

Mineralia slov.
17 (1985), 1, 81—86

Svahová deformácia na štátnej ceste Ilava — Valaská Belá v úseku Homôľka

JOZEF SIKORA, VLASTIMIL HRIC

IGHP, n. p., závod Žilina, Rajecká cesta 010 51 Žilina

(4 obr. v texte)

Doručené 11. 7. 1984

Деформация склонов государственной дороги Илава - Валаска Бела на участке Гомолка

Государственная дорога ведущая из Илавы в Приевдзу на участке пункта Гомолка в длине 300 метров ведёт через территорию оползней. Дорога часто нарушается периодической реактивизацией движений склонов. Предложенный способ охраны основан на глубинном отводе вод данного участка и установки котвенной пилотной стены возле дороги этого участка.

Slope deformation on the state highway Ilava — Valaská Belá, section Homôľka

State highway from Ilava to Prievidza at ground elevation Homôľka passes in length of 300 m through landslide territory. The roadway was periodically damaged by reactivation of slope movements. Proposed manner of reconditioning is based on in-depth draining of the failed territory and building of anchored pile wall under roadway body.

Štátna cesta z Ilavy do Prievidze, ktorá je dôležitou spojnícou medzi Považím a Ponitím, prechádza v oblasti Homôľky (908 m n. m.) zosuvným územím. To si uvedomovali už stavitelia cesty, a preto jej výstavbu prispôbovali podmienkam. Zamerali sa najmä na odvodnenie cestného telesa a v odreze cesty vybudovali kamené odvodňovacie rebrá vyúsťujúce do rigolov a priepustní cez cestu do svahu.

O nedostatočnosti takéhoto riešenia svedčí, že pri porušení odvodňovacieho

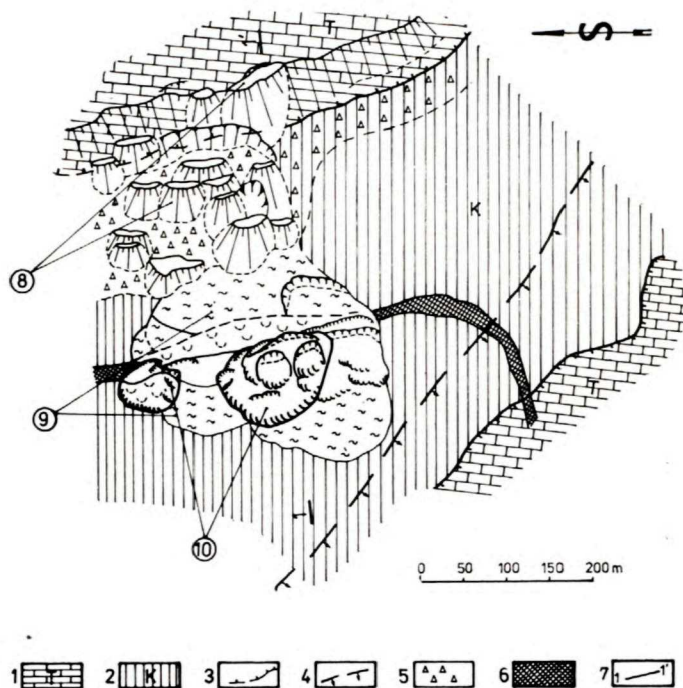
systému opakovane nastávali deformácie cesty v dĺžke cca 300 m. Cesta sa deštruuje preto, že povrchová voda, ako aj zachytená voda z porušených odvodňovacích systémov vniká cez trhliny na šmykovú plochu zosuvu.

Geologické pomery

Geograficky patrí územie do Strážovskej hornatiny a geologicky ho budujú dve tektonické jednotky (obr. 1).

Obr. 1. Mapa svahových deformácií. 1 — chočský príkrov — vápenec (anis), 2 — križňanský príkrov (alb — cenoman), 3 — násunová línia, 4 — predpokladaná tektonická línia, 5 — oblasť osypov, 6 — teleso štátnej cesty, 7 — geologický rez 1—1', 8 — blokové rozsadliny a polia — I. štádium, 9 — zosuvy II. štádia — stabilné, 10 — aktívne zosuvy, III. štádium

Fig. 1. Map of slope deformations. 1 — Choč's nappe — limestones (anis), 2 — Križňan's nappe — (alb-cenoman), 3 — nappe's line, 4 — assumed tectonic line, 5 — area of debris, 6 — body of highway, 7 — geological section 1—1', 8 — partly sunk blocks and fields of the first stage, 9 — landslides of the second stage — stable, 10 — active landslides, third stage



Križňanský príkrov zastupujú horniny spodnej a vrchnej kriedy (alb — cenoman) vo flyšovom vývoji slieňovca s polohami slienitého vápenca. Príkrovová stavba súvrstvia spôsobila jeho výraznú bridličnosť a porušenosť. V prieskumných dielach (šachtice, vrty) sme overili porušený slieňovec, miestami až podvrvený, s hojným výskytom tektonických zrkadiel a ryhovaných plôch na plochách odlučnosti a bridličnatosti.

Chočský príkrov tvorí vrcholovú časť územia a v tektonických troskách sa zachoval aj v širšom okolí. Horniny, ktoré ho tvoria, zastupuje bazálny člen čiernovážskej série — guttensteinský vápenec (anis) a bezprostredne v oblasti Homôľky reiflinský vápenec. Komplex vápenca má sklon 5—10° na S až SZ, súhlasný so sklonom násunovej línie.

Geologicko-tektonická stavba územia vytvorila vhodné podmienky na vznik a vývoj svahových deformácií, pretože vá-

penec leží na relatívne mäkkom tektonicky porušenom slieňovci.

V porušenom území sme vyčlenili nasledujúce typy svahových pohybov a deformácií: plazenie (kríp) — hlbinné rozvoľňovanie vápencového masívu, pri ktorom vznikajú blokové rozpádky a blokové polia a zosúvanie pozdĺž zložených šmykových plôch vedúce k vzniku zosuvných porúch.

Pod vplyvom zatlačania do mäkkšieho podkladu sa vápencový komplex rozpadáva na blokové rozpádky. Porušený vápencový masív vytvára dobré podmienky na infiltráciu atmosferických zrážok do horninového prostredia. Okraje blokových rozpádk sa rozpadávajú a postupne zabávajú do porušeného a vodou nasýteného slieňovca križňanského príkrovu a výsledkom je vznik blokových polí (obr. 1). V ich predpolí — ako výsledná forma modelácie svahu — vznikli zosuvy. Blokmi deformovaný slieňovec sa ľahko nasýtil

vodou, tým rýchlejšie zvetrával a nadobudol povahu zeminy.

Pôvodné mechanické vlastnosti slieňovca, reprezentované hodnotami $\varphi = 32^\circ$ a $E_0 = 50$ MPa, degradáciou získavajú vlastnosti vysokoplastickej ílovitej hliny $I_p = 17\text{--}26\%$, $I_c = 0,83\text{--}1,24$). Pri šmykových skúškach sa zistila jej reziduálna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_r = 17^\circ$.

Vývojové štádiá svahových deformácií

Z hľadiska postupného vývoja foriem svahových deformácií sme vyčlenili tri vývojové štádiá.

I. štádiom je rozvoľňovanie vápencového masívu a vznik blokových rozpadlín a polí. Mocnosť blokov dosahuje 25—30 m. Bloky sú naklonené po svahu a porušené puklinami kolmo na vrstvitosť. Pukliny sú otvorené, vyplnené sutinou, široké 25—30 cm.

II. štádium reprezentuje vznik t. č. pokojných zosuvov s hlbokými šmykovými plochami v horninách krížňanského príkrovu. Mocnosť zosuvných delúvií je 15 až 26 m. Vo vrtoch a šachticiach sme overili šmykové zóny mocné 20—50 cm a dilatantné šmykové plochy. Šmykové zóny sú zvodnené a majú charakter nakyprenej prehniatenej zeminy (ílovitá hlina s úlomkami pôvodnej horniny).

Zistené dilatantné šmykové plochy sú vyhladené, ryhované, takmer vždy s povlakom ílu mocné do 0,5 cm.

Zosuvy III. štádia (aktívne) sa vyvinuli v nadloží akumuláčnej oblasti zosuvov II. štádia. Hĺbka šmykových plôch je 7,00—9,80 m. Materiály zosuvného delúvia tvorí sutina, svahová hlina, navážky cestného telesa a zvetraný slieňovec. Vznik aktívnych zosuvov predpokladáme po výstavbe štátnej cesty, pretože zásahom do svahu sa v jeho časti zmenili sklonové pomery a pôvodný režim povrchovej a podpovrchovej vody.

Stabilitné pomery porušeného svahu

Na stabilitné posúdenie územia bolo potrebné režimné pozorovanie hladiny podzemnej vody vo vrtoch v závislosti od atmosferických zrážok a geodetické sledovanie pohybov zosuvu.

Zosuv sa pozoroval v rokoch 1978—1981. V sledovanom období sa ukázalo, že výška hladiny podzemnej vody priamo závisí od zrážok (obr. 4). Hladiny podzemnej vody na ne reagujú s fázovým posunom 5—10 dní. Najvýznamnejšie na výšku hladiny podzemnej vody vplýva jarné topenie sa snehovej pokrývky. Extrémnym obdobím, keď hladina vody v zosuve dosahuje maximum, je koniec februára až začiatok marca.

Meranie siete geodetických bodov stabilizovaných v zosuvnom území ukázalo, že body v oblasti zosuvov III. štádia (aktívne zosuvy) mali v sledovanom období pohyby až 1198 mm, ale body situované v zosuvoch II. štádia merateľný pohyb nezaznamenali.

Stabilitné pomery územia sme prešetrovali výpočtami stability v štyroch najnepriaznivejších profiloch zosuvného územia. Na výpočet sme použili klasickú prúžkovú metódu Petterssona a metódu Janbu. Do výpočtov stability sme zavádzali vztlakovú úroveň hladiny podzemnej vody vždy zo spomenutých extrémnych období. Popri vztlakovom účinku hladiny podzemnej vody sú ďalším rozhodujúcim faktorom šmykové parametre hornín a zemín na šmykovej ploche.

Zavedením hodnôt šmykových pevností získaných z laboratórnych skúšok do výpočtov stability nemožno vždy dostať reálne hodnoty stupňa stability, a preto sme ich postupne získavali spätným výpočtom stability čiastkových zosuvov použitím Petterssonovej metódy. Späť sme počítali čiastkové zosuvy, ktorých stupeň stability $F = 1$, čo vyplýva zo spomenutého

geodetického sledovania, ako aj zo sledovania pohybov zosuvu pomocou špeciálnych prístrojov umiestnených vo vrtoch (páskové vodiče, deformačné rúrky). Spätnými výpočtami sme získali tzv. priemerné výpočtové parametre šmykovej pevnosti na šmykovej ploche sledovaných zosuvov.

Takto získané hodnoty ϕ_r sme použili pri stabilitných výpočtoch podľa metódy Janbu, ktorá spĺňa všetky podmienky rovnováhy síl v prúžku a uvažuje aj trecie a bočné sily medzi nimi.

Na základe výpočtov stability sme usúdili, že zosuvy III. štádia sú aj pri uvažovaní maximálne možného odvodnenia aktívne (stupeň stability $F < 1$), ale zosuvy II. štádia sú aj pri uvažovaní extrémnych hladín podzemnej vody, zistených na základe režimného pozorovania, stabilné.

Zosuv sme považovali za dostatočne stabilný, ak pri použití uvedených výpočtových parametrov šmykovej pevnosti stupeň stability bol $F \geq 1,2$.

Z dlhodobého sledovania zosuvných lokalít vychodí, že atmosferické zrážky v množstve cca 300 % dlhodobého mesačného normálu možno pokladať za hodno-

tu, pri ktorej sa aktivizujú potenciálne zosuvy. Ale tieto úvahy platia iba vtedy, ak sa pri aktivizácii zosuvu neuplatnia iné faktory, napr. umelý nepriaznivý zásah do svahu.

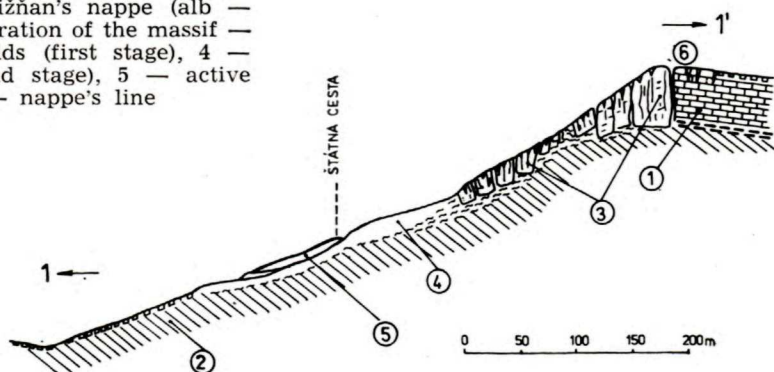
Zo zostrojenej grafickej závislosti stavu hladiny podzemnej vody v závislosti od atmosferických zrážok je zrejmé, že závislosť nemá lineárny priebeh (obr. 4). Zodpovedá to poznatku, že každé horninové prostredie môže pri daných infiltračných pomeroch akumulovať iba isté maximálne množstvo vody. V konečnej fáze potom závislosť konverguje k tzv. maximálnej hladine podzemnej vody v danom geologickom prostredí.

Pri uvažovanom 300 %-nom úhrne normálnych mesačných zrážok (297 mm mesačných zrážok vo vegetačnom období) stúpa hladina podzemnej vody oproti zistenému maximu z režimného pozorovania o 2,0 m.

Z výpočtov stability II. štádia vyplýva, že na pokles stupňa stability na hodnotu $F \leq 1,0$ treba, aby hladina podzemnej vody v celom zosuve stúpila o 2,80 m. Ale táto úvaha platí len vtedy, ak sa vstupné údaje pri výpočte stability nemenia, to

Obr. 2. Schematický geologický rez zosuvným územím. 1 — vápenec — chočský príkrov (anis), 2 — krížňanský príkrov (alb — cenoman), 3 — rozvoľňovanie masívu — vznik blokových polí (I. štádium), 4 — stabilný zosuv (II. štádium), 5 — aktívny zosuv (III. štádium), 6 — násunová línia

Fig. 2. Schematic geological section of the sliding territory. 1 — limestones — Choč's nappe (anis), 2 — Križňan's nappe (alb — cenoman), 3 — disintegration of the massif — creation of blocks fields (first stage), 4 — stable landslide (second stage), 5 — active slide (third stage), 6 — nappe's line



znamená, že dolná časť svahu (zosuvy III. štádia) je sanovaná. V opačnom prípade by sa zmenil tvar povrchu terénu, a tak by sa sklonové pomery zosuvov II. štádia zhoršili.

Podľa uvedených faktov pokladáme zosuvy II. štádia za stabilné, ale s podmienkou, že prípadné zhoršenie stabilných pomerov na lokalite pod vplyvom extrémnych klimatických vplyvov treba eliminovať hĺbkovým odvodnením zosuvu.

Stabilita zosuvov II. štádia bola pre možnosti sanovania zosuvom porušenej cesty rozhodujúca.

Z výpočtov stability aktívnych zosuvov vidno, že ich nemožno sanovať iba odvodnením. Príťažovacie lavice v akumulácii časti aktívnych zosuvov pre strmú terénu a ťažký prístup nemožno využiť.

Štátnu cestu sme navrhli sanovať pomocou ukotvenej pilótovej steny zostavenej

z injektovaných rúrkových mikropilót. Ale navrhovaná konštrukcia je dimenzovaná len na aktívny tlak časti aktívneho zosuvu a zafarbenia od dopravy. Je zrejme, že v takomto prípade by akékoľvek aktivovanie zosuvov II. štádia znamenalo porušenie opornej konštrukcie, pretože ju nemožno dimenzovať na tlak od zosuvov II. štádia.

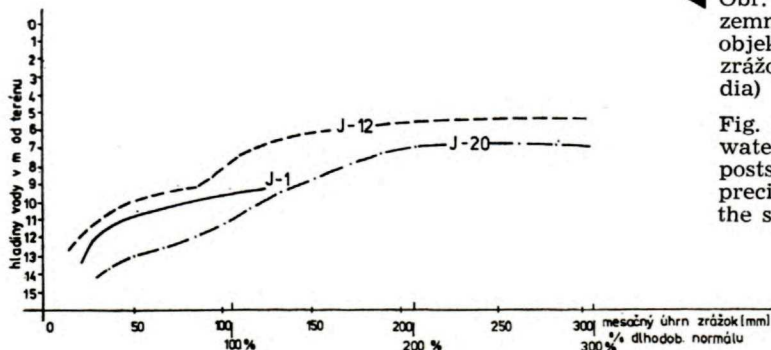
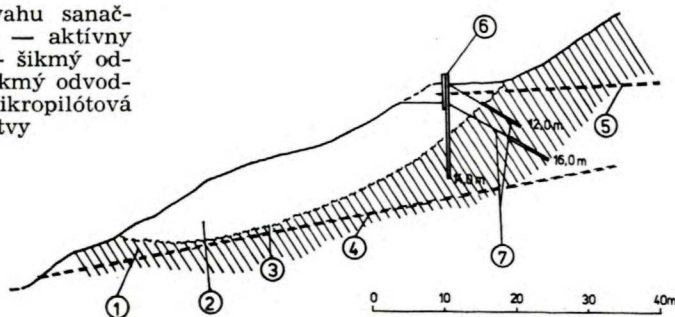
Preto je veľmi dôležitá časť sanačných opatrení dotýkajúca sa odvodnenia zosuvného územia.

Injektované mikropilóty sa ako hlavný nosný prvok použili najmä pre sťažené priestorové pomery na zosuve a charakter horninového prostredia. To vyžaduje používať vrtné stroje malých rozmerov (vrty malého priemeru).

Rovnako bolo zrejme, že sa bude pracovať v aktívnom zosuve a že pohyby zosuvu budú aj počas stavebných prác. Preto

Obr. 3. Schéma zabezpečenia svahu sanačnými prvkami. 1 — slieňovec, 2 — aktívny zosuv, 3 — šmyková plocha, 4 — šikmý odvodňovací vrt dlhý 150 m, 5 — šikmý odvodňovací vrt dlhý 40 m, 6 — mikropilótová stena, 7 — zemné pramencové kotvy

Fig. 3. Schematical depiction of slope reconditioning work 1 — marlstones, 2 — active landslide, 3 — slip surface, 4 — slanting drainage borehole 150 m long, 5 — slanting drainage borehole 40 m long, 6 — micropile wall, 7 — cable ground anchors



◀ Obr. 4. Závislosť hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch od mesačného úhrnu zrážok (oblasť zosuvov II. štádia)

Fig. 4. Dependence of ground water level, at the observation posts, on monthly total of the precipitation (landslide area of the second stage)

bolo treba navrhnuť nosný prvok majúci plnú nosnú schopnosť už od jeho zavedenia do zosuvu.

Na zakotvenie mikropilótovej steny do podlažia boli navrhnuté zemné lanové kotvy s nosnosťou 600 kN dlhé 16 m a zo statických dôvodov umiestnené 2,60 m pod korunou pilótovej steny. Aby sa mohol upraviť terén na lanové kotvy, bolo treba z úrovne terénu zakotviť pilótovú stenu provizórnym lanovými kotvami s mocnosťou 400 kN a s dĺžkou 12 m. Na zamedzenie vytvorenia bariéry podzemnej vode sa navrhlo hĺbkové odvodnenie spoza mikropilótovej steny pomocou šikmých vrtov.

V súvislosti s možnou sanáciou štátnej cesty sa skúmali aj alternatívne riešenia. Uvažovalo sa aj o preložení cesty, ale to by si vyžadovalo budovanie mostných objektov, príp. tunela. Preklenutie zosunu mostným objektom by narazilo na veľké ťažkosti pri zakladaní pilierov v zosuvnom

území. Ale podstatné je, že by si obidve alternatívy vyžiadali vyššie investičné náklady ako sanácia zosuvu.

Recenzoval J. Malgot

LITERATÚRA

- Maheľ, M. et al. 1967: Regionální geologie ČSSR. I. II. Západní Karpaty. Sv. 1. Praha, s. 132—154.
- Maheľ, M. et al. 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, list Žilina. Bratislava, s. 94—111.
- Materiály XXIII. celoštátnej geologickej konferencie SGS. 1980. Bratislava, GÚDŠ.
- Matula, M. 1973: Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. Bratislava, s. 95—104.
- Nemček, A. — Pašek, J. — Rybář, J. 1974: Dělení svahových pohybů. Sbor. geol. věd, ř. HIG, 11, s. 77—123.
- Sikora, J. — Hric, V. 1981: Homôľka — zosuv. [Záverečná správa z inžinierskogeologického prieskumu.] Manuskript — Geofond IGHP Žilina.
- Záruba, Q. — Mencl, V. 1958: Inžénýrska geologie. Praha, Academia, NČSAV.

Slope deformation on the state highway Ilava — Valaská Belá, section Homôľka

JOZEF SIKORA — VLASTIMIL HRIC

The sliding territory at the Homôľka elevation point in Strážovská hilly country is built of two tectonic units.

The Choč nappe forms to part of the slope and is built of limestones (anis).

The Križňanský nappe consists of rocks of lower up to upper chalk (alb-cenoman) in flysch development of marlites with positions of marly limestones. The nappe structure of strata caused its considerable slaty cleavage and disintegration.

The geological structure mentioned formed a conditioned structure for an origin and development of slope deformations.

Rocks of the Choč nappe (limestones) are gradually pressed into soft marlaceous subsoil and gravitational disintegration of limestone

massif occurs (Figs. 1, 2). The final product of this disintegration is the formation of block slope deformations (block fields). In the fore-land of block fields slides in rocks of Križňan massif with deep course of shear planes developed.

Due to natural factors, and also because of the construction of main road, partial active slides developed in the body and damaged the main road (Fig. 3).

Based on the results of the engineering-geological survey, the reconditioning of main road passing through the parting sections of active slides was designed with the aid of anchored micropile wall, deep and surface draining of the sliding territory.

Preložil O. Šimr