

František BALIAK¹

MONITORING ZOSUVNÉHO ÚZEMIA KORDÍKY – KRÁLIKY NA SLOVENSKU

MONITORING OF SLIDE AREA KORDÍKY – KRÁLIKY IN SLOVAKIA

Abstrakt

V oblasti zosuvného územia Kordíky - Králiky vyvstala potreba zhodnotenie aktivity svahových porúch a stability svahov, pretože posledne mapovanie a prieskum sa uskutočnil pred 30 rokmi. Na základe štúdia archívnych dát, monitoringu, výpočtových metód a grafických uprav máp je analyzovaný súčasný stav zosuvného územia, ktorý je potrebné poznať z dôvodu ochrany obyvateľov a majetku, rozvoja urbanizmu v obciach a budúceho využitia územia pre možnú prevenciu aktivácie svahových pohybov pri stavebných prácach.

Abstract

There was a need assessment of activity of slope failures and slope stability of the slide area called Kordíky - Rabbit in Slovak. Last mapping and survey conducted 30 years ago. This area is analyzed based on a study of archival information, monitoring, calculation methods and lay-map for the evaluation recent condition, which is necessary to know because of the protection of the people, developments urbanism in urban area and future use of area for prevent possible activation slope deformation during construction works.

1 ÚVOD

Oblasť obcí Kordíky a Králiky je súčasťou rozsiahleho územia postihnutého gravitačnými svahovými deformáciami ležiacimi na východnom okraji Kremnických vrchov západne od Banskej Bystrice. Porušené územie tu má rozlohu okolo 30 km². Na porušených svahoch leží obec Kordíky, časti obcí Králiky, Malachov, Horné Pršany a Tajov (obr. 1). Na zosuvných územiach sa nachádzajú stovky rekreačných chát, väčšie turistické chaty a lyžiarske zariadenia (skokanský mostík, lyžiarske vleky). Cez zosuvy vedú štátne cesty III. triedy, početné líniové podzemné stavby a desiatky stožiarov elektrického vedenia VN. Výskyt nestabilných svahov znemožňuje racionálne využitie ložísk ortuti nad obcou Malachov, rozširovanie obcí a výstavbu špeciálnych zariadení pre obranné účely. Zosuvy sú bariérou pre výstavbu dôležitej pozemnej komunikácie medzi B. Bystricou a Kremnicou.

Územie sa pri mapovaní v r. 1975 - 76 vyznačovalo pomerne vysokým stupňom aktivity svahových pohybov, ktoré do značnej miery ohrozovali spomenuté objekty. Preto po vyše 30 ročnom odstupe sme vykonali monitoring zosuvného územia, cieľom ktorého bolo zhodnotenie súčasného stavu.

V rámci monitoringu sme vykonali:

- Exerpciu archívnych podkladov získaných z doterajších prieskumných a monitorovacích prác a ich vyhodnotenie.
- Reambuláciu niektorých častí pôvodných účelových máp v mierke 1 : 10.000.

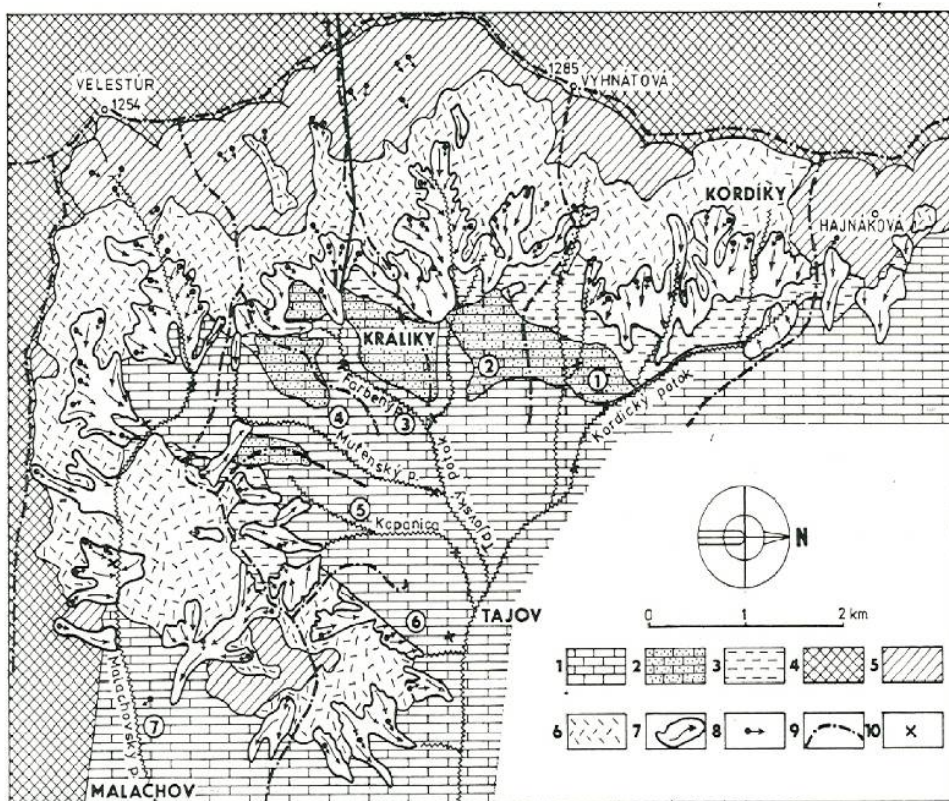
¹ prof. RNDr. František Baliak, PhD., Katedra geotechniky, Fakulta stavebná, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 11, 81368 Bratislava, tel.: (+421) 259 274 284, e-mail: frantisek.baliak@stuba.sk.

- Inventarizáciu existujúcich geologických objektov (šachtice, prístroje TM-71, vrty, geodetické body).
- Kódovanie zosuvov pre použitie v Geofonde systémom použiteľným pre Atlas zosuvov SR.
- Reambuláciu a prehodnotenie geotechnických profilov zosuvnými územiaми.
- Návrh opatrení na zabezpečenie dlhodobej stability, resp. rekonštrukciu a údržbu existujúcich diel.

Monitoring sme vykonali v rámci geologickej úlohy „Zhodnotenie efektívnosti prieskumno-sanačných prác a účinnosti stabilizačných opatrení na zosuvoch v rôznych geologických štruktúrach Slovenska“, ktorej obstarávateľom bolo MŽP SR a vykonávateľom INGEO-inghp, s.r.o Žilina (Baliak a kol., 2005).

2 CHARAKTERISTIKA SVAHOVÝCH PORÚCH

Svahové gravitačné poruchy vznikli na západnom okraji Kremnických vrchov ako dôsledok priaznivej geologickej stavby svahov. Významnú úlohu tu mal i geomorfologický vývoj územia, vlastnosti hornín a hydrogeologické pomery. Plošné rozšírenie porušeného územia, geologická stavba a hydrogeologické pomery sú schematicky znázornené na obr. 1.



Obr.1: Mapa svahových porúch V okraja Kremnických vrchov (upravená podľa J. Malgota, F. Baliaka, T. Mahra, 1976).

1 – vápence a dolomity - trias, 2 – zlepenice, pieskovce a vápence – str. eocén, 3 – íly, ílovce s vložkami pieskovcov – vrch. oligocén – sp. miocén, 4 – vulkanogénny komplex Kremnických vrchov (aglomeratické tufy, andezity) – sp. sarmat, 5 – územia tvorené blokovými rozpadlinami, 6 – územia tvorené blokovým poľom, 7 – zosuvy s označením smeru pohybu, 8 – pramene, 9 – hranice geostratigrafických ohraničení potokov, 10 – miesta merania povrchových prietokov.

V celom území sú strmé, vyššie položené časti svahov, tvoriace výbežky vulkanogénnych Kremnických vrchov tvorené rigidnými vulkanickými horninami .

Kremnické vrchy v tomto území majú zložitú geologickú stavbu. Zachovalá hrúbka vulkanitov pod hrebeňmi pohoria dosahuje už iba 300 - 400m.

Najvrchnejšiu časť a vrcholky pohoria tvoria lávové prúdy leukokrátnych andezitov a ich epiklastické brekcie sielnickej formácie (spodný sarmat). V ich podloží ležia andezity a ich pyroklastiká turčeckej formácie (vrchný báden). Subakválne lávové prúdy pyroxenických andezitov striedajúcich sa s polohami epiklastických brekcií, ktoré tu majú najväčšie plošné rozšírenie sú začlenené do zlatostudianskej formácie (Lexa et al., 1998) strednobádenského veku.

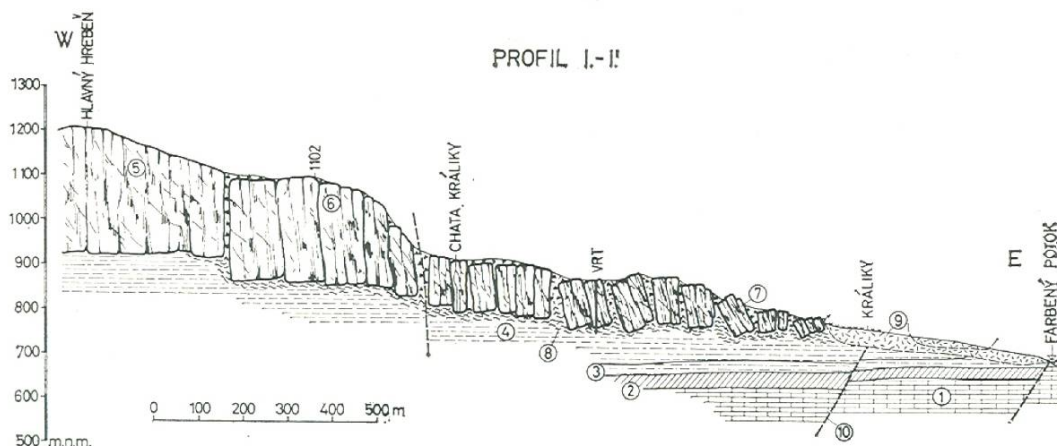
V podloží vulkanogénneho komplexu sa na stredných, miernejších častiach svahov nachádza v značnej časti územia kordické súvrstvie (spodný báden). Je tvorené plastickými tufitickými siltovcami s polohami štrkov nevulkanického pôvodu a uhoľných ílovcov a tmavých laminovaných ílovcov.

Miocénne súvrstvie leží na flyšoidnom paleogéne, ktorý sa vekove zaraďuje do podtatranskej sústavy oligocénu (Lexa et al., 1998). Tvorí tzv. hutnianské súvrstvie zastúpené súvrstvím ílovcov s vložkami pieskovcov. Na niektorých miestach v okolí Králikov je oligocén a eocén vyvinutý v podobe brekcií a zlepcov (borovské súvrstvie).

Najspodnejšie časti svahov sú tvorené vápencami a dolomitmi stredného až vrchného triasu (Hronikum – šturecký príkrov) a vápencami, škvrtitými slieňami a dolomitmi triasu a jury krížňanského príkrovu.

Výstup opísanej superpozície rigidných a plastických členov na povrch závisí od jej tektonického rozčlenenia. Zlomový systém smeru SV-JZ spôsobuje postupné zaklesávanie vulkanitov smerom do pohoria, teda na Z. Zlomový systém smeru SZ-JV člení tieto segmenty detailnejšie na sériu hrástí a poklesov.

Tektonické rozčlenenie štruktúry svahov je druhým základným predpokladom ich ďalšieho deštruktívneho vývoja, pričom pokročilosť rozpadu svahovej štruktúry závisí od výšky jej elevácie. V čiastkových depresiách, kde je kontakt tvrdého nadložného vulkanického komplexu s plastickým podložíom ponorený hlbšie, je vývoj svahových porúch spomalený, prípadne až zastavený (obr. 2).



Obr. 2: Charakteristický geologický profil východným okrajom Kremnických vrchov.

1 – vápence – trias, 2 – vápence, zlepenec, pieskovce – paleogén, 3 – ílovité bridlice – paleogén, 4 – íly, tufitické íly s vložkami piesku – neogén, 5 – aglomeratické tufy, andezity – neogén, 6 – blokové rozpadliny, 7 – izolované bloky v blokovom poli, 8 – creepové zóny, 9 – zosuvy.

Geologická stavba svahov vyvoláva v dôsledku rôznych vlastností hornín trvalo nestabilný stav. Skalné horniny vulkanického komplexu pôsobia svojou tiažou na podložné plastické poloskalné horniny, ktoré majú podstatne nižšie pevnostné charakteristiky.

Vulkanický masív je prestúpený pomerne hustou sieťou plôch mechanickej diskontinuity. Tektonické porušenie vulkanitov predstavuje podmienku, ktorá rozhoduje o tvare a veľkosti pohybujúcich sa blokov, o rýchlosti a smere ich pohybu. Bolo to dokázané výsledkami niekoľko sto meraní plôch diskontinuit (Mahr, Malgot, 1978). Vlastnosti podložných hornín (ílovce, siltovce) a materiálov tvoriacich zosuvy sú dôležité najmä pre vývoj zosunov a zemných prúdov. Aj z obmedzeného počtu skúšok, ktoré sa robili na vzorkách dôležitejších typov zemín a poloskalných hornín sa zistilo, že vlastnosti vyčlenených typov sú dosť odlišné. Štatistické spracovanie výsledkov laboratórnych skúšok dôležitejších typov zemín uvádza tabuľka 1 (Mahr, Malgot, 1978).

Z tabuľky 1 vyplýva, že najpriaznivejšie vlastnosti majú paleogénne ílovité bridlice (vlhkosť 10,3%). Z ílových minerálov v nich prevláda illit. V neogénnych ílovcoch je dominujúcim ílovým minerálom Ca-montmorillonit. Voči paleogénnym bridliciam majú ílovce nižší stupeň litifikácie, vyššiu pórovitosť a vyššiu prirodzenú vlhkosť. Kvartérne ílovité hliny majú najnepriaznivejšie vlastnosti. Majú nižšie hodnoty objemových hmotností, vyššiu vlhkosť, vyššiu plasticitu a nižšie parametre šmykovej pevnosti.

Tab. 1: Vlastnosti zemín na lokalite Kordíky – Králik.

Vlastnosti zemín Kordíky - Králiky	Označ.	Jedn.	Paleogén			Neogén			Kvartér		
			ílovce			íly			ílovité hliny		
			rozsah	\bar{x}	N	rozsah	\bar{x}	N	rozsah	\bar{x}	N
Objemová hmotnosť	O_n	g.cm ⁻³	2,03-2,44	2,27	32	1,90-2,38	2,19	39	1,84-2,22	2,07	45
Suchá objemová hmotnosť	O_d	g.cm ⁻³	1,84-2,31	2,05	32	1,48-2,21	1,94	39	1,36-1,95	1,74	45
Merná hmotnosť	O_s	g.cm ⁻³	2,66-2,77	2,71	18	2,54-2,74	2,69	32	2,62-2,76	2,76	26
Prirodzená vlhkosť	w_n	%	4,6-17,5	10,3	36	6,9-28,1	13,7	50	11,8-36,0	19,6	45
Medza tekutosti	w_l	%	29,0-59,0	46,4	19	23,0-68,0	46,7	48	29,0-63,0	49,8	30
Medza plasticity	w_p	%	19,0-28,0	22,5	19	16,0-30,0	23,5	42	18,0-32,0	23,5	30
Index plasticity	I_p	%	8,0-38,0	23,9	19	5,0-41,0	23,2	42	10,0-35,0	26,3	30
Index konzistencie	I_c	-	1,25-2,20	1,55	19	0,86-2,14	1,46	42	0,77-1,57	1,12	30
Pórovitosť	n	%	15,6-32,2	23,5	18	17,8-44,2	28,1	32	27,7-49,1	37,0	26
Stupeň nasýtenia	S_r	%	62,7-99,1	86,2	17	65,2-99,4	90,1	31	53,7-100	92,6	25
Vápnitosť	CaCO ₃	%	0,6-20,7	7,23	22	0,03-21,7	8,44	36	0,0-22,7	6,42	24
Obsah organických látok	I_o	%							1,1-1,8	1,45	2
Ílová aktivita	A_c		0,65-1,70	1,02	15	0,89-11,0	3,04	33	0,57-14,5	1,99	24
Obsah psamitov		%	7-29	12,9	17	7-30	15,2	34	8-19	12,8	24
Obsah aleuritov		%	31-65	47,1	17	34-84	54,4	34	36-60	46,3	24
Obsah pelitov		%	25-52	40,0	17	3-55	30,3	34	33-53	40,9	24
Obsah ílovitých častíc		%	10-35	24,0	17	1-28	13,1	34	5-37	19,8	24

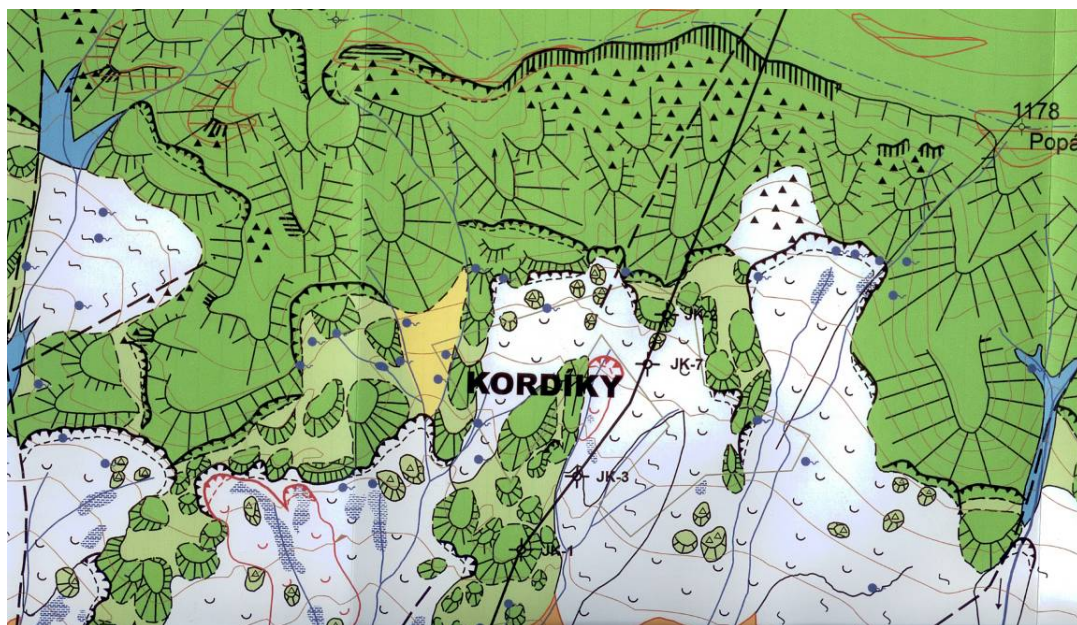
Zo schematickej mapy porušeného územia (obr. 1) vidno, že jednotlivé typy porúch sa vyznačujú v rôznych častiach územia charakteristickým vývojom. Na základe rozdielov v ich vývoji možno vyčleniť tri vzájomne sa líšiace územné celky:

1. Svahové poruchy na pravej strane Malachovského potoka začínajú v okolí obce Horné Pršany, kde vulkanity ležia na tektonicky poklesnutých neogénnych ílovcoch. Svahové poruchy sú tu ovplyvnené tektonikou smeru S-J. Územie nesie všetky stopy mladého vývoja. Bloky sú presunuté iba nakrátko. Zachovali si výraznú morfológiu. Siahajú väčšinou až do dna doliny.
Vyššia (západná) časť doliny je viazaná na elevačnú štruktúru a svahy nadobudli rýchlejší gravitačný vývoj. V dne doliny už vystupuje mezozoikum. V blízkosti rozvodnice sa vyvinuli až 30 m vysoké strmé skalné steny modelované rúťovým pohybom. Na stredných častiach svahov ležia blokové polia a zosuny.
2. Svahové poruchy tvoria súvislý pás od kóty Veľestúr až k obci Harmanec, kde sedimenty paleogénu a miocénu vyклиňujú a vulkanity už ležia priamo na skalnom mezozoiku.
Blokové rozpadliny sú podmienené tektonikou SV-JZ a SZ-JV smeru. Takéto výrazné rozpadliny sú pod kótami Lopúchový vrch, Mýtny vrch, Suchá hora, Popálenisko a Plešina.
Rozsiahly vývoj blokových polí vznikol v okolí ložiska Hg-rúd Veľká Studňa v uzávere Malachovského potoka, ktorý bude podrobnejšie opísaný v kap. 4. Najvýraznejšie bloky sa zachovali v okolí Chaty nad Králikami (obr. 2). V oblasti medzi chatou a obcou Králiky vznikli bloky s úklonom proti svahu. Na jednom z nich bol situovaný vrt, ktorý zistil až 117 m mocnosť aglomeratických tufov. Uzáver Kordického potoka je na juhu ohraničený dlhou bočnou rázsochou, ktorá predstavuje typickú rozpadlinu s charakteristickým stupňovitým reliéfom. V strednej časti vznikol široký amfiteáter, v ktorom leží obec Kordíky. Na hlavnom hrebeni sa nachádza asi 1400 m dlhá a 30 - 60m vysoká zvislá odlučná stena blokových rozpadlín.
3. V centrálnej časti územia sa zachovali relikty vulkanitov v tektonickej depresii medzi Malachovom a Tajovom. Komplikovaná stavba vznikla v okolí Nemeckého vrchu, ktorý predstavuje vypreparovaný peň lineárnej erupcie. Lákové prúdy sú tu intenzívne porušené. Do Malachovského potoka smerujú prúdy bazaltoidného andezitu, ktoré tam spôsobujú bulgingové javy. Smerom SV smerujú do Mutenského potoka prúdové zosuny, ktoré spôsobili prehradenie doliny a vznik jazera hradeného typu.
Rozsiahle porušené územie leží i v okolí pňa Suchého vrchu. Sopečné teleso je tektonicky rozdiferencované a smerom na juh a juhovýchod je zaklesnuté.

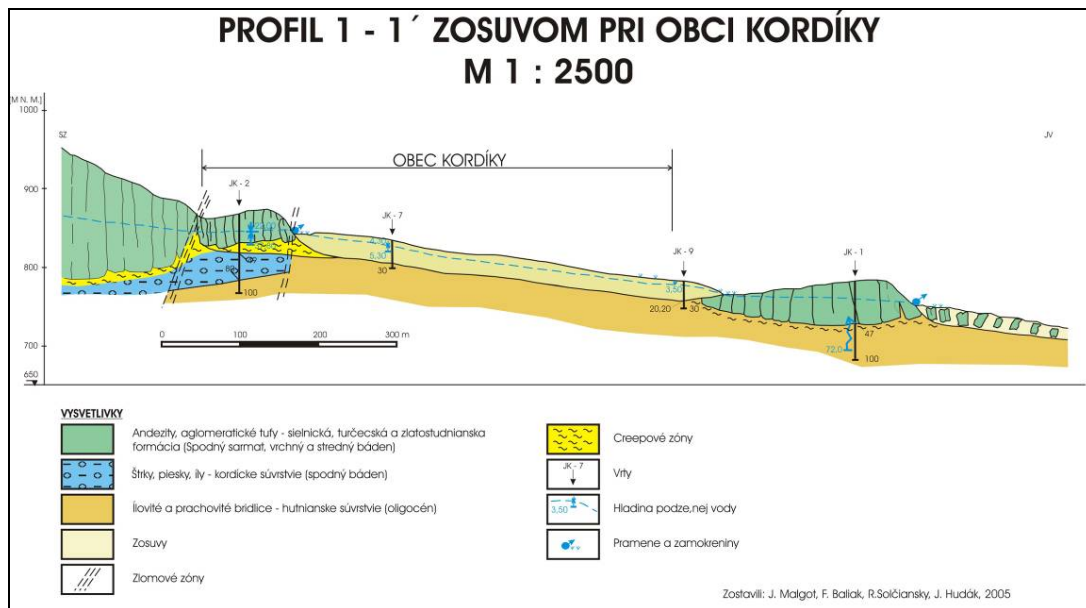
3 ZHODNOTENIE SÚČASNÉHO STAVU ZOSUVNÉHO ÚZEMIA KORDÍKY - KRÁLIKY

3.1 Opis pôvodného stavu

Geologická mapa svahových deformácií v okolí obce Kordíky v mierke 1 : 10000 je súčasťou mapy celého porušeného územia (Malgot, Baliak, Mahr, 1976). Horné strmé časti svahov až po rozvodnicu Kremnického pohoria sú tvorené mohutnými deformáciami blokového typu (obr. 3, 4). Blokové rozpadliny sú odtrhnuté od materského masívu odtrhovou skalnou stenou o výške okolo 20m. Jej priebeh je približne zhodný s rozvodnicou. Na úpätí blokových rozpadlín – približne na V okraji obce je vulkanický komplex tektonicky zaklesnutý pozdĺž zlomovej línie smeru SV-JZ (obr. 4). Pod komplexom blokových rozpadlín sú na svahoch o sklone 8 - 10° vyvinuté blokové polia a zosuvy prevážne potenciálneho až stabilizovaného charakteru. Vznikajú po vrstvách flyšoidného paleogénu. Šmykové plochy sú rovinné, rovnobežné so sklonom terénu, v hĺbke 20 - 25 m.



Obr. 3: Mapa svahových deformácií v okolí obce Kordíky 1 : 10 000 (výrez).



Obr. 4: Profil zosuvným územím pri obci Kordíky.

3.2 Hodnotenie súčasného stavu

Podrobnou obhliadkou územia sa v okolí obce našli určité stopy aktivizovania svahových pohybov. Nové aktivizované zosuvy vznikli mimo intravilánu obce iba v akumulčných oblastiach zosuvov. Porušujú a ohrozujú príjazdovú štátnu cestu 3. triedy vo viacerých úsekoch.

Obec Kordíky je postavená na telesách blokových polí a zosuvov potenciálneho až stabilizovaného štádia. Pri podrobnej obhliadke domov v obci sme zistili stopy porušenia niektorých objektov. Tieto poruchy však nie sú typické pre zosuvné pohyby. Môžu byť vyvolané aj inými vplyvmi (objemové zmeny a p.). V intraviláne obce sa vyskytujú územia, ktoré javia súčasné aktivity pohybov. V týchto územiach je nutné vylúčiť ďalšiu výstavbu.

Celkovo možno konštatovať, že väčšia časť územia je dlhodobo stabilizovaná systémom odvodňovacích povrchových drenov, ktoré udržiavajú majiteľov pozemkov.

Na základe súčasného mapovania dotknutého územia sme vykonali stabilitnú analýzu súčasného stavu v profile 1-1' (obr. 3). Pri prieskume v r. 1975 v tomto profile nebola vykonaná stabilitná analýza. V profile boli odvrtné 4 vrtý (JK-1, 2, 7 a 9) v r. 1975.

3.3 Analýza súčasnej stability

Pre samotný výpočet stupňa stability v profile 1-1' boli potrebné zadať nasledovné údaje:

- morfológia povrchu terénu,
- geometrický tvar a hĺbka šmykových plôch,
- pevnostné parametre a objemovú tiaž zemín a hornín,
- hladinu podzemnej vody

Morfológia terénu je zrejmá z obr. 4.

V hornej časti svahu je vyvinutá bloková deformácia, kde bloky andezitov (priemerná mocnosť okolo 40 m) sa posúvajú po creepovej zóne vytvorenej v kordickom súvrství (ílovce a siltovce s polohami štrkov). Creepová zóna bola vrtom JK-2 zistená v hĺbke 37,8 - 49,0 m p. t. Pri stabilitnom výpočte sme uvažovali s hĺbkou šmykovej plochy na báze creepovej zóny.

V predpolí blokovej deformácie sa nachádza zosuvné územie, ktoré je vyvinuté v prostredí paleogénneho flyšu (ilovce s vložkami pieskovcov). Šmykové plochy uvedených zosuvov boli zistené v hĺbke cca 20 - 25 m a mali planárny charakter (JK-7 a JK-9).

Vlastnosti zemín a hornín vystupujúcich nad šmykovými plochami v profile sú uvedené v tab. 2. Boli zisťované početnými laboratórnymi skúškami a uvedené hodnoty predstavujú priemerné hodnoty jednotlivých parametrov .

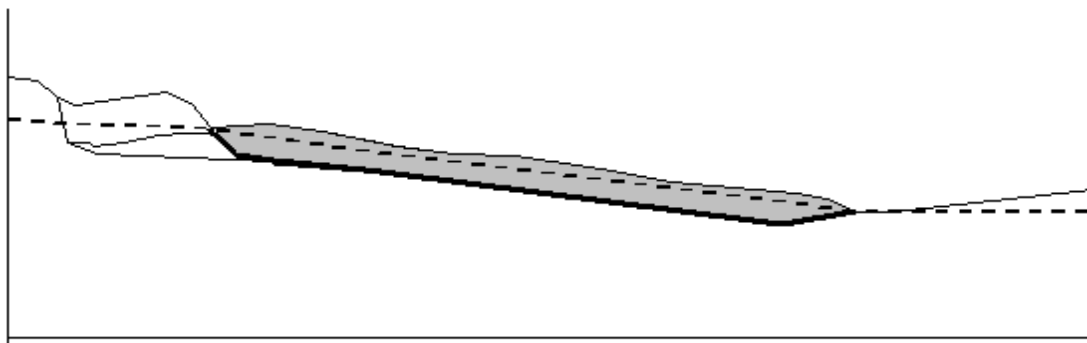
Tab.2 Priemerné hodnoty geotechnických parametrov vstupujúcich do výpočtov stability.

Horniny	Objemová tiaž – γ (kN.m ⁻³)	Reziduálny uhol vnútorného trenia - φ_r (°)	Reziduálna súdržnosť – c_r (kPa)
andezity	22,40	-	-
kordické súvrstvie	18,70	12,33	0
paleogénne flyšové súvrstvie	19,40	15,4	0

Hladina podzemnej vody bola do výpočtu zavedená na základe jej zistení počas realizácie prieskumných prác. Uvedenú výšku hladiny podzemnej vody považujeme za maximálnu.

Výpočty stability boli realizované uvedenou metódou S. K. Sarmu pomocou programu GEO4 (firma FINE s.r.o.).

Najskôr bola analyzovaná stabilita zosuvov vynitých v nižšej časti svahu (paleogénny flyš). Model pre uvedený výpočet stability je na obr. 5.



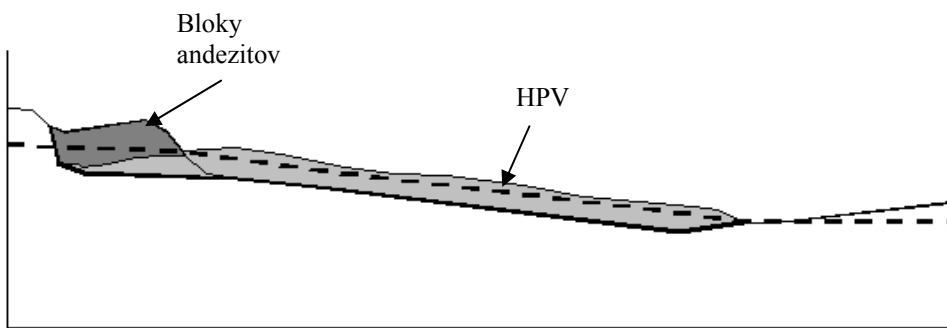
Obr. 5: Model pre výpočet stability zosuvu z prílohy č. 3 ($\varphi_r = 15,4^\circ$, $c_r = 0$ kPa).

Vypočítaná hodnota stupňa stability je:

$$F_s = 1,46$$

Z uvedeného vyplýva, že zosuvný svah pod blokovým poľom za súčasných podmienok vykazuje pomerne vysoký stupeň stability.

Ďalej bola výpočtovo analyzovaná stabilita celého svahu, teda aj s blokovou deformáciou. V uvedenom výpočte sa počítalo s viacerými hodnotami reziduálnej šmykovej pevnosti na celkovej šmykovej ploche, podľa typu hornín (zemín), ktorými šmyková plocha prechádza. Model pre uvedený výpočet stability je na obr. 6.



Obr. 6: Model pre výpočet stability zosuvu z prof. č. 3.

flyš - $\varphi_r = 15,4^\circ$, $c_r = 0\text{kPa}$

creepová zóna pod blokmi andezitov - $\varphi_r = 12,33^\circ$, $c_r = 0\text{kPa}$

Vypočítaná hodnota stupňa stability celého svahu je:

$$F_s = 1,35$$

Z uvedeného vyplýva, že zosuvný svah aj s blokovým poľom za súčasných podmienok vykazuje nižší stupeň stability ako zosuvný svah viazaný na flyšový paleogén. Je to vyvolané predovšetkým nižšími parametrami šmykovej pevnosti kordického súvrstvia a zvýšením aktívnych síl od priťaženie andezitových blokov.

Avšak aj zistený stupeň stability celého svahu poukazuje na pomerne vysokú stabilitu za súčasných podmienok.

4 ZÁVERY A ODPORÚČANIA NA ZABEZPEČENIE DLHODOBEJ STABILITY ZOSUVNÉHO ÚZEMIA

Na základe podrobných kontrolných obhliadok celého územia o rozlohe 30km^2 sme nenašli stopy rozsiahlejších aktivizácií svahových pohybov.

V územiach tvorených deformáciami blokového typu je i v súčasnosti pohyb blokov aktívny. Z výsledkov meraní v najaktívnejšej oblasti Veľkej Studne v r. 1975 - 1978 predpokladáme, že celkové pohyby blokov sú nepretržité, rádovo v mm/rok. Takéto pohyby nedokážu zanechať na povrchu viditeľné stopy. Zosuvy a zemné prúdy sú väčšinou upokojené. Najnebezpečnejšie aktivity v okolí V. Studne sú už ukončené. Hrozba aktivizácie svahových pohybov v celom území je minimálna.

Pri ďalšom využívaní územia aj napriek upokojenému stavu svahových pohybov treba postupovať opatrne. Je možné uvažovať s výstavbou ľahších objektov (chaty, rodinné domy a p.). Treba sa však vyhnúť budovaniu väčších zárezov najmä v odlučných a akumuláčnych častiach zosuvov.

Pri rozširovaní obcí a novej výstavbe komunikácií v zosuvmi porušených svahoch je však potrebná inžiniersko-geologická expertíza. Jej úlohou je stanovenie podmienok výstavby tak, aby sa vylúčili aktivizácie zosuvov lokálneho významu.

Kontrolný monitoring zosuvného územia Kordíky – Králiky o rozlohe cca 30km^2 jednoznačne preukázal postupnú stabilizáciu svahových deformácií. Pravdepodobne je to spôsobené oslabením klimatických faktorov a účinnejšími preventívnymi opatreniami, ktoré tu vykonávajú majitelia pozemkov, domov a rekreačných chát.

Analýza stability svahu v okolí obce Kordíky preukázala, že v súčasnosti je väčšia časť územia dostatočne stabilná.

LITERATURA

- [1] BALIAK, F., MALGOT, J., SOLČIANSKY, R., HUDÁK, J., KOPECKÝ, M., 2005: Zhodnotenie efektívnosti priskumno-sanačných prác a účinnosti stabilizačných opatrení na zosuvoch v rôznych geologických štruktúrach Slovenka – lokalita Kordíky-Králiky. Manuskript, Archív MŽP SR Bratislava
- [2] LEXA, J. et al., 1998: *Geologická mapa Kremnických vrchov*. GS SR, Bratislava.
- [3] MAHR, T., MALGOT, J., 1978: Influence of discontinuities on the gravitational desintegration of rock masses. In: *Proc. of the IIIrd Congr. IAEG*, Vol. 2, pp. 35-50, Madrid.
- [4] MALGOT, J., BALIAK, F., MAHR, T., 1976: *Kordíky – Králiky – prieskum zosuvov*. Záverečná správa. Manuskript, Archív GS SR Bratislava.
- [5] MALGOT, J., BALIAK, F., 1977: Vplyv hydrogeologických podmienok na vznik gravitačných porúch východných svahov Kremnických hôr. *Mineralia Slovaca*, 9, 5, s. 361-366, Bratislava.
- [6] MALGOT, J., BALIAK, F., MAHR, T., 1997: *Inžineirskogeologický prieskum ložiska Hg rúd Veľká Studňa*. Manuskript, Archív GS SR Bratislava.

V príspevku boli použité poznatky zistené v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0599/08.

Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Marian Marschalko, Ph.D., Institut geologického inženýrství, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 17.listopadu 15, 708 33 Ostrava – Poruba.