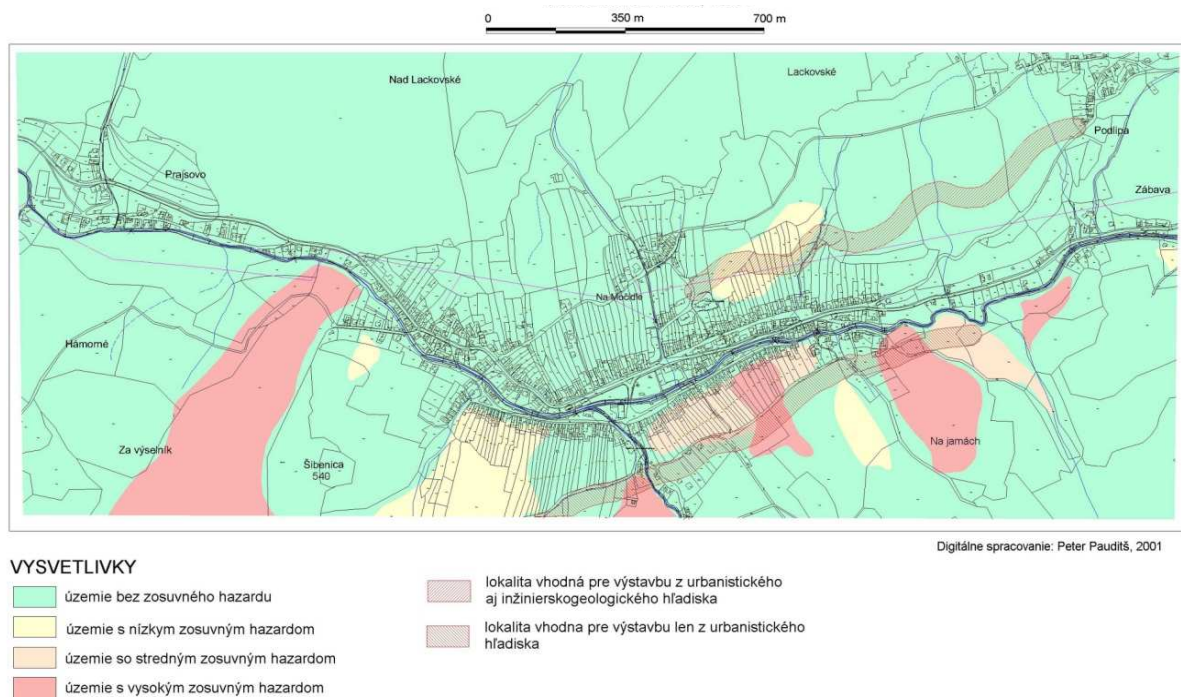


Predbežné posúdenie katastrofálneho zosuvu v Ľubietovej a jeho okolia

Zosuvy pôdy patria na území Slovenska k najvýznamnejším geohazardom. Ich výskyt je primárne podmienený vlastnosťami geologického podložia a georeliéfu (predovšetkým sklonu svahov. Aj v územiach, ktoré sú náchylné na vznik zosuvov, však vo väčšine prípadov iniciáciu zosuvných pohybov podmieňuje vonkajší impulz (spúšťačiaci faktor). V celosvetovom meradle sú najčastejšími spúšťačiami faktormi zemetrasenia a extrémne klimatické javy (napríklad mimoriadne intenzívne zrážky, topenie sa veľkého množstva snehu alebo výskyt dlhého, na zrážky bohatého obdobia). V podmienkach Slovenska sú to hlavne klimatické javy.

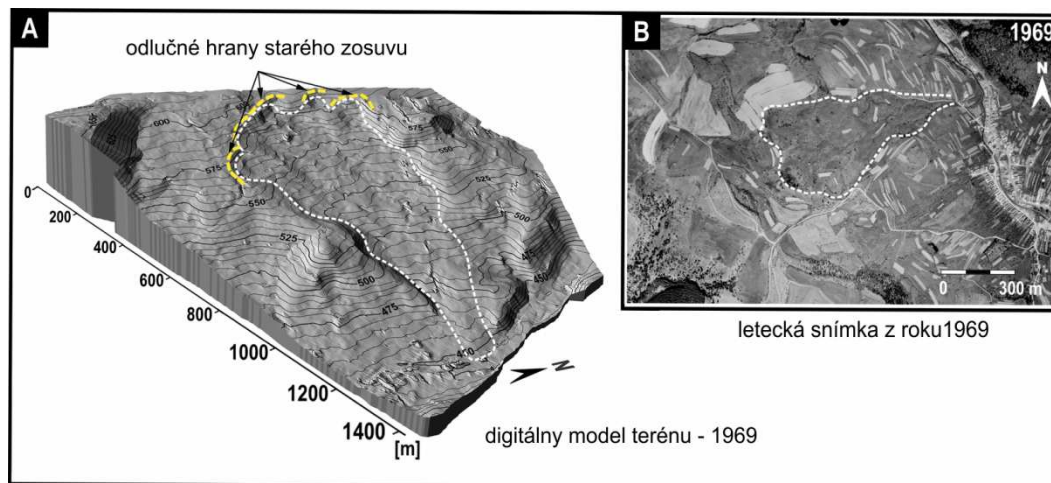
Aj keď je obec Ľubietová známa skôr ako stredoveké mesto s bohatou baníckou minulosťou, má svoje skúsenosti aj s geologickými hrozbami, vrátane zosuvov. V druhej polovici 20-teho storočia ohrozovali zosuvy obec niekoľkokrát, najmä v 60-tych a 70-tych rokoch, ktoré boli bohaté na zrážky. Telesá zosuvov v okolí Ľubietovej sú viazané na mierne svahy tvoriace ľavý breh tuku Hutná, kde pomerne hrubé masy svahových sedimentov ležia na nepriepustnom podloží. V hrebeňových častiach svahov vystupujú rigidné horniny vulkanických aglomerátových tufov a kordického štrkového súvrstvia, ktoré sú naopak veľmi priepustné a umožňujú rýchly prienik zrážkovej vody k nepriepustnému ílovcovému podložiu. Rigidné horniny sú navyše značne porušené puklinovými systémami, umožňujúcimi ich ďalší gravitačný rozpad na väčšie alebo menšie bloky, ktoré sa pohybujú (klžu alebo rotujú) na ílovcovom podloží. V celom, na zosuvy náchylnom území možno identifikovať viacero zosuvných telies v rôznom stupni aktivity a s tým spojeným stupňom zosuvného hazardu (obrázok 1), pričom väčšina z týchto zosuvov priamo zasahuje do intravilánu obce.



Obr. 1: Zosuvné telesá s rôznym stupňom zosuvného hazardu zasahujúce do intravilánu obce Ľubietová (prevzaté z práce Vičko, 2001)

Katastrofálny zosuv 1977

Najväčší zosuv v tejto oblasti, ktorý medzi slovenskými odborníkmi získal prívlastok „katastrofálny“ vznikol koncom februára 1977 na svahu severne od kóty Šibenica (v niektorých prácach sa stretne aj s pomenovaním zosuv „Za Viselníkom“). Na základe výsledkov modelovania terénu z archívnych leteckých meračských snímok získaných pred rokom 1977 sme jasne preukázali, že zosuv z roku 1977 bol reaktiváciou už existujúceho staršieho zosuvu, ktorý bol identifikovateľný v morfológii terénu ale aj na samotných leteckých snímkach (obrázok 2). Vhodným využitím územia a prípadným vybudovaním funkčných povrchových drenážnych systémov a snáď bolo možné reaktivácii zosuvu predísť.



Obr. 2: Morfológia územia katastrofálneho zosuvu pred reaktiváciou v roku 1977 (prevzaté z práce Prokešová a kol., 2010)

Katastrofálny zosuv predstavuje pomerne veľké teleso prúdového zosuvu, ktorého dĺžka presahuje 1 200 m. Šírka vo vrchnej časti, ktorá pozostáva z troch samostatných odlučných oblastí, je vyše 500 m. Dolu svahom sa tieto 3 samostatné prúdy spájajú do jedného hlavného prúdu, ktorého šírka je cca 80-100 m v čelnej časti. Rýchlosť pohybu zosuvu v prvých dňoch po vzniku bola značná, až niekoľko m za deň. Niekoľko zničených domov v čelnej časti zosuvu a hrozba prehradenia toku Hutná vyžadovali rýchly zásah v podobe realizácie sanačných opatrení. Vybudovanie systému povrchových drenážnych rigolov bolo najrýchlejšie a najúčinnnejšie a realizovalo sa ihneď po reaktivácii zosuvu. Systém rigolov bol neskôr spevnený betónovými dlaždicami a doplnený subhorizontálnymi podpovrchovými drenážnymi vrtmi. Za účelom monitorovania výšky hladiny podzemnej vody sa vybudovali piezometrické vrty a koncom 80-tych rokov (1988) aj sieť geodetických monitorovacích bodov pre monitorovanie pohybovej aktivity zosuvu. Monitoringom tak boli získavané kvantitatívne údaje, na základe ktorých sme získali predbežný obraz o správaní sa zosuvu, ako aj o funkčnosti (resp. strate funkčnosti) existujúcich sanačných opatrení.

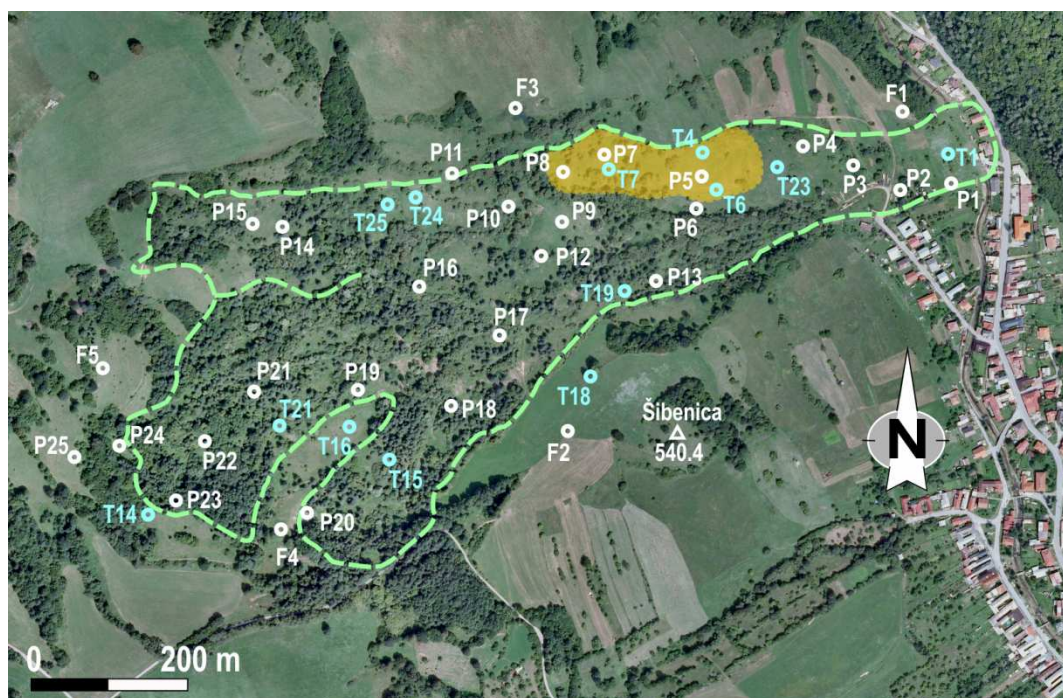
V roku 1993 bol katastrofálny zosuv v Ľubietovej zaradený do systému lokalít monitorovaných v rámci projektu „Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia SR“. Hladina podzemnej vody na funkčných piezometrických vrtoch a prietok odvodňovacích vrtov boli merané cca 4 krát ročne a kontrolné geodetické merania sa od roku 1993, kedy prebehlo prvé kontrolné meranie, realizovali v 2-ročných intervaloch.

Terénne obhliadky realizované v priebehu monitorovania potvrdili neustále sa zhoršujúci stav sanačných zariadení, ktorý bol motiváciou pre intenzívny výskum a monitoring územia zosuvu v nasledujúcich rokoch (2007-2011) v rámci 2 výskumných projektov finančne podporených Vedeckou grantovou agentúrou MŠSR (VEGA). V rámci projektu bol realizovaný monitoring hladiny podzemnej vody a prietoku odvodňovacích vrtov (merania v 2-týždňových intervaloch), monitoring povrchovej pohybovej aktivity (geodetické merania – 1-2 krát ročne metódou satelitnej geodézie - GNSS). Ako doplňujúce metódy boli aplikované metódy DPZ (vrátane leteckého laserového skenovania) a geofyzikálne metódy (metóda elektrickej odporovej tomografie). Kým laserové skenovanie nám poskytlo veľmi presné aktuálne informácie o morfológii katastrálneho zosuvu, ako aj celého, na zosuvy náchylného územia (vrátane zalesnených území), metódou elektrickej odporovej tomografie sme získali predstavu o podpovrchovej štruktúre zosuvu, existencii a priebehu šmykových zón, čím sme doplnili „bodové“ informácie získané geologickým prieskumom v roku 1977 (Fussgänger et al., 1978). Popri spomenutých metódach výskumu sme tiež podrobne analyzovali hydroklimatické podmienky v oblasti za obdobie rokov 1951 až 2012, čím sme získali reálny obraz o vývoji hlavného spúšťacieho faktora v období reaktívacie zosuvov (60-te roky, rok 1977) a v súčasnosti. Dáta získané monitoringom (najmä kolísanie hladín podzemnej vody a pohybová aktivita) mohli tak byť konfrontované s charakterom hydroklimatických podmienok.

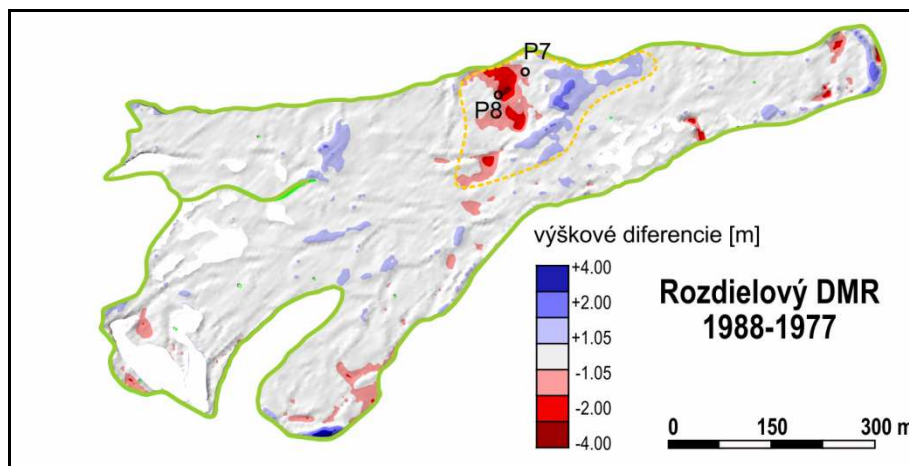
Pohybová aktivita zosuvu je monitorovaná od roku 1988. V rokoch 1988 – 2006 sa v rézii Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra realizovali kontrolné merania metódami konvenčnej geodézie. Frekvencia meraní bola však relatívne nízka – prvé kontrolné meranie prebehlo po 5 rokoch od vybudovania geodetickej siete a prvého zamerania súradníc monitorovacích bodov a ďalšie kontrolné merania sa realizovali v 2-3 ročných intervaloch, čím sa získal obraz o absolútnych a priemerných hodnotách pohybu jednotlivých monitorovacích bodov za daný časový interval (2-5 rokov) avšak výkyvy v pohybovej aktivite spôsobené v zmenách zrážkovej bilancie boli pri takejto nízkej frekvencii meraní ťažko identifikovateľné. Pri hlbšie založených zosuvoch, akým je aj katastrálny ľubietovský zosuv sa všeobecne predpokladá etapovitý charakter pohybu (obdobia s nízkou aktivitou sa striedajú s obdobiami jej zvýšenia, v extrémnych prípadoch reaktívacie), odrážajúci stav hydroklimatického faktora (sezónne výkyvy, extrémne hydroklimatické udalosti). Z tohto dôvodu sme v rámci riešenia vyššie spomenutých projektov pristúpili k vyššej frekvencii geodetických meraní (1-2 krát ročne), ktoré nám umožnili zachytiť odraz extrémnych klimatických udalostí v pohybovej aktivite zosuvu (2-3 násobný nárast hodnoty ročných posunov v roku 2010 oproti priemernej hodnote za obdobie 2007-2013). Monitoring zároveň preukázal, že detailnejšie pochopenie dynamiky pohybov a jej vzťahu k sezónnym zmenám hydroklimatických podmienok si pri daných hodnotách priemerných ročných posunov vyžaduje frekvenciu meraní minimálne v polročných intervaloch za použitia moderných (finančne pomerne náročných) geodetických GNSS prístrojov umožňujúcich dosiahnutie presnosti 2-5 mm v určení polohy monitorovacieho bodu.

Zhodnotenie nameraných posunov monitorovacích bodov za celé obdobie monitoringu (1988 – 2013) indikuje klesajúcu pohybovú aktivitu zosuvu, ktorá však môže byť aspoň do istej miery podmienená charakterom spúšťacieho faktora (hydroklimatických podmienok) v tomto období. Detailná analýza zrážkových úhrnov v danom období poukázala na všeobecne klesajúci trend kumulácie ročných aj

sezónnych zrážkových úhrnov. Tento trend je ešte výraznejší v prípade hodnotenia „efektívnych zrážok“ (zrážkové úhrny znížené o hodnotu potenciálnej evapotranspirácie), teda tej časti zrážkových úhrnov, ktorá je schopná infiltrovať do horninového prostredia. Keďže v prípade hlboko založených zosuvov hrá okrem krátkodobých nadpriemerných zrážkových úhrnov dôležitú úlohu aj dlhodobá hydrologická bilancia a stupeň celkového nasýtenia svahu vodou podmienený dlhodobejším charakterom počasia, prípadné krátke obdobia ($\leq 1-2$ mesačné) nadpriemerných zrážkových úhrnov zrejme nemajú taký výrazný efekt na zintenzívnenie pohybov, v prípade že ich výskyt je izolovaný. Z hľadiska dlhodobejšej pozitívnej hydrologickej bilancie vedúcej k výraznejšiemu nasýteniu svahových sedimentov za najvýznamnejší v rámci hodnoteného obdobia možno považovať rok 2010 s najvyššími „normálnymi“ ale aj efektívnymi zrážkovými úhrnmi v lokalite Ľubietová od roku 1951. Kontrolné geodetické merania realizované v rokoch 2007-2013 potvrdili nárast pohybovej aktivity niektorých monitorovaných bodov (P7 a T7) na 2-3 násobok priemernej ročnej hodnoty posunov týchto bodov v danom období, pričom ako najaktívnejšia počas celého obdobia geodetických meraní sa javí oblasť v okolí monitorovacích bodov P5-P7-P8 (obrázok 3). Na základe výsledkov získaných modelovaním terénu z archívnych leteckých snímok metódou digitálnej fotogrametrie možno potvrdiť, že táto oblasť sa vo veľkej miere zhoduje s oblasťou, ktorá bola pohybovo najaktívnejšia v prvom desaťročí po reaktivácii (čiže v rokoch 1977—1988, obrázok 4). Rozdielový digitálny model reliéfu (DMR), ktorý sme získali „odčítaním“ namodelovaných povrchov reliéfu (z roku 1988 a z roku 1977), zobrazuje výškové rozdiely, ktoré vznikli v dôsledku transportu svahového materiálu v danom období (pokles terénu v dôsledku erózie, resp. transportu materiálu dolu svahom a nárast výšky v dôsledku jeho nahromadenia).



Obr. 3: Sieť monitorovacích bodov pre geodetické merania na území katastrofálneho zosuvu (zelená čiarkovaná línia = hranica reaktivácie r. 1977) s vyznačenou oblasťou s najvyššou pohybovou aktivitou monitorovacích bodov v období 1988 – 2013.

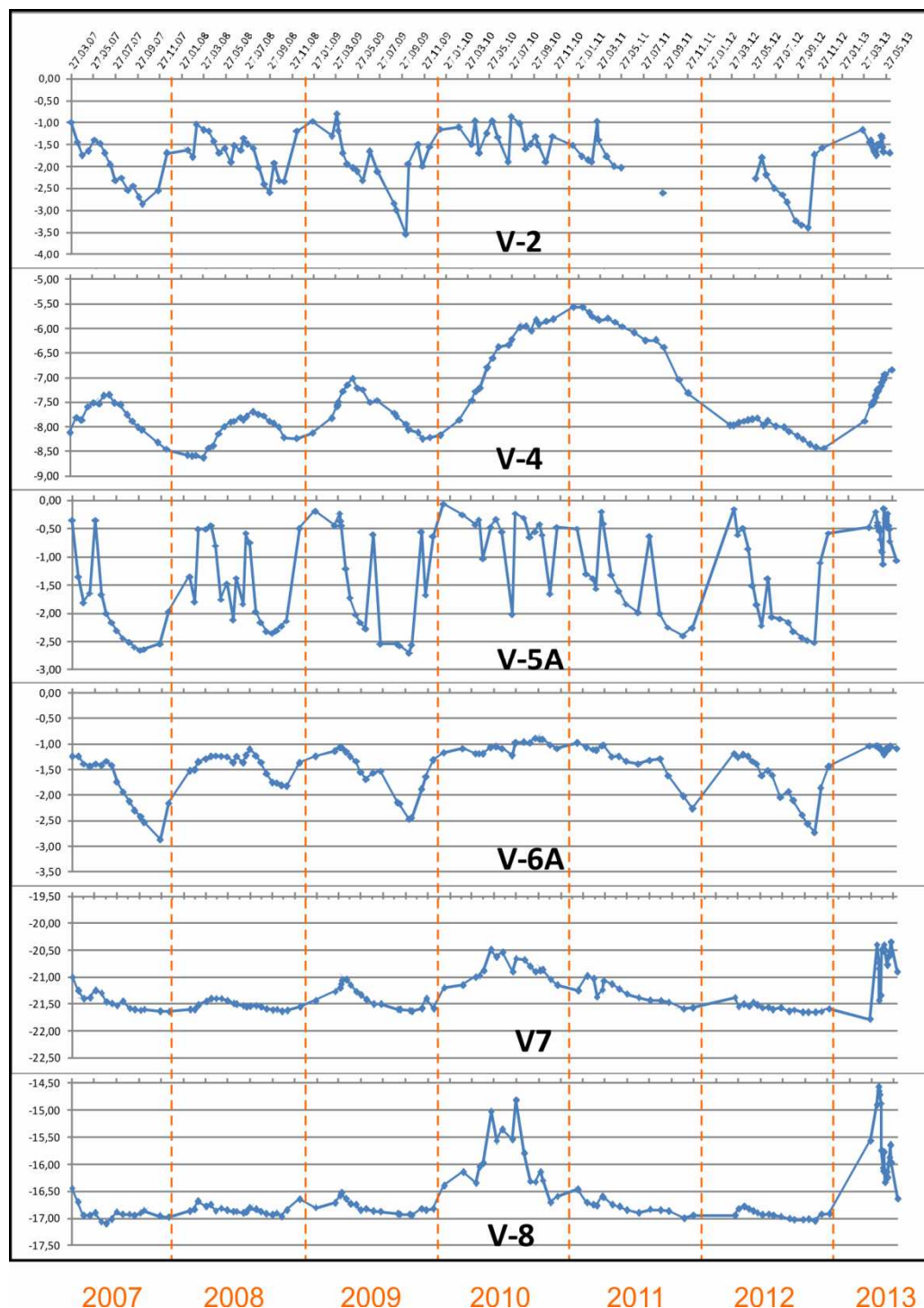


Obr. 4: Rozdielový DMR prezentujúci záporné a kladné výškové rozdiely, ktoré vznikli ako dôsledok pohybu svahového materiálu

V súvislosti s výsledkami geodetických meraní je dôležité upozorniť ešte na jeden veľmi významný faktor, ktorý bol výskumom preukázaný. Povrchové prejavy pohybovej aktivity zosuvu sú z hľadiska intenzity (veľkosti posunov) priestorovo značne variabilné – niektoré časti zosuvu sa prejavujú ako aktívnejšie v porovnaní s inými časťami zosuvu (priemerná rýchlosť pohybu monitorovacích bodov je niekoľkonásobne vyššia v porovnaní s monitorovacím bodmi umiestnenými v iných častiach zosuvu). Súčasné výskumy aj zo zahraničia potvrdzujú, že takýto diferenciálny charakter pohybu je typický pre mnohé veľké a hlboké zosuvy. Ukazuje sa, že môže byť aj jedným z dôležitých faktorov, ktoré postupom času prispievajú k obnoveniu nestability zosuvu. V dôsledku diferenciálneho pohybu dochádza v zosúvanej mase pôdy a sedimentov k deformáciám. V niektorých oblastiach je materiál stláčaný a v iných zas dochádza k jeho rozťahovaniu. Tento jav spôsobuje vznik tenzných a kompresných štruktúr v zosuvných hmotách, ktoré sa prejavujú aj vznikom charakteristických tvarov – štruktúr v morfológii terénu. V prípade hustej vegetácie tieto morfológické prejavy deformácie nemusia byť ľahko identifikovateľné terénnym výskumom. Ich existenciu a priestorovú distribúciu je v súčasnosti možné zmapovať pomocou leteckého laserového skenovania – modernej metódy DPZ, ktorá umožňuje snímanie terénnych bodov aj pod lesným porastom a krovínami. Zo získaného bodového mračna je následne možné modelovať detailnú morfológiu terénu a tak zachytiť priestorovú distribúciu štruktúr indikujúcich existenciu zón rozťahovania a stláčania. Deformačné zóny je možné modelovať aj priamo z nameraných posunoch monitorovacích bodov pomocou výpočtu deformačných tenzorov. Porovnaním výsledkov oboch metód môžeme výsledky verifikovať, korelovať a získať pomerne spoľahlivý obraz daného fenoménu.

Z hľadiska vývoja stability zosuvu je daný fenomén dôležitý tým, že vplýva na celkovú dynamiku územia. Napríklad v zónach rozťahovania dochádza k vývoju trhlín a fraktúr, ktoré následne urýchľujú infiltráciu zrážkových vôd do telesa zosuvu. Oblúkovité konkávne fraktúry sú tiež zónami predisponovanými k reaktivácii plytších sekundárnych zosuvov. Naopak, zóny kompresie sú územiami so spomalenou infiltráciou a v teréne sa prejavujú ako zamokrené oblasti. V špecifickom prípade „katastrofálneho“ zosuvu tak kombinácia prípadnej zvýšenej infiltrácie zrážok do telesa zosuvu a zníženej efektivity odvodňovania samotného telesa zosuvu, no najmä oblastí nad odlučnými zónami, môže viesť v obdobiach nadpriemerných zrážkových úhrnov k rýchlemu zhoršeniu stabilitných

pomerov. Zvýšená infiltrácia zrážok do telesa zosuvu sa naplno prejavila už v roku 2010, kedy boli zaznamenané najvyššie hladiny podzemnej vody (HPV) na monitorovacích piezometrických vrtoch od začiatku meraní. Navyše v niektorých vrtoch (napr. V4, V6A) sa pomerne vysoké hladiny držali až do leta 2011, čím bol narušený typický sezónny charakter kolísania HPV a k poklesu došlo až v dôsledku výrazne podpriemerných zrážkových úhrnov v roku 2011 (obrázok 4). Podobný výrazný vzostup hladín podzemnej vody sme zaznamenali aj v jarnom období roku 2013 v dôsledku topenia sa veľkého množstva snehu.



Obr. 4: Kolísanie hladiny podzemnej vody (uvedená hĺbka je meraná od úrovne terénu v mieste daného vrtu) zaznamenané od marca 2007 do júna 2013 na funkčných monitorovacích vrtoch na území katastrofálneho zosuvu z roku 1977.

Závěrečné odporúčania:

V dôsledku realizácie sanačných opatrení na katastrofálnom zosuve v Ľubietovej z roku 1976/1977 došlo k stabilizácii zosuvu a celkovému upokojeniu jeho pohybov. Sanačné práce pozostávali z realizácie subhorizontálnych odvodňovacích vrtov, povrchových odvodňovacích rigolov, úpravy akumuláčnej časti zosuvu ako aj presmerovania a prekrytia rieky Hutná. Prirodzeným starnutím odvodňovacích zariadení však dochádza k postupnému znižovaniu ich funkčnosti (pozorované znížené výdatnosti jednotlivých vrtov), pričom mnohé drenáže, ale aj monitorovacie prvky už stratili resp. postupne strácajú svoju funkčnosť. Najvýraznejšie sa to prejavuje v oblasti pod odlučnou hranou zosuvu, kde voda vytekajúca z horizontálnych vrtov sa hromadí vo forme bezodtokových zamokrenín. Tieto svojou hmotnosťou priťažujú svah čo môže zapríčiniť vznik nových odlučných oblastí. Táto skutočnosť prispieva k výslednému faktu, že systém povrchových rigolov je prakticky nefunkčný, žiadnu vodu neodvádza a preto nedochádza ani k znižovaniu hladín podzemnej vody v pozorovacích vrtoch. Tu je potrebné mať na zreteli, že hlavnou príčinou katastrofálneho zosuvu v Ľubietovej bola práve zrážková anomália.

Výsledky geodetických meraní realizovaných v rokoch 2007-2013 potvrdili nárast pohybovej aktivity niektorých monitorovaných bodov (P7 a T7), pričom ako najaktívnejšia počas celého obdobia geodetických meraní sa javí oblasť v okolí monitorovacích bodov P5-P7-P8 (obrázok 3).

Podobná alebo aj horšia situácia môže byť aj v prípade ďalších, z minulosti známych ale aj neznámych zosuvov na lokalite v intraviláne aj extraviláne Ľubietovej, kde však nemáme dostatok informácií o ich súčasnom stave, keďže sa tam nevykonáva monitoring. Ide napr. o staré zosuvy aktivované v rokoch 1961-1963, nachádzajúce sa v oblasti pri futbalovom ihrisku, Na jamách ai. Podľa Vlčka 2001 má zosuv pri futbalovom ihrisku výrazne progresívny charakter, keď odlučná zóna sa každoročne „posúva“ smerom do vrchnejších častí svahu. Prejavy aktivity zosuvu v jeho akumuláčnej časti boli pozorované obyvateľmi na deformácii skruže studne rod. dom č. 247 (dnes Debnárska ul. č. 27) parciálne deformácie pôdy v jarnom období v záhradách rod. domov č. 248, 254 a deformácia ľahkého dreveného hospodárskeho objektu v rod. dome č. 255, trhlina v murive rod. domu č. 256. Aktívny zosuv bol v priebehu rokov 1965/66 stabilizovaný podpovrchovým odvodnením svahu pomocou horizontálnych drenážnych vrtov a na povrchu vybudovaním rigolov ako aj zachytením prameňov nad odlučnou oblasťou. Je viac ako pravdepodobné, že v súčasnosti funkčnosť týchto sanačných opatrení je znížená, alebo sú už nefunkčné.

„Priaznivá“ geologická stavba južnej časti obce Ľubietová môže v kombinácii s extrémnymi zrážkami či nevhodným ľudským zásahom viesť k vzniku nových, resp. reaktivácii starých zosuvov. V tejto citlivej oblasti boli v minulosti zaznamenané rôzne typy svahových deformácií, či už ide o zosuvy, deformácie blokového typu alebo formy povrchového plazenia. V ostatných rokoch bola pozornosť sústredená predovšetkým na veľké teleso katastrofálneho zosuvu, keďže tento predstavuje modelový typ zosuvu v danej oblasti a geologickom prostredí a je aspoň čiastočne vybavený zariadeniami potrebnými pre monitoring (piezometrické vrty, geodetická sieť monitorovacích bodov). Je preto nevyhnutné overiť tiež súčasný stav ostatných svahových deformácií, resp. celého územia náchylného na zosúvanie. Je pováženiehodné, že ani na lokalitách vyčlenených Vlčkom (Vlčko, 2001) pred 12 rokmi ako zosuvy s vysokým zosuvným hazardom (obrázok 1) nemáme dnes aktuálne informácie na zhodnotenie ich súčasného stavu (napr. zosuv nad futbalovým ihriskom, zosuv Na jamách ai).

Pre zamedzenie opätovnej aktivácie svahových pohybov na telesách sanovaných už v minulosti je nevyhnutné vykonať údržbu existujúcich sanačných zariadení. Tie boli vybudované ešte v rokoch 1965/66 (zosuv pri futbalovom ihrisku), ako aj 1977/78 (katastrofálny zosuv). Konkrétne navrhujeme prečistiť subhorizontálne odvodňovacie vrty, vyčistiť a opraviť existujúce povrchové odtokové rigoly, ktoré sú vo veľmi zlom technickom stave.

Na ostatných územiach ľavobrežnej ohrozovanej oblasti navrhujeme urýchlene zrealizovať preventívne opatrenia, najmä vylepšiť a rozšíriť základnú povrchovú drenážnu sieť - systém komplexných povrchových odvodňovacích zariadení a tiež zväziť/vylúčiť akúkoľvek novú výstavbu na ohrozovanom území, ktorú vzhľadom na geologicky nebezpečné podložie inžinierski geológovia neodporúčajú na takmer celom ľavobreží Hutnej (MÚSES obce Ľubietová z r. 1999, Vlčko 2001).

Navrhujeme revíziu mapy Vlčka (2001), nakoľko táto vychádzala len z poznatkov (meraní) o aktivite svahových deformácií v posledných desaťročiach minulého storočia (1950-2000), pričom nezahrnula novšie pozorovania miestnych obyvateľov a vedeckých pracovníkov (ŠGÚDŠ, UMB) ani zmeny v území z ostatných rokov. Medzi ne patria: neutíchajúca povrchová aktivita územia - pozorovaná na reliéfe v záhradách, na evanj. cintoríne, na stavbách hospodárskych i obytných budov (viď fotografickú prílohu najmä na uliciach Debnárska, Hrnčiarska, Majerčok, ...), na okolitých lúkach a pasienkoch, havária na podpovrchovom odvodňovacom zariadení v roku 2010 (Debnárska ul., akútne riešený havarijný stav zapríčinený zvýšenou hladinou podzemnej vody), apod.

Evidentné zhoršenie až znefunkčnenie starých drenážnych povrchových systémov sme zaregistrovali pri niekoľkých predbežných obhliadkach širšieho zosuvného územia v katastri obce (viď obrazová príloha). Ide o súčasti „prirodzenej“ - historickej drenáže súvisiacej s tradičným spôsobom obhospodarovania územia (políčka, lúky, pasienky), z ktorých bola v minulých storočiach prebytočná voda odvádzaná z početných pramenísk, studničiek a napájadiel mimo ohrozovanú oblasť systémom priekop, rigolov i občasných tokov - korýt do hlavného toku - Hutná. Tiež ide o súčasti „technickej“ drenážnej siete širšieho územia - pozorujeme zanesenie odvodňovacích kanálov pozdĺž cesty /komunikácie/ 2.-3. triedy: Ľubietová (ev. kostol- evanj. cintorín - Víselník - Šajbica) - Povrazník, umelé zásahy do prostredia a cirkulácie podpovrchovej vody (nová výstavba na Záhradnej ulici, na ulici Majerčok, Vôdka, ...).

Ďalej sme zaevidovali nekontrolované zásahy do prirodzene sa reproduktujúcej zelene/drevín na území monitorovaného zosuvu (Víselník/Dolné pole/Šibenica, 1977) - opakovaný (niekoľko rokov) výrub, mulčovanie, opakované zahrňovanie odvodňovacích kanálov (!) nadrozmerným bio-odpadom („odpadová“ drevná hmota, vyrúbané vrbiny, balvany, hlina, ílovitý materiál). V letných mesiacoch t.r. (august - september 2013) došlo k úplnému zahrnutiu odvodňovacieho kanálu v bezprostrednej blízkosti odľučnej oblasti katastrofálneho zosuvu z r. 1977 na úseku cca 100 m, a to v mieste výskumného vrtu realizovaného na jar 2013.

Takéto zásahy v potenciálne ohrozovanom území sú neprijateľné, ohrozujú ľudí na majetku. Nakoľko zabraňujú povrchovému odtoku nadbytočnej vody, táto vsakuje do telesa zosuvu a zhoršuje stabilitu aj širšieho územia náchylného na zosúvanie (ul. Rôšt, Majerčok, Hrnčiarska, Debnárska, atd).

Použité zdroje:

Fussgänger, F., Jadroň, D., Banský, M., Tyleček, B., 1978. Ľubietová - prúdový zosun. Závěrečná správa z geologického prieskumu. Geofond, Bratislava.

Prokešová, R., Kardoš, M., Medveďová, A., 2010. Landslide dynamics from high-resolution aerial photographs: a case study from the Western Carpathians, Slovakia. *Geomorphology* 115, 90–101.

Prokešová, R., Medveďová, A., Tábořík P., Snopková Z., 2013: Towards hydrological triggering mechanisms of large deep-seated landslides. *Landslides*, 10, 239–254. DOI: 10.1007/s10346-012-0330-z

Prokešová, R., Kardoš, M., Tábořík P., Medveďová, A., Stacke, V., Chudý, F.: Kinematics of large, deep-seated earthflow defined by surface displacements monitoring, DEM differencing and ERT imaging (*Geomorphology*, v recenznom pokračovaní).

Vlčko, J. (2001): Zhodnotenie inžinierskogeologických podmienok výstavby v obci Ľubietová. Správa z IG prieskumu, 17 s.

MÚSES obce Ľubietová z r. 1999

Na základe výsledkov vlastných výskumov a výskumov citovaných autorov spracovali:

RNDr. Roberta Prokešová, PhD. (UMB Banská Bystrica)

Mgr. Róbert Jelínek, PhD. (ŠGÚDŠ, pobočka Banská Bystrica)

Mgr. Alžbeta Medveďová, PhD. (UMB Banská Bystrica)

Banská Bystrica, 16.10.2013