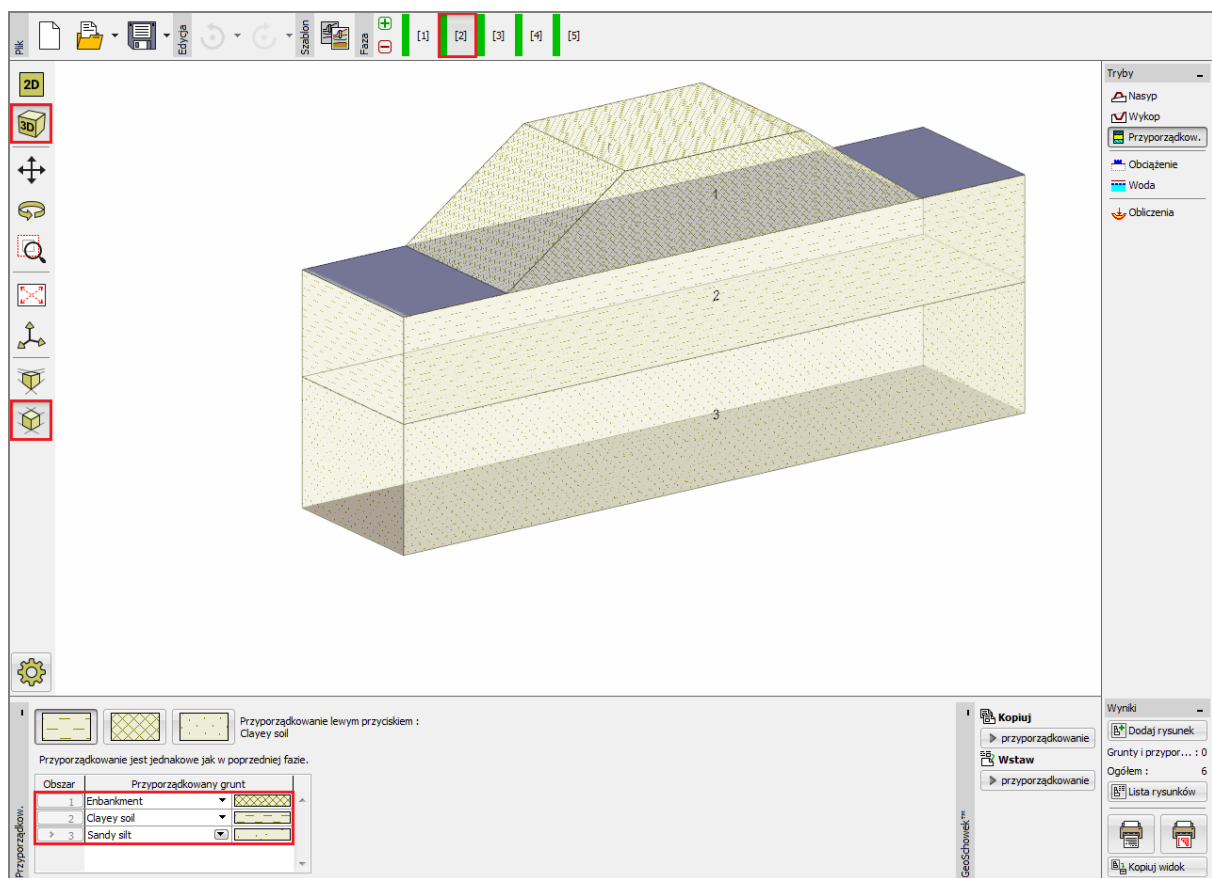


Pasek narzędzi "Faza budowy"

Określ geometrię nasypu wprowadzając współrzędne następujących punktów:

- Punkt nr 1: $x = -10,0 \text{ m}$ $z = 0,0 \text{ m}$
- Punkt nr 2: $x = -4,29 \text{ m}$ $z = 4,0 \text{ m}$
- Punkt nr 3: $x = 4,29 \text{ m}$ $z = 4,0 \text{ m}$
- Punkt nr 4: $x = 10,0 \text{ m}$ $z = 0,0 \text{ m}$

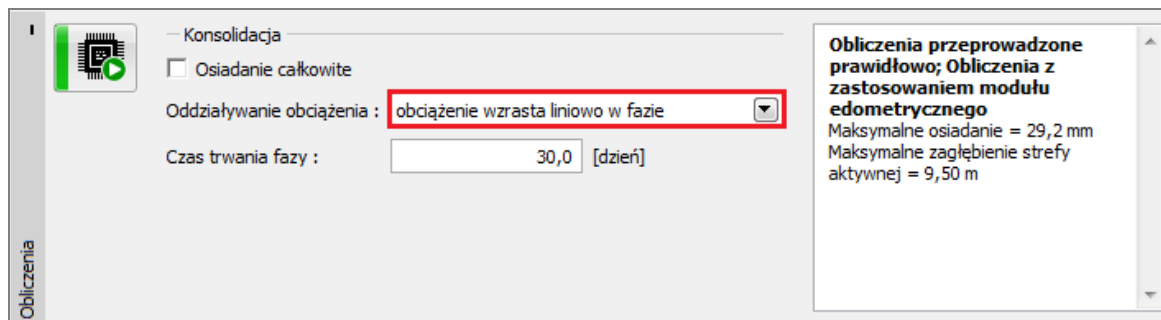
Przyporządkuj odpowiedni grunt dla warstwy nasypu.



Faza 2 – "Nasyp + Przyporządkowanie gruntów"

Uwaga: Nasyp działa jak obciążenie przyłożone do pierwotnej powierzchni terenu. Zakłada się, że prawidłowo wykonany (optymalnie zagęszczony) nasyp – teoretycznie – nie osiada. W praktyce, może wystąpić osiadanie nasypu ze względu na słabe zagęszczenie lub pełzanie szkieletu gruntowego, ale program Osiadanie nie pozwala na analizę tego zjawiska.

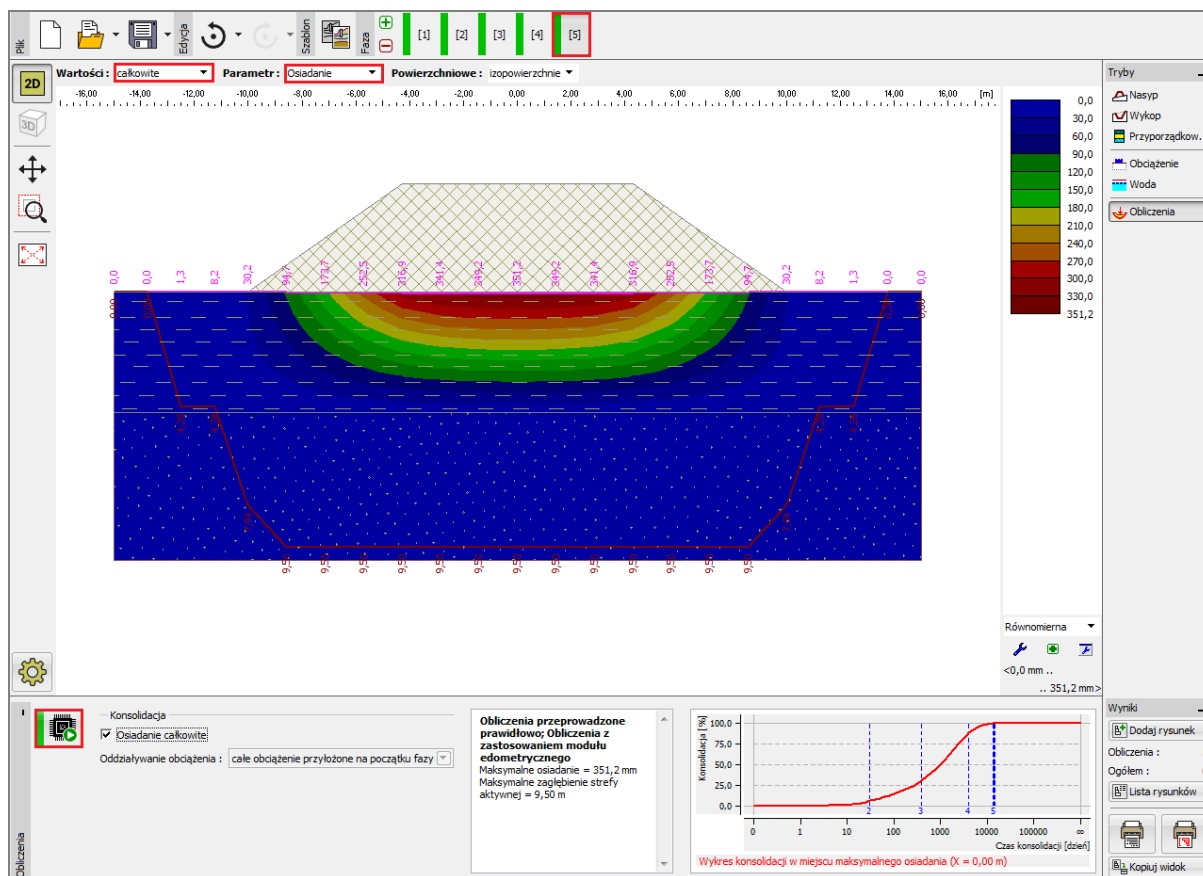
Przejdź do ramki "Obliczenia" i ustaw czas trwania **fazy 2** na 30 dni, co odpowiada czasowi wznoszenia nasypu. Rzeczywiste obliczenia osiadań gruntu nie mogą zostać jeszcze przeprowadzone, gdyż podczas analizowania konsolidacji konieczne jest zamodelowanie całej historii obciążenia, to jest dla wszystkich obliczanych faz.



Ramka "Obliczenia" – Faza 2

Biorąc pod uwagę, że nasyp wznoszony jest stopniowo, przyjmujemy liniowy wzrost obciążenia w fazie dla **fazy 2**. W kolejnych analizowanych fazach wprowadzamy czas trwania fazy (1 rok tj. 365 dni dla **fazy 3**, 10 lat tj. 3650 dni dla **fazy 4** oraz osiadanie całkowite dla **fazy 5**) a całe obciążenie jest przyłożone na początku fazy.

Obliczenia są wykonywane po wprowadzeniu ostatniej fazy budowy, dla której opcja "Osiadanie całkowite" jest włączona (możesz wybrać tę opcję dla dowolnej fazy budowy z wyjątkiem pierwszej).

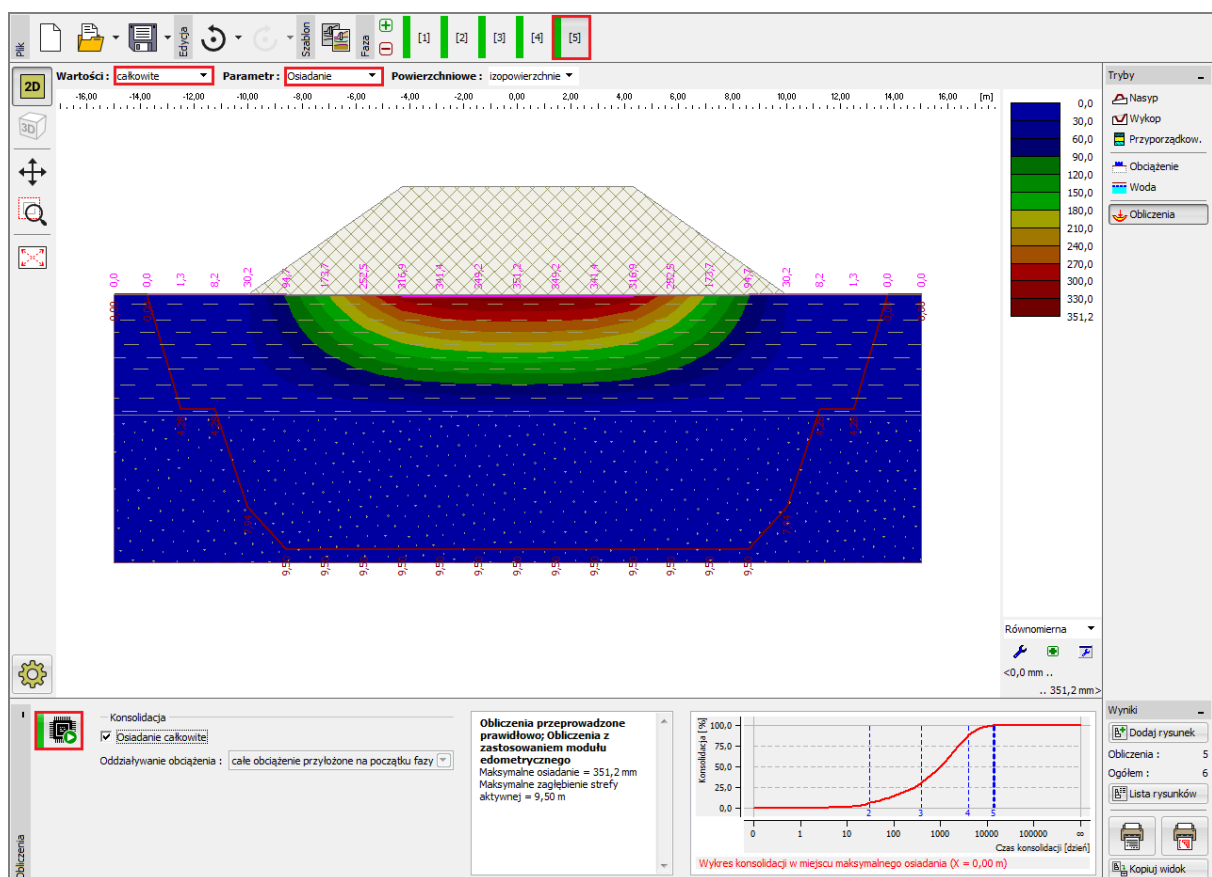


Ramka "Obliczenia" – Faza 5

Wyniki obliczeń

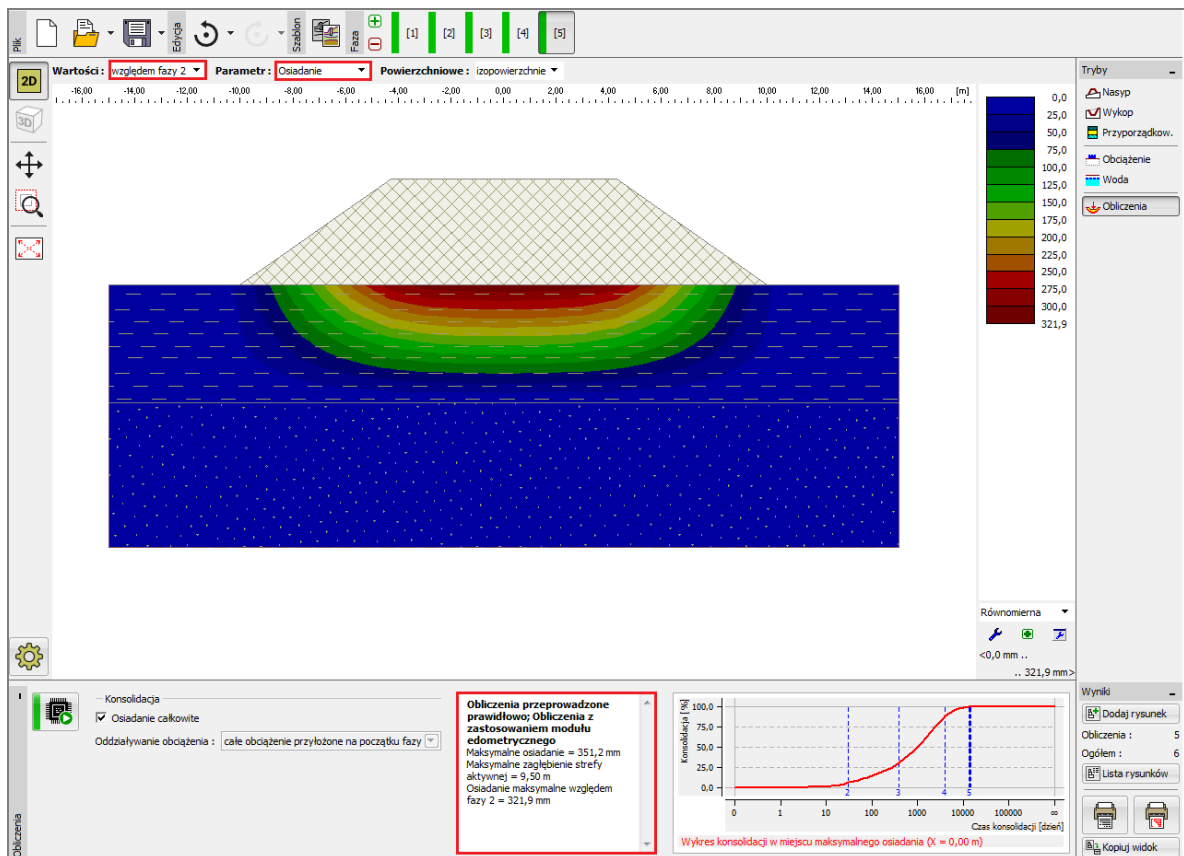
Przeprowadzone obliczenia całkowitego osiadania pozwalają na etapową analizę konsolidacji gruntu poniżej środka nasypu. Uzyskaliśmy następujące maksymalne wartości osiadań w kolejnych fazach budowy:

- Faza 1: tylko naprężenie geostatyczne – osiadania nie zostały obliczone.
- Faza 2 (obciążenie nasypem): dla 30 dni → 29.2 mm
- Faza 3 (bez zmian): dla 365 dni → 113.7 mm
- Faza 4 (bez zmian): dla 3650 dni → 311.7 mm
- Faza 5: całkowite osiadanie → 351.2 mm



Ramka "Obliczenia" – Faza 2 (osiadanie całkowite)

Interesują nas wartości osiadań nasypu po zakończeniu jego wznoszenia, więc przechodzimy do prezentacji wyników w trzeciej oraz czwartej fazie budowy – klikamy przycisk "Wartości" i wybieramy opcję "względem fazy 2", która powoduje obliczenie poszukiwanej różnicy osiadań.



Ramka "Obliczenia" – Konsolidacja (porównanie w stosunku do poprzednich faz)

Podsumowanie:

Osiadanie nasypu (poniżej środka nasypu) po jednym roku od wybudowania wyniesie 84.5 mm, (= 113.7 – 29.2) natomiast po dziesięciu latach od zakończenia budowy wyniesie 282.5 mm (= 311.7 – 29.2)