

Deformační kritéria při otázkách bezpečnosti svahů

LADISLAV MEJZLÍK*, VOJTĚCH MENCL**

* Laboratoř počítačích strojů VUT, 600 00 Brno

** Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, n. p., 010 51 Žilina

(3 obr. v textě)

Doručené 17. 1. 1980

Деформационные критерии при вопросах безопасности склонов

Обсуждение безопасности склонов на основании стабилизационного решения, неусматривает угрозу концентрации напряжения в непрочных районах и постепенного разрушения. Поэтому выбор факторов безопасности всегда является спорным. Авторы предлагают использовать как критерии безопасности склонов направление векторов перемещения при планированной нагрузке склона. Анализ решений показывает пути к познанию разницы между факторами безопасности в стабилизационных решениях.

Deformation criteria in cases of slope security problems

Rock slope security assessments based on stability solutions do not account for stress concentration hazards in brittle areas and that of gradual breakdown. Therefore the choice of a safety factor appears always as a disputable question. Authors propose for slope security criterion the use of displacement vector directions obtained during planned slope surcharge. The solution analysis allows nearer understanding of differences between slope security coefficients used in the case of stability solutions and the proposed values.

Řešitel zabývající se posuzováním stability svahů se setkává s problémy, k nimž často obtížně hledá řešení. Jsou to zejména případy spojené s nebezpečím postupného rozrušení svahu nebo s úlohami zastavět svahy stavebními objekty. Kromě toho se někdy diskutuje o tom, proč se přípustné součinitele bezpečnosti liší podle toho, o jakou horninu jde.

Určitou pomůckou k zodpovězení těchto otázek je výpočet přemístění bodů svahu v konečném stadiu zatížení. Výpočet vyžaduje použití metody konečných prvků, a proto může být pokládán za zbytečně nákladný a zdlouhavý. Avšak jako i v jiných případech v geotechnice, je účelné vypočítat několik charakteristických příkladů a k nim navázat ostatní případy podle přísluš-

ných znaků, jimiž jsou geologické a hydrogeologické podmínky v užším smyslu, velikost přirozených vodorovných napětí a součinitelé bezpečnosti, zjištěné klasickými způsoby. Pisatelé se pokusí nejprve osvětlit danou problematiku na několika případech.

Některé řešené problémy. Otázky bezpečnosti svahů, které jsme řešili, se vesměs týkaly případů, při nichž stabilita svahu mohla být ohrožena progresivním rozrušením. Patří tedy do skupiny zde uvažovaných problémů. Nejprve je třeba seznámit se s některými z nich.

Profil 2/I sídliště Dargovských hrdinů v Košicích (obr. 1). Svah na v. okraji kotliny Hornádu je tvořen sedimenty košické formace, kde se v podstatě střídají vrstvy soudržných a nesoudržných zemin. Geologický nález, schematicky znázorněný podle tří průzkumných vrtů (6 dalších vrtů je mimo rozsah obrázku), byl pro potřebu statického posouzení zidealizován. Zejména se předpokládalo, že tam, kde se průběh šterkové polohy (horní poloha, označená 1) lomí po svahu, jde o šterky vyvlečené svahovým pohybem. Proto v rozsahu tohoto poklesu šterkové polohy se předpokládalo, že zeminy jsou narušené (typ 2 a 3). Tomu také odpovídaly parametry mechanických vlastností hornin, užitá ve výpočtu. Tyto parametry byly — v zájmu přiléhavosti k skutečnosti — ustaveny jako závislé na stavu napětí (zvětšující se s intenzitou tlakových na-

máhání, zmenšující se s intenzitou smykového namáhání). Zhruba lze říci, že neporušené šterky (1) mají modul přetvoření (při součiniteli bezpečnosti asi 2) asi 40 MPa a pevnost danou parametry 0,01 MPa a 34°. Obdobně neporušené jily (5) mají ve větší hloubce modul asi 8 MPa a pevnost 0,042 MPa a 20°.

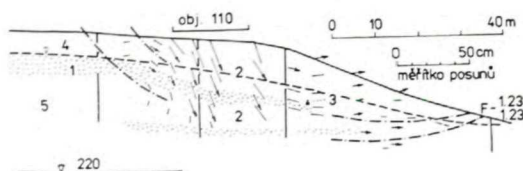
Naproti tomu narušené šterky (3) mají modul jen asi 23 MPa, soudržnost 0,005 MPa a úhel pevnosti ve smyku 26°. Obdobně narušený jemně písčité jíl hodnoty 5 MPa, 0,01 MPa a 16°. Hladina podzemní vody byla z opatrnosti volena podle nejneprůzračnějších nálezu (4).

Uvedená čísla ukazují, že řešení bylo opatrné. V obrázku 1 jsou nakreslené směry a velikosti vypočtených vektorů přemístění mnoha bodů svahu, a to při přitížení objektem (třetina z přitížení 0,2 MPa se přenáší na styku základů s podloží, dvě třetiny pilotami). Za nepříznivý jev, svědčící o malé bezpečnosti svahu, lze pokládat skutečnost, že při tomto přitížení se projevuje tendence k pohybu po svahu nebo dokonce ze svahu ven.

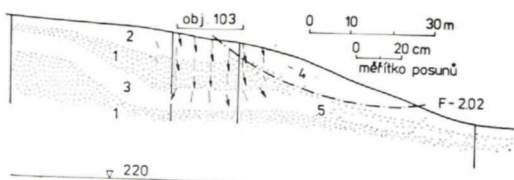
Přitom součinitelé bezpečnosti podél dvou nebezpečných kluzných ploch, vypočítané metodou konečných prvků, jsou 1,23 (před zatížením objektem 1,37) a 1,39.

Svah v profilu 5/I stejného sídliště (obr. 2). Jsou zde obdobné poměry, symboly 3, 4 a 5 jsou označeny písčité jíly, hlíny a šterky pokládané za narušené starými svahovými pohyby. Novější průzkum v blízkém profilu ukázal, že šterky (5) jsou terasového původu, a proto na místě. Pak je možná kluzná plocha starého sesuvu nakreslena správně a vykazuje součinitel bezpečnosti rovný 2,02 (při přitížení objektem), tedy značně větší než u profilu 2/I.

Pozoruhodný je rozdíl směrů vektorů posunutí oproti profilu 2/I. Je patrné, že je zde tendence k svislým přemístě-



Obr. 1. Sídliště Dargovských hrdinů v Košicích, profil 2/I. Vysvětlivky v textu
Fig. 1. "Dargov heroes" urban district in Košice, profile 2/I. Explanations see in the paper



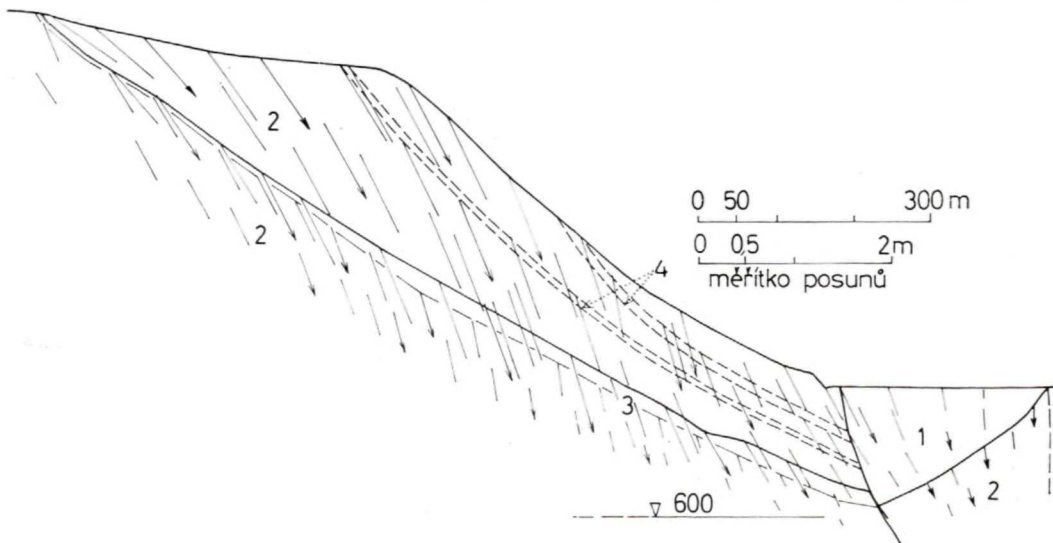
Obr. 2. Sídliisko Dargovských hrdinů v Košiciach, profil 5 I. Vysvetlivky v texte
Fig. 2. "Dargov heroes" urban district, profile 5 I. Explanations see in the paper

ním, neovlivněným přítomností svahu vpravo.

Tímto způsobem byly srovnány výsledky pro 14 profilů a lze konstatovat, že mez mezi případy svislých posunutí a případy s posunutími ze svahu byla při součinitelích bezpečnosti rovných 2 až 2,2. Jediný profil (12/IV), který se vymyká tomuto nálezu a má spíše svislá posunutí při bezpečnosti podél kluzné plochy 1,45, se vyznačuje tím, že kluzná plocha zde z velké části probíhá šterkem a zejména v patě se svah opírá o šterkovou polohu.

Případ skalního svahu je ukázán v obr. 3. Jde o severní svah údolí Černého Váhu v místě vodního díla (obr. 3). Svah je tvořen dolomitickým souvrstvím

(2) s měnicími se vlastnostmi (pro výpočet byly zavedeny tři typy dolomitu), a opírá se o mohutné poruchové pásmo (1) vázané na tektonickou strukturu území. To obsahuje do značné míry starší triasové horniny. Mimoto je přítomná zona oslabení (3) dolomitového masivu, patrně daná již původní sedimentací a narušená při tektonických deformacích území. Zony vyznačené jako (4) ve skutečnosti tak výrazně neexistují. Na základě podrobného průzkumu ve vylámaných prostorách se ukázalo, že pukliny v dolomitovém masivu nejsou průběžné, že jejich délka ve směru možné plochy kluzu nepřevyšuje 30 m a při využití vedlejší pukliny by kluzná plocha procházela 8 m souvislou horninou. Tento stav je pro výpočet představován dvěma pásmy (4), umístěnými tam, kde se dále ještě vyskytuje dolomit horších vlastností. U prvků, ležících podél předpokládaných kluzných ploch (čárkované čáry) byly vždy 11 prvkům přiděleny vlastnosti, odpovídající puklinám, a dvanáctému prvků vlastnosti dolomitu horších vlastností. V okolí daných pásem se předpokládalo



Obr. 3. Vodné dielo Čierny Váh — severný svah údolia. Vysvetlivky v texte
Fig. 3. "Čierny Váh" river Dam and Power station — northern slopes of the valley. Explanations see in the paper

poměr hornin od horších k lepším 48 : 4.5 : 47.

U pásma 3 má výplň vlastnosti jilovité zeminy s úlomky.

V obr. 3 jsou vykreslena některá z vypočtených posunutí bodů masivu při myšleném zvýšení tíhy o 5 %. Ukazuje sa, že opět jde o případ, kdy přemístění směřují strmě do masivu a ne ze svahu ven. Při tom vypočtený součinitel bezpečnosti podél horní plochy 4 je

2.46, podél spodní plochy 4 je 2.92 podél plochy 3 je 1.34. Sovětskými znalci požadovaný součinitel byl 1.3.

Zdá se, že i tento nález vhodně doplňuje výše uvedené meze: 2 pro jily, 1.5 pro svahy s jilem, ale převážně s polohami šterku, a konečně 1.3 pro skalní horniny.

Recenzoval O. Tavoda

RECENZIA

N. L. Dobrecov: **Vvedenije v globalnuju petrologiju**

Sibírska filiálka vydavateľstva Nauka v Novosibirsku vydala v polovici roka 1980 knihu vedúceho predavateľa modernej sovietskej petrologickej školy.

Nikolaj L. Dobrecov, nositeľ Leninovej ceny za vedu, autor, spoluautor a spolueditor mnohých moderných monografií a syntetických prác (N. L. Dobrecov — V. V. Reverdatto — V. S. Sobolev et al.: *Facij metamorfizma*, 1970; N. L. Dobrecov — V. S. Sobolev — E. N. Ušakova: *Teoretičeskije osnovy metamorfizma*, 1974; N. L. Dobrecov et al.: *Problemy petrologiji zemnoj kory i verchnej mantii*, 1976; V. S. Sobolev — N. V. Dobrecov — N. V. Sobolev: *Glubinnyje ksenolity i verchnaja mantija*, 1975; A. F. Belousov — N. L. Dobrecov — T. A. Dodonova et al.: *Vulkaničeskije asociacii dokembrija Uralo-Mongoľskoj provincii*, 1976 a mnoho ďalších prác základného významu), vo svojom najnovšom diele rieši globálne problémy petrologickými metódami či z aspektov petrológie. Petrologiu pritom definuje ako „...teoretické zovšeobecnenie údajov o zložení, stavbe a vývoji Zeme (najmä jej tektonosféry) a planét zemskej skupiny.“

Recenzovaná publikácia má 5 základných kapitol. V prvej autor zhrňa a zovšeobecňuje poznatky o zložení slnečného systému a analyzuje rozličné modely agregácie zemskej hmoty. Dospel k záveru, že najpravdepodobnejšia je predstava o pôvodne žeravom charaktere Zeme a opodstatnenosti úvah o jej zložení blízkom uhľikátym achondritom. V druhej kapitole preberá súčasné poznatky o „vrstvovej“ stavbe Zeme, problémy gravitačnej diferenciácie a geochemickej evolúcie Zeme. Z hľadiska riešenia konkrétnych úloh späťých s výskumom istého územia sú najdôležitejšie kapitoly 4 a 5. Obsahujú rozbor problematiky spätosti geodynamických a petrogenetických procesov, problémy formovania

kôry kontinentálneho (s osobitným zreteľom na vznik granitov) a oceanického typu (najmä s ohľadom na problematiku ofiolitov, formovanie oceanickej kôry a problémy aktívnych zón zemskej kôry). Ako sám autor v úvode uvádza, ide o výber niektorých problémov globálneho petrologického charakteru. Preto v práci nemožno hľadať návod na riešenie konkrétnych problémov malých území či špecifických problémov stavby alpinotypných pohorí.

V publikácii je napriek tomu množstvo námetov najmä pre prácu petrológov, ale aj geofyzikov či geológov tektonikov, ktorí sa zaoberajú najmä štúdiom erupívnych a metamorfovaných komplexov. Rozsah našej recenzie nedovoľuje vyzdvihovať ten či onen aspekt či náhľad autora, resp. jeho prístup k riešeniu problematiky. Obmedzíme sa iba na konštatovanie, že sa v nej definujú aj niektoré nové pojmy súvisiace s procesmi v spodnej časti kôry, resp. vo vrchnom plášti napr. paratexia (proces „presakovania“ taveniny cez nepretavenú časť plášťa a spodnej kôry) a iné.

Je prirodzené, že pri pozornom preštudovaní obsiahleho materiálu spracovaného na malej ploche 182 strán knihy môže čitateľ kde-tu nájsť aj niektoré nepresné či diskutabilné formulácie, príp. môže mať námietky voči niektorým „preplneným“ diagramom, v ktorých sa pre množstvo údajov ťažko orientovať a pod. Ale drobné nedôslednosti nijako neznižujú veľmi dobrý dojem z recenzovanej publikácie, ktorá nesporne vhodne vyplňa citeľnú medzeru v petrologickej literatúre.

Záverom vyslovujeme želanie, aby sa kniha N. L. Dobrecova dostala aj na náš trh a aby si čo najviac záujemcov o globálne petrologické problémy našlo čas preštudovať si ju. Problematika, ktorú publikácia obsahuje, i jej interpretácia si to plne zaslúžia.

D. Hovorka