

ANALIZA STATECZNOŚCI

PROBLEMATYKA OSUWISK NA SKARPACH I ZBOCZACH



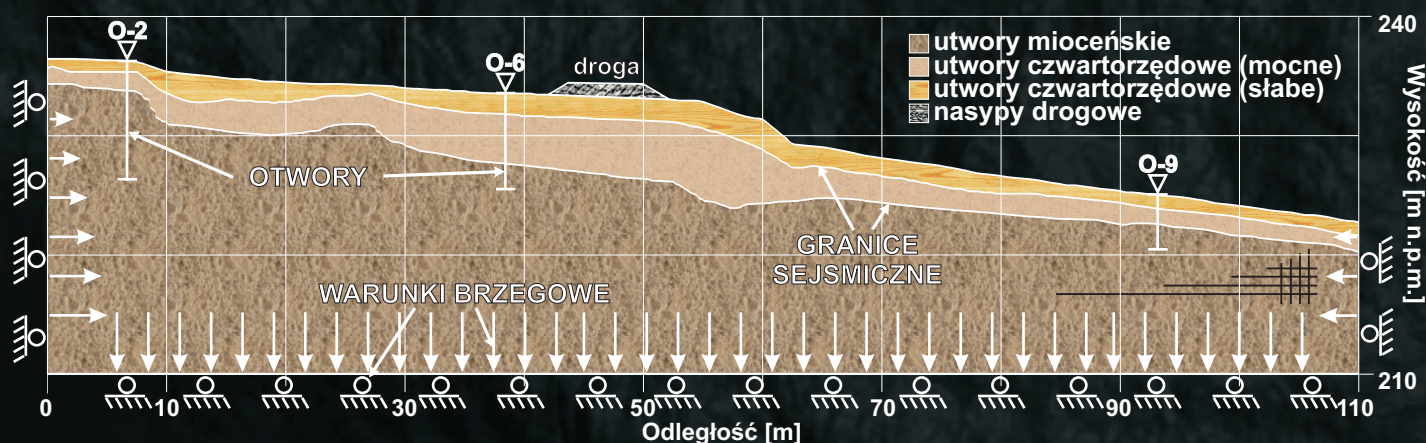
Zbocze ze znacznymi ruchami osuwiskowymi, u podnóża którego przebiega droga gminna.

Powierzchnia Ziemi stale ulega zmianom, szczególnie w najbardziej przypowierzchniowej strefie, w wyniku procesów geologicznych i atmosferycznych. Dodatkowym i bardzo istotnym czynnikiem jest działalność człowieka wskutek prowadzonych prac ziemnych i budowlanych. Przejawiają się one poprzez podcinania zbocz, regulacje koryt rzek, projektowanie infrastruktury transportowej przez nachylone rejony, nasypy budowlane, tamy, zapory, wały przeciwpowodziowe. Niekorzystne warunki atmosferyczne, zbytne obciążenia statyczne oraz dynamiczne mogą powodować, że obiekty te ulegną osunięciu i uszkodzeniu.

Analiza stateczności jako kompleksowe określenie stanu równowagi wszelkich zboczy naturalnych i antropogenicznych, wymaga uwzględnienia wielu czynników. W problematyce ruchów osuwiskowych najważniejsze jest szczegółowe rozpoznanie ośrodka gruntowo-skalnego. Jest ono realizowane poprzez badania geotechniczne oraz geofizyczne. Ich zakres dostosowywany jest do stopnia skomplikowania problemu.



Pomiar sejsmiczny zbocza przy drodze w celu dokładnego wyznaczenia granic litologicznych.

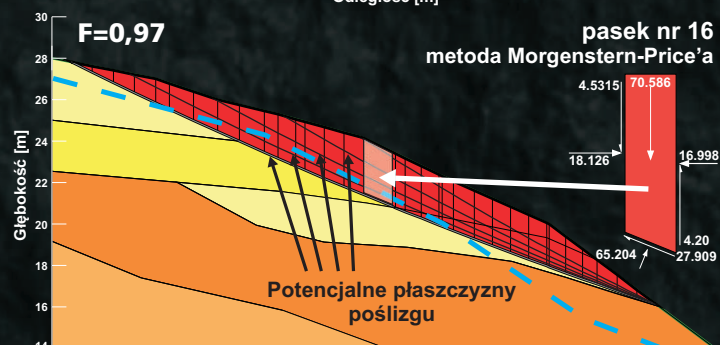
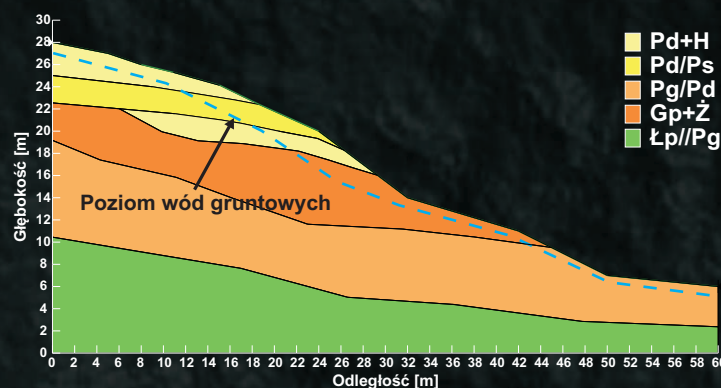


Model obliczeniowy wraz z warunkami brzegowymi i początkowymi dla analizy stateczności zbocza przeciętego drogą asfaltową. Wykorzystano badania sejsmiczne dla wyznaczenia granic geotechnicznych.

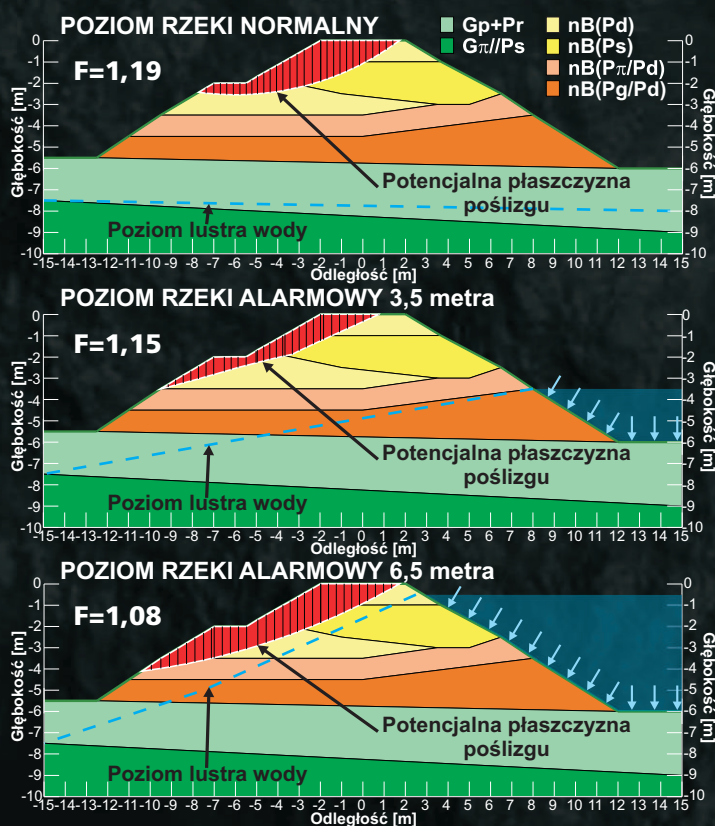
WSPÓŁCZYNNIK STATECZNOŚCI F

Rozwiązaniem analizy stateczności jest obliczenie za pomocą metod matematycznych współczynnika stateczności F dla zadanej geometrii zbocza oraz jego budowy geologicznej. Przyjmuje się warunek graniczny dla tego współczynnika równy 1 (wartości powyżej tej granicy uznaje się za stateczne). Parametr ten wyznacza się dla potencjalnej, najslabszej płaszczyzny poślizgu w badanym zboczu. Nie jest to klasyfikacja dwuwariantowa. Istnieje szereg bardziej złożonych klasyfikacji, które dobiera się do poszczególnych zagadnień.

Podczas obliczeń stosowane są różne metody określenia potencjalnych płaszczyzn poślizgu, wraz z ich współczynnikami stateczności. Poprawny dobór metody obliczeniowej uzyskuje się przybliżoną ocenę stateczności dla zadanych warunków brzegowych i początkowych modelu obliczeniowego.



Model obliczeniowy, powstały z przekroju geologiczno-inżynierskiego zbocza (u góry) oraz rozkład potencjalnych płaszczyzn poślizgu dla metody analitycznej-paskowej według schematu obliczeniowego Morgenstern-Price'a (poniżej). Najslabsza płaszczyzna poślizgu posiada współczynnik stateczności $F=0,97$.



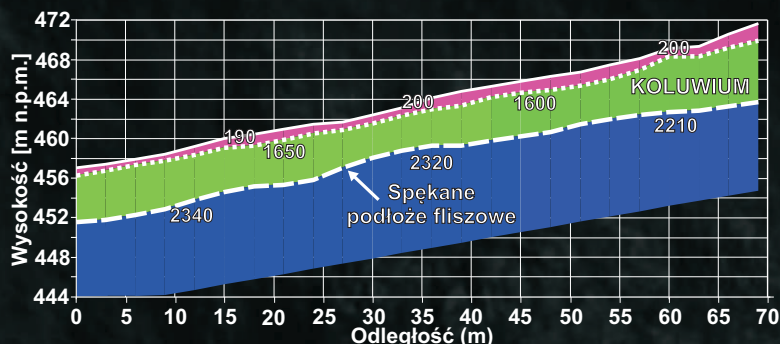
Model obliczeniowy dla wału przeciwpowodziowego. Współczynnik stateczności F maleje wraz z poziomem wody występującej z koryta rzeki.

METODA ANALITYCZNA

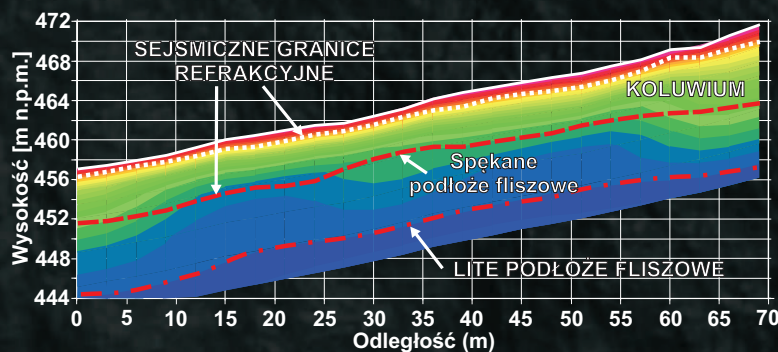
Schemat obliczeniowy metody analitycznej opiera się na metodach paskowych, gdzie zbocze zostaje podzielone na równoległe paski pionowe. Ich szerokość dobierana jest odpowiednio do budowy geologicznej oraz ukształtowania powierzchni terenu. Obliczenia stateczności wykonywane są na podstawie wzajemnych oddziaływań poszczególnych pasków na siebie, według różnych obliczeniowych metod analitycznych takich jak Morgenstern-Price'a, Bishopa, Janbu lub innych.

Metody paskowe sprawdzają się w prostych warunkach geologicznych, gdy płaszczyzny poślizgu nie mają skomplikowanego przebiegu. Płaszczyzny wyznaczane są pojedynczo i osobno dla każdej z nich.

ANALIZA STATECZNOŚCI

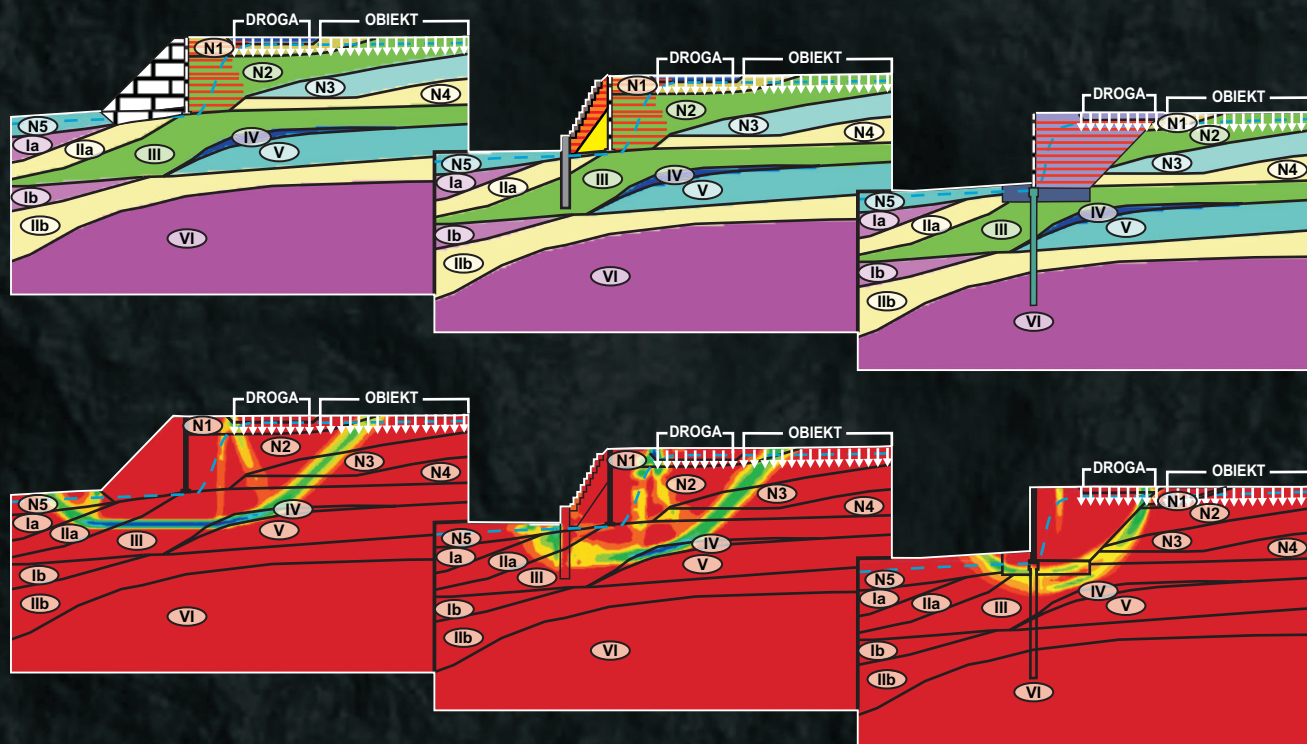


Porównanie sejsmicznych przekrojów: klasycznych pomiarów refrakcyjnych (po lewej) i tomografii refrakcyjnej (poniżej) na osuwisku w warunkach fliszu karpackiego. Lite podłoże fliszowe zostało wyznaczone dopiero za pomocą tomografii, natomiast refrakcja dostarcza informacji z płytszych partii górotworu



ZASTOSOWANIA DLA OBLICZEŃ STATECZNOŚCI

- wały przeciwpowodziowe, zapory, tamy przy różnych poziomach wody
- zbocza i stoki gór przy różnych warunkach atmosferycznych
- nasypy drogowe i kolejowe w różnych wariantach obciążeniowych
- projekty zabezpieczeń osuwisk



Obliczenia stateczności skarpy znajdującej się poniżej drogi. Analiza polegała na sprawdzeniu różnych metod zabezpieczenia skarpy, na którą działa obciążenie statyczne w postaci drogi oraz zlokalizowanego w pobliżu obiektu. Rozkład warstw geotechnicznych powstały w oparciu o otwory geotechniczne oraz badania sejsmiczne (u góry). Wyniki analizy stateczności wraz z naniesionymi granicami warstw geotechnicznych oraz zabezpieczeniami skarpy (na dole) pokazują różnice w rozkładzie deformacji ze ścinania, a co za tym idzie zmiany kształtu i zasięgu występowania potencjalnych płaszczyzn poślizgu, w zależności od zastosowanego w obliczeniach zabezpieczenia skarpy.