

50 rokov od katastrofálneho zosuvu v Handlovej

FRANTIŠEK BALIAK a IGOR STRÍČEK

Katedra geotechniky, SvF STU, Radlinského 11, 813 68 Bratislava
frantisek.baliak@stuba.sk; igor.stricek@stuba.sk

50 years after catastrophic landslide in Handlová (Slovakia)

50 years have passed after catastrophic landslide in Handlová. 20 million cubic metres of sliding mass had started move at the turn of the years 1960 and 1961. Landslide damaged 150 buildings, 2 km length of state road 1/50, south-eastern part of Handlová water supply piping network, several parts of high-voltage power lines, etc. This landslide became an impulse for the statewide registration of landslides in the former Czechoslovak Socialist Republic. Ever since the investigation and research have resulted into the Atlas of slope stability maps of SR at a scale 1 : 50 000. This long period is divided into four stages in the article.

The first stage is represented by characterization of catastrophic landslide in Handlová. The extend of damage, methodology of research, stabilization methods and area monitoring are described.

In the second stage there is an overview of the solutions of slope movements from the time of catastrophic landslide (1960–1961) to the start of compiling the Atlas of slope stability maps of Slovak Republic (SR) at a scale 1 : 50 000 in 1997. This stage was a period of very intensive study of slope movements, especially in the area of registration and mapping, as well as assessing areas in terms of landslide hazards and improvement methods of investigation of disturbed slopes. Suggestions of areas for stabilization and implementation of stabilization measures were also part of extensive surveys.

The third stage is the process of compiling the Atlas of slope stability maps of SR from 1997 till 2006. There are presented research teams, role of individual goals, compiling methodology and some statistical data resulting from the project solution.

The fourth stage is the period since publishing the Atlas (2006) to the present. This period is characterized primarily by further catastrophic landslides in Slovakia, which have been investigated.

Key words: slope deformations, landslide registration, atlas of landslides, research phases

Úvod

V roku 2011 uplynulo 50 rokov od vzniku „katastrofálneho zosuvu“ v Handlovej. Na prelome rokov 1960 a 1961 sa zosunulo 20 mil. m³ zosuvných mäs (Záruba a Mencl, 1969), ktoré zničili 150 domov, 2 km dlhý úsek štátnej cesty 1/50, juhovýchodnú vetvu handlovského vodovodu, niekoľko liniek vysokého napätia atď. (Nemčok, 1982). Tento zosuv sa stal impulzom pre celoštátnu registráciu zosuvov vo vtedajšej ČSSR. Výskum a prieskum zosuvov od tohto času až po dnešok vyústil do zostavenia Atlasu máp stability svahov v SR M 1 : 50 000. Celé toto obdobie až po súčasnosť je v príspevku rozdelené na 4 etapy.

V prvej etape je charakterizovaný samotný katastrofálny handlovský zosuv z rokov 1960 – 1961. Sú tu uvedené škody spôsobené zosuvom, jednotlivé metódy prieskumu zosuvu, spôsoby stabilizácie územia a jeho monitoring.

V druhej etape je podrobnejšie uvedený prehľad riešenia svahových pohybov od obdobia katastrofálneho zosuvu (1960 – 1961) po začiatok prác na zostavení Atlasu máp stability svahov SR v mierke 1 : 50 000, t. j. do roku 1997. Táto etapa predstavovala obdobie veľmi intenzívneho

štúdiu svahových pohybov hlavne v oblasti ich registrácie a mapovania, rovnako v hodnotení území z hľadiska stability a zdokonaľovania metód prieskumu porušených svahov. Súčasťou rozsiahlych prieskumov boli návrhy stabilizácie území, resp. realizácie stabilizačných opatrení.

Tretia etapa predstavuje proces zostavovania samotného Atlasu máp stability svahov SR v M = 1 : 50 000, t. j. roky 1997 až 2006. Uvedené sú tu riešiteľské kolektívy, jednotlivé ciele úlohy, metodika zostavovania atlasu a niektoré štatistické údaje vyplývajúce z riešenej úlohy.

Štvrtá etapa zachytáva obdobie od zostavenia Atlasu (2006) po dnešok. Pre toto obdobie je charakteristický hlavne vznik ďalších katastrofálnych zosuvov na Slovensku, ktoré boli riešené prakticky.

Katastrofálny zosuv v Handlovej v r. 1960 – 1961

Predmetný handlovský zosuv sa nachádza na severo-západnom okraji Kremnických vrchov a v južnej časti Handlovskej kotliny (obr. 1 a 2).

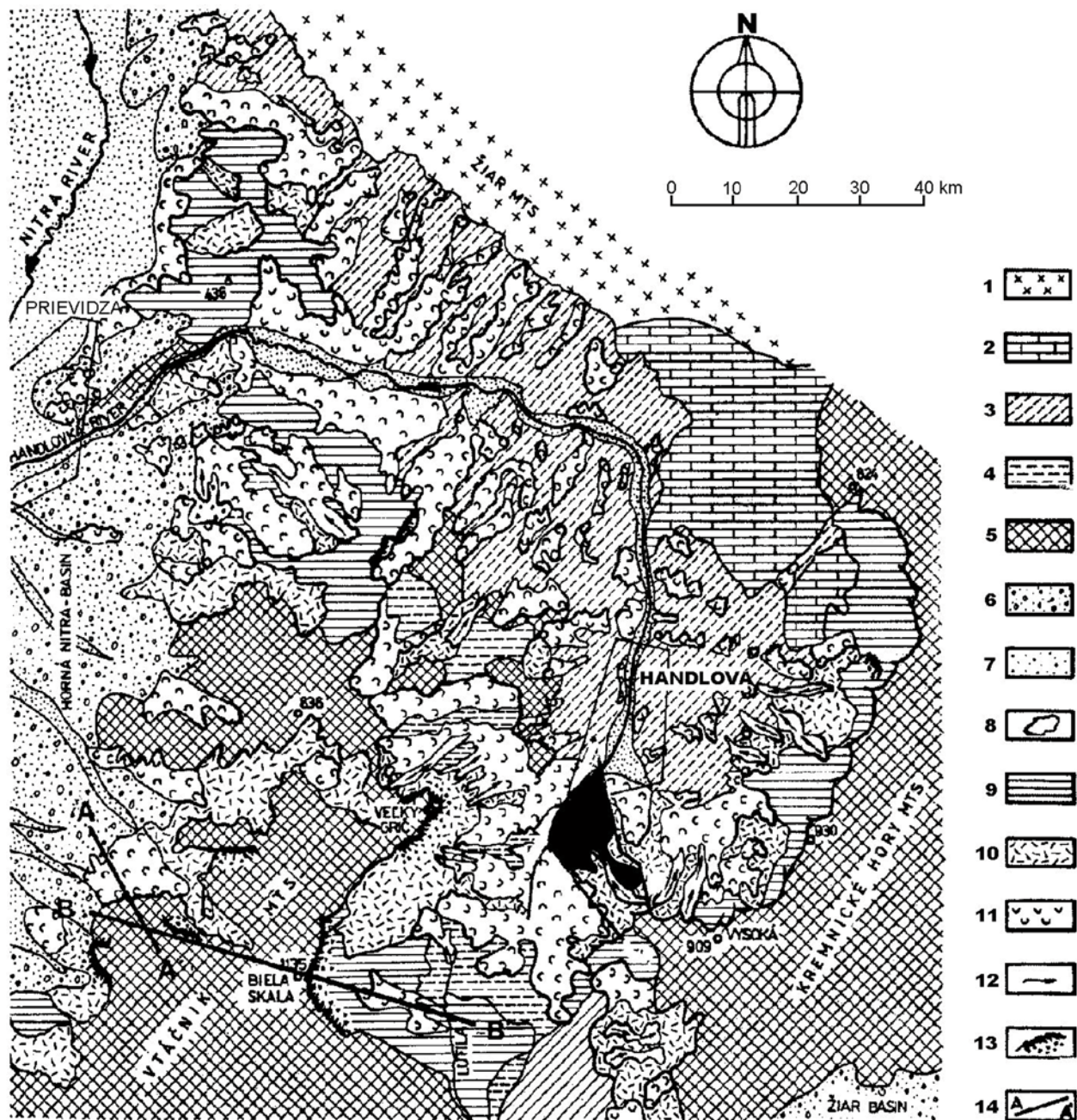
Rozsiahly výskyt svahových deformácií je v oblasti Handlovskej kotliny podmienený geomorfologickými,

geologickými a hydrogeologickými podmienkami, vhodnými pre ich vznik, ktoré sa tu vytvorili ako logický dôsledok geomorfologicko-geologického vývoja svahov kotliny.

Handlovská kotlina predstavuje tektonicko-erozívnu kotlinu elipsovitého tvaru (9 x 6 km), pretiahnutú v smere S – J. Zo severu je ohraničená jadrovým pohorím Žiar,

zo západu a východu vulkanickými pohoriami Vtáčnik a Kremnické vrchy. Odvodňuje ju Handlovka (prítok Nitry) a Lutíla (prítok Hrona).

Sedimentárnu výplň kotliny tvoria flyšoidné vrstvy paleogénu. Na paleogénnych horninách ležia tzv. podložné tufity (pieskovcové a zlepencové tufity) bádenského



Obr. 1. Schematická mapa svahových deformácií v okolí Handlovej. 1 – kryštalínium; 2 – vápence a dolomity (Pohorie Žiar); 3 – ílovité bridlice, pieskovce (paleogén); 4 – tufitické íly; 5 – andezity, aglomeratické tufy, zlepencové tufity; 6 – štrky s vložkami ílov (neogén); 7 – aluviálne náplavy; 8 – ohraničenie svahových deformácií; 9 – blokové rozpadliny; 10 – blokové polia; 11 – zosuvy (katastrofický zosuv – čierna výplň); 12 – zemné prúdy; 13 – skalné zrútenia; 14 – profile 1 a 2 (Malgot a Baliak, 1996).

Fig. 1. Schematic map of slope deformations near Handlová. 1 – crystalline schists; 2 – limestones and dolomites (Žiar Mts.); 3 – marly shales, sandstones (Paleogene); 4 – tuffaceous clays; 5 – andesites, agglomeratic tuffs, tuffaceous conglomerates; 6 – gravels with clay bands (Neogene); 7 – alluvial deposits; 8 – demarcation of slope deformations; 9 – block rifts; 10 – block fields; 11 – landslides (catastrophic landslide – in black); 12 – mudflows; 13 – rockfalls; 14 – cross-sections (Malgot and Baliak, 1996).

veku, produktívne súvrstvie a nadložné íly. Na niektorých miestach ležia na týchto vrstvách štrky a íly sarmatského veku, ktoré majú relatívne malú hrúbku.

Vulkanogénne horniny tvoriace vlastné masívy Kremnických hôr a Vtáčnika ležia na týchto relatívne málo konsolidovaných sedimentárnych a sedimentárno-vulkanických sériách. Prevládajú tu chaotické balvanité aglomeratické tufy, ktoré sa striedajú s príkrovmi a prúdmi andezitov. Celková hrúbka vulkanického komplexu pôvodne vysoko prekročovala 1 000 m. Dnes sú už vulkanity úplne oderodované, alebo tvoria iba reliktu s hrúbkou do 400 m.

Počas sopečnej činnosti sa začalo celé územie nerovnomerne vyzdvihovať. Pohorie Vtáčnik a Kremnické pohorie v súčasnosti predstavujú charakteristické hrastové štruktúry. Najdôležitejšiu úlohu pri celkovom geomorfologickom vývoji Handlovskej kotliny, v súlade s postupujúcou hĺbkovou eróziou a následným výzdvihom územia, tu nadobudli svahové pohyby hornín.

Vulkanické horniny sa po obvode celej kotliny pomaly zabávajú do svojho plastického podložja a posúvajú sa po svahoch. Odlučné hrany blokových rozpadlín a blokových polí sú výrazne vyvinuté pozdĺž celého západného okraja Kremnických vrchov od obce N. Lehota až po údolie Rematského potoka, kde už vulkanity ležia priamo na dolomitoch pohoria Žiar. Podobne sú výrazné i na okraji Vtáčnika medzi Bielou Skalou, Veľkým a Malým Gričom až po Jelení vrch a obec Hradec. Proces gravitačného rozpadu Vtáčnika prebieha aj na jeho styku s Nováckou kotlinou.

Na obvode blokových polí tu vzniká obruba zosunov. Svahy sú v stave trvalej nerovnováhy. Zosuvné pohyby sa

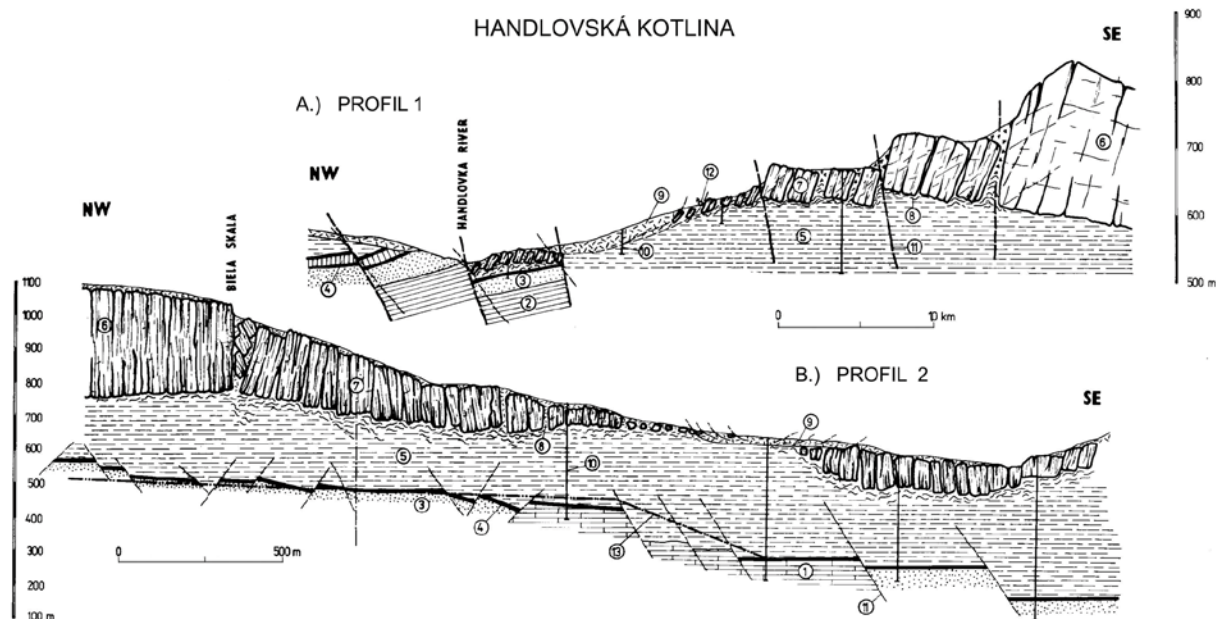
neustále oživujú aj pri najmenších zrážkových anomáliách. Trvalý nerovnovážny stav je neustále obnovovaný aj intenzívnou hĺbkovou a bočnou eróziou Handlovky a jej prítokov, ako aj potokov odvodňujúcich SZ svahy Vtáčnika. Z umelých impulzov treba spomenúť predovšetkým vplyvy priťažovacích násypov, odval hlušiny, rôzne zárezy a pod. (Malgot a Baliak, 1996).

Pod pásmom blokových rozpadlín sa rozkladajú blokové polia. Najďalej do doliny zasahujú pod Traslavým vrchom. Medzi nimi sa v r. 1960 reaktivizoval handlovský zosuv, ktorý mal katastrofálny priebeh.

Handlovský zosuv sa rozvíjal od 11. 12. 1960 do 30. 5. 1961 a dosiahol dĺžku 1 630 m. V odlučnej oblasti mal tvar a charakter 80 – 110 m širokého zemného prúdu, formujúceho sa v mieste starého zemného prúdu v strede svahovej depresie. V dolnej časti sa však rozšíril, pretože sa k nemu pripojil zo severnej strany ďalší vedľajší zosuv. Spoločná šírka v akumulačnej oblasti bola 1 200 m (obr. 3 a 5).

Zosuvný pohyb mal najväčšiu intenzitu v dňoch od 22. 12. 1960 do 20. 1. 1961. Rýchlosť pohybu bola až 6,30 m za 24 hodín. Horizontálne posuny hmôt v strednej časti boli 240 m, v akumulačnej časti 22 m. Hrúbka zosuvu bola v odlučnej časti 7 m, v akumulačnej časti 25 – 30 m. Celková kubatúra zosunutých hmôt dosahovala 20 mil. m³ (Záruba a Mencl, 1969).

Príčinou reaktivizácie starého zosuvu v depresii pod Traslavým vrchom bola zrážková anomália od júna do decembra 1960. Podľa zrážkomerných staníc v Handlovej a Prievidzi zrážky prekročili päťdesiatročný priemer o 50 %. Staré zosuvné masy v depresii sa nasýtili vodou



Obr. 2. Charakteristické profile Handlovskej kotliny. 1 – pestré bridlice (mezozoikum); 2 – ílovce a pieskovce (paleogén); 3 – podložné zlepenkové tufity (báden); 4 – uhľonosné vrstvy; 5 – nadložné íly; 6 – andezity, aglomeratické tufy (sarmat); 7 – blokové rozpadliny; 8 – creepové zóny; 9 – zosuvy; 10 – vrty; 11 – zlomy; 12 – pramene (Malgot a Baliak, 1996).

Fig. 2. Geological cross-sections through the Handlovská kotlina Basin. 1 – variegated shales (Mesozoic); 2 – shales and sandstones (Paleogene); 3 – underlying conglomerate tuffs (Badenian); 4 – coal-bearing layers; 5 – overlying clays; 6 – andesites, agglomeratic tuffs (Sarmatian); 7 – block rifts; 8 – creeping zones; 9 – landslides; 10 – boreholes; 11 – faults; 12 – springs (Malgot and Baliak, 1996).

a nahrnuli sa do predpolia depresie. Pod ich hmotnosťou sa postupne odtrhli i dolné časti svahov a zosunuli sa do doliny Handlovky (Nemčok, 1982).

Dôležitým faktorom aktivizácie zosuvu bola aj skutočnosť, že v posledných rokoch tu neboli udržiavané staré drenáže a systémy povrchového odvodnenia a pastviny boli upravované nevhodne – rozoraním a zničením drnovej prikrývky (Záruba a Mencl, 1969).

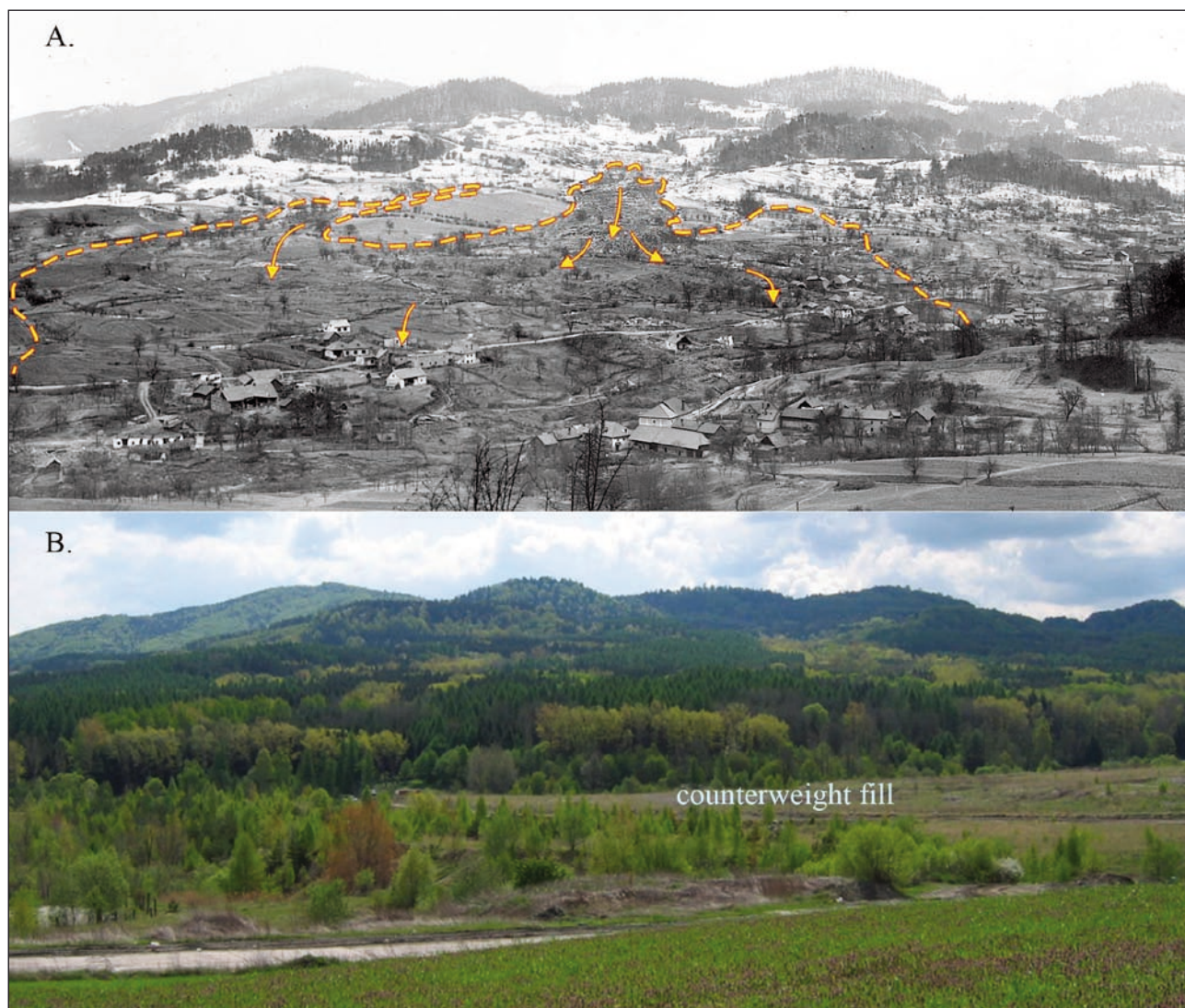
Handlovský zosuv zničil 150 obytných domov (obr. 4), úsek štátnej cesty 1/50 s dĺžkou 2 km, juhovýchodnú vetvu handlovského vodovodu, niekoľko liniek vysokého napätia atď. (Nemčok, 1982). Bezprostredne po vzniku zosuvu sa začali vykonávať geologické prieskumné a sanačné práce. Vzhľadom na závažnosť problému bola v roku 1961 zriadená v Handlovej „Protizosuvná stanica“.

V rámci prieskumných prác sa najprv zisťovalo postupné rozširovanie zosuvu a sledovali sa deformácie ohrozených

objektov, hlavne za účelom organizovania záchranných a vypratávacích prác.

Vykonávanie vrtných prác bolo vzhľadom na značnú aktivitu zosuvu veľmi obtiažne a nie všetky plánované vrty sa podarilo zrealizovať. Aj napriek tomu boli hodnoverne vykreslené priebehy šmykových plôch v jednotlivých profiloch. Vrtnými prácami bola tiež potvrdená skutočnosť, že išlo o reaktivizáciu starého (potenciálneho) zosuvu, pretože staré koryto Handlovky bolo prekryté zosuvnými masami hrúbky 12 m (Záruba a Mencl, 1969).

Veľká pozornosť bola venovaná meraniam rýchlosti pohybov v období od 22. 12. 1960 (t. j. už 10 dní po začiatku pohybov) až do 31. 5. 1961, keď sa pohyby celkom ustálili. Na meranie rýchlosti pohybov bolo vytýčených 9 geodetických profilov v zosuve a polygónový ťah pozdĺž štátnej cesty 1/50. Najväčší vodorovný posun – až 240 m – bol nameraný v strednej časti zosuvného



Obr. 3. Pohľad na katastrofálny handlovský zosuv. A – po zosuvnom pohybe v rokoch 1960 – 1961 (foto Nemčok a Malgot, 1961); B – súčasný stav so stabilizačným násypom (counterweight fill) pri päte svahu (foto Ingár, 2008, in Vlčko et al., 2008).

Fig. 3. View on the catastrophic landslide in Handlová. A – situation after the sliding in 1960–1961 (photo Nemčok and Malgot, 1961), B – current situation with counterweight fill near the slope heel (photo Ingár, 2008, in Vlčko et al., 2008).

prúdu. Maximálna rýchlosť zosuvu bola nameraná v prvých dňoch, a to až 6,30 m za deň (Záruba a Mencl, 1969). Súčasťou geologických prieskumných prác bolo aj inžinierskogeologické mapovanie Handlovskej kotliny v mierke 1 : 5 000 (Buroš et al., 1961).

Sanačné práce sa začali vykonávať ihneď po vzniku zosuvu. V prvej fáze to boli havarijné opatrenia, v rámci ktorých sa odčerpávala povrchová voda z telesa zosuvu a podzemná voda z hydrogeologických vrtov a existujúcich studní. Ako definitívne sanačné prvky sa vybudovali v čele zosuvu štôlne so zabudovanou drenážou a horizontálne odvodňovacie vrty. Okrem toho sa zachytili všetky pramene a povrchové toky nad odľučnou hranou zosuvu a odvieďli sa zakrytým kanálom do Mlynskej doliny. V telese zosuvu sa vybudoval systém pozdĺžnych zberných rigolov, odvodňujúcich povrchovú vodu, a tok Handlovky bol zregulovaný niekoľkými kamennými stupňami.

V rokoch 1964 – 1965 bolo zosuvné územie zalesnené vhodnými, prevažne ihličnatými drevinami. V roku 1970 sa na mnohých miestach Handlovskej kotliny obnovili svahové pohyby, ktoré boli následne ďalším impulzom na vytvorenie definitívnych sanačných opatrení. Pre územie katastrofálneho zosuvu, ale aj protilahlého svahu to bolo vybudovanie stabilizačného násypu v údolí Handlovky so začiatkom prác v roku 1973 (Spusta a Hagara, 1996). Účinnosť sanačných opatrení sa monitoruje pomocou siete monitorovacích bodov (obr. 5).

Sieť monitorovacích bodov bola vytvorená a postupne dobudovávaná počas realizácie jednotlivých etáp prieskumných a sanačných prác. Tvoria ju geodetické body umiestnené v 4 líniiach, 5 inklinometrických vrtov, sústava piezometrických vrtov a 6 základných stanovísk s objektmi na meranie výdatnosti subhorizontálnych vrtov. Pravidelné monitorovacie merania sa vykonávajú od roku 1995. Analýza výsledkov meraní poukazuje na to, že v súčasnosti sa náznaky prejavov pohybovej aktivity zosuvných hmôt sústreďujú predovšetkým do okolia odľučnej oblasti, kým akumuláciu časť zosuvu dostatočne stabilizuje stabilizačný násyp. Priaznivý vplyv na stabilitu svahu má i jeho trvalé povrchové a podpovrchové odvodnenie (Wagner, 2008; Ingár a Wagner, 2004).

Od katastrofálneho zosuvu (1960 – 1961) po Atlas máp stability svahov (1997)

Handlovský zosuv bol impulzom regionálneho výskumu svahových pohybov v Československu. Do roku 1961 sa svahovým poruchám venoval celý rad autorov a prác, hlavne v súvislosti so zostavovaním geologických a geomorfologických máp, resp. s výstavbou technických diel. Práce tohto druhu, ako aj práce týkajúce sa prírodných katastrof, pokračovali aj v ďalších rokoch a tvorili tak osobitnú kapitolu pre systematický výskum svahových pohybov (Šimeková a Martinčeková et al., 2006).

V rokoch 1961 až 1963 sa na základe uznesenia vtedajšej vlády ČSSR č. 103 z 8. 2. 1961 realizovala celoštátna registrácia svahových porúch (Andor a Spusta, 1996). Zúčastnili sa jej pracovníci Geologického ústavu Dionýza Štúra (dnes ŠGÚDŠ) v Bratislave, Katedry geotechniky SVŠT (dnes STU) v Bratislave, Katedry inžinierskej geológie PriF UK v Bratislave a Ústredného ústavu geologického v Prahe. Svahové pohyby boli registrované hlavne na investične dôležitých územiach, najmä okolo komunikácií, riek, obcí a miest. Záznamy o výskyte sa robili zväčša slovnou formou na dierne štítky a zakresľovali sa do máp mierky 1 : 25 000. Výsledky tejto etapy registrácie sú uložené v Geofonde Bratislava, resp. Geofonde Praha. Celkové výsledky tejto akcie, jedinečnej aj vo svetovom meradle, boli súhrnne zhodnotené v správe kolektívu: Matula, Nemčok, Pašek, Řepka, Špůrek (1963). Výstupom boli tiež prvé prehľadné mapy v mierke 1 : 1 000 000 s hustotou a rozložením svahových porúch na území ČSSR (Matula et al., 1963; Nemčok a Rybář, 1966). Jednotlivé listy máp v mierke 1 : 25 000 sa stali základom registra zosuvov, ktorý bol postupne dopĺňaný výsledkami ďalších prác.

V neskoršom období sa regionálny výskum svahových pohybov sústreďuje do jednotlivých oblastí a pohorí Slovenska a úzko súvisí s definovaním základných pojmov, typizáciou svahových pohybov a výsledných svahových porúch. V ďalšom texte spomenieme významnejšie práce v preskúmanosti územia, ktoré sú uvedené v rámci záverečnej správy Atlasu máp stability svahov (Šimeková



Obr. 4. Porušené domy z 01/1961 (foto Nemčok).

Fig. 4. Damaged buildings from 01/1961 (photo by Nemčok).

a Martinčeková et al., 2006). Tieto práce tvorili druhú etapu registrácie svahových pohybov na Slovensku.

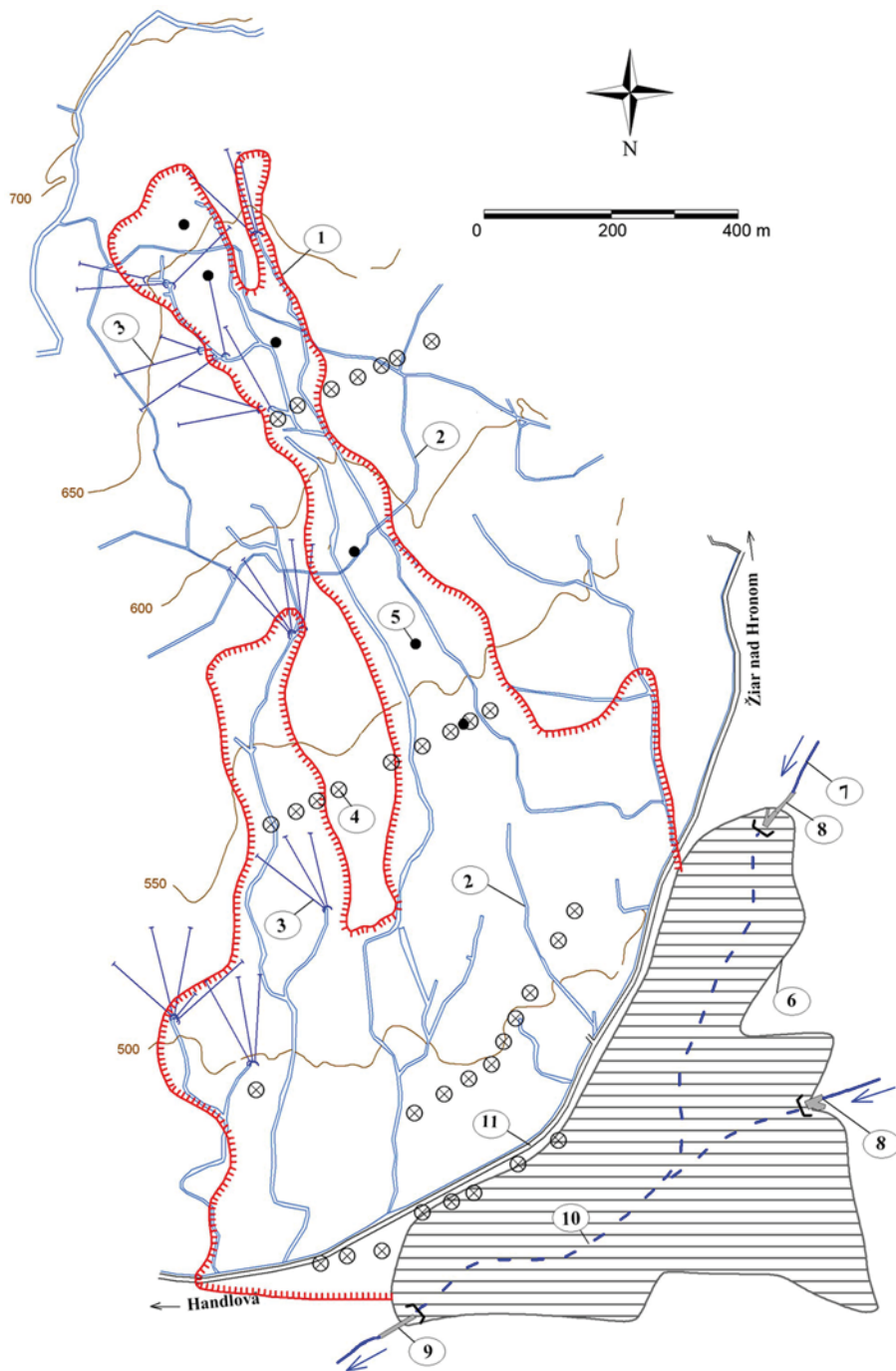
Od roku 1967 sa štúdiom podpovrchových plazivých deformácií vo vysokých pohoriach venovali Nemček, Pašek, Rybář, Mahr a Baliak. Dosiahnuté výsledky boli prezentované vo viacerých publikáciách, súborne sú spracované v práci Slovensko – oblasť vysokých pohorí (Nemček et al., 1973).

Neskôr sa výskumu plazivých deformácií vo vysokých pohoriach venovali Mahr (1976) v oblasti kryštalinika a Baliak (1978) v oblasti mezozoika.

Zhodnotenie starších prác, ako aj prvé podrobnejšie štúdium gravitačných porúch na okrajoch vulkanitov uvádza vo svojich prácach Malgot (1969) a Nemček (1970).

Malgot v rokoch 1970 – 1979 spolu s pracovnými kolektívmi, ktoré viedol, spracoval a uverejnil správy o všetkých porušených územiach dokumentovaných na okrajoch vulkanických pohorí.

Komplexne sú výsledky z regionálneho výskumu gravitačných porúch v neovulkanických pohoriach spracované v správe Svahové pohyby v neovulkanických pohoriach Slovenska (Nemček et al., 1977).



Obr. 5. Lokalita Handlová – situovanie stabilizačného násypu na úpätí svahu zosuvu. 1 – morfológické ohraničenie zosuvu; 2 – povrchové odvodňovacie rigoly; 3 – horizontálne odvodňovacie vrty; 4 – geodetické body; 5 – inklinometrické vrty; 6 – ohraničenie telesa stabilizačného násypu; 7 – tok rieky Handlovky; 8 – vtokové objekty Handlovky a Nepomenovaného potoka (na južnom a západnom okraji stabilizačného násypu); 9 – výtokový objekt; 10 – umiestnenie toku Handlovky a Nepomenovaného potoka do ocelového potrubia, prekrytého stabilizačným násypom; 11 – štátna cesta z Handlovej do Žiaru nad Hronom (Wagner, 2008).

Fig. 5. Handlová locality – counterweight fill near the slope heel. 1 – morphological boundaries of the landslide; 2 – surface draining ditches; 3 – drainage horizontal boreholes; 4 – geodetic points; 5 – inclinometric boreholes; 6 – counterweight fill boundaries; 7 – Handlovka river; 8 – inflow of rivers into underground piping; 9 – outflow; 10 – piping under the counterweight fill; 11 – state road (Wagner, 2008).

Regionálne hodnotenie svahových porúch z oblasti karpatského flyšu sú známe z prác viacerých autorov, najmä však Matulu et al. (1963), Nemčoka (1970, 1974) a Andora (1978).

Najobsiahlejší prehľad o zákonitostiach vývoja svahových deformácií vo flyšových vrchovinách a hornatinách je v práci Svahové pohyby v karpatskom flyši na Slovensku (Nemčok et al., 1979).

Výsledky regionálnych výskumov z rokov 1967 – 1978, na ktorých sa podieľali najmä pracovníci SvF SVŠT Bratislava, doplnené o výsledky z lokálnych prieskumov líniových a vodohospodárskych stavieb, sídlisk, priemyselných a občianskych stavieb, ako aj riešenia havarijných porúch boli spracované a súborne prezentované v práci Nemčoka (1982).

Od roku 1970 riadil výskum a prieskum svahových porúch na Slovensku Slovenský geologický úrad (SGÚ), pri ktorom bola na základe vládneho uznesenia č. 205/1970 zriadená „Investorská organizácia pre prieskum a sanáciu zosuvov na Slovensku“. K najvýznamnejším úlohám investorskej činnosti od r. 1972 boli aktivity v širšom okolí Handlovej, predovšetkým výstavba stabilizačného násypu s vybudovanou potrubnou trasou prekrytia Handlovky a vtekajúceho potoka pod násypovým telesom.

SGÚ neskôr, po včlenení sa do organizačnej štruktúry MŽP SR, sekcia geológie a prírodných zdrojov, zabezpečoval úlohy v oblasti zosuvnej problematiky zamerané na regionálnu porušenosť územia svahovými poruchami – zostavené boli mapy (najčastejšie M = 1 : 10 000, 1 : 25 000) svahových deformácií viacerých regiónov – napr. Handlovská kotlina (1973), Žilinská kotlina (1989), Blžsko-Pokoradzská planina (1990), Povodie Oravy (2000) a ďalšie.

V roku 1981 pracovníci Geologického ústavu Dionýza Štúra, oddelenia inžinierskej geológie začali tretiu etapu registrácie svahových deformácií na území SR. Bola zameraná hlavne na hlbšie poznanie zákonitostí vzniku, vývoja a regionálneho rozšírenia svahových pohybov. Cieľom bolo vytvorenie nového registra svahových deformácií v súlade s celoštátnymi Pokynmi pre registráciu zosuvov a iných nebezpečných svahových deformácií. Výsledky ich prác sú prezentované v správach Modlitbu et al. v rokoch 1981 – 1991 (Modlitba a Klukanová, 1996).

V rámci tejto registrácie sa v rokoch 1981 – 1984 zhotovil register svahových deformácií z územia s plochou cca 5 769,4 km², čo zodpovedá 317 listom mapy 1 : 10 000.

V roku 1981 bolo spracované územie Žilinskej kotliny, Kysuckej vrchoviny, Kysuckých Beskyd a Javorníkov s rozlohou asi 1 500 km², kde na 63 topografických podkladoch mierky 1 : 10 000 bolo zaregistrovaných 592 nových svahových deformácií.

V roku 1982 boli zaregistrované svahové deformácie v oblasti Nízkyh Javorníkov a Súľovských vrchov; na území s rozlohou 218 km² (12 listov topografickej mapy 1 : 10 000) bolo zaregistrovaných 351 svahových deformácií.

V roku 1983 a 1984 sa robila registrácia svahových deformácií v oblasti Oravskej, Turčianskej, Rimavskej, Žiarskej a Zvolenskej kotliny, Kremnických a Štiavnických

vrchov (severozápadná časť) južnej časti Vtáčnika, severnej časti Javoria a Cerovej vrchoviny. Ide o územie s rozlohou 3 586,47 km², t. j. 58 listov topografickej mapy 1 : 10 000 a 30 listov mierky 1 : 25 000. Zaregistrovaných bolo 532 svahových deformácií.

V roku 1985 bola registrácia urobená v nasledujúcich oblastiach: Turzovská vrchovina, Vysoké Javorníky, severná časť Bielych Karpát, Strážovské vrchy, Malá Magura a severná časť Hornonitrianskej kotliny, okolie Ružomberka, Skorušinské pohorie – list mapy 1 : 25 000 č. 27-434, Lipany, Košická kotlina – list mapy 1 : 25 000 č. 28-333, Slanské vrchy – list mapy 1 : 25 000 č. 38-113. V priebehu roku 1985 bola vykonaná registrácia na ploche asi 1 710 km² (t. j. na 58 listoch máp 1 : 25 000) a celkovo sa zaregistrovalo 600 svahových deformácií.

V roku 1986 boli spracované nasledujúce oblasti: Biele Karpaty, stredné Považie, severné ohraničenia Považského Inovca, južné ohraničenia Strážovskej hornatiny, Breznianskej kotliny, Lučeneckej kotliny (južná časť), severnej časti Košickej kotliny a priliehajúcich častí Slanských vrchov, Čiernej hory a Šarišskej vrchoviny. V roku 1986 sa urobila registrácia na ploche asi 1 524 km², t. j. na 43 listoch máp 1 : 10 000 a 6 listoch máp 1 : 25 000, a celkovo sa zaregistrovalo 470 svahových deformácií.

V roku 1987 bola robená registrácia v oblasti pohoria Čergov, Bachureň a okolie. Okrem uvedenej oblasti sa zaregistrovali svahové deformácie aj v rámci základného geologického mapovania, a to v Lučeneckej kotline, v okolí Moldavy, strednej Oravy a strednej časti Košickej kotliny. Celkovo bolo zmapované územie s rozlohou 1 483,6 km² so 470 svahovými deformáciami.

V roku 1988 bola spracovaná oblasť Košickej kotliny, severná časť Veľkej Fatry, oblasť Hnúšťa a Likier, ako aj Jelšava a územie južne od Kláštora pod Znievom. V daných oblastiach je výskyt svahových deformácií iba sporadický. Bolo zmapované územie s rozlohou asi 846 km², t. j. 47 listov máp mierky 1 : 10 000 s 380 svahovými deformáciami.

Od roku 1991 sa zosuvnej problematike venovali riešiteľské organizácie aj pri úlohách hodnotenia geofaktorov životného prostredia. Významnou mierou sa na zostavovaní týchto máp podieľali pracovníci IGHP Žilina, neskôr INGEO Žilina (dlhodobo najmä v spolupráci s pracovníkmi Katedry geotechniky SvF STU), IGHP Košice (Grman a ďalší) a IGHP Bratislava (Otepka a ďalší), ktorí pod gesciou SGÚ, neskôr MŽP SR, riešili rozsiahle prieskumné úlohy zamerané na zhodnotenie stability vybraných veľkých územných celkov. Podieľali sa tiež na riešení množstva úloh súvisiacich s výstavbou v porušených územiach, resp. zameraných na sanáciu porušených území (Šimeková a Martinčeková et al., 2006).

Obdobie rokov 1961 – 1997 predstavovalo veľmi intenzívne štúdium svahových pohybov na Slovensku a boli dosiahnuté výsledky porovnateľné so zahraničím. Špeciálne mapy svahových porúch, zostavené v mierke 1 : 10 000, sa stali unikátnymi v celosvetovom meradle. Slúžili hlavne stavebnej praxi a neskôr sa stali dôležitým podkladom na zostavenie máp v rámci Atlasu máp stability svahov SR v mierke 1 : 50 000.

Celkovo bolo toto obdobie významné z viacerých hľadísk:

- zdokonalili sa metódy registrácie svahových deformácií,
- vznikla klasifikácia svahových pohybov (Nemčok et al., 1974),

- bola vypracovaná metodika zostavenia špeciálnych máp svahových porúch v mierke 1 : 10 000 (Malgot et al., 1973),

- bol vytvorený postup hodnotenia území z hľadiska stability v rámci súboru máp geofaktorov životného prostredia v mierke 1 : 50 000 (Klukanová et al., 1995),
- zhodnotili sa metódy prieskumu porušených svahov a objasňovania príčin vzniku svahových porúch, vrátane návrhov ich stabilizácie, resp. realizácie sanačných stabilizačných opatrení.

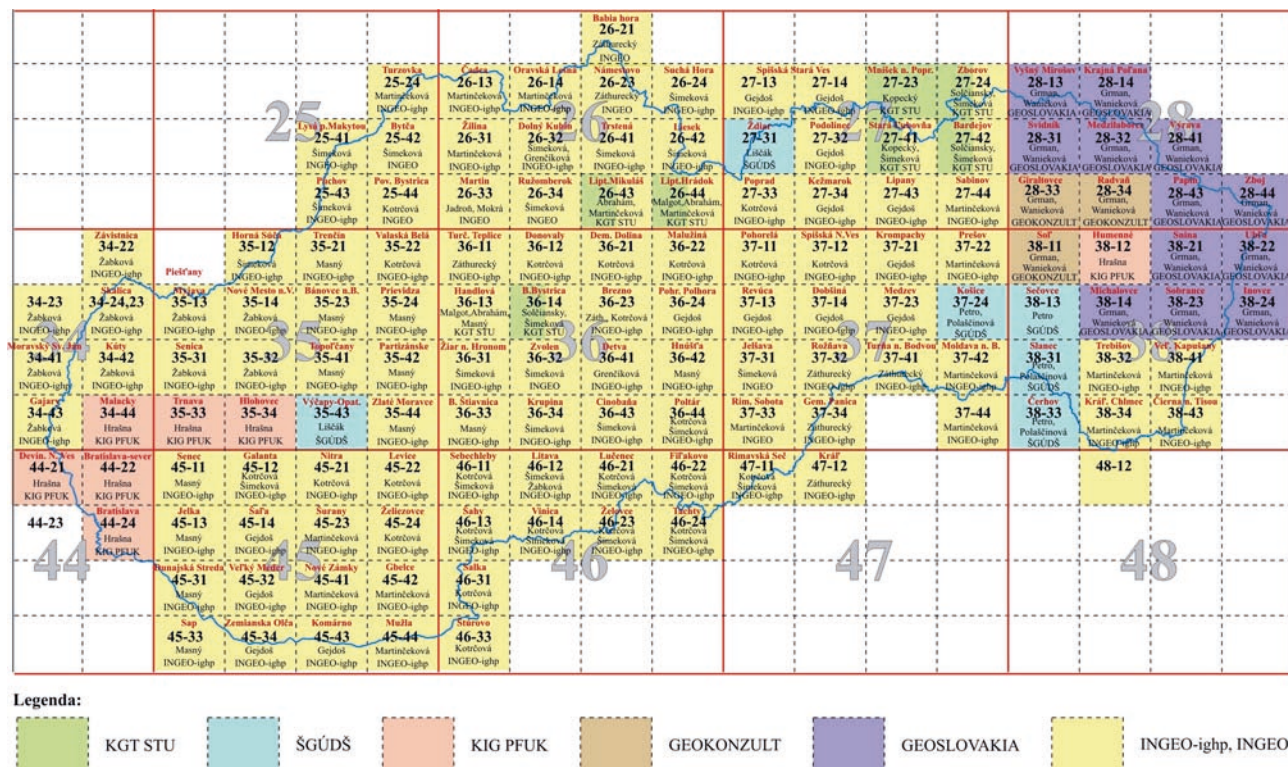
Problematika svahových pohybov bola v tomto období témou mnohých odborných a vedeckých podujatí. Medzi najvýznamnejšie domáce patrili seminár „Inžinierskogeologický prieskum stability svahov – metódy jej zabezpečenia“ (Vrátna dolina, 1973) a konferencia „Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku“ (Nitrianske Rudno, 1996). Z celosvetových podujatí to bolo sympóziu „Landslides and other Mass Movements“ (Praha, 1977). Vedeckým vrcholom tejto etapy bolo vydanie jedinečnej monografie Zosuvy v slovenských Karpatoch (Nemčok, 1982).

Pri inžinierskogeologickom prieskume a výskume porušených svahov boli postupne aplikované a zdokonaľované aj geofyzikálne metódy (Müller, 1973), geodetické

a fotogrametrické metódy (Slivovský et al., 1976), najmä pri pozorovaní deformability horninových masívov na modelových svahových poruchách (Okoličné, Ondrášová, L. Mara, Handlová) a pod.. Uvedené metódy, vrátane aplikácie meradla veľmi pomalých pohybov TM-71 (Košťák, 1973), boli realizované hlavne v rámci veľmi dôležitého monitoringu svahových porúch, ktorý sa začal realizovať z iniciatívy MŽP SR (Klukanová, 1998, 2002) a pokračuje až dodnes, najmä na pôde zhotoviteľa tohto projektu – ŠGÚDŠ.

Atlas máp stability svahov SR v M 1 : 50 000 (1997 – 2006)

Potreby praxe – v súvislosti s negatívnym dosahom svahových porúch na kvalitu životného prostredia – postupne ukázali, že existujúci Register zosuvov spracovávaný v Geofonde nevyhovuje súčasným požiadavkám na dostupnosť databázy a dopĺňanie nových výsledkov. MŽP SR reagovalo na túto situáciu v roku 1997 vypísaním verejnej súťaže na úlohu: „Atlas máp stability svahov SR v M 1 : 50 000“ s požiadavkou digitálneho spracovania výsledkov v GIS. Na základe výsledku verejnej súťaže touto úlohou následne poverilo firmu INGEO-ighp, s. r. o., Žilina. Zodpovednými riešiteľkami úlohy boli RNDr. J. Šimeková a Ing. T. Martinčeková. Na riešení úlohy sa okrem pracovníkov INGEO podieľali aj pracovníci Katedry geotechniky SvF STU v Bratislave, ŠGÚDŠ, Bratislava, Geokonzult Košice a Katedry inžinierskej geológie PriF UK v Bratislave (obr. 6).



Obr. 6. Riešitelia a riešiteľské organizácie Atlasu máp stability svahov SR.

Fig. 6. Research organizations of the Atlas of slope stability maps SR.

Úloha sa začala riešiť v roku 1997 podľa metodiky na zostavenie Atlasu máp stability svahov, ktorú vypracoval kolektív zodpovedného riešiteľa v spolupráci s pracovníkmi Katedry geotechniky SvF STU v Bratislave. Metodikou bol vymedzený rozsah a cieľ úlohy nasledovne (Šimeková a Martinčeková et al., 2006):

1. Zostavenie mapových listov v M 1 : 50 000 pre celé územie Slovenska s tým, že na jednotlivých mapových listoch budú v súlade s metodikou zaznamenané všetky svahové deformácie zistené z archívnych materiálov, resp. vymapované v teréne v rámci tejto úlohy.

2. Vyplnenie pasportizačného záznamu ku každej svahovej deformácii, ktorý v jednotlivých kolónkach (28) prináša údaje týkajúce sa územného začlenenia, preskúmanosti, charakteristiky svahovej deformácie, ohrozených objektov, príčin vzniku a prípadnej sanácie.

3. Vypracovanie stabilitej rajonizácie každého mapového listu na základe náchylnosti územia na vznik svahových pohybov.

4. Vypracovanie doplnkových mapiek (Rozmiestnenie registrovaných svahových deformácií, Regionálne inžinierskogeologické členenie územia, Geomorfologické členenie územia, Regionálna inžinierskogeologická preskúmanosť), ktoré sú v zmenšenej mierke súčasťou každého mapového listu.

5. Digitalizácia máp v systéme GIS.

6. Zostavenie hodnotiacej správy vrátane syntézy výsledkov vychádzajúcich zo súboru údajov v jednotlivých pasportoch.

V rámci úlohy bolo zaregistrovaných 21 190 svahových deformácií, ktoré porušujú územie s celkovou rozlohou 257 591,2 ha, čo je 5,25 % rozlohy územia SR (Šimeková a Martinčeková et al., 2006).

Atlas máp stability svahov SR v mierke 1 : 50 000 predstavuje ucelené mapové dielo, ktoré hodnotí najrizikovejší geologický činiteľ na Slovensku. Jeho užívateľmi sa okrem širokej odbornej verejnosti môžu stať všetky organizácie zaoberajúce sa prípravou stavieb všetkých druhov. Za jeho hlavný význam a prínos považujeme:

- zjednotenie často rozporuplných údajov o svahových deformáciách z rôznych etáp registrácie,
- doplnenie súčasného Registra zosuvov o nové svahové deformácie,
- vznik komplexného digitalizovaného výstupu o rozmiestnení svahových deformácií, ktorý možno neustále aktualizovať, spresňovať a prakticky využívať,
- získanie cenného a rozsiahleho štatistického súboru, ktorý umožňuje ďalšie podrobnejšie analýzy rozsahu a vplyvu svahových deformácií na našom území.

Zostavené mapy a GIS databáza poskytujú informáciu o stave porušenia územia v určitom období, a teda je nevyhnutná ich priebežná aktualizácia. Podrobné výsledky úlohy boli prehľadne zhodnotené v článku Kopeckého et al. (2008).

Od Atlasu (2006) po dnešok (2012)

V Atlase máp stability svahov sa skompletizovali nové štatistické údaje o svahových deformáciách na Slovensku.

Tieto údaje sa za posledné roky znova významne pozmenili v dôsledku vzniku, resp. aktivizácie mnohých svahových deformácií, ktoré boli riešené v rokoch 2007 až 2012.

Z havarijných zosuvov sú to napr. lokality Prosiek (2008), Stránske (2009), Čadca (2010), Žilina-Hájik (2010), ktoré riešili pracovníci Geotrendu, s. r. o., Žilina, ďalej Podhorie (2007), Žarnovica-Lukavica (2006), Riečka (2006), ktoré riešili pracovníci Envigeo, s. r. o., Banská Bystrica, a mnohé iné.

Rok 2010 bol nazvaný ako „rok havarijných zosuvov“ (Jánová a Liščák, 2011). Podrobnejšie o nich autori informujú v článku, z ktorého vyberáme podstatnú časť.

V dôsledku mimoriadne výdatných zrážok v 1. polovici roka 2010 a povodňovej situácie v mesiacoch máj a jún sa počet svahových deformácií na Slovensku zvýšil o 577 nových, prípadne reaktivizovaných zosuvov s celkovou rozlohou cca 293 ha. Z nich vyše sto ohrozuje životy, zdravie a majetok obyvateľov v postihnutých lokalitách, zvyšné devastujú poľnohospodársku a lesnú pôdu, životné prostredie a ľudské diela.

Hlavnou príčinou vzniku mimoriadne veľkého počtu zosuvov boli predovšetkým dlhotrvajúce dažde počas mája a začiatkom júna, keď sa denné úhrny zrážok pohybovali od 25 do 50 mm na celom území Slovenska, no na severe a východe krajiny dosahovali ojedinele až do 80 mm. Trvalý a výdatný dážď spôsobil výrazné vzostupy hladín takmer vo všetkých vodných tokoch na území Slovenska a následné povodne. Vztlakový účinok rozvodnených tokov a mimoriadne vysoká nasýtenosť hornín vodou po predchádzajúcich daždoch oslabili svahy horninových masívov náchylných na zosúvanie. Toto oslabenie malo za následok vznik a vývoj rozsiahlych zosuvov, ktoré spôsobili obrovské materiálne škody na majetku obyvateľov, miest a obcí, štátu a súkromných spoločností.

V nadväznosti na vzniknutý stav vyhlásili orgány samosprávy postihnutých obcí a orgány miestnej štátnej správy postihnutých obvodov mimoriadnu situáciu. Najviac postihnutými oblasťami Slovenska boli najmä nasledujúce okresy Prešovského a Košického kraja: Prešov, Stará Ľubovňa, Stropkov, Kežmarok, Bardejov, Svidník, Košice-okolie, Košice-mesto, Trebišov, Rožňava, Spišská Nová Ves a Michalovce. Ojedinele boli zosuvy zaznamenané aj v iných krajoch.

Okrem Nižnej Myšle, kde dňa 4. júna 2010 vznikol svojimi dôsledkami najnepriaznivejší zosuv za posledných 50 rokov, boli zaznamenané rozsiahle zosuvy napr. v Kapušanoch – zosuv Pod hradom, v dvoch lokalitách v Prešove – zosuv na Horárskej ulici a zosuv v štvrti Pod Wilec hôrkou, v Nižnej a Vyšnej Hutke, vo Vyšnom Čaji, Varhaňovciach a inde.

V dôsledku zosuvov bolo silno poškodených 136 rodinných domov, spomedzi ktorých muselo byť 38 zbúraných a 11 nútene opustených. V súčasnosti je v stave permanentného ohrozenia cca 400 pozemných stavieb. Mapovaním a terénnym prieskumom sa zistilo, že porušených bolo 4 232 m úsekov ciest, z toho 27 m ciest I. triedy a 4 205 m ciest II., III. triedy a miestnych komunikácií; 17 846 m úsekov ciest a 364 m úsekov železníc je stále ohrozených.

Ministerstvo životného prostredia SR na vzniknutú situáciu okamžite zareagovalo mobilizáciou inžinierskych geológov zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Ich úlohou bolo plniť požiadavky „štátnej geologickej služby“, t. j. služby pre obyvateľov v oblastiach postihnutých zosuvmi. Geológovia mapovali postihnuté oblasti a poskytovali obyvateľom užitočné rady a návody na vykonanie svojpomocných okamžitých protihavarijných opatrení. Výsledky prieskumných prác boli koncom roka zhodnotené v záverečnej správe „Registrácia, zhodnotenie a protihavarijné opatrenia na novovzniknutých svahových deformáciách v roku 2010 v Prešovskom a Košickom kraji“ a následne v publikácii Liščáka et al. (2010). Záverečná správa obsahuje – okrem iného – pasportizačné listy všetkých zmapovaných zosuvov so základnými informáciami o každom z nich. Zdokumentované svahové deformácie na území SR sú uložené v registri Geofondu Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave a v digitálnej forme na mapovom serveri ŠGÚDŠ na webovej stránke www.geology.sk.

Vzhľadom na vážnosť situácie mimoriadna pozornosť bola venovaná zosuvu v obci Nižná Myšľa. Poškodil 45 domov, z ktorých 32 malo úplne narušenú statiku a muselo byť zbúraných.

Porušené boli tiež inžinierske siete – vodovod, plynovod, kanalizácia a elektrická sieť, čo spôsobilo dočasné vylúčenie obývatelnosti vo viac ako 50 domoch. Evakuovaných bolo 144 osôb. Inžinierskogeologický prieskum „Nižná Myšľa – havarijný zosuv“, ktorého výsledkom bol aj ideový návrh sanácie, bol skončený v decembri 2010 (Tometz, 2010). Náklady na sanáciu boli vyčíslené na cca 5 mil. eur.

Významným krokom v riešení vzniknutej situácie bolo mimoriadne vyčlenenie finančných prostriedkov z Environmentálneho fondu na zabezpečenie inžinierskogeologického prieskumu vybraných havarijných zosuvov. Prieskumné práce boli realizované v rekordne krátkom čase, t. j. za dva mesiace. Prostredníctvom geologickej úlohy „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov vzniknutých v roku 2010“ bolo riešených 58 zosuvov v 36 vybraných lokalitách, kde svahové deformácie najviac ohrozovali životy, zdravie a majetok obyvateľov. Prieskum sa realizoval v okresoch Prešov, Stará Ľubovňa, Bardejov, Sabinov, Stropkov, Košice a na ďalších 6 vybraných havarijných zosuvoch Slovenska.

Hlavným cieľom geologickej úlohy bola realizácia orientačného inžinierskogeologického prieskumu so zameraním na zistenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov v mieste svahových deformácií, objasnenie príčin vzniku a aktivizácie zosuvov, stanovenie rozsahu, intenzity a charakteru porušenia svahov a stupňa ohrozenia životov a majetku ľudí alebo iných objektov, zistenie stupňa stability na vybraných zosuvoch, uskutočnenie okamžitých protihavarijných opatrení v kritických miestach a ideový návrh sanácie geologického prostredia porušených území.

V rámci riešenia geologickej úlohy boli v mnohých lokalitách realizované okamžité protihavarijné opatrenia, ktoré prispeli k čiastočnému vylepšeniu stability územia. Zhotovitelia jednotlivých častí geologickej úlohy priniesli

celý rad nových riešení za účelom zníženia zosuvného rizika porušených svahov (Jánová a Liščák, 2011).

Nasledujúci rok 2011 bol vzhľadom na zaznamenané podmienky (hlavne klimatické), chudobný na vznik, resp. aktivizáciu zosuvov. Ojedinele vznikli, žiaľ, tiež „havarijné“ zosuvy, napr. v Krupine a vo Vinohradoch nad Váhom. Riešili ich pracovníci ŠGÚDŠ Bratislava v spolupráci s firmou Envigeo, s. r. o., Banská Bystrica. V oboch prípadoch boli okrem prieskumných prác realizované aj okamžité havarijné opatrenia (Liščák et al., 2011).

Ťažiskovou úlohou, zameranou na hodnotenie svahových pohybov, ktorá sa skončila v roku 2011, bola úloha „Inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií v najohrozenejších oblastiach flyšového pásma v M 1 : 10 000“ (Grman et al., 2011). Úlohu realizovala v rokoch 2006 až 2011 spoločnosť GeoSlovakia, s. r. o., Košice (D. Grman a kolektív) v spolupráci s Geotrend, s. r. o., Žilina (J. Šimeková a kolektív), Katedrou inžinierskej geológie PriF UK v Bratislave (M. Bednarik) a ďalšími.

V týchto rokoch bolo veľké množstvo zosuvov riešených v súvislosti s výstavbou komunikácií D1 (Kopecký et al., 2009, 2010, 2011), D3 (Turček et al., 2011), R1 (Baliak a Janták, 2012) a iných.

Rok 2011 bol síce u nás i vo svete „chudobnejší“ na prírodné katastrofy spôsobené svahovými pohybmi, čo sa však týka prírodných katastrof súvisiacich so zemetraseniami (Japonsko, Nový Zéland) a záplavami (Thajsko), bol podľa expertov najhorší v histórii.

Záver

Vo všeobecnosti je širokej odbornej verejnosti známe, že svahové deformácie, hlavne zosuvy, predstavujú taký negatívny fenomén, že sú vo svete zaradené na tretie miesto, po zemetraseniach a povodniach. Je to hlavne kvôli rozsahu vzniknutých škôd, či už priamych, alebo nepriamych. V podmienkach SR je vplyv svahových porúch ešte markantnejší, keď odrátame zanedbateľné účinky zemetrasení.

Z doterajších štúdií uvedenej problematiky, ktoré sa začali rozvíjať po „katastrofálnom zosuve“ v Handlovej, vyplýva, že svahové pohyby a ich výsledné formy (svahové deformácie) negatívne vplyvajú na stavebnú činnosť všetkých druhov a na pôdny a lesný fond.

Rozsah a charakter tohto príspevku neumožňuje podrobne uviesť všetky práce vykonané v rámci týchto štúdií od handlovského zosuvu po dnešok. Na prácach sa podieľalo veľké množstvo riešiteľských kolektívov, ktoré často vzájomne spolupracovali aj na medzinárodnej úrovni. Mnohí riešitelia nám ochotne poskytli podklady pre tento príspevok, za čo im aj touto cestou patrí vďaka.

V príspevku sme priblížili jednotlivé etapy výskumu a prieskumu svahových pohybov na Slovensku, niektoré dosiahnuté výsledky, ktoré sú porovnateľné so svetovými, vďaka čomu patríme k „zosuvárskej“ krajine. Za posledných 50 rokov sa u nás vybudovali kvalitné zosuvárske kolektívy s riešiteľmi rôznych vekových kategórií. Tento fakt zaručuje úspešné štúdium svahových pohybov, resp. deformácií, aj do далеkej budúcnosti.

Podakovanie. Za poskytnutie informácií o riešených úlohách s problematikou svahových pohybov ďakujeme kolektívom autorov zo ŠGÚDŠ Bratislava; zo SvF ŽU v Žiline; ďalej spoločnostiam Geotrend, s. r. o., Žilina a Envigeo, s. r. o., Banská Bystrica. Príspevok vznikol ako súčasť riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/0944/11.

References

- ANDOR, L., 1978: Svahové poruchy v oblasti Karpatského flyša. Rigorózná práca. Bratislava, PriF UK.
- ANDOR, L., & SPUSTA, P., 1996: Konceptia geologického výskumu a prieskumu zosuvnej problematiky a jej zabezpečenie v Slovenskej republike. In: *Zbor. referátov z konferencie Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. MŽP SR, GS SR, SAIG, Nitrianske Rudno*, 19 – 24.
- BALIAK, F., 1978: Svahové poruchy v mezozoiku vysokých pohorí Slovenských Karpát. [Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava, Slov. vysoká škola technická, Stavebná fakulta, 116 s.
- BALIAK, F., & JANTÁK, V., 2012: Zosuvy na trase R1 Nitra západ – Tekovské Nemece. In: *Zbor. z konferencie Geotechnika 2012. Geotechnics (v tlači)*.
- BUROŠ, J., NEMČOK, A., PAŠEK, J., RYBÁŘ, J., & FENCL, J., 1961: Správa o inžinierskogeologickom mapovaní v Handlovej kotline. *Manuskript. Bratislava, archív Geofond*, 85 s.
- GRMAN, D., ŽEC, B., POLAŠČINOVÁ, E., BOZSÁKOVÁ, M., ŠIMEKOVÁ, J., PÁLENÍK, M., SMOLKA, J., SLUKA, V., SMOLKA, M., & BEDNARIK, M., et al., 2011: Inžinierskogeologické mapovanie v najohrozenejších územiach flyšového pásma v M 1 : 10 000, orientačný IG prieskum. Záverečná správa, mapové výstupy v M 1 : 10 000. *Manuskript. Bratislava, archív Geofond*.
- INGÁR, K., & WAGNER, P., 2004: Analýza vzniku, vývoja a súčasného stavu katastrofálneho handlovského zosuvu z rokov 1960/1961. *Bratislava, Miner. Slov.*, 36, 2, 119 – 128.
- JÁNOVÁ, V., & LIŠČÁK, P., 2011: Slovensko 2010: Rok havarijných zosuvov. Živelné pohromy. *Banská Bystrica, SAŽP, Enviromagazín*, 1, 20 – 21.
- KLUKANOVÁ, A., 1998: Mapovanie a monitorovanie geologických faktorov životného prostredia. In: *Zbor. ref. z 1. konf. Geológia a životné prostredie. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra*, 123 – 125.
- KLUKANOVÁ, A., 2002: Čiastkový monitorovací systém Geologické faktory ako súčasť monitorovacieho systému životného prostredia SR. *Geol. Práce, Spr.*, 106, 9 – 14.
- KLUKANOVÁ, A., SPIŠÁK, Z., PETRO, L., KOVÁČIK, M., MATULA, M., HRAŠNA, M., ONDRAŠÍK, R., IGLÁROVÁ, L., JÁNOVÁ, V., KOVÁČIKOVÁ, M., & FRANKOVSKÁ, J., 1995: Smernica na zostavenie inžinierskogeologických máp geofaktorov životného prostredia. *Bratislava, ŠGÚDŠ*, 20 s.
- Kolektív autorov, 1973: Zborník zo seminára Inžinierskogeologický prieskum stability svahov – metódy jej zabezpečovania. SVTS Košice, Katedra geotechniky SvF SVŠT Bratislava.
- Kolektív autorov, 1977: Sympóziu Landslides and other Mass Movements. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, Praha, 16, 256.
- Kolektív autorov, 1996: Zborník referátov z konferencie Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. MŽP SR, OÚŽP Prievdza, GS SR, SAIG, Nitrianske Rudno, 186 s.
- KOPECKÝ, M., ONDRAŠÍK, M., MARTINČEKOVÁ, T., & ŠIMEKOVÁ, J., 2008: Atlas zosuvov. *MŽP SR, SA ŽP Bratislava, Enviromagazín*, 13, 8 – 9.
- KOPECKÝ, M., 2009: Zosuvy na trase diaľnice D1 na Slovensku. In: *Zbor. 1. český národný inžinierskogeologický kongres. Ostrava*, 85 – 88.
- KOPECKÝ, M., & ONDRAŠÍK, M., 2009: The most outstanding landslides in the D1 highway trajectory in Slovakia. In: *Proc. 17th Conference on Engineering Geology. Hochschule Zittau/Görling*, 91 – 95.
- KOPECKÝ, M., & ONDRAŠÍK, M., 2010: Landslides in the route of designed highway D1 in the area of Inner Carpathian Flysch Belt. In: *Zbor. z konferencie XIVth Danube-European Conference on Geotechnical Engineering. Bratislava, ISBN 978-80-227-3279-6*, 6 p.
- KOPECKÝ, M., 2011: Príprava, výstavba a prevádzka diaľnice D1 v zosuvných územiach. In: *Zbor. prednášok z medzinárodnej vedeckej konferencie CONECO 2011. ISBN 978-80-277-3469-1*, 382 – 389.
- KOŠŤÁK, B., 1979: Měření svahových deformací. In: *Inžiniersko-geologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied*, 191 – 200.
- KUCHÁR, Š., & MALGOT, J., 1973: Sanačné opatrenia v Handlovej kotline. In: *Zbor. zo seminára Inžinierskogeologický prieskum stability svahov – metódy jej zabezpečovania. SVTS – DT Košice, KGTE SvF SVŠT Bratislava, Vrátna dolina*, 1 – 16.
- LIŠČÁK, P., PAUDITŠ, P., PETRO, L., IGLÁROVÁ, L., ONDREJKA, P., DANANAJ, I., BRČEK, M., BARÁTH, I., VLAČÍKY, M., NÉMETH, Z., ZÁHOROVÁ, L., ANTALÍK, M., REPČIAK, M., & DROTÁR, D., 2010: Registration and evaluation of newly evolved slope failures in 2010 in Prešov and Košice regions. *Bratislava, Miner. Slov.*, 42, 2, 393 – 406.
- LIŠČÁK, P., ONDREJKA, P., BRČEK, M., DANANAJ, I., PAUDITŠ, P., BARÁTH, I., IGLÁROVÁ, L., & MELICHERČÍK, J., 2011: Inžinierskogeologický prieskum havarijného zosuvu v obci Krupina, 01-11. Záverečná správa geologickej úlohy. *Bratislava, MŽP SR, ŠGÚDŠ*.
- MAHR, T., 1976: Svahové poruchy v kryštaliniku vysokých pohorí Slovenských Karpát. [Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava, PriF UK.
- MALGOT, J., 1969: Vývoj zosuvných území na okrajoch vulkanických pohorí Slovenska. [Kandidátska dizertačná práca.] Bratislava, Stavebná fakulta SVŠT, 167 s.
- MALGOT, J., BALIAK, F., ČABALOVÁ, D., MAHR, T., & NEMČOK, A., 1973: Inžinierskogeologické mapovanie Handlovej kotliny. *Bratislava, Stavebná fakulta SVŠT*, 131 s.
- MALGOT, J., BALIAK, F., & MAHR, T., 1985: Ťažba uhlia v handlovskom ložisku a stabilita svahov Vtáčnika. In: *Zbor. prednášok z konferencie Geotechnické problémy ťažby uhlia a urbanistického rozvoja Hornej Nitry. BS ČSUTS, SGÚ Bratislava, Nitrianske Rudno*, 121 – 131.
- MALGOT, J., OTEPKA, J., & ŠARIK, I., 1985: Inžinierskogeologické pomery Hornej Nitry. In: *Zbor. prednášok z konferencie Geotechnické problémy ťažby uhlia a urbanistického rozvoja Hornej Nitry. BS ČSUTS, SGÚ Bratislava, Nitrianske Rudno*, 4 – 22.
- MALGOT, J., & BALIAK, F., 1996: Inžinierskogeologické podmienky Handlovej kotliny a súčasný stav stability územia. In: *Zbor. referátov z konferencie Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. MŽP SR, GS SR, SAIG, Nitrianske Rudno*, 30 – 35.
- MATULA, M., NEMČOK, A., PAŠEK, J., ŘEPKA, A., & ŠPŮREK, M., 1963: Sesuvná území ČSSR. Souhrnná závěrečná zpráva. Praha, archív Ústřední ústav geologický, 55 s.
- MODLITBA, I., & KLUKANOVÁ, A., 1996: Výsledky registrácie a pasportizácie zosuvných území na Slovensku. In: *Zbor. referátov z konferencie Výskum, prieskum a sanácia zosuvných území na Slovensku. MŽP SR, GS SR, SAIG, Nitrianske Rudno*, 14 – 18.
- MÜLLER, K., 1979: Geofyzikální měření při výskumu svahových deformací. In: *Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied*, 219 – 232.
- NEMČOK, A., 1970: Svahové pohyby v slovenských Karpatoch. *Manuskript. Bratislava, archív Katedra geotechniky SVŠT*, 200 s.
- NEMČOK, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. *Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied*, 319 s.
- NEMČOK, A., & RYBÁŘ, J., 1969: Synoptic map of Czechoslovak landslide areas. *Praha, Geol. ústav Čs. akad. věd*.
- NEMČOK, A., et al., 1973: Slovensko – oblasť vysokých pohorí, systematický výskum svahových deformácií, štátna výskumná úloha. Čiastková správa. *Bratislava, SVŠT*.

- NEMČOK, A., PAŠEK, J., & RYBÁŘ, J., 1974: Dělení svahových pohybů. *Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol., Praha*.
- NEMČOK, A., BALIAK, F., MAHR, T., & MALGOT, J., 1977: Svahové pohyby v neovulkanických pohoriach Slovenska, etapová správa. Názov úlohy: Zákonitosti svahových deformácií v rôznych geologických štruktúrach Slovenska. *Bratislava, Stavebná fakulta SVŠT*.
- NEMČOK, A., BALIAK, F., MAHR, T., & MALGOT, J., 1979: Svahové pohyby v karpatskom flyši na Slovensku. Štátna výskumná úloha II-4-8/5. *Bratislava, archív Geofond, 67 s.*
- SLIVOVSKÝ, M., BITTERER, L., & FEKEČ, J., 1979: Geodetické a fotogrametrické merania svahových pohybů. In: *Inžinierskogeologické štúdium horninového prostredia a geodynamických procesov. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 201 – 218.*
- ŠIMEKOVÁ, J., & MARTINČEKOVÁ, T., et al., 2006: Atlas máp stability svahov SR M 1 : 50 000. Záverečná správa. *Bratislava, MŽP SR, 155 s.*
- TOMETZ, L., BLIŠŤAN, P., HARABINOVÁ, S., LEŠŠO, J., NYÁRHIDY, J., & TUROVSKÝ, F., 2010: Nižná Myšľa – havarijný zosuv, inžinierskogeologický prieskum. *Manuskript. GEOTON, s. r. o., Košice, 59 s.*
- TURČEK, P., KOPECKÝ, M., HULLA, J., RAVINGER, R., & SÚLOVSKÁ, M., 2011: Geotechnické riziká a preventívne sanačné opatrenia na úseku diaľnice D3 Svrčinovec – Skalité. In: *Geotechnické problémy líniových stavieb. 10. Slovenská geotechnická konferencia s medzinárodnou účasťou. Bratislava, STU, 264 – 275.*
- VLČKO, J., WAGNER, P., ONDRÁŠIK, R., & JANSKÝ, L., 2008: Landslide hazard strategies in Slovakia. *Proceedings of the First World Landslide Forum. Tokyo, United Nations University, 639 – 642.*
- WAGNER, P., 2008: Katastrofálny handlovský zosuv z rokov 1960 – 1961. *Bratislava, ŠGÚDŠ. (<http://www.geology.sk>)*
- ZÁRUBA, O., & MENCL, J., 1969: Sesuvy a zabezpečování svahů. *Academia, Praha, 221 s.*

Rukopis doručený 15. 4. 2012

Revidovaná verzia doručená 23. 4. 2012

Rukopis akceptovaný red. radou 16. 4. 2012

50 years after catastrophic landslide in Handlová (Slovakia)

Slope deformations, especially landslides represent such a negative phenomenon, that it is in the world scale on the third place after the earthquakes and floods in term of its extent of direct or indirect damages. In Slovakia we can exclude negligible earthquake activities, so the impact of landslides is more noticeable. Catastrophic landslide in Handlová (1960–1961) is still considered to be the greatest natural disaster caused by slope movement in Slovakia. Origin, development and consequences of this landslide became an impulse for the statewide registration of landslides in the country. It was obvious, that in certain geological structures in Slovakia, slope movements may activate. However the consequences to the area due to the landslides were monitored rarely. Specialists and responsible state officials realized, that the evaluation of the slope stability is an essential part of urban planning and technical projects in development of individual regions. Since that time a systematic study of slope movements was initiated and general registration of slope deformations has started. This statewide project was gradually changed into evaluation of important landslide areas, in urban

districts, which attracted investment interests. The longtime investigation and research has resulted into the Atlas of slope stability maps of Slovak Republic at a scale 1 : 50 000 (1997–2006). This unique geological project includes 132 map sheets compiled by method of engineering geological zoning and covers the whole territory of Slovakia. Totally 21 190 slope deformations with the area of 2 575,912 km² were registered in the Atlas. The area damaged by the slope deformations takes 5.25 % of the total area of Slovak Republic. Despite continuous systematic research and investigation of slope movements, unforeseen cases of catastrophic landslides occurred. Although the Atlas has been available since 2007, the public interest in its results came after 2010, the year called also “the year of emergency landslides”. The year was characteristic by catastrophic landslides in villages Nižná Myšľa, Kapušany and many others. The landslides were activated or reactivated by a precipitation anomaly during 2010 and their activation was often supported by human interference. These landslides had to be solved immediately and the obtained data are used to expand the database of systematic research.