

Informácia
o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace
havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám

1 Úvod

Uznesením vlády SR č. 907 z 21. augusta 2002 bola schválená Koncepcia trvalo udržateľného využívania zdrojov horninového prostredia. Na základe bodu B.3. tohto uznesenia sa predkladá každoročne k 30. aprílu na rokovanie vlády SR materiál „Informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“.

Čiastkový monitorovací systém - Geologické faktory (ČMS - GF) je súčasťou Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky. Monitoring je zameraný hlavne na škodlivé prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú človeka a životné prostredie. Vzhľadom na nepriaznivé pôsobenie prírodných síl v kombinácii s neadekvátnymi zásahmi človeka do prírodného prostredia narastá v posledných rokoch počet mimoriadnych udalostí, ktoré majú negatívny vplyv na život a zdravie ľudí alebo ich majetok. Veľmi často v dôsledku zvýšených zrážok narastá vznik havarijných zosuvov. Výsledky monitorovania poskytujú informácie, na základe ktorých je možné prijať opatrenia umožňujúce mimoriadnym udalostiam včas predchádzať.

Monitorovanie geologických faktorov životného prostredia je zabezpečené v rámci geologickej úlohy ČMS - GF prostredníctvom ŠGÚDŠ.

Uznesenie vlády SR č. 803 z 12. októbra 2005 v bode B.1 ukladá ministrovi životného prostredia „zabezpečovať naďalej na stabilizačnom násype v údolí Handlovky merania a pozorovania vodohospodárskych objektov a výsledky pozorovaní každoročne zahrnúť do správy o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám“.

Informácia je vypracovaná na základe výsledkov monitorovania v spolupráci s odborníkmi Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) a s pracovníkmi organizácie Vodohospodárskej výstavby š.p., Bratislava (VV, š.p.), ktorí vykonávajú technicko-bezpečnostný dohľad (TBD) na vodnej stavbe „Stabilizačný násyp Handlová“.

2 Výsledky monitorovania za rok 2018

V roku 2018 sa v súlade s Koncepciou aktualizácie a racionalizácie environmentálneho monitoringu pokračovalo v meraniach v nasledujúcich podsystémoch:

- 01 Zosuvy a iné svahové deformácie
- 02 Tektonická a seizmická aktivita územia
- 04 Vplyv ťažby na životné prostredie
- 05 Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí
- 06 Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi
- 07 Monitorovanie riečnych sedimentov.

2.1 Podsystém 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie

V rámci podsystému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2018 na 41 lokalitách (príloha 1) vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – **zosúvanie** (28 lokalít – rovnako ako v predchádzajúcom roku), **plazenie** (4 lokality) a **náznaky aktivizácie rúťivých pohybov** (6 lokalít). Samostatnou špecifickou skupinou hodnotenia stability prostredia je lokalita **Stabilizačného násypu v Handlovej**. Výsledky monitorovania Stabilizačného násypu sa nachádzajú v Prílohe 2.

Rozsah monitorovacích aktivít, ako aj frekvencia ich použitia, vychádzali z Programu

monitorovania na rok 2018.

Hlavné výsledky monitorovania svahových pohybov

Lokality zo skupiny **zosúvania** sa monitorovali súborom metód zaznamenávajúcich posuny alebo deformácie meraných objektov (inklinometrické merania a súbor geodetických metód: terestrické a merania technológiou globálnych navigačných družicových systémov (GNSS), fotogrametria a DPZ – InSAR) a stav najdôležitejších zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení; zároveň bol zabezpečený zber, archivácia a analýza klimatologických ukazovateľov). V roku 2018 klesol počet piezometrických vrtov zo zabudovanými automatickými hladinomerami z pôvodných 25 na 21. Dôvodom sú prevažne technické problémy (lokality Nižná Myšľa a Veľká Čausa). Mimo prevádzky sú i automatické hladinomery so zabudovaným systémom včasného varovania.

Na lokalitách s monitorovanými svahovými pohybmi charakteru **plazenia** boli zabezpečené merania mechanicko-optickým dilatometrom TM-71. Na svahových deformáciách, označovaných ako **náznaky aktivizácie rúťových pohybov**, boli sledované prejavy aktivity pomocou dilatometrických a mikromorfologických meraní.

Okrem priamo vykonávaných a zabezpečovaných monitorovacích meraní bola v roku 2018 zabezpečená analýza klimatologických údajov (zo siete staníc SHMÚ) vo vzťahu k stabilite zosuvných území. Analyzovaný bol najmä ich vplyv na zmeny hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení.

Svahové pohyby charakteru zosúvania

Na základe výsledkov aplikovaných metód monitorovania v roku 2018 možno jednotlivé zosuvné lokality účelovo rozdeliť do viacerých kategórií. Pri nasledujúcom opise výsledkov meraní je najväčší dôraz kladený na ich aktuálny stabilitný stav, ktorý najlepšie odzrkadľujú merania pohybovej aktivity (monitorovaný metódami presnej inklinometrie a geodézie – terestricky, GNSS, InSAR, fotogrametria). Výsledky monitorovania na jednotlivých lokalitách sú opisované v poradí, ktoré zodpovedá veľkosti pohybu; najväčšia pozornosť je teda venovaná lokalitám, ktoré boli počas roka 2018 najaktívnejšie.

Na základe hodnotenia výsledkov, prevažne z inklinometrických meraní (na 19 lokalitách), možno konštatovať, že najaktívnejšia je zosuvná lokalita **Nižná Myšľa**.

Na tejto lokalite, podobne ako v roku 2017, bola najvyššia etapová deformácia zaznamenaná v oblasti vrtu INK-22. Vrt sa nachádza na **Obchodnej ulici**, priamo v oblasti pod kostolom. Vo vrte na hlavnej šmykovej ploche (4,56 m pod terénom) bol v období od 3. mája do 15. októbra nameraný prírastok deformácie s veľkosťou 17,8 mm (čo predstavuje priemernú rýchlosť 39,3 mm.rok⁻¹) s azimutom orientovaným na juho-juhozápad (203°). Ešte o niečo vyššia deformácia bola nameraná vo vrte INK-24A, ktorý sa nachádza približne 100 m západným smerom (v hĺbke 4,5 m pod terénom – 19,7 mm; 43,5 mm.rok⁻¹; 193°). Zvýšené hodnoty pohybovej aktivity boli zaznamenané i severnejšie vo vrte INK-14N v oblasti stretu ulíc **Hlboká**, **Strmá** a **Obchodná**. V hĺbke 11 m pod terénom bol od začiatku novembra 2017 do druhej polovice mája 2018 nameraný vektor 15,6 mm (29,2 mm.rok⁻¹; 299°) a v období od mája 2018 do konca roka 2018 vektor s veľkosťou 13,72 mm (20,87 mm.rok⁻¹; 47°).

Podobne, ako v predchádzajúcom období, naďalej pretrváva zvýšená pohybová aktivita v oblasti nad objektom **základnej školy**. V jednotlivých monitorovacích objektoch (INK-56, INK-53, INK-52) boli namerané etapové vektory v intervale od 5,42 mm do 9,98 mm. Vrt INK-56, v ktorom bola nameraná najvyššia hodnota, sa nachádza 27 metrov nad oporným kotveným múrom. V tejto súvislosti treba poznamenať, že v porovnaní s predchádzajúcim obdobím došlo v oblasti spomenutého vrtu k poklesu deformácií. Vyššie vo svahu je však možné i naďalej

pozorovať pohyb po výraznej šmykovej ploche (vo vrte INK-53 – 3,19 m pod terénom; INK-52 – 4,99 m pod terénom).

V južnej časti obce bola zvýšená pohybová aktivita pozorovaná v oblasti vrtu INK-34, a to v hĺbke 2,76 m pod terénom (6,6 mm; 13,7 mm.rok⁻¹; 270°). V ostatných častiach zosuvného územia prevládali hodnoty deformácií pod 1,5 mm; vyššie hodnoty (v intervale od 1,53 do 4,26 mm) boli namerané vo vrtoch INK-32, INK-43, INK-44 (južná časť zosuvného územia).

Z hľadiska hodnotenia hlavného zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody, je potrebné poznamenať, že v roku 2018 došlo až v štyroch prípadoch k prekročeniu jej maximálnych stavov, zaznamenaných v predchádzajúcom období monitorovania.

Druhú skupinu zosuvných lokalít predstavujú svahové deformácie, na ktorých boli počas roka 2018 namerané etapové vektory väčšie ako 10 mm. Ide o lokality **Veľká Čausa**, **Červený Kameň**, **Vyšná Hutka** a **Prievidza-Veľká Lehôtka**.

V obci **Veľká Čausa** je zvýšená pohybová aktivita pozorovaná vo viacerých samostatných územiach. Inklinometrickými meraniami je dlhodobo pozorovaná nestabilita v území s Individuálnou bytovou výstavbou (IBV) v centrálnej časti obce (vrt VČ-1). V roku 2018 počas dvoch etáp meraní boli v hĺbke 4,91 m pod terénom zaznamenané deformácie, ktoré v oboch prípadoch presahovali 11,5 mm (priemerné rýchlosti sa pohybovali v intervale 19,09 – 21,92 mm.rok⁻¹). Orientácia nameraných vektorov mala severovýchodný až východný smer. V súvislosti s aktivitou priľahlej južnej časti zosuvu treba uviesť, že značná časť vrtoch, ktoré tu boli vybudované v 90-tych rokoch, je nefunkčná v dôsledku ich porušenia samotným svahovým pohybom. Existujúce vrty VE-4, VČ-9, ktoré sú monitorované dodnes, naznačujú, že zosuvné teleso je stále v pohybe.

V západnejšej časti obce, v území nad poľnohospodárskym družstvom je geodetickými meraniami sledovaný relatívne intenzívny svahový pohyb v okolí bodu P2. V roku 2018 došlo, v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi, k miernemu ustáleniu pohybovej aktivity (31,78 mm). V západnej časti obce bola ale nameraná veľmi výrazná vertikálna zmena na geodetickom bode P12 (etapový pokles o 46 mm), ktorý sa nachádza v blízkosti územia s IBV.

Zosuvné územie má dlhodobé problémy s odvádzaním povrchových vôd. Vybudované odvodňovacie rigoly v dôsledku starnutia (zarastenia vegetáciou) prestali plniť svoju funkciu a v súčasnosti prispievajú k infiltrácii povrchových vôd do zosuvného prostredia.

V obci **Červený Kameň** je z hľadiska stability vážna situácia v oblasti zosuvu, ktorý priamo ohrozuje a čiastočne i poškodzuje cestnú komunikáciu. Počas roka 2018 boli v jedinom inklinometrickom vrte vykonané tri etapové merania. Z výsledkov vyplýva, že svahová deformácia bola najaktívnejšia v zimných a jarných mesiacoch. Na šmykovej ploche v hĺbke 2,8 m pod terénom bol od 11. decembra 2017 do 2. mája 2018 nameraný vektor 12,4 mm (31,9 mm.rok⁻¹) s juhozápadne orientovaným azimutom. Znepokojujúca je výsledná deformácia 60,1 mm (14,1 mm.rok⁻¹) zaznamenaná v období od októbra 2014 do decembra 2018.

V katastrálnom území obce **Vyšná Hutka** zosuvy postihujú značnú časť územia. Aktuálne je najhoršia situácia v oblasti vrtu VHI-1A. Inklinometrickými meraniami bola v období od 15. novembra 2017 do 5. apríla 2018 nameraná deformácia (v hĺbke 3,7 m pod terénom) 11,93 mm (30,91 mm.rok⁻¹) s azimutom orientovaným na sever. Uvedený vrt sa nachádza v záhradkárskej/chatárskej kolónii. Výsledná deformácia v uvedenom vrte (od októbra 2014 do apríla 2018) dosiahla 76,45 mm (21,9 mm.rok⁻¹). V ostatných monitorovacích vrtoch, ktoré sa nachádzajú na lokalite, boli na šmykových plochách namerané deformácie do 1,9 mm (VHI-1).

V mestskej časti **Prievidza-Veľká Lehôtka** bola počas dvoch etáp meraní zaznamenaná pomerne výrazná deformácia vo vrte IGP-7i (nad 17 mm). V ostatných vrtoch, ktoré dokumentujú pohybovú aktivitu zosuvného územia, etapové vektory neprekročili 0,7 mm, resp. 1,84 mm.rok⁻¹.

V prípade tejto lokality stabilitu zosuvného územia do veľkej miery ovplyvňuje efektivita hĺbkového odvodnenia, vybudovaného v roku 2014. V roku 2018 boli zabezpečované režimové pozorovania na všetkých odvodňovacích zariadeniach. Najefektívnejšie podzemnú vodu odvádzali vrty HV-1, 3 a 6 (priemerné ročné hodnoty – od 1,06 do 1,98 l.min⁻¹).

Ďalšiu skupinu zosuvov, v ktorých pohybová aktivita počas jednotlivých meraní prekročila hranicu 5 mm, predstavujú lokality **Nižná Hutka**, **Handlová-Morovnianske sídlisko**, **Kapušany** a **Prievidza-Hradec**.

V obci **Nižná Hutka** je pohybová aktivita sledovaná v piatich vrtoch. Najvyššie deformácie boli sledované vo vrte VNI-1. Relatívne plytko pod terénom v hĺbke 0,96 m bol od 4. mája do 5. novembra nameraný vektor 9,4 mm (18,54 mm.rok⁻¹) s azimutom 173°.

V širšej oblasti **Morovnianskeho sídliska v Handlovej** je sledovaných viacero samostatne sa vyvíjajúcich svahových deformácií. Priamo nad sídliskom vo vrte AH-2 v hĺbke 3,78 m pod terénom bol v období od decembra 2017 do apríla 2018 nameraný prírastok deformácie 9,17 mm (28,4 mm.rok⁻¹) s azimutom 23°. V juhozápadnej časti územia vo vrte AH-2 bola v rovnakom období nameraná deformácia 3,01 mm (9,3 mm.rok⁻¹). Výsledná deformácia v tomto vrte v hĺbke šmykovej plochy (6,57 m pod terénom) dosiahla 28,43 mm (v období od 4. marca 2015 do 5. decembra 2018; 7,56 mm.rok⁻¹).

V obci **Kapušany** bol v roku 2018 vo viacerých prípadoch pozorovaný zjavný pohyb zosuvného telesa po aktívnej šmykovej ploche, ale vďaka relatívne priaznivým klimatickým pomerom jeho hodnoty len ojedinele prekročili 5 mm (napr. vrt INK-9 – 6,08 mm; 13,28 mm.rok⁻¹). Prevládali vektory v intervale 1,0 až 4,67 mm.

Poslednou lokalitou v skupine zosuvov s pohybovou aktivitou nad 5 mm je mestská časť **Prievidza-Hradec**. Aj v tomto prípade je možné konštatovať, že v roku 2018 došlo k priaznivému vývoju stability. V širšom území ulice Na Stanište, kde boli v minulosti sledované deformácie v desiatkach milimetrov, bola vo vrte IGH-5i (v hĺbke 4,61 m pod terénom) nameraná deformácia 5,7 mm (16,4 mm.rok⁻¹; za obdobie 6. december 2017 – 12. apríl 2018). V ostatných vrtoch, situovaných na Pavlovskej ul., namerané deformácie neprekročili 2 mm.

Ďalšou v poradí je skupina zosuvov, v ktorých namerané etapové deformácie, sledované metódou presnej inklinometrie dosiahli viac ako 2 mm. Ide o zosuvné lokality: **Kraľovany**, **Bardejovská Zábava**, **Handlová** a **Ďačov**.

Na lokalite **Kraľovany** je pohybová aktivita sledovaná v troch inklinometrických vrtoch. Najvyššie hodnoty boli namerané vo vrte V3-INK v hĺbke 23,67 m pod terénom. V období od 11. decembra 2017 do 2. mája 2018 bol nameraný etapový vektor 4,8 mm (12,2 mm.rok⁻¹; 42°). Výsledná deformácia na sledovanej šmykovej ploche v období monitorovania (júl 2014 – december 2018) dosiahla 59,38 mm (13,52 mm.rok⁻¹). Deformácie nad 2 mm boli namerané vo vrte V6-INK. Na lokalite boli v roku 2018 zabezpečené aj fotogrametrické a terestrické geodetické merania. Z nameraných výsledkov vyplýva, že k najväčším posunom došlo v oblasti bodu 640, ktorý sa nachádza v centrálnej časti zosuvného územia. V horizontálnom smere bol v tomto bode (v období od júna 2017 do novembra 2018) nameraný vektor 123,7 mm s orientáciou na juh (smer na jazero). Vo vertikálnom smere bol nameraný pokles o 26 mm. V západnej časti v bode R-3 bol nameraný polohový posun 27,7 mm posun a vertikálny -20 mm.

V zosuvnom území **Bardejovská Zábava** je pohybová aktivita sledovaná jedným inklinometrickým vrtom – BIJ-1, v ktorom boli v roku 2018 zabezpečené dve etapy meraní (jarné a jesenné). Vyššie deformácie boli namerané počas jesennej etapy, teda v období od 18. mája do 5. decembra; nameraný vektor dosiahol 4,27 mm (7,32 mm.rok⁻¹). Z výsledkov režimových pozorovaní vyplýva, že v roku 2018 bola nameraná maximálna výdatnosť v období monitorovania

(na odvodňovacom vrte HV-2), zároveň však bola nameraná i najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody vo vrte BHJ-1 (8,16 m pod terénom).

V meste **Handlová**, v rámci zosuvu z roku 1960, je sledovaná oblasť nad Európskou cestou z Handlovej do Žiaru nad Hronom (E572). V minulosti bolo možné v súvislosti so svahovým pohybom sledovať deformácie priamo na telese vozovky. Počas meraní v roku 2018 bola vo vrte AH-1 v období jarnej etapy (15. december 2017 – 12. apríl 2018) zaznamenaná deformácia 2,42 mm (v hĺbke 14,19 m pod terénom). Kontrolným meraním 14. augusta bol pozorovaný pokles pohybovej aktivity.

V katastrálnom území **Ďačov**, v ktorom je časť obce, ležiaca na sever od Ďačovského potoka, postihnutá frontálnym zosuvom, sú monitorovacie aktivity sústredené na územie parciálnej svahovej deformácie, nachádzajúcej sa vo východnej časti územia. Z meraní pohybovej aktivity v dvoch inklinometrických vrtoch vyplýva, že pohybovo aktívnejšia je oblasť v okolí vrtu DA-7 (v hĺbke 1,83 m pod terénom deformácia – 2,2 mm; 4,1 mm.rok⁻¹).

Relatívne priaznivé stabilitné pomery boli v roku 2018 pozorované na lokalitách **Hodruša-Hámre, Petrovany, Prešov-Horárska ul., Prešov-Pod Wilec Hôrkou, Svätý Anton** a **Vyšný Čaj**. Ide o lokality, na ktorých počas jednotlivých kontrolných etáp metódou presnej inklinometrie boli namerané deformácie do 1,7 mm.

Na zosuvnej lokalite **Prešov-Pod Wilec Hôrkou** je v posledných rokoch sledovaný pokles pohybovej aktivity, čo do určitej miery súvisí s vybudovaným hĺbkovým odvodnením v päte svahu. Účinnosť odvodňovacích zariadení potvrdzuje i klesajúci priebeh hladiny podzemnej vody, zaznamenaný automatickým hladinomerom vo vrte JV-3. I napriek priaznivému stabilitnému vývoju je v posledných dvoch rokoch možné vo vrtoch JV-1A (v hĺbke 3,80 m pod terénom) a JV-2A (8,50 m pod terénom) sledovať pohyb po aktívnej šmykovej ploche (výsledná deformácia vo vrte JV-1A v období 4. decembra 2014 do 19. novembra 2018 dosiahla 6,6 mm; 1,7 mm.rok⁻¹).

Na lokalite **Hodruša-Hámre** sa metódou presnej inklinometrie vykonávajú merania v dvoch vrtoch nad Dolnohodrušským jazerom (vodná nádrž, napúšťaná po rekonštrukcii hrádze). Vyššia etapová deformácia 1,56 mm bola nameraná vo vrte PS-Z1 (v hĺbke 4,96 m pod terénom; v období od 15. decembra 2017 do 13. augusta 2018). Počas ostatných meraní boli na šmykovej ploche zaznamenané deformácie do 1,0 mm. V piezometrickom vrte PS-H1, v ktorom je umiestnený automatický hladinomer, bol sledovaný pokles úrovne hladiny podzemnej vody. Maximálna hladina bola nameraná 5. apríla, a to v hĺbke 2,9 m pod terénom.

Na lokalite **Svätý Anton** dochádza k postupnému poklesu pohybovej aktivity. Počas hodnoteného roka boli zabezpečené dve kontrolné etapy meraní; vyššie hodnoty deformácie boli zaznamenané počas augustovej etapy (v hĺbke 8,2 m pod terénom – 1,2 mm; 1,8 mm.rok⁻¹). Na lokalite bol zároveň pozorovaný pokles priemernej hladiny podzemnej vody vo vrte JSA-2 s umiestneným automatickým hladinomerom.

V zosuvnom území **Vyšný Čaj** došlo k upokojeniu pohybovej aktivity, problém však naďalej predstavuje zlé technické riešenie podpovrchového odvodnenia. V obdobiach so zvýšenými prietokmi z odvodňovacích zariadení, vybudované potrubie kapacitne nepostačuje, vďaka čomu dochádza k zaplavovaniu zbernej šachty a znižovaniu účinnosti sanačného opatrenia. V tejto súvislosti boli viackrát oslovení i predstavitelia obecného zastupiteľstva.

Špeciálne postavenie v tejto skupine má lokalita **Petrovany**, keďže monitorovací inklinometrický vrt sa nachádza tesne nad odľučnou oblasťou aktívneho zosuvu. Realizované merania dokumentujú, či v území nedochádza k retrográdnemu rozširovaniu telesa zosuvu. Etapová deformácia v sledovanej hĺbke v roku 2018 dosiahla 0,8 mm. V oblasti zosuvného telesa

bola vo vrte PJ-6 nameraná maximálna úroveň hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie (6,72 m pod terénom – 24. apríl).

Najnižšia pohybová aktivita bola nameraná na lokalite **Prešov-Horárska ul.** Merania sú tu zabezpečované v troch vrtoch. Počas meracej etapy, ktorá trvala 11 mesiacov, boli na jednotlivých šmykových plochách namerané vektory od 0,14 mm do 0,58 mm. Paradoxne, v hodnotenom roku bola automatickým hladinomerom umiestneným vo vrte JH-3, nameraná najvyššia hladina podzemnej vody za monitorované obdobie (2,97 m pod terénom – 12. apríl).

Na lokalite **Fintice** je pohybová aktivita sledovaná geodetickými (GNSS) meraniami. V porovnaní s výsledkami z predchádzajúcej etapy došlo v roku 2018 k nárastu posunov na všetkých bodoch geodetickej siete. Najväčší polohový posun bol nameraný v bode P-5 (42,4 mm; 43,2 mm.rok⁻¹). Na uvedenej lokalite považujeme za vážny problém devastáciu monitorovacej siete. V poslednom období boli v monitorovanom území zničené viaceré piezometrické vrty (jeden s automatickým hladinomerom) a jeden geodetický bod.

Na lokalitách, na ktorých sa nevykonávajú merania pohybovej aktivity, hodnotenie stabilného stavu vychádza z pozorovania hlavného zosuvotvorného faktora – hĺbky hladiny podzemnej vody. Pri zjednodušenom hodnotení tohto režimového ukazovateľa sa za nepriaznivý stav považuje hladina podzemnej vody, ktorej piezometrická výška dosahuje do blízkosti terénu. V zosuvných územiach sa pozornosť venuje i hodnoteniu efektívnosti odvodňovacích vrtov, a to najmä vo vzťahu ku klimatickým pomeroch hodnoteného roka, ale tiež aj k zmenám hĺbky hladiny podzemnej vody v telese zosuvu. Do tejto skupiny je možné zaradiť lokality: **Handlová-Kunešovská cesta, Šenkvice, Ruská Nová Ves, Varhaňovce, Dolná Mičína, Čirč, Okoličné a Slanec-TP.**

Na lokalite **Handlová-Kunešovská cesta** sa stav hladiny podzemnej vody monitoruje v pravidelnej dvojtyždňovej frekvencii. Z výsledkov vyplýva, že v oblasti vrtov JK-4 a MK-8 sa hladina podzemnej vody nachádzala pomerne plytko pod terénom. Tento stav trval prakticky počas celého jarného obdobia. V porovnaní s predchádzajúcim rokom však došlo k miernemu poklesu priemernej hĺbky hladiny v rámci lokality. Najvyššie výdatnosti boli, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, namerané na odvodňovacích vrtoch HV-1 a HV-3.

Na lokalite **Šenkvice** je hladina podzemnej vody sledovaná tromi automatickými hladinomerami. V roku 2018 boli maximálne stavy hladiny podzemnej vody dosiahnuté v druhej polovici marca. Vo všetkých troch vrtoch je zreteľne pozorovateľný zostupný trend hladiny podzemnej vody. Pokles hladiny je spojený s funkciou stabilizačno-drenážneho rebra. Vďaka účinnosti sanačného opatrenia sú na lokalite v posledných rokoch (2017 a 2018) pozorované najnižšie úrovne hladiny podzemnej vody počas monitorovaného obdobia. Na lokalite naďalej pretrváva problém s meraním výdatnosti hĺbkového odvodnenia, pretože do zberného potrubia je nelegálne pripojené kanalizačné potrubie z príľahlého rodinného domu. Zberné potrubie ústi do povrchového toku a dochádza aj k znečisťovaniu povrchových vôd. Na tento stav boli písomne upozornení predstavitelia samosprávy.

V obci **Varhaňovce** je v súčasnosti funkčný jeden piezometrický vrt. V roku 2018 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 4,56 m pod terénom, čím mierne prekračuje dlhodobý priemer (4,87 m pod terénom).

Podobná situácia je aj na zosuvoch v **Dolnej Mičinej a Okoličnom**, kde je monitorovanie zabezpečované jedným piezometrickým vrtom s inštalovaným automatickým hladinomerom. V Dolnej Mičinej začala hladina stúpať hneď na začiatku roka, ale maximálna úroveň hladiny bola dosiahnutá 5. apríla. Od tohto termínu až do konca roka pozvoľne klesala. Podobný charakter mal i priebeh podzemnej vody na zosuve v **Okoličnom** (max. 25. apríla).

Na lokalitách **Slanec-TP**, **Čirč** a **Ruská Nová Ves** je hlavná pozornosť venovaná sledovaniu efektívnosti odvodňovacích zariadení. V prípade zosuvného územia **Slanec-TP** je dlhodobým problémom skutočnosť, že viaceré vrty sú počas roka zaplavované vodou vytekajúcou z drenážnych zariadení. V dôsledku toho nie je možné sledovať objem odtekajúcej vody zo zosuvného územia a navyše, dochádza k znižovaniu účinnosti hĺbkového odvodnenia. Na lokalite **Čirč** je možné odvodňovací systém hodnotiť ako relatívne efektívny. I keď v roku 2018 priemerná výdatnosť z výtokového objektu zaznamenala oproti priemeru mierny pokles (o $1,25 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Na lokalite **Ruská Nová Ves** je situácia s odvádzaním podzemnej vody nepriaznivejšia. Dlhodobo dochádza k postupnému poklesu prietoku. Navyše boli na lokalite pozorované technické problémy s odvádzaním vody zo zbernej šachty.

Svahové pohyby charakteru plazenia

Aj v roku 2018 pokračovali monitorovacie práce s využitím 5 mechanicko-optických dilatometrov TM-71 na štyroch lokalitách: **Veľká Izra**, **Košický Klečenov** (2 prístroje), **Sokol** a **Jaskyňa pod Spišskou**. Na lokalite **Veľká Izra** v danom roku opäť stagnoval pohyb v smere osí x (otváranie trhliny) a y (šmykový posun pozdĺž trhliny), pokles (os z) bol minimálny (0,073 mm). Kým dilatometer KK1 na lokalite **Košický Klečenov** preukázal posun spodného bloku pozdĺž všetkých troch osí ($x = 0,597 \text{ mm}$; $y = 0,128 \text{ mm}$ a $z = 0,148 \text{ mm}$), prístroj KK2 preukázal výrazný pokles horného bloku ($z = 0,875 \text{ mm}$) a jeho stagnáciu v ostatných dvoch smeroch (x a y). Na lokalite **Sokol** pokračoval trend šmykového pohybu (nárast o 0,266 mm) a otvárania (nárast o 0,512 mm) trhliny. Od roku 1990 dosiahol celkový posun v prvom prípade 8,210 mm, v druhom 12,080 mm. Pokles bloku stagnoval. V **Jaskyni pod Spišskou** sa aj v roku 2018 potvrdil trend pomalého poklesávania bloku voči masívu (nárast o 0,116 mm) a pomalého otvárania trhliny (nárast o 0,039 mm). Celkový pokles bloku od roku 2007 dosiahol 0,736 mm, celkové otvorenie trhliny 0,804 mm. Šmykový pohyb v roku 2018 stagnoval.

Náznamy aktivizácie rúťových pohybov a zvetrávania

V roku 2018 boli monitorovacie aktivity realizované na šiestich lokalitách. Pri meraniach boli aplikované metódy dilatometrického a mikromorfologického merania. V rámci pozorovaných lokalít sa spracovávali aj informácie o významných zosuvotvorných faktoroch (zrážky, počet mrazových dní).

Na lokalite **Demjata** v roku 2018 pokračoval trend pomalého rozvoľňovania oddelených skalných lavíc v oblasti južného ukončenia pravej strany skalného zárezu na cestnej komunikácii z Demjaty do Raslavič. Posun vrchnej – okrajovej lavice – pokračoval s rovnakou intenzitou ako v predchádzajúcom ročnom monitorovacom cykle; v roku 2018 dosiahol 0,52 mm. Naopak, pohyb uvoľneného horninového bloku v jej podloží pokračoval menej intenzívne v rozsahu 0,12 mm. Na lokalite **Banská Štiavnica** v roku 2018 monitorovanie nepokračovalo z dôvodu poškodenia zabudovaných meracích bodov inštalovaných v skalnom záreze.

Na šiestich lokalitách, na ktorých sa vykonávajú merania mikromorfologických zmien, boli zaznamenané zmeny v rozsahu, ktorý bolo možné očakávať na základe odvodených trendov z meraní realizovaných v predchádzajúcom období. Dlhodobé pozorovania realizované na typických horninových komplexoch Slovenska poskytujú údaje, ktoré môžu v blízkej budúcnosti vstupovať do rozhodnutí ohľadne významných investičných zámerov, napr. geologických úložísk nebezpečných odpadov.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia je zaradený objekt **Stabilizačného násypu v Handlovej**. Ide o hydrotechnické dielo (klasifikované ako vodná stavba),

ktoré rozopiera dva zosuvné svahy, stabilizuje Európsku cestu E572 a zabezpečuje stabilitu obytnej zástavby v južnej časti mesta.

Na Stabilizačnom násype bol v roku 2018 v rámci riešenia úlohy ČMS – GF zabezpečený súbor režimových meraní v piezometrických vrtoch a výdatnosti Hlavného drénu. V priebehu roka 2018 boli pravidelne raz mesačne zabezpečené obhliadky všetkých objektov Stabilizačného násypu. Výsledky boli mesačne predkladané organizácii poverenej Ministerstvom životného prostredia Slovenskej republiky (MŽP SR) výkonom Technicko-bezpečnostného dohľadu (TBD) – Vodohospodárskej výstavbe, š. p. Bratislava.

Na základe analýzy režimových ukazovateľov z roku 2018, ktorá vychádza z informácie o stave hladiny podzemnej vody v 26 vrtoch, je možné konštatovať, že v priestore Stabilizačného násypu dosiahla jej priemerná hodnota 7,11 m pod terénom, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom len nepatrná zmena. Najvyššie stavy hladiny podzemnej vody nad úrovňou terénu boli zaznamenané vo vrtoch M-2, N-1. Do blízkosti terénu sa dostali hladiny podzemnej vody i vo vrtoch M-1, N-4, N-3, M-3, N-2 (ich maximálne hodnoty sa nachádzali v intervale 0,07 – 0,71 m pod terénom). Výskyt najvyšších úrovní hladiny podzemnej vody bol spojený prevažne so zimným obdobím (január až marec). Naopak, najnižšie úrovne hladiny podzemnej vody boli pozorované najmä v jesenných mesiacoch, pričom výraznejšie prevládali decembrové termíny. Najhlbšie klesla hladina podzemnej vody vo vrtoch NV-112, PV-112, INV-4, NV-110, PV-107, IN-4 (minimálne počas jedného merania dosiahla hĺbku väčšiu ako 10 m pod terénom). Najväčšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte NV-110 (7,05 m – maximálny stav bol v tomto vrte zaznamenaný 10. februára s hodnotou 6,20 m pod terénom a minimálny stav 29. decembra s hodnotou 13,25 m pod terénom).

Na základe výsledkov merania výdatnosti Hlavného drénu možno konštatovať, že maximálne prietoky boli zaznamenané prevažne v prvej polovici januára a najnižšie počas jesenných mesiacov (október a december; min. 20. október – 121,2 l.min⁻¹). Priemerná hodnota výdatnosti drenážneho objektu v období roka 2018 dosiahla 352,6 l.min⁻¹.

Nové zosuvy

V roku 2018 pracovníci ŠGÚDŠ vykonali obhliadku a registráciu 9 svahových deformácií (*Čab, Dolný Vadičov, Javorová dolina, Košice – Prvosienková ulica, Kvakovce, Nováky – Horné Lelovce, Oravská Lesná, Včelárska Paseka – Vyšné Opátske, Vyšná Voľa*). Pri aktivizácii uvedených svahových deformácií sa dominantne uplatňovali klimatické pomery v kombinácii s nevhodnými antropogénnymi aktivitami. Z uvedených registrácií svahových porúch boli zostavené „obhliadkové správy“, resp. listy adresované samospráve a sekcii geológie a prírodných zdrojov MŽP SR (Dolný Vadičov, Košice – Prvosienková ul., Nováky), ktoré sú vhodným podkladom na realizáciu inžinierskogeologických prieskumov, resp. okamžitých protihavarijných opatrení. Niektoré z lokalít, na ktorých boli vykonané obhliadky aktuálneho stabilitného stavu, môžu byť navrhnuté do aktualizovaných zoznamov dokumentu „Program prevencie zosuvných rizík“.

2.2 Podsystem 02 - Tektonická a seizmická aktivita územia

Pohyby povrchu územia

Moderné geodetické technológie sú veľmi vhodným nástrojom na presné monitorovanie deformácií zemského povrchu. Na tento účel sa využívajú vybrané geodetické body, na ktorých sú zabezpečené jednoznačné a opakovateľné určenie zmeny polohy v horizontálnom alebo vertikálnom smere. Jednou z takýchto vhodných metód je aj technológia globálnych navigačných družicových systémov (GNSS). Na vybraných bodoch sa vykonávajú permanentné observácie,

ktoré nám umožňujú sledovať dlhodobú recentnú neotektonickú aktivitu, ale aj pohyby z krátkodobého hľadiska. Najdlhšie observácie sa vykonávajú na bodoch zaradených do Európskej permanentnej siete (EPN) v lokalitách **Modra-Piesok** (MOPI, MOP2), **Gánovce** (GANP) a **Banská Bystrica** (BBYS). V roku 2018 na bode BBYS došlo 2x k výmene antény GNSS, ktoré spôsobili menšie skoky v meraní. Podobne na bodoch GANP a MOP2 došlo k výmene prijímača GNSS na modernejšiu verziu podporujúcu príjem signálov systému GALILEO, resp. BEIDOU a IRNSS. Na najstaršom bode MOPI sa vyskytol v roku 2018 dlhodobejší výpadok v meraniach v dôsledku problémov so záznamom meraných údajov.

V stratégii spracovania sa pokračovalo v novej realizácii referenčného systému ITRF2014, ktorá lepšie zohľadňuje sezónne variácie v polohe a postseizmické deformácie. Tieto zmeny však z pohľadu dlhodobého monitorovania nepredstavujú významnú zmenu celkového ustáleného a stabilného charakteru pohybu predmetných bodov z územia Slovenska. Okrem bodov zaradených do siete EPN sa na území Slovenska nachádzajú ďalšie permanentné stanice GNSS (11 bodov) vhodné na dlhodobé monitorovanie pohybov. Ide o body s vhodnou stabilizáciou, zaradené do siete SKPOS, resp. do siete bodov Národného centra diagnostikovania deformácii zemského povrchu na území Slovenska (Katedra geodetických základov, STU v Bratislave – KGZA). Predbežné spracovanie údajov za rok 2018 nepreukázalo na žiadnom z bodov významné pohybové aktivity.

Vzhľadom na menšiu spoľahlivosť vertikálnej zložky pohybu z meraní GNSS je veľmi vhodnou metódou na jej určenie absolútna gravimetria. Táto využíva technológiu veľmi presného merania zrýchlenia voľného pádu. Na území Slovenska sa nachádza celkovo 23 takýchto absolútnych gravimetrických bodov, pričom v roku 2018 sa uskutočnili merania na 5 z nich. Meračská aktivita bola orientovaná na druhé opakované premeranie novej vertikálnej gravimetrickej základnice v širšom okolí **Vysokých Tatier**, ktorá spadá pod Geodetický a kartografický ústav v Bratislave (GKÚ). Išlo o lokality **Gánovce**, **Lomnický štít**, **Skalnaté pleso**, **Stará Lesná** a **Tatranská Lomnica-Štart**. V roku 2018 taktiež pokračovali prípravy na dlhodobé nepretržité relatívne gravimetrické pozorovania v **Hurbanove** s cieľom monitorovania vertikálnych pohybov a slapových, hydrologických, resp. sezónnych javov.

Ďalšou vhodnou metódou na určenie pohybových tendencií vo vertikálnom smere je analýza opakovaných veľmi presných nivelačných meraní vykonaných na bodoch Štátnej nivelačnej siete a Zvláštnych nivelačných sietí atómových elektrární, či podrúbaných území. Vo všeobecnosti ide o analýzu opakovaných meraní z 50-tych, 80-tych rokov a prelomu tisícročí. Z predbežných analýz a výsledkov sa ukazuje podobný charakter pohybov ako v predchádzajúcich prácach a potvrdzuje sa celková stabilita územia Slovenska. Väčšie pohyby sú detegované v podrúbaných a zosuvných oblastiach **Hornej Nitry**, resp. **Veľkého Krťša**.

Merania mikroposunov dilatometrami TM-71 na neotektonických poruchách

Aj v roku 2018 prebiehali merania pohybu 6 dilatometrami TM-71 inštalovanými na 6 lokalitách (Branisko – prieskumná štôľňa, Demänovská jaskyňa Slobody – v spolupráci s jaskyniarimi zo Slovenskej správy jaskýň v Liptovskom Mikuláši, Ipeľ – prieskumná štôľňa Izabela, Dobrá Voda – v spolupráci s pracovníkmi Ústavu štruktúry a mechaniky hornín AV ČR v Prahe, Banská Hodruša-Hámre – štôľňa Starovšechsvätých a Vyhne – štôľňa sv. A. Paduánskeho v spolupráci s pracovníkmi Geofyzikálneho odboru ÚVZ SAV v Bratislave).

Výsledky meraní v roku 2018 potvrdili dlhodobý trend (od roku 2000) pravostranného šmykového posunu (os Y) v **tuneli Branisko** prejavujúceho sa vznikom otvorených trhlín po oboch stranách zlomu. Posun v priebehu roka narástol o 0,2 mm na celkových 2,127 mm. Celkové doterajšie posuny v smere osi X (otváranie trhliny) a Z (pokles bloku) neprekročili v roku 2018 hodnoty 0,08, resp. 0,03 mm. V **Demänovskej jaskyni Slobody** sa potvrdil dlhodobý trend

veľmi pomalého pohybu vo všetkých troch smeroch, posuny v minulom roku sa rádovo pohybovali v stotínach mm. Na lokalite **Ipeľ** sa preukázala stagnácia posunu v smere osí X a Y, pokles (os Z) tiež stagnoval, ale jeho celková hodnota od roku 2002 narástla na 2,017 mm. Na lokalite Dobrá Voda pokračoval veľmi pomalý pokles jedného z tektonických blokov a šmykový posun pozdĺž trhliny (celkové hodnoty cca 0,2 mm a 0,141 mm). Celkové otváranie trhliny sa pohybovalo v intervale cca 0,60 – 0,75 mm. Merania na lokalite **Banská Hodruša** preukazujú dlhodobú (od roku 2011) stagnáciu pohybu vo všetkých troch smeroch. Na lokalite **Vyhne** sa aj napriek minimálnemu nárastu v roku 2018 (0,13 mm) preukázal trend ľavostranného posunu pozdĺž zlomu, ktorého celková hodnota dosahuje 1,142 mm. Pokles jedného z blokov a otváranie trhliny v minulom roku stagnovali. Rotácie monitorovaných tektonických blokov na všetkých lokalitách sú zanedbateľné ($< 0,8 \pi/200$).

Seizmická aktivita na území Slovenska

V roku 2018 prebiehala nepretržitá registrácia seizmických javov na 13 staniciach Národnej siete seizmických staníc. Všetky uvedené stanice sú registrované v International Seismological Centre (ISC) vo Veľkej Británii a ich prevádzkovateľom je Ústav vied o Zemi SAV (ÚVZ SAV), ktorý je zároveň dátovým a spracovateľským centrom Národnej siete seizmických staníc (NSSS). Seizmické stanice kontinuálne zaznamenávajú rýchlosť seizmického pohybu pôdy a poskytujú zaznamenané údaje dátovému centru v reálnom čase. Centrum v reálnom čase zhromažďuje zaznamenané údaje zo staníc NSSS a z vybraných staníc okolitých krajín. Celkovo sú v reálnom čase k dispozícii údaje z cca 55 seizmických staníc tvoriacich Regionálnu virtuálnu seizmickú sieť ÚVZ SAV. Dátové a spracovateľské centrum vykonáva automatické lokalizácie, ktoré sú k dispozícii do 10 minút po zaznamenaní seizmického javu.

V roku 2018 bolo zo záznamov seizmických staníc interpretovaných 11 704 teleseizmických, regionálnych alebo lokálnych seizmických javov a určených bolo viac ako 45 800 seizmických fáz. Lokalizovaných bolo cca 70-80 zemetrasení s epicentrom na území Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska pozorovaných 5 zemetrasení, z toho 4 s epicentrom na území Slovenska (v okolí **Brezna**, **Komárna**, **Trenčianskych Teplíc** a na **Záhorí**) a 1 zemetrasenie s epicentrom v Poľsku.

2.3 Podsystem 03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží

V roku 2018 boli merania na lokalitách monitorovacej siete podsystemu 03 pozastavené. Pozastavenie monitorovania lokalít bolo v roku 2015 podmienené kolídaním lokalít s úlohou Monitorovanie environmentálnych záťaží financovanou z Operačného programu Kvalita životného prostredia.

2.4 Podsystem 04 - Vplyv ťažby nerastov na životné prostredie

Monitorovacie práce v roku 2018 nadväzovali na doterajšie obdobie monitorovania 2007 – 2017. Aktívny štátny monitoring inžinierskogeologických, hydrogeologických a geochemických aspektov, ktorého súčasťou sú i vlastné terénne práce, pokračoval v roku 2018 v nezmenenom rozsahu na 11 rizikových lokalitách ťažby rúd.

Na dvoch lokalitách boli zaznamenané výskyty nových prejavov nestability povrchu, súvisiacich s podrúbaním a prítomnosťou banských diel. Na lokalite **Rudňany-Poráč** bol zaznamenaný nový zával v strednej časti závalového pásma **Baniská**. Na lokalite **Nížná Slaná** (ložisko **Kobeliarovo**) bol zaznamenaný ďalší rozvoj aktivity poklesávania územia v pásme trhlín, ktorá sa prejavuje rozvojom existujúcich a vznikom nových trhlín. Na žiadnom z 32 sledovaných objektov, ktorými sú ústia významných odvodňovacích štôlní neťažených ložísk, neboli zaznamenané nové poruchy. V hodnotenom období sa v nich nevyskytli nepriaznivé javy zavaľovania nadložia alebo zvýšenej akumulácie sedimentov z banskej vody.

Monitoring hydrogeologických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie bol aj v roku 2018 zameraný hlavne na kontrolné merania veľkosti odtoku z najvýznamnejších odvodňovacích objektov. Na 10 lokalitách ťažby rúd sa opakovane meral prietok 31 výtokov z ústí štôlní, 1 výtok zo šachty, 1 prelivu z vrtu z banského diela a 1 prelivu zo závalu nad banským dielom, na opustených baniach. Tieto merania poukazujú na pretrvávajúci hydrodynamicky ustálený režim odtoku, úzko naviazaný na sezónne zmeny zrážkových úhrnov a teploty ovzdušia. Neboli zaznamenané zmeny režimu odtoku, spôsobené umelými zásahmi alebo zavalovaním stropu chodieb v banských priestoroch. Hydrogeologicky neustálený režim je v súčasnosti na sideritovom ložisku **Manó** v **Nížnej Slanej**, kde od augusta 2011 prebieha zatápanie bane. Organizácia RB Banská Bystrica tu sleduje stúpanie hladiny občasnými meraniami v jame **Gabriela**. Špecifický stav odvodňovania pretrváva na **Novej štôlni** pri **Tepličke nad Hornádom** (ložisková oblasť Novoveskej Huty), kde je hladina v bani vzdutá závalom odvodňovacej štôlnie a jej odvodňovanie prebieha hlavne prelivom z krátera nad štôľňou, pričom pokračuje krasovatenie síranovej polohy prerazenej štôľňou. Odvodňovanie čerpaním banskej vody pokračuje v nezmenenom režime na ložisku sadrovca v **Novoveskej Hute** a na bani **Mária v Rožňave**.

V roku 2018 sa dokumentoval v sledovaných oblastiach na celkovom počte 74 monitorovacích objektov pretrvávajúci stav negatívneho ovplyvnenia kvality miestnych povrchových tokov banskými vodami, drenážnymi vodami odkalísk a priesakovými vodami hald a prírodných ložiskových (geochemických) anomálií. Monitorovalo sa 37 objektov s výtokom banskej vody, 1 výver podzemnej vody v imisne zaťaženej oblasti, 9 výtokov z drenáže odkalísk a 27 miest na povrchových tokoch, odvodňujúcich bansky postihnuté lokality. Najnepriaznivejšia situácia je naďalej v oblastiach s výskytom rudných ložísk, hlavne v **Smolníku** (zvýšené obsahy Fe, Mn, Al, Zn, Cu a kyslá reakcia vody v povrchovom toku), **Liptovskej Dúbrave** (Sb, As), **Španej Doline** (As, Sb, Cu), **Pezinku** (Sb, As), **Slovinkách** (As, Sb) a **Rudňanoch** (Sb, Cu). Na niektorých sledovaných objektoch možno pozorovať dlhodobé trendy zmeny koncentrácie rizikových zložiek. Častejšie ide o zostupný trend (síranový anión, mangán, zinok, hliník) ako vzostupný. Na bani **Mária v Rožňave** bol pomocou hydrogeochemického štúdia a geochemického modelovania analyzovaný pôvod anomálneho zloženia (extrémne nízke pH, vysoké obsahy SO₄, Fe a Mn) banskej vody, ktoré sa vyskytlo v dobe zatopenia bane.

2.5 Podsystem 05 - Monitoring objemovej aktivity radónu v geologickom prostredí

Monitoring objemovej aktivity radónu (OAR) v geologickom prostredí na území Slovenska bol v roku 2018, podobne ako v predchádzajúcich monitorovacích sezónach, smerovaný do troch oblastí:

- pôdny radón na referenčných plochách,
- pôdny radón na tektonike,
- radón v podzemných vodách.

Pôdny radón na referenčných plochách

Monitorovanie OAR v pôdnom vzduchu na referenčných plochách (RP) bolo v roku 2018 robené s rôznou frekvenciou (2 až 7x v priebehu sezóny) na piatich lokalitách v strednom a vysokom riziku, na lokalite Hnilec až v extrémnom radónovom riziku.

Na RP **Hnilec** sa monitorovanie OAR v pôdnom vzduchu v sezóne 2018 vykonalo 4x v období apríl až október (spolu 68 odberov). Medziročne tu došlo k výraznému poklesu koncentrácií pôdneho radónu (trend $OAR_{3Q\ 2018/2017} = 0,69$). Stredná hodnota $OAR_{3Q} = 282\ \text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$ (3. kvartil OAR), pri dlhodobom priemere $OAR_{3Q\ 2002-2018} = 453\ \text{kBq}\cdot\text{m}^{-3}$.

Najväčší rozsah monitorovacích prác pri meraniach OAR v pôdnom vzduchu bol zrealizovaný na RP **Novoveská Huta** a RP **Teplička** v období apríl – október 2018.

V druhej polovici sezóny 2018 bola RP **Novoveská Huta** znefunkčnená výstavbou nového rodinného domu. Založená bola nová RP **Novoveská Huta II**, situovaná v priestore medzi miestnou komunikáciou približne V–Z smeru a cca 25 m sz. od päty veže miestneho kostola sv. Cyrila a Metoda. Tvorená je tromi plynometrickými profilmi v sieti 5 x 5 m.

Na RP **Novoveská Huta** bol v roku 2018 zaznamenaný pomerne výrazný nárast koncentrácií pôdneho radónu $OAR_{3Q} = 82 \text{ kBq.m}^{-3}$ (spolu 68 odberov), pri trende $OAR_{3Q \text{ 2018/2017}} = 1,21$ a dlhodobom priemere $OAR_{3Q \text{ 2002-2018}} = 71 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Na novozaloženej RP **Novoveská Huta II** boli v sezóne 2018 zrealizované iba dva monitoringy (spolu 34 odberov) so strednou hodnotou $OAR_{3Q} = 113 \text{ kBq.m}^{-3}$.

V oblasti RP **Teplička** došlo v roku 2018 k výraznému poklesu OAR v pôdnom vzduchu $OAR_{3Q} = 47 \text{ kBq.m}^{-3}$ (119 odberov), pri trende $OAR_{3Q \text{ 2018/2017}} = 0,67$ a dlhodobom priemere $OAR_{3Q \text{ 2002-2018}} = 67 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Monitoring OAR na referenčných plochách v lokalite **Bratislava – Vajnory** a **Banská Bystrica – Podlavice** bol v sezóne 2018 vykonaný po 2x (máj a september), čo predstavuje spolu 68 odberov pôdneho radónu.

Malý medziročný nárast koncentrácií radónu v pôdnom vzduchu bol zaznamenaný na lokalite RP **Vajnory**: $OAR_{3Q} = 35 \text{ kBq.m}^{-3}$ (trend $OAR_{3Q \text{ 2018/2017}} = 1,03$), pri dlhodobom priemere $OAR_{3Q \text{ 2005-2018}} = 42 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Na RP **Podlavice** obsahy pôdneho radónu medziročne poklesli na $OAR_{3Q} = 48 \text{ kBq.m}^{-3}$ (trend $OAR_{3Q \text{ 2018/2017}} = 0,74$); dlhodobý priemer $OAR_{3Q \text{ 2005-2018}} = 72 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Celkový objem prác na všetkých piatich RP v roku 2018 činil 373 sond so zhodným počtom odobraných, zmeraných a vyhodnotených vzoriek pôdneho vzduchu.

Pôdny radón na tektonike

V sezóne 2018 boli detailné merania OAR nad tektonickou dislokáciou zrealizované na ploche P-5 (sieť cca 5 x 5 m) v areáli lokality **Dobrá Voda** (cca 26 km severne od Trnavy). Pokračovanie tektonickej dislokácie na ploche P-5 južným smerom nebolo indikované; $OAR_{MAX} = 34 \text{ kBq.m}^{-3}$, v normálnom poli $\sim 6 \text{ kBq.m}^{-3}$.

Celkový objem prác pri monitorovaní OAR nad tektonikou v roku 2018 činil 54 sond so zhodným počtom odobraných, zmeraných a vyhodnotených vzoriek pôdneho vzduchu.

Radón v podzemných vodách

Monitorovanie OAR v podzemných vodách bolo v sezóne 2018 zrealizované s rôznou frekvenciou (2 až 12x v priebehu roka) na šiestich lokalitách:

Prameň Mária (Malé Karpaty): $OAR_{2018} = 37 \text{ Bq.l}^{-1}$; trend $OAR_{2018/2017} = 1,06$; dlhodobý priemer $OAR_{2002-2018} = 34 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Prameň Zbojnička (Malé Karpaty): $OAR_{2018} = 327 \text{ Bq.l}^{-1}$ (najvyššia hodnota od roku 2002); trend $OAR_{2018/2017} = 1,05$; dlhodobý priemer $OAR_{2002-2018} = 264 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Prameň Himligárka (Malé Karpaty), dosiahol priemernú hodnotu $OAR_{2018} = 184 \text{ Bq.l}^{-1}$; trend $OAR_{2018/2017} = 1,20$; dlhodobý priemer $OAR_{2002-2018} = 170 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Prameň Boženy Němcovej (Bacúch): $OAR_{2018} = 308 \text{ Bq.l}^{-1}$; trend $OAR_{2018/2017} = 1,00$; dlhodobý priemer $OAR_{2002-2018} = 277 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Prameň sv. Ondreja (Sp. Podhradie): $OAR_{2018} = 206 \text{ Bq.l}^{-1}$ (najvyššia hodnota od sezóny 2002); trend $OAR_{2018/2017} = 1,00$; dlhodobý priemer $OAR_{2002-2018} = 178 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Výver Jašterčie (Oravice): $OAR_{2018} = 1\,207 \text{ Bq.l}^{-1}$; trend $OAR_{2018/2017} = 1,09$; dlhodobý priemer $OAR_{2006-2018} = 1\,076 \text{ Bq.l}^{-1}$.

Pri monitorovaní OAR v zdrojoch podzemných vôd bolo v sezóne 2018 zmeraných, spracovaných a vyhodnotených 28 súborov rádiohydrochemického vzorkovania.

Komplexné výsledky monitorovania radónu sezóny 2018 a tiež predchádzajúcich období (rokov) dokumentujú skutočnosť, že zmeny OAR v geologickom prostredí sú jednak krátkodobé

(sezónne), dlhodobé (rádovo roky), ale aj náhodné (miestne, časové, klimatické, meteorologické a pod.). Tieto poznatky o variabilite koncentrácií radónu v horninovom prostredí a v zdrojoch podzemných vôd sú jednoznačne prínosom pre objektívnejšie hodnotenie radónového rizika z geologického prostredia.

2.6 Podsystem 06 – Stabilita horninových masívov pod historickými objektmi

V roku 2018 bolo monitorovaných sedem hradov – ich skalné bralá, vrátane porúch v stavebných objektoch. Na monitorovanie sú používané dva typy dilatometrov – Somet, ktorým je pozorovaná zmena šírky poruchy v meranom profile a TM-71, ktorý zaznamenáva priestorovú zmenu polohy uvoľnených horninových blokov v masíve a ich rotáciu.

Pohyb travertínových blokov v podzákladi **Spišského hradu** je monitorovaný oboma typmi dilatometrov. V roku 2018 výsledky meraní TM-71 spravidla zaznamenali dlhodobé trendy pohybu. Najvýraznejšie pohyby vo všetkých troch smeroch (x/y/z) boli zistené v prípade Perúnovej skaly (TM-2 a TM-1). TM-1 preukázal rozšírenie trhliny o 0,529 mm na celkových 12,119 mm, nárast šmykového posunu o 0,216 mm na celkových 4,816 mm a zvýšenie poklesu o 0,113 mm na celkových 1,786 mm. TM-2 preukázal zúženie trhliny o 0,219 mm, nárast šmykového posunu o 0,284 mm na celkových 7,371 mm a výraznejšie zvýšenie poklesu o 0,762 mm na celkových 9,112 mm. Perúnova skala sa stále nakláňa na V, pomaly klesá a veľmi pomaly sa otáča na SV. Vonkajšia stena na druhom nádvorí podľa výsledkov prístroja TM-múr pomaly klesá a nakláňa sa smerom na V (do vnútra nádvorja). Nakláňanie potvrdzuje otváranie monitorovanej trhliny vo vnútornej stene nádvorja (TM-múr). Otvorenie trhliny v roku 2018 vzrástlo o 0,202 mm na celkových 7,443 mm, šmykový posun narástol o 0,180 mm na celkových 0,479 mm a pokles sa zvýšil o 0,159 mm na celkových 1,838 mm. Na severnej strane hradnej skaly (pod Románskou kaplnkou) je dilatometrom Somet monitorovaná široká trhlina, ktorá oddeľuje uvoľnenú skalnú ihlu od skalného masívu. Pohybová aktivita oddeleného skalného bloku z dlhodobého hľadiska naznačuje jeho rotačný pohyb – východný okraj monitorovanej trhliny s inštalovaným meračským profilom SM 4 sa rozširuje a jej západný okraj meraný profilom SM 5 sa mierne zužuje. V roku 2018 v profile SM 4 sa trhlina rozšírila o 0,554 mm, celkové rozšírenie dosiahlo 2,096 mm. V profile SM 5 napriek ročnému rozšíreniu trhliny o 0,28 mm bolo zaznamenané jej celkové zúženie o 0,98 mm.

Dilatometer TM-71 inštalovaný na **Oravskom hrade** v roku 1983 preukázal aj v roku 2018 stagnáciu posunov vo všetkých troch smeroch (osi X, Y a Z).

Tri merania dilatometrom TM-71 (jedno základné a dve kontrolné) na hrade **Strečno** po sanácii časti hradného brala (2017) zatiaľ preukazujú pokračovanie rozširovania trhliny za previsom. Vzhľadom na krátku dobu merania ich však nemožno považovať za preukazné.

Poruchy na hradoch **Uhrovský**, **Pajštúnsky**, **Plavecký** a **Trenčiansky** sú merané dilatometrom Somet. Z dlhodobého hľadiska nie je pozorovaný významný trend rozvoľňovania podzákladia týchto hradov. Na **Uhrovskom hrade** sú situované tri meracie profily (SM 1-SM 3) pozdĺž zvislej pukliny, ktorá vedie cez Románsku kaplnku až do jej podzákladia. Zmeny šírky porúch v murive v priestore kaplnky sa pohybovali v rozsahu do 0,2 mm za rok, rozvoľňovanie poruchy skalného masívu v jej podloží dosiahlo v ročnom cykle 0,05 mm. Skalné bralo **Pajštúnskeho hradu** bolo v roku 2018 monitorované piatimi profilmi Somet (SM 1-SM 5). Zmeny v šírkach pozorovaných porúch sa pohybovali v intervale 0,06 – 0,24 mm za rok. V skalnom brale **Plaveckého hradu** boli zaznamenané pohyby do rozsahu 0,09 mm. Na Trenčianskom hrade sú pozorované 3 profily na výrazných diskontinuitách hradného brala a 1 profil na poruche muriva v južnom opevnení hradu. V ročnom monitorovacom cykle 2018 bolo zaznamenané prevažne zúženie pozorovaných profilov od 0,017 do 0,111 mm za rok, okrem profilu SM 4, ktorý sa rozšíril o 0,1 mm. Celkové zmeny šírky porúch pozdĺž pozorovaných profilov od počiatku monitorovania neprekročili 0,7 mm.

2.7 Podsystem 07 - Monitorovanie riečnych sedimentov

Analyzovaná asociácia ukazovateľov chemického zloženia v 42 vzorkách predstavovala v roku 2018 stopové prvky As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, V, Zn, Zr a stanovenia organických ukazovateľov C₁₀-C₄₀, PAU, PCB a organochlórovaných pesticídov. Laboratórne práce boli realizované v akreditovanom geoanalytickom laboratóriu ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi.

Z pohľadu kontaminácie sú dlhodobo znečistené toky **Nitra** (odberové miesta Chalmová, Lužianky, Nitriansky Hrádok), **Štiavnica** (ústie), **Hron** (odberové miesta Kalná nad Hronom, Kamenica), **Hornád** (odberové miesto Krompachy) a **Hnilec** (odberové miesto prítok do nádrže Ružín). Znečistené toky **Štiavnica**, **Hron**, **Hornád** a **Hnilec** reprezentujú geogénno-antropogénne anomálie viazané na rudné oblasti bansko-štiavnickú a spišsko-gemerskú. Anomálne koncentrácie niektorých kovov (Zn, Pb, As, Sb) svedčia o pomerne značnom zaťažení oblastí potenciálnymi nebezpečnými látkami, ktoré pretrvávajú aj po útlme baníctva na Slovensku. Závažné sú aj obsahy ortuti a arzenu v rieke **Nitra** (odberové miesta Chalmová, Lužianky) pochádzajúce z intenzívnej priemyselnej činnosti na hornom Ponitří. Sledovanie vývoja znečistenia v riečnych sedimentoch v týchto oblastiach aj v ďalšom období má vzhľadom k uvedeným faktom veľký význam. Zvýšený obsah uvedených potenciálne toxických prvkov môže mať negatívny dopad na zdravotný stav obyvateľstva v týchto regiónoch, keďže nie je vylúčené, že kontaminanty môžu prestupovať aj do potravinového reťazca.

Zo zisťovaných obsahov organických látok sa javia závažné predovšetkým pretrvávajúce vysoké koncentrácie PCB v riečnych sedimentoch **Laborca** (stanovište Lastomír). PCB sú nebezpečné látky patriace do skupiny chlórovaných polycyklických aromatických uhľovodíkov, majúce vysoký toxický potenciál pre vodné prostredie. Opakovane boli zistené vysoké koncentrácie polycyklických aromatických uhľovodíkov v riečnych sedimentoch **Kysuce** (stanovište Považský Chlmec) a **Latorice** (stanovište Lelleš). Riečny sediment patrí medzi významné zdroje, ale aj receptory perzistentných organických polutantov, a preto je vzhľadom k stanoveným cieľom monitorovacieho subsystému dôležité vo vybraných riečnych sedimentoch Slovenska sledovať vybrané organické látky aj naďalej.

V rámci monitorovania **snehovej pokrývky** bolo v roku 2018 odobratých 44 vzoriek snehov. Analyzované boli chemické ukazovatele: CHSK-Mn, Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, NH⁴⁺, Fe_{celkom}, Mn²⁺, Al³⁺, Cl⁻, NO³⁻, HCO³⁻, SO₄²⁻, Pb, As a vypočítaná bola hodnota celkovej mineralizácie. Z hľadiska celkového zaťaženia atmosféry v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (pri porovnaní s priemernými hodnotami vybraných zložiek za celé predchádzajúce obdobie pozorovania) môžeme hovoriť oproti priemerným koncentráciám o nižšej záťaži bez lokálne extrémne zvýšených anomálií. Prejavilo sa to hlavne nízkymi hodnotami celkovej mineralizácie snehových roztokov (zvýšená hodnota celkovej mineralizácie bola zistená prakticky len na lokalite **Bratislava – Slovnaft**).

2.8 Podsystem 08 – Objemovo nestále zeminy

V roku 2018 boli merania na lokalitách monitorovacej siete podsystemu 08 pozastavené.

3. Sprístupňovanie výsledkov monitorovania

Výsledky monitorovania zo všetkých podsystemov ČMS - GF sú spracované ako výstupné informácie vo forme tabuliek, grafov, máp, ako aj ročných hodnotiacich správ. Dostupnosť výsledkov monitorovania je zabezpečená sprístupnením na internetovej stránke ŠGÚDŠ (www.geology.sk) a Slovenskej agentúry životného prostredia (www.sazp.sk).

Dlhodobé monitorovanie umožňuje identifikovať také zmeny geologického prostredia, ktoré predstavujú reálnu hrozbu pre obyvateľstvo a infraštruktúru. V prípade ohrozenia sú informované orgány štátnej správy, obce a ďalšie zodpovedné inštitúcie, spravidla aj s návrhom eliminácie nepriaznivých faktorov (návrh okamžitých protihavarijných opatrení).

4. Záver

Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov životného prostredia je dôležitou súčasťou Monitoringu životného prostredia Slovenskej republiky. Výber podsystémov ČMS - GF je zameraný na geologické faktory (geohazardy) a na takú formu výstupov, ktoré poskytujú relevantné informácie pri riešení problémov ochrany životného prostredia.

V poslednom desaťročí, v dôsledku nepriaznivých klimatických pomerov, došlo postupne v rôznych obdobiach vo viacerých častiach Slovenska k aktivizácii, resp. reaktivizácii viac ako **700 zosuvov**, ktoré v mnohých prípadoch priamo ohrozili životy a majetok obyvateľov.

Na základe hodnotenia výsledkov, prevažne z inklinometrických meraní (na 19 lokalitách), možno konštatovať, že najaktívnejšia je zosuvná lokalita **Nižná Myšľa**. Na tejto lokalite boli najvyššie deformácie namerané v oblasti pod kostolom, v oblasti stretu ulíc Hlboká, Strmá a Obchodná a nad základnou školou.

Druhú skupinu zosuvných lokalít predstavujú svahové deformácie, na ktorých boli počas roka 2018 namerané etapové vektory väčšie ako 10 mm. Ide o lokality **Veľká Čausa, Červený Kameň, Vyšná Hutka** a **Prievidza-Veľká Lehôtka**. Podľa posledných výsledkov meraní, v prípade lokality **Prievidza-Veľká Lehôtka** stabilitu zosuvného územia do veľkej miery ovplyvňuje efektívnosť hĺbkového odvodnenia vybudovaného v roku 2014. V obci **Veľká Čausa** je inklinometrickými meraniami dlhodobo pozorovaná nestabilita v území s IBV v centrálnej časti obce (vrt VČ-1). V obci **Červený Kameň** je z hľadiska stability znepokojujúca situácia v oblasti zosuvnej akumulácie, kde je priamo ohrozená a čiastočne i poškodená cestná komunikácia. Počas roka 2018 boli v jedinom inklinometrickom vrte vykonané tri etapové merania. Z výsledkov vyplýva, že svahová deformácia bola najaktívnejšia v zimných a jarných mesiacoch.

Ďalšiu skupinu zosuvov, v ktorých pohybová aktivita počas jednotlivých meraní prekročila hranicu 5 mm predstavujú lokality **Nižná Hutka, Handlová-Morovnianske sídlisko, Kapušany a Prievidza-Hradec**. V obci **Kapušany** bol v roku 2018 vo viacerých prípadoch pozorovaný zjavný pohyb zosuvného telesa po aktívnej šmykovej ploche, ale vďaka relatívne priaznivým klimatickým pomerom jeho hodnoty len ojedinele prekročili 5 mm. Aj na lokalite **Prievidza-Hradec** došlo v roku 2018 k priaznivému vývoju stability.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia je zaradený objekt **Stabilizačného násypu v Handlovej**. Ide o hydrotechnické dielo, ktoré rozopiera dva zosuvné svahy, stabilizuje Európsku cestu E572 a zabezpečuje stabilitu obytnej zástavby v južnej časti mesta. Na základe analýzy režimových ukazovateľov z roku 2018 je možné konštatovať, že v priestore Stabilizačného násypu dosiahla priemerná hodnota hladiny podzemnej vody 7,11 m pod terénom, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom len nepatrná zmena. Výskyt najvyšších úrovní hladiny podzemnej vody bol spojený prevažne so zimným obdobím (január až marec). Výsledky merania výdatnosti Hlavného drénu indikujú, že maximálne prietoky boli zaznamenané prevažne v prvej polovici januára a najnižšie počas jesenných mesiacov.

V roku 2018 pracovníci ŠGÚDŠ vykonali obhliadku a registráciu **9 nových svahových deformácií**. Pri ich aktivizácii sa dominantne uplatňovali klimatické pomery v kombinácii s nevhodnými antropogénnymi aktivitami. Niektoré z lokalít môžu byť navrhnuté do aktualizovaných zoznamov dokumentu „**Program prevencie zosuvných rizík**“.

Z hľadiska monitoringu neotektonických pohybov výsledky meraní v roku 2018 potvrdili dlhodobý trend pravostranného šmykového posunu v **tuneli Branisko**, prejavujúceho sa vznikom otvorených trhlín po oboch stranách zlomu. Posun v priebehu roka narástol o 0,2 mm na celkových 2,127 mm.

V roku 2018 bolo zo záznamov seizmických staníc lokalizovaných cca **70 – 80 zemetrasení** s epicentrom na území Slovenskej republiky. Makroseizmicky bolo na území Slovenska pozorovaných 5 zemetrasení.

Monitoring geochemických aspektov vplyvov ťažby na životné prostredie v roku 2018 dokumentoval v sledovaných oblastiach na celkovom počte 74 monitorovacích objektov pretrvávajúci stav negatívneho ovplyvnenia kvality miestnych povrchových tokov banskými vodami, drenážnymi vodami odkalísk a priesakovými vodami hald a prírodných ložiskových (geochemických) anomálií. Najnepriaznivejšia situácia je naďalej v oblastiach s výskytom rudných ložísk, hlavne **Smolníku** (zvýšené obsahy Fe, Mn, Al, Zn, Cu a kyslá reakcia vody v povrchovom toku), **Liptovskej Dúbrave** (Sb, As), **Španej Doline** (As, Sb, Cu), **Pezinku** (Sb, As), **Slovinkách** (As, Sb) a **Rudňanoch** (Sb, Cu). Na niektorých sledovaných objektoch možno pozorovať dlhodobé trendy zmeny koncentrácie rizikových zložiek. Častejšie ide o zostupný trend (síranový anión, mangán, zinok, hliník) ako vzostupný.

Z pohľadu kontaminácie vodných tokov sú dlhodobo znečistené toky **Nitra** (Chalmová, Lužianky, Nitriansky Hrádok, obsahy ortuti a arzenu), **Štiavnica** (ústie), **Hron** (Kalná nad Hronom, Kamenica), **Hornád** (Krompachy) a **Hnilec** (prítok do nádrže Ružín). Z organických látok sa javia ako závažné vysoké koncentrácie PCB v riečnych sedimentoch **Laborca**.

Na základe výsledkov monitorovania je možné sledovať vzniknuté ohrozenie a následne prijať opatrenia, ktoré umožňujú s dostatočným predstihom predchádzať mimoriadnym udalostiam, a tak chrániť životy a zdravie ľudí a predchádzať škodám na majetku. Je preto nevyhnutné naďalej pokračovať v monitorovaní **geologických hazardov**, predovšetkým **havarijných zosuvov**.

Najnebezpečnejšie lokality s výskytom svahových deformácií budú riešené z fondov Európskej únie v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia.