

O wymaganiach dotyczących stateczności zboczy i skarp cz. I

Utworzono: czwartek, 02, wrzesień 2010 08:32 Bolesław Kłosiński, Łukasz Leśniewski



Osuwiska są częstym problemem budowy i utrzymania szlaków komunikacyjnych. Najprościej można uniknąć kłopotów omijając potencjalne czy czynne już osuwisko [3, 14, 18]. Niekiedy jest to trudne. Wówczas konieczne jest odpowiednie kształtowanie skarp oraz konstrukcje stabilizujące - nieraz niezwykle kosztowne w przypadku dużych rozmiarów budowli.

W rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z 2 marca 1999 (Dz.U. 43 poz. 430), w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, podano w §144 ust. 2, chyba bez świadomości skutków, nieracjonalne wymaganie zachowania współczynnika stateczności nie mniejszego niż 1,5, przyjmując jednocześnie wartości obliczeniowe sił i parametrów geotechnicznych. Podane wymagania zdecydowanie odbiegają od postanowień norm krajowych i zagranicznych.

Zasady sprawdzania stateczności

Ocena stateczności skarp, a zwłaszcza istniejących zboczy, należy do najtrudniejszych zadań geoinżynierii. Duża liczba trudnych do ustalenia niewiadomych powoduje, że praktycznie nigdy nie ma pełnej pewności zachowania stateczności. Nie jest to łatwe do zaakceptowania przez osoby odpowiedzialne za projektowane lub istniejące budowle oraz za ich bezpieczeństwo. Zwykle przyjmuje się, że zachodzi określone prawdopodobieństwo wystąpienia osuwiska (np. Wysokiński [12, 16]):

- bardzo mało prawdopodobne - gdy $F > 1,5$,
- mało prawdopodobne - gdy $1,3 < F < 1,5$,
- prawdopodobne - gdy $1,0 < F < 1,3$,
- bardzo prawdopodobne - gdy $F < 1,0$.

O wymaganiach dotyczących stateczności zboczy i skarp cz. I

Utworzono: czwartek, 02, wrzesień 2010 08:32 Bolesław Kłosiński, Łukasz Leśniewski

W przypadku osuwiska zniszczenie następuje wskutek ścięcia gruntu lub skały wzdłuż pewnej powierzchni. Z postępującymi deformacjami skarpy należy liczyć się dopiero, gdy jej współczynnik bezpieczeństwa jest mniejszy od 1,1. W przypadku takiej postaci zniszczenia mogą być przyjmowane współczynniki bezpieczeństwa znacznie mniejsze, niż np. w przypadku nośności podłoża fundamentów. Dla fundamentów potrzebne są współczynniki wynoszące zwykle od 2 do 3, ze względu na potrzebę ograniczenia nadmiernych osiadań, pojawiających się na długo przed wyczerpaniem granicznej nośności podłoża.

Obecne polskie normy nie zajmują się bezpośrednio statecznością skarp lub zboczy, lecz znajdują się w nich postanowienia dotyczące tego zagadnienia. Norma PN-B-03020:1981 [10] podaje w p. 3.3.1b wymaganie sprawdzenia stanu granicznego nośności w postaci „usuwiska lub zsuwu fundamentu lub podłoża wraz z budowlą”. Norma PN-B-03010:1983 [7] zawiera w p. 4.2.6 wymaganie sprawdzenia stateczności ogólnej ściany oporowej lub uskoku naziomu - czyli potencjalnego osuwiska. Podano w niej wymagane wartości współczynnika korekcyjnego m , który w przypadku przyjmowania wartości charakterystycznych obciążeń i parametrów geotechnicznych jest odwrotnością współczynnika bezpieczeństwa. W zależności od zakresu rozpoznania geotechnicznego i dokładności obliczeń, dla różnych rodzajów (znaczenia) konstrukcji podtrzymujących współczynniki wynoszą:

- uskok naziomu z górnym poziomem nieobciążonym, w rejonie niezabudowanym
 $m = 0,90 - 0,85$ $F = 1,11 - 1,18$
- zbocze nieobciążone, w rejonie niezabudowanym
 $m = 0,85 - 0,80$ $F = 1,18 - 1,25$
- uskok naziomu z górnym poziomem obciążonym lub zbocze w sąsiedztwie zabudowy
 $m = 0,80 - 0,75$ $F = 1,25 - 1,33$
- zbocze zabudowane lub uskok naziomu obciążony drogą albo linią kolejową w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy
 $m = 0,75 - 0,70$ $F = 1,33 - 1,43$.

Jak widać, w żadnym przypadku wymagana wartość współczynnika nie osiąga 1,5. Zagadnienia sprawdzania stateczności opisano obszernie w Instrukcji ITB nr 304 z 1991 r. [12]. Podano w niej m.in., że „Bezpieczne wartości wskaźnika stanu równowagi przy parametrach średnich należy przyjmować nie mniejsze niż $F = 1,3$.”

Zbliżone są wymagania normy niemieckiej DIN 4084:1981. W przypadku zsuwu równoległego do powierzchni zbocza, w zależności od układu obciążeń współczynnik bezpieczeństwa wynosi od 1,3 dla układu podstawowego obciążeń, do 1,1 dla stanu wyjątkowego, działania obciążeń sejsmicznych itp. Przy sprawdzaniu stateczności ogólnej metodą pasków stosuje się takie same wartości współczynnika bezpieczeństwa w odniesieniu do kąta tarcia gruntu oraz do spójności $c \leq 20$ kPa, natomiast w odniesieniu do dużych spójności ($c > 20$ kPa) odpowiednio $F = 1,73$ do 1,47. Natomiast nowsze wydanie normy E DIN 4084: 2002, dostosowane do wersji ENV Eurokodu, dla trzech układów obciążeń podaje wartości $F = 1,25$; 1,15 i 1,1, a

więc mniejsze, niż Eurokod 7 przyjęty w 2004 r.

Bardziej złożone jest sprawdzenie stateczności według PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7-1 [13], w której (podobnie jak np. w PN-B-03020:1981) globalny współczynnik bezpieczeństwa jest iloczynem współczynników częściowych. Przewidziano w niej trzy „podejścia obliczeniowe” z różnymi kombinacjami współczynników częściowych do obciążeń i parametrów gruntu. W Polsce ma być przyjęte podejście DA2, w którym współczynniki stosuje się głównie do parametrów gruntu. Jednak wynikowe wartości współczynnika bezpieczeństwa dla równowagi skarp nie są większe od 1,4. W obliczeniach stateczności skarp oddziaływania (obciążenia budowlami, pojazdami itp.) są traktowane jako „obciążenia geotechniczne” ze współczynnikiem częściowym 1,0, a tylko do obciążenia ruchem pojazdów wynosi on 1,3.

Wielką zaletą rozwiązania przyjętego w Eurokodzie 7-1 jest konsekwentne stosowanie współczynnika częściowego równego 1 do ciężaru własnego gruntu. Upraszcza to ogromnie analizy, zwłaszcza stateczności, eliminując dylemat, kiedy (i w której części skarpy!) ciężar gruntu wymaga redukcji jako siła stabilizująca, a kiedy jest destabilizująca i trzeba by go jeszcze zwiększać. Współczynnik równy 1 jest też przyjmowany w sytuacjach działania obciążeń wyjątkowych lub awaryjnych - takiego logicznego postanowienia brak w krajowych normach.

Postanowień Eurokodu 7-1 nie przestrzegają twórcy nowszej Instrukcji ITB nr 424 [18] z 2006 r. Podano w niej współczynniki częściowe dotyczące oddziaływań według ogólnej normy PN-EN 1990:2002, a nie z Eurokodu 7-1. Pominęto korzyści wynikające z traktowania obciążeń skarp jako „obciążenie geotechniczne” ze współczynnikiem równym 1. A zatem zaostrzono wymagania w porównaniu z Eurokodem 7.

Jak dawniej projektowano skarpy?

Interesujące jest porównanie, jak zmieniały się poglądy i wymagania dotyczące stateczności skarp. W starszych podręcznikach (np. Hückel [6]; Datka, Lenczewski [5]; Czyżewski, Wolski i inni [4]) czy nowszych pracach np. Chmielewski i inni [2] można spotkać wymaganie współczynnika 1,1 do 1,3. W fundamentalnym dziele Z. Wiłuna [15] (1987, 2000) podano $F = 1,1$ do 1,3 przy sprawdzeniu metodą szwedzką oraz 1,3 do 1,5 przy metodzie Bishopa. Warto zauważyć, że wartości takie stosowano, gdy jakość badań podłoża i stosowany sprzęt były znacznie gorsze niż obecnie. A osuwisk nie było dużo więcej, niż obecnie.

dr inż. Bolesław Kłosiński,
mgr inż. Łukasz Leśniewski
Instytut Badawczy Dróg i Mostów
Zakład Geotechniki i Fundamentowania

Referat był prezentowany podczas Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Problematyka osuwisk w budownictwie komunikacyjnym”, która odbyła się w Zakopanem w dniach 27-29 maja 2009 r. i był publikowany w Zeszytach Naukowo-

O wymaganiach dotyczących stateczności zboczy i skarp cz. I

Utworzono: czwartek, 02, wrzesień 2010 08:32 Bolesław Kłosiński, Łukasz Leśniewski

Technicznych SITK Oddział Kraków, Problematyka osuwisk w budownictwie komunikacyjnym, seria Materiały Konferencyjne, Nr 88, Zeszyt 144, Kraków 2009.

Spis literatury zawiera część III.