

Obszary bez redukcji

Program: MES

Plik powiązany: Demo_manual_35.gmk

Wprowadzenie

Ocena stateczności konstrukcji z wykorzystaniem metody elementów skończonych polega na stopniowej redukcji parametrów wytrzymałościowych gruntu aż do stanu przekroczenia równowagi granicznej pomiędzy przyłożonym obciążeniem a nośnością. Moment ten objawia się utratą zbieżności nieliniowej analizy numerycznej. Funkcja *obszary bez redukcji* pozwala na wyselekcjonowanie elementów skończonych, których parametry nie będą podlegały redukcji podczas obliczeń stateczności.

Kiedy stosować *obszary bez redukcji*

Wyłączenie redukcji parametrów wytrzymałościowych ma zastosowanie w następujących sytuacjach:

- Poszukiwanie globalnego współczynnika bezpieczeństwa prowadzi do powstawania lokalnych stref gruntu uplastycznionego, które nie odzwierciedlają globalnego mechanizmu zniszczenia, ale mogą prowadzić do utraty zbieżności obliczeń.
- Wpływ warunków brzegowych oraz wielkość modelu obliczeniowego powoduje nienaturalny rozwój stref gruntu uplastycznionego, towarzyszących globalnej powierzchni poślizgu, w głębi modelu.

Jakie modele materiałowe można zastosować do *obszarów bez redukcji*

Funkcja *obszary bez redukcji* może być używana z modelami gruntów stosowanymi w analizie stateczności (rodzaj obliczeń: stateczność zbocza):

- model Mohra-Coulomba
- model Mohra-Coulomba Modyfikowany
- model Druckera-Pragera

Parametry gruntów w *obszarach bez redukcji*

Elementy skończone zawierające się w *obszarze bez redukcji* nie zmieniają swoich parametrów sprężystych oraz parametrów wytrzymałościowych (spójność i kąt tarcia wewnętrznego) podczas całego procesu analizy stateczności. Elementy te mogą zatem doznać odkształceń plastycznych.

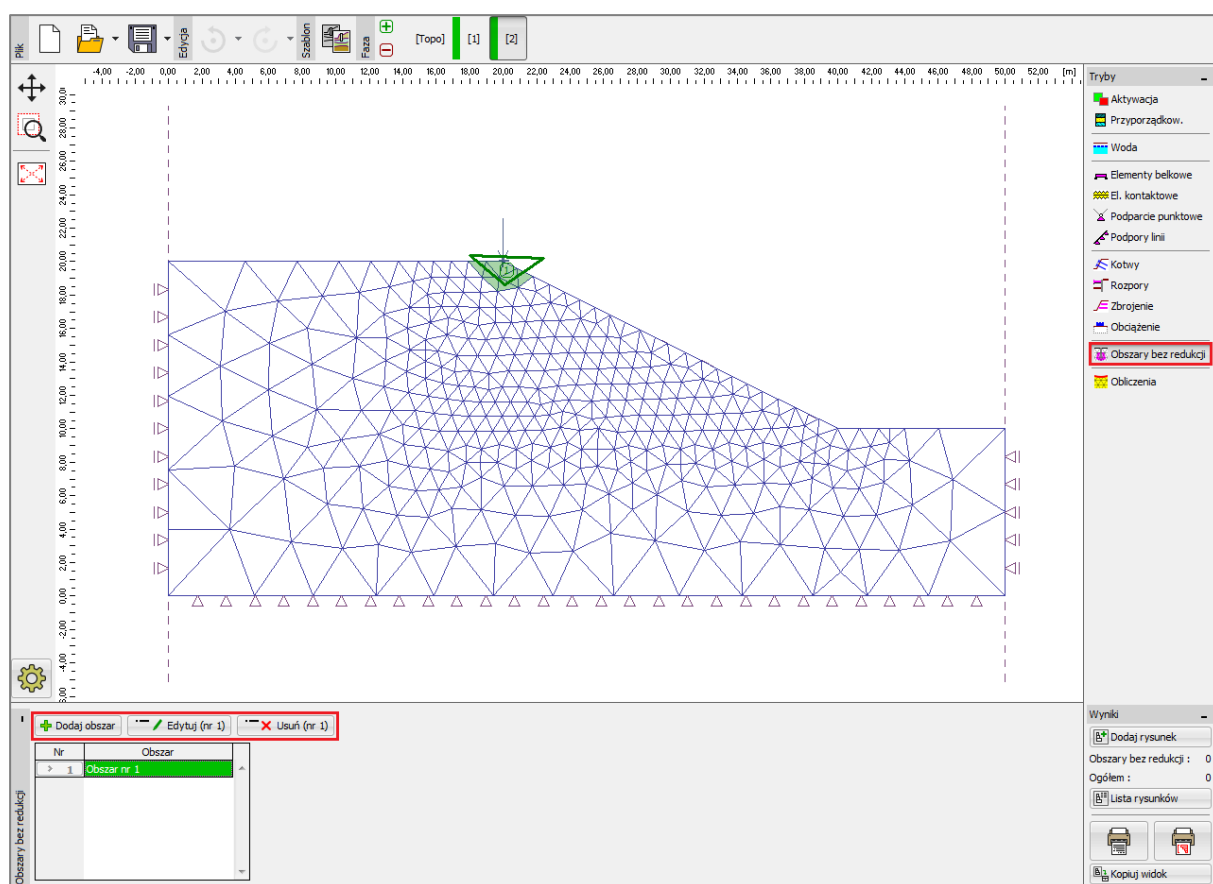
Co należy wiedzieć podczas stosowania *obszarów bez redukcji*

Stosując *obszary bez redukcji* należy pamiętać, że w wybranych elementach skończonych nie jest wykonywana redukcja parametrów wytrzymałościowych. Oznacza to, że obszary bez redukcji nie mogą występować w okolicy globalnej powierzchni poślizgu, ponieważ będą wówczas wpływać na wartość globalnego współczynnika bezpieczeństwa.

Jak definiować *obszary bez redukcji*

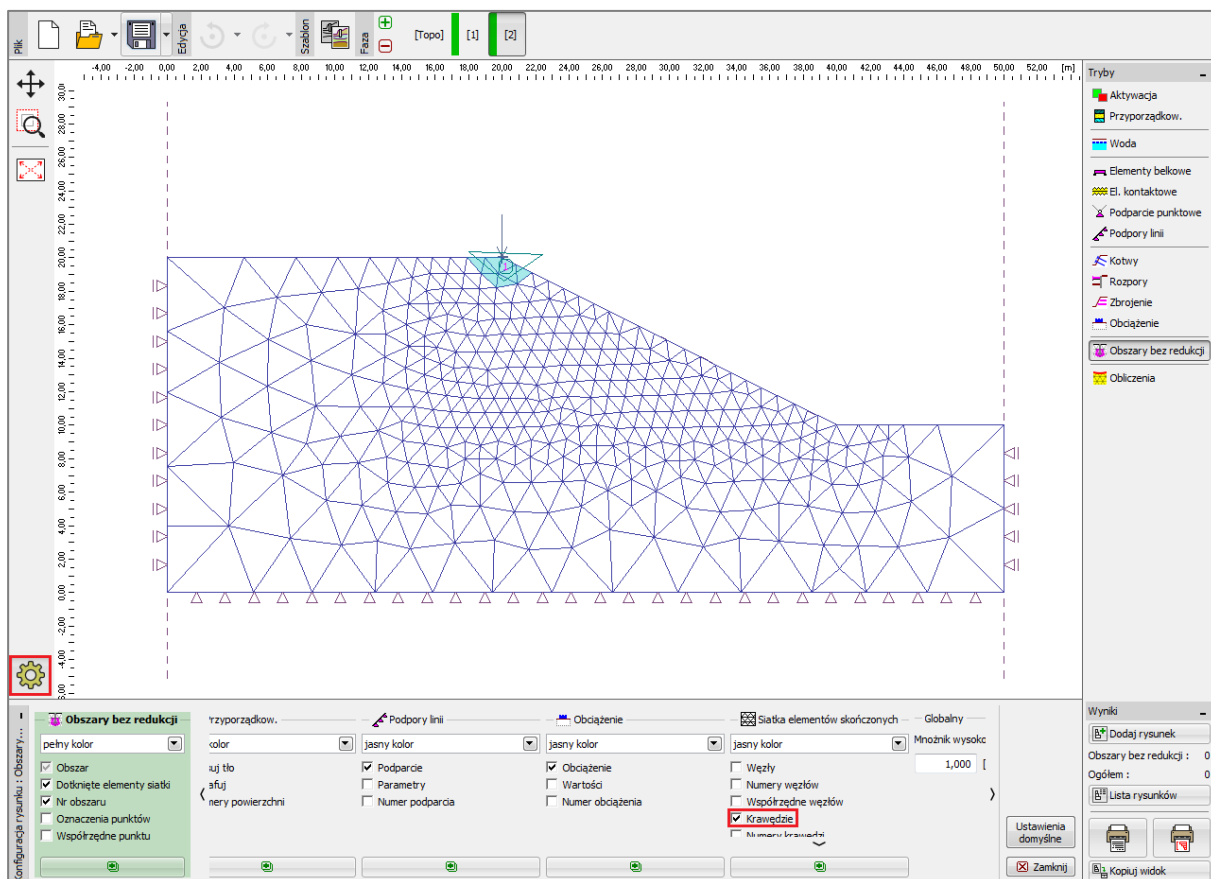
Uwaga: Aby przeanalizować stateczność konstrukcji w danej fazie obliczeniowej dla rodzaju obliczeń naprężenie można otworzyć okno analizy stateczności. Nie ma jednakże możliwości zastosowania w tym oknie funkcji obszarów bez redukcji. Aby wykorzystać tę opcję należy najpierw zapisać plik korzystając z przycisku „Plik-Zapisz jako”. Podczas otwierania pliku w programie GEO5 MES aplikacja automatycznie wybierze opcję „rodzaj obliczeń: stateczność zbocza”, co pozwoli na zastosowanie funkcji obszary bez redukcji.

Obszary bez redukcji definiowane są w danej fazie obliczeniowej w przypadku wybrania rodzaju obliczeń stateczność zbocza. Obszar wprowadza się jako wielobok o wierzchołkach zdefiniowanych poprzez wprowadzanie punktów na ekranie. Wszystkie elementy, które choćby częściowo zawierają się w zaznaczonym obszarze, zostają podświetlone.



Ekran definiowania obszarów bez redukcji

Uwaga: Podczas definiowania obszarów bez redukcji warto włączyć wyświetlanie siatki elementów skończonych wybierając Ustawienia -> Siatka elementów skończonych -> Krawędzie, patrz rysunek poniżej.



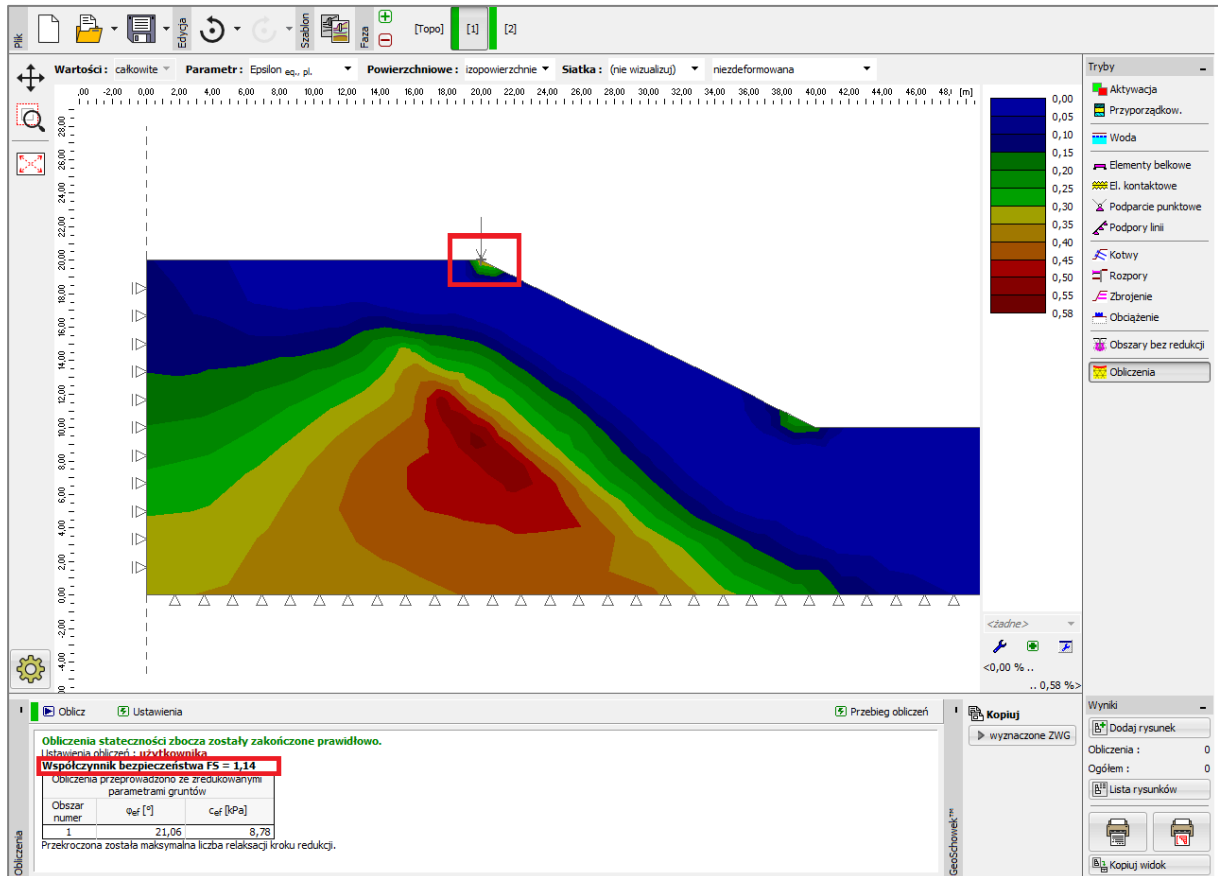
Włączanie wyświetlania siatki elementów skończonych

Obszary bez redukcji pozostają aktywne również w następnych fazach, ale mogą zostać zdeaktywowane. Usunięcie obszaru bez redukcji w kolejnej fazie obliczeniowej pozwala na redukcję parametrów wytrzymałościowych gruntu dla poszczególnych elementów.

Przykład zastosowania obszarów bez redukcji

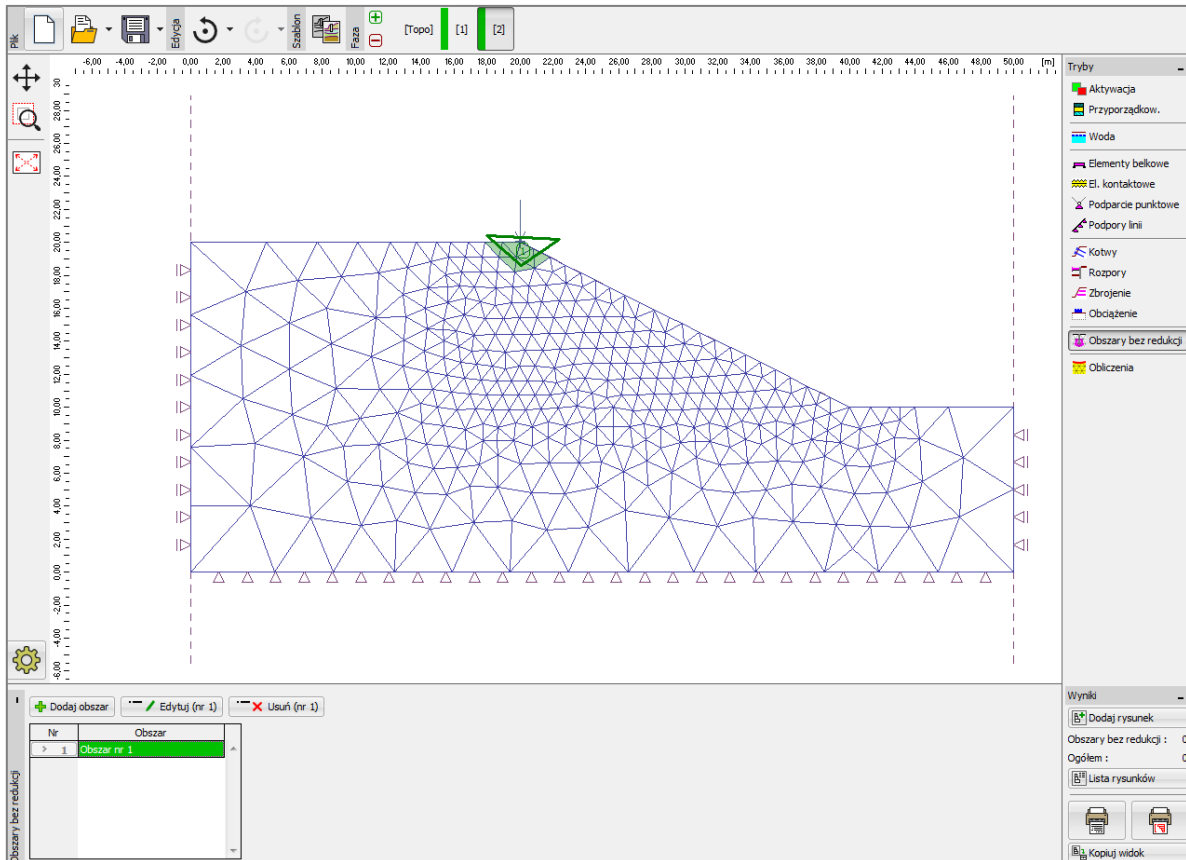
Zastosowanie obszarów bez redukcji parametrów wytrzymałościowych gruntu zostanie zilustrowane na przykładzie analizy stateczności zbocza obciążonego obciążeniem liniowym na jego górnej krawędzi. Geometria oraz parametry materiałowe gruntu z jednorodnym profilem podłoża przedstawione zostały w pliku demonstracyjnym Demo_manual_35.gmk.

Uzyskany rozkład ekwiwalentnych odkształceń plastycznych odpowiadających za utratę stateczności podczas standardowo prowadzonych obliczeń przedstawiony został na rysunku poniżej. Oczywistym jest, że oprócz lokalnej strefy gruntu uplastycznionego znajdującego się bezpośrednio w miejscu przyłożenia obciążenia liniowego przeprowadzone obliczenia przewidują nierzeczywisty rozkład odkształceń plastycznych w środkowej części zbocza ze względu na rozmiar modelu oraz narzucone warunki brzegowe. Rozkład ekwiwalentnych odkształceń plastycznych nie wskazuje na możliwość powstania globalnej powierzchni poślizgu. Uwzględniając powyższe, obliczona wartość współczynnika bezpieczeństwa - 1.14 nie jest wiarygodna.



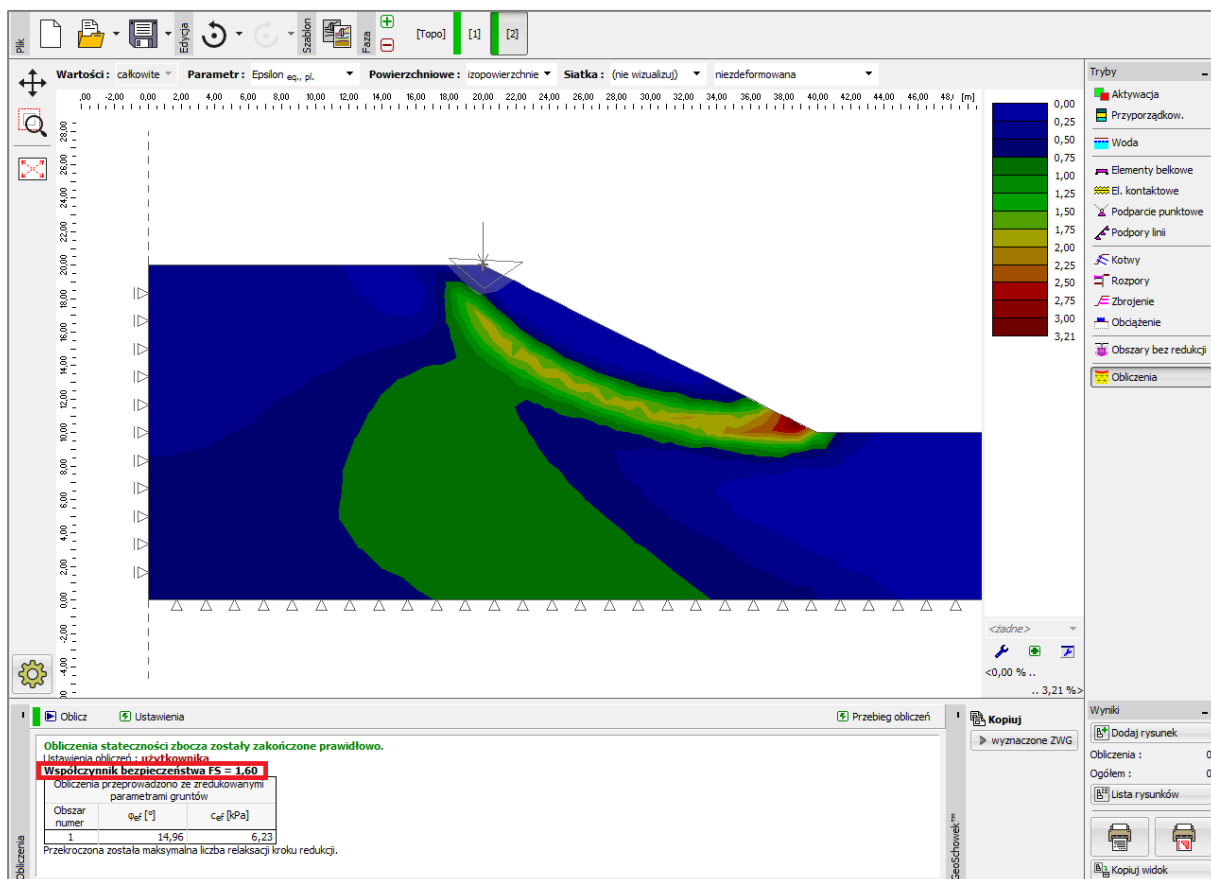
Nierealistyczny rozkład ekwiwalentnych odkształceń plastycznych

W następnej fazie obliczeniowej zdefiniujemy niewielki obszar bez redukcji parametrów w okolicy punktu przyłożenia obciążenia.



Zaznaczenie i położenie obszarów bez redukcji

Wyniki obliczeń stateczności zbocza z wykorzystaniem *obszarów bez redukcji* przedstawione zostały na poniższym rysunku. Przeprowadzone obliczenia stosunkowo dobrze przewidują kształt oraz położenie globalnej powierzchni poślizgu. Odkształcenia plastyczne powstałe w obszarze środkowym spowodowane przez warunki brzegowe są cały czas widoczne, ale są zdecydowanie mniejsze niż trwałe odkształcenia w obrębie powierzchni poślizgu i nie mają istotnego wpływu na utratę stateczności. Uzyskany współczynnik bezpieczeństwa wynosi 1.6, co jest wiarygodną wartością.



Rozkład ekwiwalentnych odkształceń plastycznych wskazujący na powstanie globalnej powierzchni poślizgu

Wnioski

Funkcja *obszary bez redukcji* dostępna w przypadku wybrania rodzaju obliczeń *stateczność zbocza* pozwala na wyłączenie redukcji parametrów wytrzymałościowych w wybranych elementach skończonych. Takie doraźne podejście pozwala na uzyskanie rozwiązania, gdy nie ma zbieżności obliczeń i jej brak nie jest spowodowany globalną utratą stateczności.