

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Sekcia geológie a prírodných zdrojov

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
Bratislava



Zosuvy a iné svahové deformácie

Správa za rok 2014

Názov geologickej úlohy: **ČMS Geologické faktory**
Podsystem 01: Zosuvy a iné svahové deformácie

Číslo geologickej úlohy: **207**

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: **RNDr. Pavel Liščák, CSc.**

Dátum vyhotovenia správy: **november 2015**

Autori správy: **Mgr. Peter Ondrejka, PhD.**
Ing. Ľubomír Petro, CSc.
RNDr. Ľubica Iglárová
Mgr. Róbert Jelínek, PhD.

Spolupracovali: **doc. RNDr. Peter Wagner, CSc., RNDr. Pavel Liščák, CSc., Mgr. Andrej Žilka, RNDr. Peter Pauditš, PhD., RNDr. Júlia Šimeková, Daniela Magalová**

Bratislava 2015

OBSAH

	strana
1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE	18
1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete	18
1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	25
1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov	35
1.4. Výsledky monitorovania	37
1.4.1. Lokalita Veľká Čausa	37
1.4.2. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko.....	52
1.4.3. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta	61
1.4.4. Lokalita Fintice	67
1.4.5. Lokalita Nižná Myšľa.....	77
1.4.6. Lokalita Kapušany.....	90
1.4.7. Lokalita Prievidza-Hradec	97
1.4.8. Lokalita Prievidza-Veľká Lehôtka.....	101
1.4.9. Lokalita Handlová-Žiarska ulica.....	105
1.4.10. Lokalita Dolná Mičiná.....	108
1.4.11. Lokalita Ľubietová	116
1.4.12. Lokalita Slanec-TP	121
1.4.13. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960	126
1.4.14. Lokalita Okoličné	130
1.4.15. Lokalita Bojnice	141
1.4.16. Lokalita Bardejovská Zábava	148
1.4.17. Lokalita Ďáčov.....	153
1.4.18. Lokalita Lenartov	159
1.4.19. Lokalita Lukov.....	163
1.4.20. Lokalita Prešov-Horárska ul.	167
1.4.21. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou	174
1.4.22. Lokalita Čirč	180
1.4.23. Lokalita Krajná Poľana.....	182
1.4.24. Lokalita Čadca-Rieka	186
1.4.25. Lokalita Červený Kameň.....	190
1.4.26. Lokalita Vranie.....	193
1.4.27. Lokalita Kvašov	196

1.4.28. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov	200
1.4.29. Lokalita Košice-Krásna	205
1.4.30. Lokalita Nižná Hutka	210
1.4.31. Lokalita Varhaňovce	216
1.4.32. Lokalita Vyšný Čaj	221
1.4.33. Lokalita Vyšná Hutka	227
1.4.34. Lokalita Šenkvice	233
1.4.35. Lokalita Ruská Nová Ves	240
1.4.36. Lokalita Petrovany	245
1.4.37. Lokalita Vinohrad nad Váhom	249
1.4.38. Lokalita Hlohovec-Posádka	253
1.4.39. Lokalita Kraľovany	257
1.4.40. Lokalita Veľká Izra	260
1.4.41. Lokalita Sokol	263
1.4.42. Lokalita Košický Klečenov	266
1.4.43. Jaskyňa pod Spišskou	270
1.4.44. Lokalita Banská Štiavnica	273
1.4.45. Lokalita Handlová-Baňa	280
1.4.46. Lokalita Demjata	283
1.4.47. Lokalita Starina	290
1.4.48. Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom	293
1.4.49. Lokalita Jakub	297
1.4.50. Lokalita Bratislava-Železná studnička	300
1.4.51. Lokalita Pezinská Baba	303
1.4.52. Lokalita Lipovník	306
1.4.53. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová	309
1.4.54. Nové, resp. reaktivizované zosuvy v roku 2014	321
2. ZÁVER	322
LITERATÚRA	330

ZOZNAM TABULIEK

strana

Tab. 1.1	Zaradenie reprezentatívnych lokalít podľa základných typov svahových pohybov a podľa regionálneho inžinierskogeologického členenia slovenských Karpát.....	21
Tab. 1.2	Prehľad lokalít monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií.....	23
Tab. 1.3	Prehľad metód monitorovania svahových pohybov.....	27
Tab. 1.4	Kritériá hodnotenia výsledkov geodetických a inklinometrických meraní.....	31
Tab. 1.5	Škála klasifikačného hodnotenia výsledkov merania poľa PEE.....	32
Tab. 1.6	Hodnotiacia škála výsledkov monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení.....	34
Tab. 1.7	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2013 a 2014.....	38
Tab. 1.8	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko v rokoch 2013 a 2014.....	52
Tab. 1.9	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Kunešovská cesta v rokoch 2013 a 2014.....	61
Tab. 1.10	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Fintice v rokoch 2013 a 2014.....	67
Tab. 1.11	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Myšľa v roku 2013 a 2014.....	77
Tab. 1.12	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kapušany v rokoch 2013 a 2014.....	90
Tab. 1.13	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prievidza-Hradec v roku 2014.....	97
Tab. 1.14	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prievidza-Veľká Lehôtka v roku 2014.....	101
Tab. 1.15	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Žiarska ul. v rokoch 2013 a 2014.....	105
Tab. 1.16	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičíná v rokoch 2013 a 2014.....	108
Tab. 1.17	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2013 a 2014.....	121
Tab. 1.18	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slanec-TP v rokoch 2013 a 2014.....	130
Tab. 1.19	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960 v rokoch 2013 a 2014.....	126
Tab. 1.20	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2013 a 2014.....	130
Tab. 1.21	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2013 a 2014.....	141
Tab. 1.22	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bardejovská Zábava v roku 2013 a 2014.....	148
Tab. 1.23	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ďačov v rokoch 2013 a 2014.....	153
Tab. 1.24	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lenartov v roku 2013 a 2014.....	159
Tab. 1.25	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lukov v roku 2013 a 2014.....	163
Tab. 1.26	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Horárska ul. v rokoch 2013 a 2014.....	167
Tab. 1.27	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou v rokoch 2013 a 2014.....	174

Tab. 1.28	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čirč v rokoch 2013 a 2014.....	180
Tab. 1.29	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Krajná Poľana v rokoch 2013 a 2014.....	183
Tab. 1.30	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čadca-Rieka v rokoch 2013 a 2014.....	186
Tab. 1.31	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Červený Kameň v roku 2014.....	191
Tab. 1.32	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Červený Kameň v roku 2014.....	194
Tab. 1.33	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kvašov v rokoch 2013 a 2014.....	196
Tab. 1.34	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-sídliisko Dargovských hrdinov v rokoch 2013 a 2014.....	200
Tab. 1.35	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-Krásna v rokoch 2013 a 2014.....	205
Tab. 1.36	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Hutka v rokoch 2013 a 2014.....	210
Tab. 1.37	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Varhaňovce v rokoch 2013 a 2014.....	216
Tab. 1.38	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšný Čaj rokoch 2013 a 2014.....	221
Tab. 1.39	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšná Hutka v rokoch 2013 a 2014.....	227
Tab. 1.40	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Šenkvice v rokoch 2013 a 2014.....	233
Tab. 1.41	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ruská Nová Ves v rokoch 2013 a 2014.....	240
Tab. 1.42	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Petrovany v rokoch 2013 a 2014.....	245
Tab. 1.43	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vinohrady nad Váhom v rokoch 2013 a 2014.....	249
Tab. 1.44	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2013 a 2014.....	253
Tab. 1.45	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kraľovany v roku 2014.....	258
Tab. 1.46	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2013 a 2014.....	260
Tab. 1.47	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2013 a 2014.....	263
Tab. 1.48	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2013 a 2014.....	266
Tab. 1.49	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v rokoch 2013 a 2014.....	271
Tab. 1.50	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2013 a 2014.....	273
Tab. 1.51	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Baňa v rokoch 2013 a 2014.....	280
Tab. 1.52	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2013 a 2014.....	284
Tab. 1.53	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Starina v rokoch 2013 a 2014.....	291
Tab. 1.54	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom v rokoch 2013 a 2014.....	294

Tab. 1.55	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jakub v rokoch 2013 a 2014.....	298
Tab. 1.56	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bratislava-Železná studnička v rokoch 2013 a 2014	301
Tab. 1.57	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pezinská Baba v rokoch 2013 a 2014.....	303
Tab. 1.58	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lipovník v rokoch 2013 a 2014.....	307
Tab. 1.59	Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Stabilizačný násyp v rokoch 2013 a 2014	312
Tab. 1.60	Prehľad zaregistrovaných svahových deformácií v roku 2014	321

ZOZNAM OBRÁZKOV

	strana
Obr. 1.1. Rozmiestnenie monitorovaných lokalít svahových deformácií na území SR.....	20
Obr. 1.2. Schematické znázornenie monitorovacích metód používaných v rámci pod systému „01 – zosuvy a iné svahové deformácie“	25
Obr. 1.3. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie nameraných posunov (geodetickými meraniami) a zaznamenatej deformácie na šmykových plochách (metódou presnej inklinometrie), ktoré sú obsiahnuté v tab. 1.4.....	32
Obr. 1.4. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovne hladiny podzemnej vody, obsiahnutý v tab. 1.6	33
Obr. 1.5. Lokalita Veľká Čausa – výsledky geodetických (terestrických) meraní za obdobie máj 2012 – jún 2013 – apríl 2014.....	39
Obr. 1.6. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou terestrickej geodézie na lokalite Veľká Čausa	40
Obr. 1.7. Lokalita Veľká Čausa – výsledky geodetických meraní (GNSS)	41
Obr. 1.8. Dlhodobé (2008 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou GNSS na lokalite Veľká Čausa.....	42
Obr. 1.09. Lokalita Veľká Čausa – výsledky inklinometrických meraní.....	43
Obr. 1.10. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Veľká Čausa.....	44
Obr. 1.11. Lokalita Veľká Čausa – výsledky režimových pozorovaní	45
Obr. 1.12. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Veľká Čausa.....	46
Obr. 1.13. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomerami na lokalite Veľká Čausa	48
Obr. 1.14. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomerami na lokalite Veľká Čausa.....	49
Obr. 1.15. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní	53
Obr. 1.16. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou – výsledky režimových pozorovaní.....	54
Obr. 1.17. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť Jánošíkovej cesty – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní	54
Obr. 1.18. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (v období od roku 2005 do roku 2014) z vybraných vrtov na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko	56
Obr. 1.19. Priebeh zmien úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomerami na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko	57
Obr. 1.20. Dlhodobé (2004 – 2014) zmeny úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomerami, lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko	58
Obr. 1.21. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta – výsledky inklinometrických meraní.....	62
Obr. 1.22. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Handlová-Kunešovská cesta.....	63

Obr. 1.23. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta – výsledky režimových pozorovaní.....	64
Obr. 1.24. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Handlová-Kunešovská cesta	65
Obr. 1.25. Lokalita Fintice – výsledky geodetických meraní (metódou GNSS) v rokoch 2013 a 2014.....	68
Obr. 1.26. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky geodetických bodov na lokalite Fintice.....	69
Obr. 1.27. Lokalita Fintice – výsledky inklinometrických meraní	70
Obr. 1.28. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Fintice	70
Obr. 1.29. Lokalita Fintice – výsledky režimových pozorovaní.....	71
Obr. 1.30. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Fintice	72
Obr. 1.31. Priebeh zmien úrovnne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Fintice.....	74
Obr. 1.32. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovnne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri na lokalite Fintice	75
Obr. 1.33. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014.....	79
Obr. 1.34. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Nižná Myšľa	82
Obr. 1.35. Lokalita Nižná Myšľa – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania	83
Obr. 1.36. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Nižná Myšľa	84
Obr. 1.37. Priebeh zmien úrovnne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Nižná Myšľa	86
Obr. 1.38. Dlhodobé (2013 – 2014) zmeny úrovnne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri na lokalite Nižná Myšľa	87
Obr. 1.39. Lokalita Kapušany – výsledky inklinometrických	91
Obr. 1.40. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Kapušany	92
Obr. 1.41. Lokalita Kapušany – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania	93
Obr. 1.42. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Kapušany	94
Obr. 1.43. Priebeh zmien úrovnne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Kapušany.....	95
Obr. 1.44. Lokalita Hradec – situovanie zosuvných lokalít	98
Obr. 1.45. Lokalita Hradec, Pavlovská ulica – výsledky inklinometrických meraní.....	99
Obr. 1.46. Lokalita Hradec, ulica Na Stanište – výsledky inklinometrických.....	99
Obr. 1.47. Lokalita Veľká Lehôtka – situovanie zosuvných lokalít	102
Obr. 1.48. Lokalita Veľká Lehôtka, Remeselnícka ul. – výsledky inklinometrických	103
Obr. 1.49. Lokalita Veľká Lehôtka, Podhorská ul. – výsledky inklinometrických meraní.....	103

Obr. 1.50. Lokalita Handlová-Žiarska ul. – výsledky geodetických meraní (GNSS).....	105
Obr. 1.51. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2010 – 2014) na lokalite Handlová-Žiarska ul.	107
Obr. 1.52. Lokalita Dolná Mičiná – výsledky inklinometrických meraní.....	109
Obr. 1.53. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Dolná Mičiná	110
Obr. 1.54. Lokalita Dolná Mičiná – výsledky režimových pozorovaní	111
Obr. 1.55. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Dolná Mičiná.....	112
Obr. 1.56. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Dolná Mičiná	113
Obr. 1.57. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickým hladinomerom, umiestneným vo vrte JM-6 na lokalite Dolná Mičiná	114
Obr. 1.58. Lokalita Ľubietová – výsledky režimových pozorovaní.....	117
Obr. 1.59. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Ľubietová	118
Obr. 1.60. Lokalita Slanec-TP – situácia sanačných a monitorovacích objektov a semikvantitatívne výsledky režimových pozorovaní.....	122
Obr. 1.61. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Slanec-TP.....	123
Obr. 1.62. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960 – výsledky inklinometrických meraní.....	127
Obr. 1.63. Dlhodobé zmeny deformácií nameraných na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960	128
Obr. 1.64. Lokalita Okoličné – výsledky geodetických meraní	131
Obr. 1.65. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené geodetickým meraním na lokalite Okoličné	132
Obr. 1.66. Lokalita Okoličné – výsledky inklinometrických meraní.....	133
Obr. 1.67. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Okoličné.....	134
Obr. 1.68. Lokalita Okoličné – výsledky režimových pozorovaní	135
Obr. 1.69. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Okoličné.....	136
Obr. 1.70. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Okoličné	138
Obr. 1.71. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri na lokalite Okoličné	139
Obr. 1.72. Lokalita Bojnice – výsledky geodetických meraní.....	142
Obr. 1.73. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou terestrickej geodézie na lokalite Bojnice	142
Obr. 1.74. Lokalita Bojnice – výsledky inklinometrických meraní.....	143
Obr. 1.75. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Bojnice	144
Obr. 1.76. Lokalita Bojnice – výsledky režimových pozorovaní	145
Obr. 1.77. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Bojnice.....	146
Obr. 1.78. Lokalita Bardejovská Zábava – výsledky inklinometrických meraní	149

Obr. 1.79. Prírastky deformácií namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Bardejovská Zábava počas dlhšieho časového obdobia (2005 – 2014).....	150
Obr. 1.80. Lokalita Bardejovská Zábava – výsledky režimových pozorovaní.....	150
Obr. 1.81. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Bardejovská Zábava	151
Obr. 1.82. Lokalita Ďačov – výsledky inklinometrických meraní.....	154
Obr. 1.83. Prírastky deformácií namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Ďačov počas dlhšieho časového obdobia (2012 – 2014)	155
Obr. 1.84. Lokalita Ďačov – výsledky režimových pozorovaní	156
Obr. 1.85. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) na lokalite Ďačov	175
Obr. 1.86. Lokalita Lenartov – výsledky inklinometrických meraní.....	160
Obr. 1.87. Dlhodobé prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lenartov.....	160
Obr. 1.88. Lokalita Lenartov – výsledky režimových meraní.....	161
Obr. 1.89. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2012 – 2014) vo vrte LHJ-1 na lokalite Lenartov, spoločne so znázornenými zrážkovými úhrnmi v mm	162
Obr. 1.90. Lokalita Lukov – výsledky inklinometrických meraní.....	164
Obr. 1.91. Dlhodobé (2012 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lukov	164
Obr. 1.92. Lokalita Lukov – výsledky režimových meraní.....	165
Obr. 1.93. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Lukov.....	166
Obr. 1.94. Lokalita Prešov-Horárska ul. – výsledky inklinometrických meraní	168
Obr. 1.95. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Horárska ul.	169
Obr. 1.96. Lokalita Prešov-Horárska ul. – výsledky režimových pozorovaní.....	170
Obr. 1.97. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Prešov-Horárska ul.	171
Obr. 1.98. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Prešov-Horárska ul.....	172
Obr. 1.99. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou – výsledky inklinometrických meraní.....	175
Obr. 1.100. Dlhodobé (2012 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou.....	176
Obr. 1.101. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou – výsledky režimových pozorovaní.....	177
Obr. 1.102. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou	178
Obr. 1.103. Lokalita Čirč – výsledky režimových pozorovaní.....	181
Obr. 1.104. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Čirč	182
Obr. 1.105. Lokalita Krajná Poľana – výsledky režimových pozorovaní.....	184
Obr. 1.106. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Krajná Poľana.....	184
Obr. 1.107. Lokalita Čadca – výsledky režimových pozorovaní.....	187
Obr. 1.108. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrto v na lokalite Čadca	188

Obr. 1.109. Lokalita Červený Kameň – situovanie zosuvného územia	190
Obr. 1.110. Lokalita Červený Kameň – výsledky inklinometrických meraní	191
Obr. 1.111. Lokalita Vranie – situovanie zosuvného územia	193
Obr. 1.112. Lokalita Vranie – výsledky inklinometrických meraní	194
Obr. 1.113. Lokalita Kvašov – výsledky inklinometrických meraní	197
Obr. 1.114. Dlhodobé (2005 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Kvašov	198
Obr. 1.115. Lokalita Kvašov – výsledky režimových pozorovaní	198
Obr. 1.116. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) na lokalite Kvašov	199
Obr. 1.117. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov – výsledky inklinometrických meraní	201
Obr. 1.118. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov	202
Obr. 1.119. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov – výsledky režimových pozorovaní	203
Obr. 1.120. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov	203
Obr. 1.121. Lokalita Košice-Krásna – výsledky inklinometrických meraní	206
Obr. 1.122. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice- Krásna	207
Obr. 1.123. Lokalita Košice-Krásna – výsledky režimových pozorovaní	207
Obr. 1.124. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Košice-Krásna	208
Obr. 1.125. Lokalita Nižná Hutka – výsledky inklinometrických meraní	211
Obr. 1.126. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Nižná Hutka	212
Obr. 1.127. Lokalita Nižná Hutka – výsledky režimových pozorovaní	213
Obr. 1.128. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Nižná Hutka	214
Obr. 1.129. Lokalita Varhaňovce – výsledky inklinometrických meraní	217
Obr. 1.130. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Varhaňovce	218
Obr. 1.131. Lokalita Varhaňovce – výsledky režimových meraní	218
Obr. 1.132. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Varhaňovce	219
Obr. 1.133. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky inklinometrických meraní	222
Obr. 1.134. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšný Čaj	223
Obr. 1.135. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky režimových pozorovaní	223
Obr. 1.136. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Vyšný Čaj	224
Obr. 1.137. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky inklinometrických meraní	228
Obr. 1.138. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšná Hutka	229
Obr. 1.139. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky režimových pozorovaní	229
Obr. 1.140. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Vyšná Hutka	230
Obr. 1.141. Lokalita Šenkvice – výsledky inklinometrických meraní	234

Obr. 1.142. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Šenkvice	235
Obr. 1.143. Lokalita Šenkvice – monitorovacia sieť piezometrických vrtov	235
Obr. 1.144. Priebeh zmien úroveň hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Šenkvice	236
Obr. 1.145. Dlhodobé (2011 – 2014) zmeny úroveň hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomeri na lokalite Šenkvice	238
Obr. 1.146. Dlhodobé (2011 – 2014) úhrny denných zrážok v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) zo stanice SHMÚ Modra (indikatív 18060)	239
Obr. 1.147. Lokalita Ruská Nová Ves – výsledky inklinometrických meraní	241
Obr. 1.148. Dlhodobé (2013 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite	241
Obr. 1.149. Lokalita Ruská Nová Ves – výsledky režimových meraní	242
Obr. 1.150. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) na lokalite Ruská Nová Ves	243
Obr. 1.151. Lokalita Petrovany – výsledky inklinometrických meraní	246
Obr. 1.152. Dlhodobé (2013 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Petrovany	246
Obr. 1.153. Výsledky spoločnej výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Petrovany znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)	247
Obr. 1.154. Lokalita Vinohrady nad Váhom, miestna časť Kamenica – výsledky režimových pozorovaní	250
Obr. 1.155. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Vinohrady nad Váhom, miestna časť Kamenica	251
Obr. 1.156. Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky merania aktivity poľa PEE	255
Obr. 1.157. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Hlohovec-Posádka	256
Obr. 1.158. Lokalita Kraľovany – situovanie zosuvného územia	257
Obr. 1.159. Lokalita Kraľovany – výsledky inklinometrických meraní	258
Obr. 1.160. Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Veľká Izra s vyznačením osadenia dilatometrov VI-1 a VI-2	260
Obr. 1.161. Výsledky dlhodobého merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Veľká Izra (prístroj VI-1)	261
Obr. 1.162. Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1	263
Obr. 1.163. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Sokol (prístroj S-1)	264
Obr. 1.164. Inžinierskogeologický rez stratovulkánom Strechový vrch so svahovou deformáciou a vyznačením osadenia dilatometrov TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroje KK-1 a KK-2)	266
Obr. 1.165. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-1)	267
Obr. 1.166. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-2)	268
Obr. 1.167. Geologická mapa blízkeho okolia Jaskyne pod Spišskou s vyznačením ďalších jaskýň a priečny rez 1 – 1' jaskyňou	270
Obr. 1.168. Výsledky merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Jaskyňa pod Spišskou	272

Obr. 1.169. Rozdielová mapa (porovnávací model za obdobie 2011 – 2013 v smere kolmom na zárez) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici	274
Obr. 1.170. Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici.....	275
Obr. 1.171. Porovnanie konfigurácie skalnej steny (2011 – 2013) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici	276
Obr. 1.172. Ortofotomozaika (vrchná snímka) monitorovaného úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici a porovnávací model vo vybratých častiach zárezu (samostatné bloky) za obdobie 2011 – 2013 (spodná časť obrázku).....	277
Obr. 1.173. Rozmiestnenie pozorovaných profilov (PF5 a PF6) a sledovaného bodu č. 3007 na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici.....	277
Obr. 1.174. Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Banská Štiavnica.....	278
Obr. 1.175. Situovanie meradla mikromorfologických zmien povrchu horniny na skalnej stene oproti katastrofálnemu handlovskému zosuvu (lokalita Handlová-Baňa)	280
Obr. 1.176. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (2001 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Handlová-Baňa	281
Obr. 1.177. Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri obci Demjata	283
Obr. 1.178. Lokalita Demjata – rozdielová mapa (porovnávací model za obdobie 2012 – 2014 v smere kolmom na zárez) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Demjate	285
Obr. 1.179. Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Demjata	286
Obr. 1.180. Výsledky spracovania dlhodobých meraní mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Demjata v rokoch 2007 až 2014	289
Obr. 1.181. Umiestnenie stanovišťa na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu štátnej cesty – lokalita Starina.....	290
Obr. 1.182. Výsledky dlhodobého merania (1995 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Starina	292
Obr. 1.183. Umiestnenie pozorovacích bodov R11, R12 a R13 (Stanovište 1) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj).....	293
Obr. 1.184. Umiestnenie pozorovacích bodov R14 a R15 (Stanovište 2) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj).....	294
Obr. 1.185. Výsledky merania posunu blokov na lokalite Pod večným dažďom dilatometrom Somet	295
Obr. 1.186. Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu železnice pri obci Jakub.....	297
Obr. 1.187. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1997 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Jakub	298
Obr. 1.188. Skalná stena železničného zárezu pri stanici Bratislava-Železná studnička, na ktorej sa vykonáva meranie mikromorfologických zmien povrchu.....	300
Obr. 1.189. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1998 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Bratislava-Železná studnička.....	301
Obr. 1.190. Situovanie stanovišť 2 a 3 na lokalite Pezinská Baba na meranie mikromorfologických zmien povrchu horniny na svahu odrezu cesty.....	303

Obr. 1.191. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (2005 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na lokalite Pezinská Baba	304
Obr. 1.192. Skalná stena odrezu cesty na lokalite	306
Obr. 1.193. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1995 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Lipovník	307
Obr. 1.194. Lokalita Handlová – situovanie Stabilizačného násypu na úpätí svahu katastrofálneho zosuvu z roku 1960/1961	309
Obr. 1.195. Aktuálny stav dosypávania Stabilizačného násypu po roku 2004.....	310
Obr. 1.196. Ukladanie nevhodných materiálov na západnom okraji násypu (neďaleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) a vytváranie „jazier“ neznámych viskózných látok (foto Z. Nagy, 2008)	311
Obr. 1.197. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – situácia indikačných bodov meraných geodetickými metódami, meracích staníc v oceľovom potrubí a staničenia potrubia.....	313
Obr. 1.198. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – situácia piezometrických vrtov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	314
Obr. 1.199. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 1992 až 2014.....	315
Obr. 1.200. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 2010 až 2014 s prognózou vývoja deformácií na vybraných meracích staniaciach.....	316
Obr. 1.201. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – prekrytie Handlovky a Nepomenovaného potoka – schéma výskytu porúch na potrubí	317
Obr. 1.202. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – výsledky režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody na sieti piezometrických vrtov.....	318

ZOZNAM PRÍLOH

číslo prílohy

Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Veľká Čausa (podľa kritérií tab. 1.4, 1.5 a 1.6).....	1.1
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko (podľa kritérií tab. 1.6).....	1.2
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Handlová-Kunešovská cesta (podľa kritérií tab. 1.4, a 1.6).....	1.3
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Fintice (podľa kritérií tab. 1.4, a 1.6).....	1.4
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite N. Myšľa.....	1.5
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Kapušany.....	1.6
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v roku 2014 na lokalite Prievidza-Hradec.....	1.7
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v roku 2014 na lokalite Prievidza-Veľká Lehôtka.....	1.8
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Handlová-Žiarska ulica.....	1.9
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Dolná Mičiná (podľa kritérií tab. 1.4, a 1.6).....	1.10
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Ľubietová (podľa kritérií tab. 1.6).....	1.11
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Slanec-TP (podľa kritérií tab. 1.6).....	1.12
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Okoličné (podľa kritérií tab. 1.4 a 1.6).....	1.13
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Bardejovská Zábava.....	1.14
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Bojnice (podľa kritérií tab. 1.4 a 1.6).....	1.15
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Dačov.....	1.16
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody na lokalite Lenartov.....	1.17
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Lukov.....	1.18
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody na lokalite Prešov-Horárska ul.....	1.19
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou.....	1.20

Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Čirč	1.21
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Krajná Poľana.....	1.22
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Čadca-Rieka	1.23
Výsledky inklinometrických meraní uskutočnených v roku 2014 na lokalite Červený Kameň	1.24
Výsledky inklinometrických meraní uskutočnených v roku 2014 na lokalite Vranie.....	1.25
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Kvašov (podľa kritérií tab. 1.4 a 1.6).....	1.26
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody na lokalite Košice-sídliisko Dargovských hrdinov	1.27
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite lokalite Košice-Krásna	1.28
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Nižná Hutka	1.29
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody na lokalite Varhaňovce.....	1.30
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Vyšný Čaj	1.31
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Vyšná Hutka	1.32
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Šenkvice.....	1.33
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Ruská Nová Ves	1.34
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Petrovany	1.35
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 a klasifikačné hodnotenie (H) výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite lokalite Vinohrady nad Váhom	1.36
Klasifikačné hodnotenie (H) výsledkov monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Hlohovec-Posádka (podľa kritérií tab. 1.5).....	1.37
Výsledky inklinometrických meraní uskutočnených v roku 2014 na lokalite Kral'ovany.....	1.38
Záznamy dilatometrov na lokalite Veľká Izra v rokoch 2013 a 2014.....	1.39
Záznamy dilatometra na lokalite Sokol v rokoch 2013 a 2014	1.40
Záznamy dilatometrov na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2013 a 2014.....	1.41
Záznamy dilatometra na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v roku 2013 a 2014	1.42
Výsledky monitorovacích meraní počas rokov 2009 až 2014 na lokalite Banská Štiavnica.....	1.43

Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 2001 až 2014 na lokalite Handlová-Baňa	1.44
Výsledky monitorovacích meraní počas rokov 2008 až 2014 na lokalite Demiata	1.45
Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2014 na lokalite Starina	1.46
Výsledky monitorovacích meraní počas rokov 2007 až 2014 na lokalite Slovenský raj (Pod večným dažďom)	1.47
Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1997 až 2014 na lokalite Jakub	1.48
Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 1998 až 2014 na lokalite Bratislava-Železná studnička	1.49
Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien v rokoch 2005 až 2014 na lokalite Pezinská Baba	1.50
Výsledky monitorovacích meraní mikromorfologických zmien počas rokov 1995 až 2012 na lokalite Lipovník	1.51
Výsledky monitorovacích meraní uskutočnených v rokoch 2008 až 2014 na lokalite Stabilizačný násyp – Handlová a klasifikačné hodnotenie (H) režimových pozorovaní (podľa kritérií tab. 1.6)	1.52

1. ZOSUVY A INÉ SVAHOVÉ DEFORMÁCIE

V rámci subsystému 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sú prezentované výsledky monitorovania reprezentatívnych lokalít za roky 2013 a 2014 a prehľadne sú spracované aj výsledky pozorovaní za dlhšie časové obdobie meraní. V úvodnej časti kapitoly sú spracované zásady riešenia úlohy a podrobne je opísaná metodika zberu, spracovania a hodnotenia monitorovacích meraní. Nosnú časť kapitoly tvorí vlastný opis výsledkov monitorovania v roku 2014 a analýza výsledkov meraní za dlhšie obdobie, v ktorej sa pozornosť sústreďuje predovšetkým na zaznamenané vývojové trendy zmien jednotlivých pozorovaných ukazovateľov.

1.1. Základná charakteristika monitorovacej siete

Základné metodické princípy monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií sú opísané v príslušných častiach predchádzajúcich správ, spracovávaných každoročne od roku 1998.

Výber monitorovaných lokalít sa v priebehu riešenia upravuje podľa aktuálnych celospoločenských požiadaviek i podľa monitorovaním zhodnoteného stabilitného stavu. Podľa tých istých kritérií sa upravuje i rozsah metód a frekvencia monitorovania, ako aj aktuálny stupeň celospoločenskej významnosti reprezentatívnych lokalít.

V roku 2014 bolo do súboru monitorovaných lokalít zaradených 5 nových zosuvných území (Červený Kameň, Kľačany, Prievidza-Hradec, Prievidza-Veľká Lehôtka a Vranie). Ide o zosuvy, ktoré vznikli, resp. sa reaktivizovali v poslednom období. Zosuv v obci Vranie vznikol v súvislosti s mimoriadne intenzívnymi jarnými zrážkami v roku 2010. V jesennom období roku 2012, podľa ústnej informácie od obyvateľov obce, bola zvýšená aktivita pozorovaná v mestskej časti Prievidza-Hradec na ulici Pavlovská. Následne v jarných mesiacoch roku 2013 došlo k aktivizácii svahového pohybu i v časti označenej ako Veľká Lehôtka. V zimnom období roku 2013 sa aktivizoval zosuv v katastrálnom území obce Kľačany. Ide o rozsiahle zosuvné územie v dobývacom priestore aktívneho kameňolomu. Prvá zmienka, súvisiaca so vznikom tohto zosuvného javu pochádza od jaskyniarov, ktorí 24. februára 2013 zaregistrovali tzv. „Rozsadlinovú jaskyňu“. Uvedený fenomén bol indíciou svahového pohybu v tejto oblasti. Poslednou lokalitou je zosuv v obci Červený Kameň, ktorý sa aktivizoval v jarnom období roku 2013. V rok 2014 (čiastočne i v roku 2013) boli na zosuvných lokalitách v rámci riešenia prieskumných a sanačných prác vybudované viaceré objekty monitorovacej siete, respektíve sanačné opatrenia, na ktorých je potrebné zabezpečiť monitorovacie merania. Podrobnejšie informácie o zosuvných lokalitách, rozsahu a frekvencii monitorovacích aktivít, ako aj výsledkoch monitorovania sú uvedené v kap. 1.4.

Úloha sa od začiatku riešenia od roku 1993 spracovávala formou bodového monitorovania reprezentatívnych lokalít svahových pohybov. Výber monitorovaných lokalít bol založený na nasledujúcich kritériách:

- typologickom – podmieňujúcim zastúpenie základných typov svahových pohybov (zosúvania, plazenia a prognózovania pohybov typu rútenia),
- regionálno-geologickom – z ktorého vyplýva situovanie reprezentatívnych lokalít do základných inžinierskogeologických regiónov Západných Karpát (Matula a Pašek, 1986),
- celospoločenskej významnosti – podmieňujúcim výber z celospoločenského hľadiska najdôležitejších lokalít, na ktorých je už k dispozícii aspoň základná sieť monitorovacích objektov, vyžadujúcich si však trvalé udržiavanie, prípadne dopĺňovanie novými objektmi.

V súvislosti s aktivizáciou veľkého množstva zosuvov v roku 2010 dochádza každoročne k zmenám v súbore monitorovaných lokalít. V tejto súvislosti sa významne prejavuje prevaha lokalít zo skupiny zosúvania nad ostatnými typmi svahových porúch. Pri preferovaní kritéria založeného na spoločenskom hľadisku nám od roku 2011 výrazne pribúdajú lokality v Košickom a Prešovskom kraji.

Ďalším z kritérií výberu reprezentatívnych lokalít je ich rozmiestnenie vo všetkých oblastiach v zmysle inžinierskogeologickej rajonizácie územia slovenských Karpát. Ak však berieme do úvahy skutočnosť, že vývoj každého monitorovaného svahového pohybu primárne ovplyvňuje geologická stavba prostredia, v ktorom sa nachádza (a ktorá nemusí dostatočne vystihovať charakter danej oblasti podľa regionálneho inžinierskogeologického členenia), vytvorilo sa niekoľko účelovo zjednodušených modelov prostredia, v ktorých sa nachádzajú vybrané monitorované lokality:

- Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi;
- Neogénne sedimenty (piesky, íly, slabo spevnené pieskovce, prachovce a ílovcy);
- Sedimenty flyšového charakteru (striedanie pieskovcov a ílovcov prevažne paleogénneho veku);
- Skálne horniny mezozoického a predmezozoického veku.

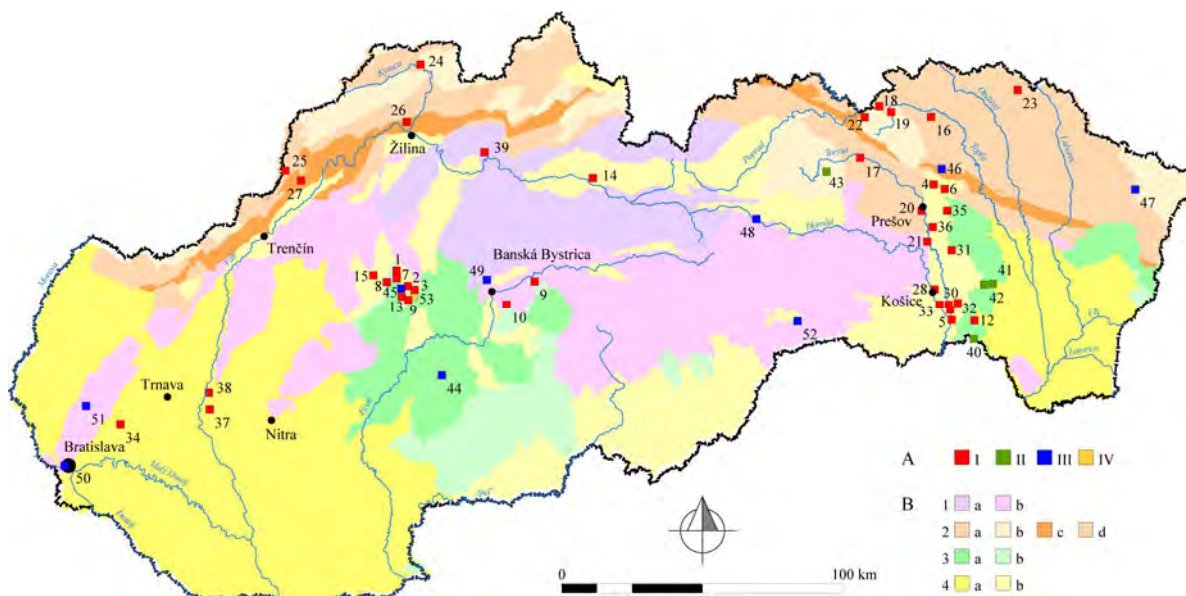
V roku 2014 mierne prevládali zosuvy, ktoré vznikli v horninovom prostredí flyšového charakteru.

Okrem takéhoto účelového zjednodušenia geologickej stavby je nevyhnutné pri výbere reprezentatívnych lokalít zohľadniť ich aktuálnu celospoločenskú dôležitosť, ako aj stav monitorovacej siete. Uvedené skutočnosti podmieňujú rozsah aplikovaných monitorovacích metód, ako aj frekvenciu meraní. Na základe celospoločenskej dôležitosti boli lokality rozdelené do troch skupín významnosti:

- **Lokality veľmi významné** – stupeň dôležitosti III. (ide o svahové poruchy, ktoré aktuálne ohrozujú významné objekty technosféry, prejavy ich aktivity boli zaznamenané v nedávnej minulosti a existujúca monitorovacia sieť umožňuje aplikovať širší súbor monitorovacích meraní s dostatočnou frekvenciou);
- **Lokality významné** – stupeň dôležitosti II. (predstavujú svahové poruchy čiastočne stabilizované alebo nachádzajúce sa mimo významných objektov technosféry s monitorovacou sieťou, umožňujúcou vykonávať iba niektoré zo základného sortimentu monitorovacích meraní);
- **Lokality menej významné** – stupeň dôležitosti I. (ide o svahové poruchy, ktoré sú stabilizované a ich význam je z celospoločenského hľadiska v súčasnosti nižší, nemožno však vylúčiť ich opätovnú aktivizáciu v súvislosti s rôznymi činnosťami – napr. výstavbou nových objektov). Monitoring na týchto lokalitách má prevažne udržiavací charakter; v prípade potreby sa môže jeho rozsah i frekvencia zvýšiť a lokality môžu byť preradené do vyššej kategórie významnosti.

Zoradenie jednotlivých monitorovaných lokalít (stav z roku 2014) na základe regionálneho inžinierskogeologického členenia Západných Karpát a podľa typu svahových pohybov je v tab. 1.1. Zoradenie lokalít podľa zjednodušených typových modelov horninového prostredia a celospoločenskej významnosti pozorovaných svahových porúch je v tab. 1.2 a ich situovanie je na obr. 1.1.

Vzhľadom na rozdielnosť monitorovacích metód, aplikovaných pre rôzne typy svahových deformácií, je práve typ svahovej poruchy primárnym kritériom členenia súboru lokalít. Rôznosť charakteru svahových pohybov v rôznych geologických prostrediach podmieňuje druhú úroveň členenia súboru hodnotených lokalít. Konečným kritériom je rozdelenie lokalít podľa celospoločenskej dôležitosti. Poradie reprezentatívnych lokalít, uvedené v tab. 1.2, zodpovedá postupnosti ich opisu v podkapitole 1.4.



Obr. 1.1. Rozmiestnenie monitorovaných lokalít svahových deformácií na území SR (čísla lokalít zodpovedajú číslonaniu v tab. 1.2). A – typologické členenie svahových pohybov: I – lokality zo skupiny zosúvania, II – lokality zo skupiny plazenia, III – lokality zo skupiny rútenia (stabilita skalných zárezov), IV – špeciálne lokality (Handlová-Stabilizačný násyp); B – regionálne inžinierskogeologické členenie slovenských Karpát (Hrašna a Klukanová, 2002 in Atlas krajiny SR, 2002): 1 – región jadrových pohorí: a – oblasť vysokých jadrových pohorí, b – oblasť jadrových stredohorí, 2 – región karpatského flyšu: a – oblasť flyšových vrchovín, subregión vonkajších flyšových Karpát, b – oblasť flyšových hornatín, subregión vonkajších flyšových Karpát, c – oblasť flyšových vrchovín, subregión bradlového pásma, d – oblasť flyšových vrchovín, subregión vnútorných flyšových Karpát, 3 – región neogénnych vulkanitov: a – oblasť vulkanických hornatín, b – oblasť vulkanických vrchovín, 4 – región neogénnych tektonických vklešlín: a – oblasť vnútrokarpatských nížin, b – oblasť vnútrohorských kotlín

Okrem naplňania základných cieľov čiastkového monitorovacieho systému sa snažíme o optimalizáciu monitorovacích aktivít na základe kvalitatívnych vlastností monitorovacích objektov. Pre tento účel realizujeme analýzy, zamerané na verifikáciu spoľahlivosti nameraných údajov. Na základe výsledkov analýzy, ale aj dlhodobých skúseností, boli viaceré monitorované body vyhodnotené ako nereprezentatívne, resp. namerané výsledky na týchto bodoch za málo vierohodné.

Zohľadnenie kvalitatívnych kritérií pri hodnotení nameraných výsledkov sa ukazuje ako nevyhnutné z pohľadu ich využitia pri riešení projektov sanácií geologického prostredia. Z tohto dôvodu boli v roku 2014 pozastavené monitorovanie merania na bodoch, ktoré svojou konštrukciou, resp. spôsobom zabudovania neumožňovali získať relevantné informácie o stave zosuvného prostredia. Ide najmä stabilizované body, používané pri geodetických meraniach na lokalitách Hlohovec-Posádka, Vinohrady nad Váhom-Paradič, Handlová-Žiarska ul. (objekt bol zo zosuvného územia navyše i odcudzený).

Hodnoteniu kvality pozorovaných ukazovateľov venujeme pozornosť i v predloženej správe. Vybudované objekty v mnohých prípadoch nespĺňajú vysoké kritériá potrebné pre zabezpečenie dlhodobého monitoringu. Vo viacerých prípadoch, v dôsledku starnutia dochádza k ich degradácii a tým pádom i k ovplyvňovaniu samotných výsledkov monitorovania. Navyše, mnohé objekty boli pôvodne vybudované pre iný typ monitorovacej metódy, aká je v ich prípade aktuálne aplikovaná. Namerané výsledky sú z tohto dôvodu mnohokrát nepresné. Treba však podotknúť, že v mnohých zosuvných územiach ide o jediné monitorovacie objekty, a teda pre zabezpečenie minimálnej informácie o stave zosuvného územia sme nútení vedome akceptovať i nižšiu kvalitu výstupu monitorovania. Na túto skutočnosť sa však v predloženej správe snažíme kriticky upozorniť. V prípade, že sa na

základe dlhodobých výsledkov monitorovania preukáže, že pozorovací bod má veľmi nízku výpovednú hodnotou, v takomto prípade navrhujeme prerušenie monitorovacích aktivít.

Tab. 1.1 Zaradenie reprezentatívnych lokalít podľa základných typov svahových pohybov a podľa regionálneho inžinierskogeologického členenia slovenských Karpát

Inžiniersko-geologický región	Inžiniersko-geologická oblasť	Lokality svahových pohybov			
		Zosúvanie	Plazenie	Rútenie (stabilita skalných zárezov)	Iné
Región jadrových pohorí	Oblasť vysokých jadrových pohorí	- Kraľovany			
	Oblasť jadrových stredohorí			- Bratislava Železná Studnička - Jakub - Lipovník - Pezinská Baba - Slovenský raj (Pod večným dažďom)	
Región karpatského flyša	Oblasť flyšových hornatín		- Jaskyňa pod Spišskou		
	Oblasť flyšových vrchovín	- Bardejovská Zábava - Čadca-Rieka - Čirč - Ďačov - Fintice* - Krajná Poľana - Kvašov - Lenártov - Lukov - Pečovská Nová Ves - Prešov-Horárska ulica - Prešov-Pod Wilec Hôrkou* - Vranie - Červený Kameň		- Demjata - Starina	

Pokračovanie tab. 1.1

Región neovulkanitov	Oblasť vulkanických hornatín	- Handlová ('60/'61)* - Handlová-Žiarska ulica* - Kapušany - Ľubietová* - Slanec – TP - Prievidza-Hradec - Prievidza-V. Lehôtka	- Košický Klečenov - Sokol - Veľká Izra	- Banská Štiavnica - Handlová-Baňa	
	Oblasť vulkanických vrchovín	- Dolná Mičiná			
Región neogénnych tektonických vkleslín	Oblasť vnútrohorských kotlín	- Bojnice - Handlová (Kunešovská cesta) - Handlová-Morovnian-ske sídlisko - Košice-s. Darg. hr. - Košice-Krásna - Nižná Hutka - Nižná Myšľa - Okoličné - Petrovany - Ruská N. Ves* - Varhaňovce* - Veľká Čausa* - Vyšná Hutka - Vyšný Čaj			- Handlová (Stabilizačný násyp)
	Oblasť vnútrokarpatských nížin	- Hlohovec-Posádka - Vinohrady nad Váhom - Šenkvice			

* Svahový pohyb sa nachádza na hraniciach inžinierskogeologických celkov

Tab. 1.2 Prehľad lokalít monitorovania zosuvov a iných svahových deformácií

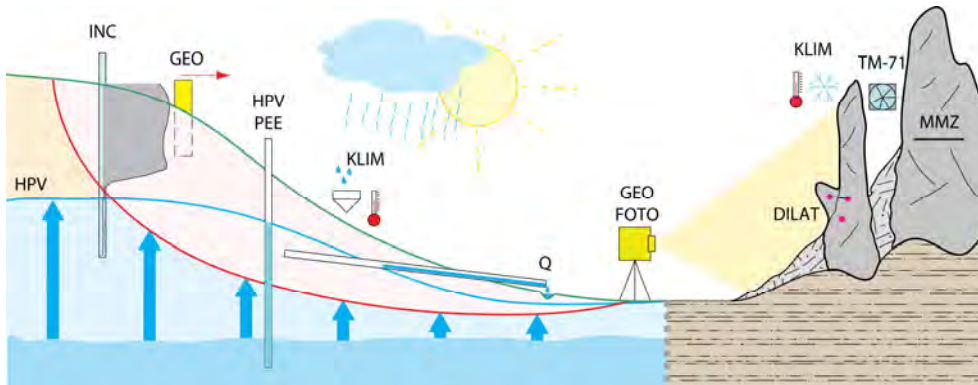
Typ svahového pohybu	Geologická stavba	Celospoločenská dôležitosť	Lokality
Zosúvanie	Neogénne vulkanity a ich kontakt s paleogénnymi a neogénnymi sedimentmi	Veľmi významná	1. Veľká Čausa 2. Handlová-Morovnianske sídlisko 3. Handlová-Kunešovská cesta 4. Fintice 5. Nižná Myšľa 6. Kapušany 7. Prievidza-Hradec 8. Prievidza-V. Lehôtka
		Významná	9. Handlová-Žiarska ul. 10. Dolná Mičiná 11. Ľubietová 12. Slanec-TP 13. Handlová – 1960
	Sedimenty flyšového charakteru	Veľmi významná	14. Okoličné 15. Bojnice 16. Bardejovská Zábava 17. Ďačov 18. Lenartov 19. Lukov 20. Prešov-Horárska ul. 21. Prešov-Pod Wilec Hôrkou 22. Čirč 23. Krajná Poľana 24. Čadca 25. Červený Kameň 26. Vranie
		Významná	27. Kvašov
	Neogénne sedimenty	Veľmi významná	28. Košice-sídlisko Dargovských hrdinov 29. Košice-Krásna 30. Nižná Hutka 31. Varhaňovce 32. Vyšný Čaj 33. Vyšná Hutka 34. Šenkvice 35. Ruská Nová Ves 36. Petrovany 37. Vinohrady nad Váhom
		Významná	38. Hlohovec-Posádka
	Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku	Veľmi významná	39. Kraľovany

Pokračovanie tab. 1.2

Plazenie	Neogénne vulkanity	Významná	40. Veľká Izra 41. Sokol' 42. Košický Klečenov
	Sedimenty flyš. char.	Významná	43. Jaskyňa p. Spišskou
Rútenie	Neogénne vulkanity	Významná	44. Banská Štiavnica
		Menej významná	45. Handlová-Baňa
	Sedimenty flyšového charakteru	Významná	46. Demjata
		Menej významná	47. Starina
	Skalné horniny mezozoického a predmezozoického veku	Významná	48. Slovenský raj-Pod večným dažďom
		Menej významná	49. Jakub 50. Bratislava-Železná st. 51. Pezinská Baba 52. Lipovník
Iné: Stabilita vodohospodárskeho diela	Antropogénne sedimenty na kvartérnych a paleogén. horninách	Veľmi významná	53. Handlová-Stabilizačný násyp

1.2. Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

Súborný prehľad používaných metód monitorovania svahových pohybov je uvedený v tab. 1.3 a na obr. 1.2. Vzhľadom na rozdielnu podstatu meraní sú v tabuľke 1.3 samostatne vyčlenené metódy monitorovania, používané pre rôzne typy svahových pohybov a pozorované ukazovatele, ktoré sa týmito meraniami získavajú.



Obr. 1.2. Schematické znázornenie monitorovacích metód používaných v rámci podsystemu „01 – zosuvy a iné svahové deformácie“. INC – presná inklinometria (prenosný a stacionárny inklinometer), GEO – geodetické metódy (terestrické, GNSS), HPV – merania hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty (vykonávané pozorovateľmi, resp. automatickými hladinomerami), Q – merania výdatnosti odvodňovacích zariadení, KLIM – merania zrážkových úhrnov a meranie teploty vzduchu (zabezpečené SHMÚ), FOTO – fotogrametrické metódy (laserové skenovanie terestrické, letecká fotogrametria, optické skenovanie skalných masívov atď.), DILAT – dilatometrické merania tyčovým meradlom Somet a meradlom posunov, TM-71 – dilatometrické merania opticko-mechanickým dilatometrom TM-71, MMZ – merania mikromorfologických zmien povrchu horniny

A. Zosúvanie

a/ Merania posunov

Základným monitorovacím meraním na zosuvných územiach je meranie pohybu zosuvných hmôt, vykonávané prostredníctvom merania posunov bodov monitorovacej siete v určitých časových intervaloch.

Na meranie posunov bodov sa používa viacero metód; najpoužívanejšie z nich sú rôzne *terestrické geodetické metódy*, ktoré majú v tejto oblasti použitia najbohatšiu tradíciu. Podstata terestrických metód zostáva v zásade rovnaká, avšak vďaka výraznému progresu v kvalite meracej techniky i v spôsoboch spracovania údajov sa postupne dosahuje čoraz väčšia presnosť meraní.

Terestrické metódy na určitých typoch lokalít sú v poslednom desaťročí v značnej miere nahrádzané *presnou družicovou technológiou GNSS (Globálne navigačné satelitné systémy)*, často nie celkom správne nazývanou ako meranie GPS, ktorá je významne využívaná v geodézii na veľmi presné meranie priestorovej polohy diskretných bodov. Napriek nesporným výhodám a vývoju meracej technológie GNSS z hľadiska metodického i inštrumentálneho, nemôže na zosuvných územiach zatiaľ úplne nahradiť klasické terestrické metódy vzhľadom na to, že v prípade zalesnených častí územia je aplikovateľnosť metódy GNSS značne obmedzená. Preto i v budúcnosti možno za perspektívnu považovať vzájomnú kombináciu terestrických a GNSS metód v závislosti od charakteru meranej lokality.

b/ Merania deformácií

Svojou podstatou sú merania deformácií veľmi príbuzné meraniam posunov; vykonávajú sa však v podpovrchových horizontoch zosuvných hmôt.

Z viacerých metód azda najviac overená a používaná je *metóda presnej inklinometrie* (Gajdoš a Wagner, 2005). Vzhľadom na kvalitu výstupov (úplná informácia o vektore deformácie v príslušnej rovine merania) táto metóda prakticky „vytlačila“ iné spôsoby merania, aplikované na tento účel v minulosti (napr. priechodomery, kyvadlá). Súčasne možno konštatovať, že prevažná väčšina novších metód merania deformácií je odvodená práve zo základného typu merania presnou inklinometriou.

Z metód, ktoré sa v súčasnosti začínajú overovať a možno ich považovať za perspektívne pri ďalšom vývoji a skvalitňovaní monitorovania deformácií, treba uviesť *metódu stacionárnej inklinometrie*. Metóda umožňuje merať vývoj deformácií v určitej hĺbke, zvyčajne na úrovni šmykovej plochy. Merania stacionárnym inklinometrom majú podstatne vyššiu frekvenciu, ako merania prenosným inklinometrom, čo významne mení pohľad na vývoj deformácie v čase a umožňuje porovnávať výsledky s inými kontinuálnymi meraniami, a tak odvodiť prípadné závislosti medzi nimi (Ondrejka et al., 2011). Nevýhodou tohto spôsobu monitorovania deformácie je, že získať informácie z celého profilu vrtu je technicky, a teda aj ekonomicky veľmi náročné. Pozornosť sa preto venuje vybraným zónam – šmykovým plochám, ktoré treba určiť s vysokou presnosťou ešte pred inštaláciou zariadenia. Úspešne bola táto metóda v rokoch 2009 – 2010 aplikovaná na lokalite Veľká Čausa (Ondrejka et al., 2011).

c/ Merania napätostného stavu

Ide o merania, ktoré majú oproti predchádzajúcim skupinám meraní nespornú výhodu v tom, že indikujú zmeny napätostného stavu prostredia pred vlastným zosuvným pohybom – v prípade dlhšieho časového radu meraní možno odvodiť trendy vývoja napätostného stavu svahu a do určitej miery prognózovať ďalší vývoj jeho stability.

Z doteraz používaných metód sa postupne vylúčili merania metódou *povrchových reziduálnych napätí* (Fussgänger a Jadroň, 1977), ktoré boli technicky náročné a ich výsledky charakterizovali prevažne iba stav najvrchnejšieho, pripovrchového horizontu zosuvných hmôt.

Za perspektívnu však možno považovať metódu merania *poľa pulzných elektromagnetických emisií* (PEE – Vybíral a Wagner, 2002), ktorá umožňuje identifikovať miesta koncentrácie napätí v rôznych hĺbkach meraného vrtu. Dlhoročné skúsenosti s aplikáciou tejto metódy preukázali v niektorých prípadoch aj jej prognostický charakter. Ďalší vývoj metódy je podmienený objektivizáciou a kvantifikáciou nameraných výsledkov. Navyše, vzhľadom na aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov, je nevyhnutné zvyšovať frekvenciu meraní, resp. v lepších prípadoch postupne prechádzať na kontinuálny záznam pozorovaných parametrov, čo platí v plnej miere i pre metódu PEE (výpovedná hodnota zaužívaných dvoch meraní poľa PEE počas roka bola pomerne slabá). Z tohto dôvodu sa od roku 2011 znížil počet monitorovaných lokalít a naopak zvýšila frekvencia na jednej lokalite – Hlohovec-Posádka.

d/ Merania zmien zosuvotvorných faktorov

V rámci meraní zmien zosuvotvorných faktorov sa v našich podmienkach pozornosť tradične sústreďuje na režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení (tab. 1.3).

Pri *meraní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody* sa na všetkých významnejších lokalitách merania pozorovateľov nahrádzajú kontinuálnym zberom údajov pomocou automatických hladinomerov, ktoré navyše kontinuálne zaznamenávajú i zmeny teploty podzemnej vody, čo vytvára potenciál pre širšie analýzy medzi rôznymi pozorovanými faktormi.

Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení vo väčšine prípadov vykonávajú pozorovatelia. Na vybraných lokalitách možno v budúcnosti uvažovať tiež s inštaláciou kontinuálnych meracích zariadení – ich použitie však v značnej miere závisí od možností technickej inštalácie prístrojov na konkrétnej lokalite.

Nevyhnutnou súčasťou informácií o stave zosuvotvorných faktorov sú *údaje o zrážkach*. Táto informácia sa zvyčajne preberá zo siete staníc SHMÚ; na celospoločensky dôležitých lokalitách je však snaha inštalovať lokálne zrážkomerné stanice, zaznamenávajúce i údaje o teplote vzduchu (ako napr. lokality Veľká Čausa a Okoličné).

Tab. 1.3 *Prehľad metód monitorovania svahových pohybov*

Typ svahového pohybu	Pozorované ukazovatele	Metódy monitorovania
Zosúvanie	<p>a/ Posuny</p> <p>b/ Deformácie</p> <p>c/ Napätostný stav</p> <p>d/ Zosuvotvorné faktory (režimové pozorovania)</p>	<p>– Geodetické – terestrické</p> <p>– Geodetické – GNSS</p> <p>– Fotogrametrické (laserové skenovanie terestrické, letecká fotogrametria)</p> <p>– InSAR</p> <p>– Presná inklinometria (prenosným a stacionárnym inklinometrom)</p> <p>– Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií (PEE)</p> <p>– Merania hĺbky hladiny podzemnej vody a jej teploty (vykonávané pozorovateľmi, resp. automatickými hladinomerami)</p> <p>– Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení</p> <p>– Merania zrážkových úhrnov</p> <p>– Meranie teploty vzduchu</p>
Rútenie	<p>a/ Posuny</p> <p>b/ Faktory vplývajúce na stabilitu svahu</p> <p>c/ Zmeny morfológie skalnej steny</p>	<p>– Dilatometrické (tyčovým meradlom Somet a meradlom posunov)</p> <p>– Fotogrametrické (metóda stereofotogrametrie, metóda časovej základnice, konvergentná fotogrametria, terestrické laserové a optické skenovanie)</p> <p>– Merania zrážkových úhrnov</p> <p>– Záznam počtu mrazových dní</p> <p>– Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny</p>
Plazenie	<p>a/ Posuny</p> <p>b/ Faktory vplývajúce na stabilitu svahu</p>	<p>– Dilatometrické (opticko-mechanickým dilatometrom TM-71)</p> <p>– Merania zrážkových úhrnov</p>

B. Rútenie

Metódy monitorovania náznakov svahových pohybov typu rútenia majú špecifický charakter. V doterajšej praxi sa najčastejšie používali dva okruhy metód na meranie posunov bodov – metódy dilatometrické a metódy fotogrametrické (tab. 1.3). Možno konštatovať, že obidva tieto okruhy metód zostávajú stále aktuálne a dochádza iba k skvalitňovaniu postupu merania i vyhodnocovania výsledkov.

a/ Merania posunov

Z dilatometrických meraní sa najčastejšie aplikujú merania tyčovým meradlom Somet, ktorými sa zisťuje zmena vzdialenosti medzi bodmi, pevne osadenými v horninovom masíve. Určitým zdokonalením tohto merania je použitie meradla posunov, ktorým možno zaznamenať posun bodov nielen v rovine merania, ale aj v priestore (Wagner et al., 2002). Napriek širokému rozsahu použitia dilatometrických metód pri hodnotení stability skalných svahov treba upozorniť na zásadný a všeobecne platný technický problém ich aplikácie – pevné meracie body možno osadiť iba v relatívne pevnom skalnom prostredí. V dôsledku toho sú zmeny v najproblematickejších častiach skalného masívu (poruchové pásma, výrazné diskontinuity a pod.) zvyčajne nemerateľné.

Veľká výhoda fotogrametrických meraní vo všeobecnosti spočíva v optickom bezkontaktnom meraní a vo fotografickom zázname reality s vysokým stupňom rozlíšenia. Takéto záznamy pokrývajú celú lokalitu a je možné sa k nim kedykoľvek vrátiť a domerať požadované parametre. Majú teda aj vysokú dokumentačnú a archivačnú hodnotu. V súčasnosti sa fotografické záznamy spracovávajú výlučne v digitálnej forme (digitálna fotogrametria), čím sa výrazne zvýšila efektívnosť a presnosť prác. Na pozorovaných lokalitách sa v súčasnosti alebo v nedávnej minulosti aplikujú a aplikovali nasledujúce fotogrametrické metódy:

- *Časová základnica*, predstavujúca dvojsnímkovú stereofotogrametrickú metódu, kedy sa ako ľavá snímka použije predošlá časová etapa a ako pravá snímka súčasná etapa. Zmena častí lokality v smere kolmom na os záberu (optickú os objektívu) sa prejaví ako horizontálna alebo vertikálna paralaxa. Výhodou metódy je jej jednoduchosť a presnosť, nevýhody spočívajú predovšetkým v zabezpečení rovnakej polohy a orientácie každej snímky v každej etape merania.
- *Stereofotogrametria* je tiež dvojsnímkovou metódou, ktorá však využíva princíp prirodzeného stereoskopického videnia. Hlavnou výhodou metódy je jej vysoká efektívnosť, keď na stereomodeli sa merajú priamo priestorové referenčné súradnice. Nevýhodou metódy je nižšia presnosť v smere kolmom na snímkovaciu základnicu.
- *Konvergentné snímkovanie* predstavuje viacsnímkovú metódu, pričom snímky sa vyhotovujú tak, aby ich osi záberu boli konvergentné. Metóda je menej efektívna ako stereofotogrametria, avšak vyznačuje sa vyššou a homogénnou presnosťou vo všetkých osiach súradnicového systému. Na menších objektoch tak možno dosahovať presnosť priestorového určenia bodu vyššiu ako 1 mm (Fraštia, 2009).
- *Terestrické laserové skenovanie* je metóda, ktorá môže doplniť spomenuté fotogrametrické merania a niektoré i nahradiť. Pulzné „time-of-flight“ skenery merajú čas letu svetelnej vlny od vyslania po prijatie a na základe známej rýchlosti šírenia vlnenia sa vypočíta meraná dĺžka. Pulzné skenery majú dosah merania až niekoľko sto metrov s nepatrným poklesom presnosti v závislosti od narastajúcej vzdialenosti. Presnosť určenia priestorovej polohy bodu sa pritom pohybuje od 5 do 30 mm pri rýchlosti merania viac ako $50\,000\text{ bodov}\cdot\text{s}^{-1}$. Presnosť modelovanej plochy sa pohybuje pri súčasných skeneroch od hodnoty 2 mm. Výsledkom laserového skenovania je tzv. mračno bodov, teda množina diskrétnych priestorových bodov

definovaných súradnicami XYZ. Nespornou výhodou a perspektívou tejto technológie je možnosť niektorých spracovateľských softvérov vytvárať rozdielové mapy takto meraných povrchov a určiť tak prípadné zmeny povrchu masívu (Fraštia, 2009).

- *Optické skenovanie* sa podobne ako laserové skenovanie uplatňuje pri automatizovanej tvorbe 3D modelov s hustým (bodovým) pokrytím povrchu. Metóda je využívaná predovšetkým na objekty s náhodne premenlivou textúrou a nie príliš členitou štruktúrou, aj keď posledné výsledky poukazujú na možnosti jej využitia aj pri objektoch doposiaľ rekonštruovaných výlučne metódou konvergentnej fotogrametrie (Fraštia, 2011). Princíp metódy je založený na korelácii (podobnosti) dvoch obrazov, ktoré sú vytvorené z rôznych pozícií, čím je potom možné rekonštruovať priestorové zväzky lúčov a z nich priestorovú polohu bodov, resp. prvkov zaznamenaných na digitálnych obrazoch (Fraštia, 2012).

b/ Merania zmien faktorov vplývajúcich na stabilitu svahu

Okrem tradičného zberu údajov o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ patria pri posudzovaní stability skalných svahov k dôležitým informáciám údaje o počte mrazových dní, ako aj vyčíslenie počtu náhlych extrémnych zmien teploty (prudké oteplenie, prudké ochladenie), významne vplývajúcich na fyzický stav hodnoteného skalného masívu.

c/ Merania zmien morfológie skalnej steny

Tieto merania možno považovať za doplnujúce, zamerané na zaznamenanie postupu zvetrávacích procesov na povrchu skalného masívu. Merania *mikromorfológických zmien* povrchu skalnej steny majú už pomerne bohatú tradíciu a preukázalo sa nimi viacero zaujímavých výsledkov (Jánová a Liščák, 2001).

C. Plazenie

a/ Merania posunov

Pri monitorovaní svahových pohybov charakteru plazenia sa najčastejšie používa meranie *opticko-mechanickým dilatometrom TM-71* (Petro et al., 1999, 2004). Dilatometer umožňuje zaznamenať deformáciu medzi meranými blokmi v priestorových súradniciach s vysokou presnosťou (do 0,1 mm za rok). Doterajšie výsledky meraní a ich vyhodnotenia naznačujú, že ide o vhodný a dostatočne reprezentatívny spôsob monitorovania svahových pohybov tohto typu a možno odporučiť zachovanie uvedeného spôsobu merania i v budúcnosti.

b/ Merania zmien faktorov vplývajúcich na stabilitu svahu

V prípade lokalít charakteru plazenia sa vykonával zber údajov o zrážkových úhrnoch zo staníc SHMÚ.

Pri monitorovaní priečných deformácií prekrytého ocelového potrubia, prevádzajúceho tok Handlovky a Nepomenovaného potoka na lokalite Stabilizačného násypu v Handlovej sa okrem vyššie uvedených metód používajú i konvergenčné merania deformácií ocelového potrubia, ktoré vzhľadom na špecifickosť riešenej problematiky v tab. 1.3 nie sú uvedené.

Metódy hodnotenia nameraných údajov

V snahe dosiahnuť väčšiu prehľadnosť, zrozumiteľnosť a porovnateľnosť výsledkov monitorovania z rôznych lokalít, hodnotia sa namerané údaje pomocou hodnotiacej škály, umožňujúcej pohotovo posúdiť význam nameranej veličiny z hľadiska aktuálneho stabilného

stavu v čase merania a v mieste meraného objektu. Hodnotiaca škála pozostáva z troch stupňov, pričom prvý charakterizuje stabilný stav, druhý vyjadruje mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu a tretí znamená výrazné prejavy aktivity, vedúce k nestabilite svahu.

V roku 2010 došlo k výraznej zmene v spôsobe hodnotenia nameraných údajov z geodetických a inklinometrických meraní. Empiricky odvodená stupnica, ktorá vychádzala z veľkosti chyby merania, bola nahradená novou klasifikáciou, vychádzajúcou z výsledkov dlhodobého monitorovania zmien pozorovaných bodov. Na základe analýzy dlhodobých zmien bola pre každý pozorovaný bod definovaná stupnica, ktorá semikvantitatívnym spôsobom charakterizuje stupeň pohybovej aktivity (Wagner et al., 2012). Domnievame sa, že takýto spôsob hodnotenia lepšie vyjadruje špecifiká lokálneho situovania jednotlivých bodov a tiež históriu ich pohybovej aktivity. Navrhnutý spôsob hodnotenia je metodicky v súlade s doteraz používanou klasifikáciou pre kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody.

a/ Hodnotenie výsledkov meraní posunov a deformácií

Princíp nového spôsobu hodnotenia výsledkov geodetických a inklinometrických meraní je vyjadrený na obr. 1.3. Postup hodnotenia možno zhrnúť do niekoľkých bodov:

- Z priebehu priestorových (v prípade geodetických meraní) alebo polohových (v prípade inklinometrických meraní) zmien za referenčné obdobie od začiatku roku 2000 po koniec roku 2009 (teda za 10 rokov) sa určí pre každý pozorovaný bod hodnota maximálneho posuvu (MAX) a vypočíta sa priemerný posuv (priemerná hodnota – PH) zo všetkých meraní, vykonaných za toto obdobie.
- Z uvedených hodnôt sa určí tzv. diferencia (D) zo vzťahu $D = (MAX - PH)/7$. Rozdelenie intervalu, ohraničeného priemernou a maximálnou úrovňou pohybovej aktivity počas referenčného obdobia na sedem častí, umožňuje vytvorenie základnej sedemstupňovej škály. Ôsmy stupeň predstavuje dvojnásobné prekročenie siedmeho hodnotiaceho stupňa. Tento stupeň vyjadruje pohybovú aktivitu, ktorá na danom monitorovacom bode indikuje stav aktívneho svahového pohybu.
- Jednotlivé stupne pohybovej aktivity sa odvodlia pre každý hodnotený bod podľa tab. 1.4 a v súlade s obr. 1.2.
- Výsledné hodnotenia pohybovej aktivity sa transformujú do zjednodušenej trojstupňovej škály podľa nasledujúcich kritérií:
 - Prvý výsledný hodnotiaci stupeň predstavuje meranie, počas ktorého priestorový vektor nepresiahne priemer referenčného obdobia (PH) s pripočítanou dvojnásobnou hodnotou stanovenej diferencie D. Pri základnom osemstupňovom hodnotení ide o 1. a 2. stupeň (tab. 1.4).
 - Druhý výsledný hodnotiaci stupeň predstavuje priestorový vektor presahujúci kritérium 1. stupňa, ak zároveň je menší alebo rovný priemernej hodnote s pripočítaným päťnásobkom diferencie D. V základnej osemstupňovej škále ide o 3., 4. a 5. stupeň;
 - Tretí výsledný hodnotiaci stupeň zahŕňa priestorový vektor, ktorý presahuje kritériá stanovené pre druhý stupeň. V osemstupňovej základnej škále predstavuje 6., 7. a 8. stupeň.

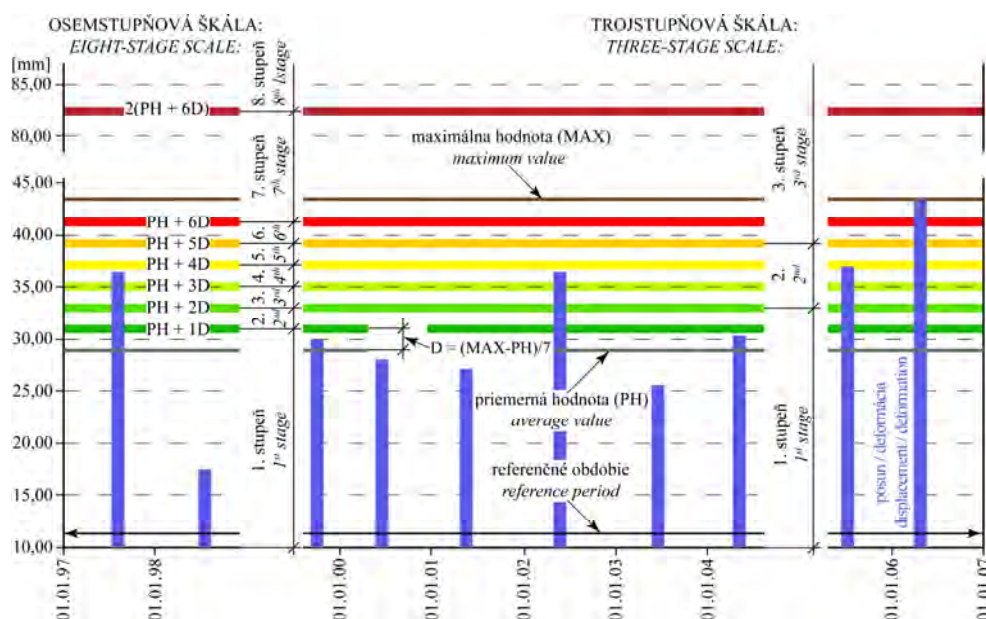
Výsledné hodnotiace stupne sú uvedené ku každej lokalite v prílohovej časti a v zátvorke sa nachádzajú hodnotiace stupne zjednodušenej, trojstupňovej škály.

Tab. 1.4 Kritériá hodnotenia výsledkov geodetických a inklinometrických meraní

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	Výsledný priestorový vektor (\vec{xyz}) v hodnotenom roku neprekročil súčet priemernej hodnoty (PH) stanovenej počas referenčného obdobia (2000 – 2009) a diferencie (D)	Stabilný stav	1.
2.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + D$ a zároveň neprekročil $PH + 2 \times D$		
3.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 2 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 3 \times D$	Mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu	2.
4.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 3 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 4 \times D$		
5.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 4 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 5 \times D$		
6.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 5 \times D$ a zároveň neprekročil $PH + 6 \times D$	Výrazné prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite svahu	3.
7.	\vec{xyz} v hodnotenom roku je väčší ako $PH + 6 \times D$ a zároveň neprekročil $2(PH + 6 \times D)$		
8.	\vec{xyz} v hodnotenom roku prekročil $2(PH + 6 \times D)$		

Pri hodnotení geodetických a inklinometrických meraní sa vychádza z absolútnych hodnôt zmien premiestnenia. Týmto postupom sa nahradila hodnotiacia metóda, používaná do roku 2010, ktorá bola založená na rýchlosti polohovej zmeny bodu. Dôvody tejto zmeny vychádzali z nasledujúcich poznatkov:

- Prevádzka stacionárneho inklinometra na lokalite Veľká Čausa (v rokoch 2009 a 2010) objektívne preukázala, že pohyb na zosuvných lokalitách sa iniciuje iba v určitých časových intervaloch (často pomerne krátkych), pričom prevažnú časť pozorovaného obdobia k žiadnemu pohybu nedochádza (Ondrejka et al., 2011).
- Možno predpokladať, že podobný pohybový režim majú i geodetické pozorovacie body.
- V závislosti od momentu merania môže byť nameraná hodnota, prepočítaná na rýchlosť pohybu za určitú časovú jednotku, značne skresľujúca.
- I keď prepočet na rýchlosť pohybu mal svoje opodstatnenie (snaha o porovnanie pohybovej aktivity na rôznych lokalitách), domnievame sa, že vyjadrenie hodnôt absolútnych nameraných posunov bude v konečnom dôsledku výstižnejšie.
- Je prirodzené, že pri meraniach s frekvenciou cca 1 meranie za rok sa pri ich zhodnocovaní v každom prípade dopúšťame vedomých zjednodušení a nepresností – ich odstránenie môžu zabezpečiť iba merania s vyššou frekvenciou alebo, v ideálnom prípade, kontinuálne merania.



Obr. 1.3. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie nameraných posunov (geodetickými meraniami) a zaznamenatej deformácie na šmykových plochách (metódou presnej inklinometrie), ktoré sú obsiahnuté v tab. 1.4

b/ Hodnotenie výsledkov meraní poľa pulzných elektromagnetických emisií

Pri interpretácii a spôsobe vyjadrenia hodnôt poľa PEE bol zachovaný doteraz používaný spôsob, ktorý je zhrnutý v tab. 1.5. Merania sú hodnotené šiestimi stupňami aktivity (1 až 6) a k nim je uvedené generalizované hodnotenie v rámci trojstupňovej hodnotiacej škály. Keďže merania aktivity poľa PEE sa od roku 2011 realizujú len na lokalite Hlohovec-Posádka, primárne namerané, ale aj zhodnotenú údaje (prílohou časť) ako aj grafické vyjadrenie, sa uvádzajú len na tejto lokalite. Výsledné hodnotenie v situačnej mape predstavuje tie hodnoty, ktoré je možné z hľadiska stability považovať za najmenej priaznivé v danom vrte (bez ohľadu na hĺbku nameranej hodnoty a termín merania). Pri vyjadrení priebehu zmien za dlhšie časové obdobie sú v obrázkoch s vývojom poľa PEE interpretované merania z reprezentatívnych hĺbkových úrovní jednotlivých pozorovaných vrtov.

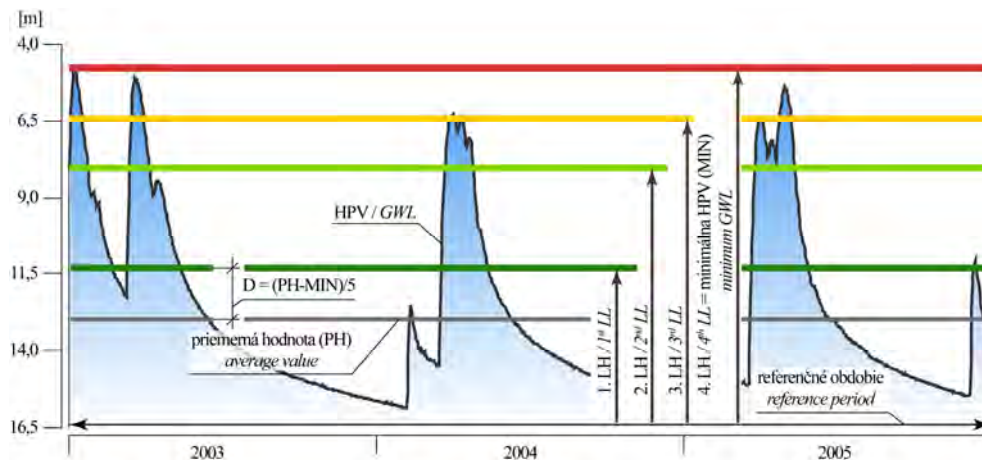
Tab. 1.5 Škála klasifikačného hodnotenia výsledkov merania poľa PEE

Aktivita poľa PEE		Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
Základný stupeň	Charakteristika		
1.	BP – bez prejavov	Priaznivý	1.
2.	NZ – náznaky		
3.	PN – pomerne nízka	Náznaky nepriaznivého	2.
4.	ST – stredná		
5.	PV – pomerne vysoká	Nepriaznivý	3.
6.	VV – veľmi vysoká		

c/ Hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní

Pri spracovaní režimových pozorovaní sa používal spôsob semikvantitatívneho hodnotenia, ktorý v rámci riešenia úlohy vypracoval v roku 2004 RNDr. S. Scherer, PhD. Ide o hodnotenie hĺbky hladiny podzemnej vody a jej zmien na základe tzv. referenčných hodnôt a frekvencie kolísania úrovne hladiny podzemnej vody. Spôsob odvodenia referenčných hodnôt je vyjadrený na obr. 1.4 a konečná stupnica pre posudzovanie aktuálneho stavu

hladiny podzemnej vody z hľadiska stability svahu v hodnotenom období (napr. kalendárneho roka) je definovaná v tab. 1.6.



Obr. 1.4. Postup odvodenia referenčných hodnôt pre semikvantitatívne hodnotenie zmien úrovně hladiny podzemnej vody, obsiahnutý v tab. 1.6 (záznam z pozorovania hladiny podzemnej vody vo vrte JM-6 z lokality Dolná Mičiná). Postup vypracoval S. Scherer v roku 2004

V nadväznosti na hodnotenia výsledkov ostatných monitorovacích meraní bola 7-stupňová škála zredukovaná do 3 základných stupňov (v prílohách k jednotlivým lokalitám sú uvedené v hodnotiacom stĺpci v zátvorke). Za určitú výnimku z hodnotenia považujeme prípad, ak piezometrický tlak podzemnej vody spôsobuje, že podzemná voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu. I keď množstvo vytekajúcej vody by bolo možné hodnotiť podľa kritérií pre výdatnosť odvodňovacích zariadení, domnievame sa, že nepriaznivost' samotného javu z hľadiska stabilitných pomerov treba zvýrazniť samostatným hodnotiacim stupňom (stupeň 8 v hodnotiacej škále – tab. 1.6) a v grafickom výstupe vyjadriť najmenej priaznivým stupňom.

Účelová kvantifikácia výdatnosti odvodňovacích zariadení z hľadiska stupňa „priaznivosti“ stabilitného stavu v podstate nie je možná. Zvýšenie výdatnosti objektov nemožno totiž jednoznačne hodnotiť ako priaznivý jav a naopak, zníženie výdatnosti môže znamenať priaznivú i nepriaznivú skutočnosť (suchý rok alebo postupné zanášanie odvodňovacích objektov). Napriek tomu sa pri hodnotení zaviedla trojstupňová klasifikácia, vyjadrujúca priemernú výdatnosť objektu v hodnotenom období (priemerná výdatnosť do $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, v rozmedzí 1 až $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a nad $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ – tab. 1.6), ktorá sa však nevzťahuje na účelové hodnotenie aktuálnych stabilitných pomerov svahu na základe hodnoty tohto parametra.

Tab. 1.6 Hodnotiaci škála výsledkov monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení

Základný stupeň	Definovanie hodnotiacich kritérií	Charakteristika z hľadiska stabilného stavu	Výsledný hodnotiaci stupeň
1.	Maximálne úrovne hladiny podzemnej vody (HPV) v hodnotenom období neprekročili 1. limitnú hladinu (LH; PH + D – podľa obr. 1.3)	Priaznivý	1.
2.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 2. LH (PH + 3D)		
3.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. LH (PH + 4D) a počet prekročení 2. LH je menší ako 3	Náznaky nepriaznivého	2.
4.	- Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 3. LH a počet prekročení 2. LH je väčší alebo rovný 3 alebo - Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. LH (PH + 5D) a počet prekročení 3. LH je menší ako 3		
5.	- Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období neprekročili 4. LH a počet prekročení 3. LH je väčší, alebo rovný 3, alebo - Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH jedenkrát	Nepriaznivý	3.
6.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH dvakrát		
7.	Maximálne úrovne HPV v hodnotenom období prekročili 4. LH viac ako dvakrát		
8.	Podzemná voda vyteká z vertikálneho vrtu a sekundárne infiltruje do prostredia zosuvu	Nepriaznivý	3.
Priemerná výdatnosť odvodňovacieho zariadenia v hodnotenom období			
do 1 l.min ⁻¹ (vrátane suchého zariadenia)			1.
1 až 3 l.min ⁻¹			2.
nad 3 l.min ⁻¹			3.

1.3. Spôsob a frekvencia zberu údajov

Základný spôsob zberu údajov je uvedený v predchádzajúcej kapitole a čiastočne i v tab. 1.3. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že vývoj v oblasti spôsobov a frekvencie zberu údajov smeruje od jednorazových, prevažne mechanicky vykonávaných meračských operácií, ku kontinuálnym automatickým meraniam a ďalej až k zavádzaniu diaľkových systémov prenosu nameraných údajov do centier monitorovania, kde sa priebežne, zvyčajne automaticky, vyhodnocujú.

Dosiaľ používaná frekvencia zberu údajov je vo všeobecnosti podmienená viacerými faktormi:

- celospoločenskou dôležitosťou monitorovanej lokality,
- fyzikálnou podstatou monitorovaného javu,
- aktuálnym stupňom stability svahu,
- nákladnosťou monitorovacích meraní.

V nadväznosti na tieto faktory sa v predchádzajúcich rokoch, ale i v roku 2014, zaužívala nasledujúca frekvencia zberu údajov z lokalít svahových pohybov:

a/Merania na zosuvoch

- Geodetické (terestrické) merania, ktoré sa vykonávajú už len na lokalite Veľká Čausa boli v roku 2013 realizované v prvej polovici júna a v roku 2014 v druhej polovici apríla. V minulosti bola snaha vykonávať merania v na konci jarného obdobia;
- Geodetické (GNSS) merania sa v posledných rokoch vykonávali na lokalitách: Veľká Čausa – 3-krát ročne, Hlohovec-Posádka a Vinohrady nad Váhom – 2-krát ročne, Fintice a Handlová-Žiarska ul. 1-krát ročne. V roku 2014 bol obmedzený výkon meraní len na lokality Veľká Čausa a Fintice;
- Merania metódou presnej inklinometrie sa zvyčajne vykonávali raz ročne, najčastejšie v období apríl až jún príslušného roku. V prípade pohybovo najaktívnejších lokalít sa merania vykonávajú častejšie, maximálne 3-krát za rok;
- Merania PEE sa od roku 2011 vykonávajú už len na lokalite Hlohovec-Posádka, a to s frekvenciou 4 až 5 meraní ročne;
- Režimové pozorovania (merania hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení) sa vykonávali v širokej škále frekvencií – od nepravidelných meraní (1 až 2-krát ročne), ktoré sú súčasťou obhliadok stavu monitorovacích zariadení, cez pravidelné merania s jedno alebo dvojtýždenným, resp. mesačným intervalom, vykonávané pozorovateľmi, až po kontinuálny zber údajov automatickými hladinomerami;
- Zrážkové úhrny – denné, resp. mesačné, sú preberané zo zrážkomerných staníc siete SHMÚ, ako aj z automatickej zrážkomernej stanice situovanej priamo na zosuvnej lokalite Veľká Čausa.

b/ Merania náznakov pohybov typu rútenia

- Dilatometrické merania meradlom Somet a meradlom posunov sa v minulosti vykonávali pravidelne dvakrát ročne, v jarnom a jesennom cykle, v súčasnosti sa ich frekvencia znížila na jedno meranie za rok;
- Fotogrametrické merania sa realizovali raz ročne, zvyčajne v jeseni;
- Merania mikromorfologických zmien povrchu horniny sa uskutočňovali dvakrát ročne, v jarnom a jesennom cykle (v roku 2013, v súlade s programom monitoringu na rok 2013, merania neboli realizované a v roku 2014 bolo vykonané jedno meranie);

- Informácie o zrážkach a počte mrazových dní sa preberali z údajov SHMÚ.

c/ Merania svahových pohybov typu plazenia

- Odčítanie údajov z dilatometra TM-71 sa v súčasnosti uskutočňuje 3 až 4-krát ročne. V minulosti frekvencia meraní dosahovala v niektorých prípadoch aj 5 meraní za rok;
- Zrážkové úhrny – denné, resp. mesačné, sú preberané zo zrážkomerných staníc siete SHMÚ.

Vo všeobecnosti platí, že frekvencia pozorovaní je o to hustejšia, čím je lokalita z celospoločenského hľadiska dôležitejšia, pričom je snaha postupne prejsť na kontinuálny spôsob merania.

Frekvencia rôznych monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na jednotlivých lokalitách, je uvedená v prehľadnej tabuľke pri opise každej z pozorovaných lokalít. Na základe zhodnotenia výsledkov meraní za určité obdobie sa odvodzuje rozsah a frekvencia meraní v ďalšom roku.

1.4. Výsledky monitorovania

Podrobný opis všetkých monitorovaných lokalít, vrátane geologickej situácie a charakteristických geologických rezov, sa nachádza v správach z predchádzajúcich rokov, z ktorých niektoré boli i v publikovaných článkoch (napr. Wagner et al., 2002). Primárne informácie o svahových poruchách sú však v správach z prieskumov a sanácií. Z tohto dôvodu sa pri opise jednotlivých lokalít sústreďujeme najmä na hodnotenie výsledkov monitorovania za obdobie roku 2014 a na porovnanie v prílohách a obrázkoch uvádzajú i výsledky meraní z roku 2013. Štruktúra opisu jednotlivých monitorovaných lokalít je nasledujúca:

- Stručná charakteristika lokality (uvádza sa iba pri lokalitách, na ktorých sa začali monitorovacie aktivity v roku 2014; na ostatných monitorovaných lokalitách sa uvádzajú iba základné údaje o monitorovanej svahovej poruche; podrobnejšia charakteristika je uvedená v správach z predošlého riešenia úlohy – napr. Ondrejka et al., 2011, 2012, 2013 a 2014);
- Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014 zhrnutý v tabuľke;
- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014. Výsledky monitorovania sú opísané postupne podľa aplikovaných monitorovacích metód, znázornené sú v situáciách a grafoch a charakterizujú stav pozorovaných parametrov do konca kalendárneho roku 2014, alebo – pri niektorých typoch meraní – do momentu posledného merania, uskutočneného v roku 2014;
- Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za dlhšie obdobie, vyjadrené vo vývojových grafoch zmien pozorovaných ukazovateľov. Vývojové grafy podávajú informáciu vždy za posledných 10 rokov, v prípade že je sledovaný parameter hodnotený kratšie obdobie, uvádzajú sa len výsledky za monitorované obdobie;
- Zhrnutie výsledkov a upozornenia. Spracované sú najdôležitejšie poznatky z monitorovania, praktické upozornenia a návrh ďalšieho postupu pozorovania a hodnotenia lokality.

1.4.1. Lokalita Veľká Čausa

Zosuvný svah sa nachádza v južnej časti intravilánu obce Veľká Čausa (okres Prievidza). Zosuvný pohyb sa v území prejavil počas rokov 1969, 1974 až 1975, 1985 a naposledy na jar roku 1995.

Monitorovacia sieť pozostáva z viacerých typov objektov (geodetické body, inklinometrické a piezometrické vrty, subhorizontálne odvodňovacie vrty). Systematické merania sa na lokalite vykonávajú od deväťdesiatych rokov.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, realizovaných v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.7.

Tab. 1.7 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Čausa v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Geodetické (terestrické)	20 pozorovaných 3 vzťahné	P2, 3, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, PW01, PW02, DI-1 F1, 2, 3	1 (16. jún)	1 (23. apríl)
Geodetické (GNSS)	5 pozorovaných 1 vzťahný	P13, 14, 17, 18, 19 F3	3 (28. máj, 7. november)	3 (9. január, 17. jún, 18. september)
Inklinometrické	9	VČ-1, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, VE-4	1 (18. júl)	1 (14. jún, 14. august – VČ-9 a 12, 16. október – VČ-1)
Meranie hĺbky hladiny a teploty podzemnej vody	15	J-107, M-4, 8, 14, PO-1, 2, SŠ-1, 2, VČ-4 – 7, 11, 13, VE-4	45 (1x za týždeň)	48 (1x za týždeň)
	3	VČ-2, 8; AH-1 – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	VV-102, 103, 104, 107, 108, 109, 110	45 (1x za týždeň)	48 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Ráztočno (indikatív 30100) Prievidza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

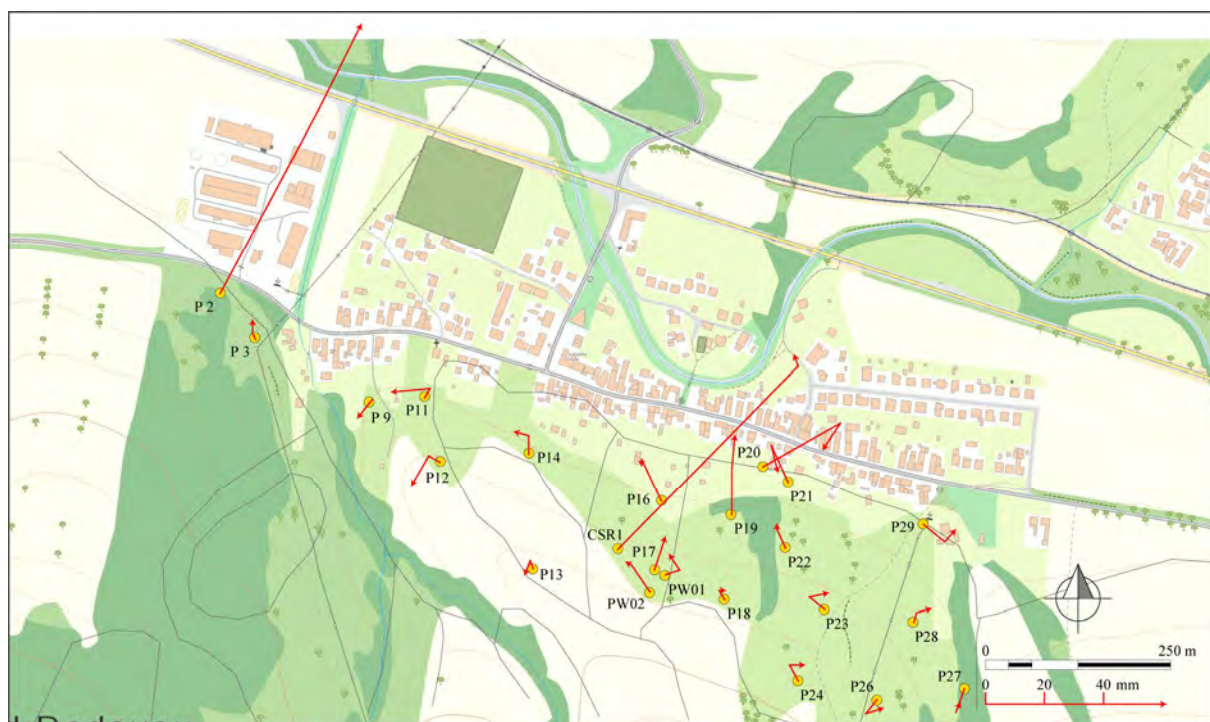
a/ Geodetické merania

a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní terestrickou metódou

V roku 2013 bolo výrazné polohové premiestnenie pozorované na bodoch DI-1 (86,68 mm) a P2 (70,24 mm – príl. 1.1; Fraštia, 2013). Bod DI-1 sa nachádza v centrálnej časti zosuvu a bod P2 v západnej časti zosuvu. Z hľadiska klasifikačného hodnotenia, zaznamenaný posun v bode P2 predstavuje výrazné prejavy aktivity svahového pohybu, vedúce k nestabilite svahu (podľa hodnotenia uvedeného v tab. 1.4). Hranica 30 mm posunu bola prekročená v bode P20 (30,02 mm). Ostatné body sa nachádzali v relatívnom pokoji, bez prejavov zvýšenej pohybovej aktivity.

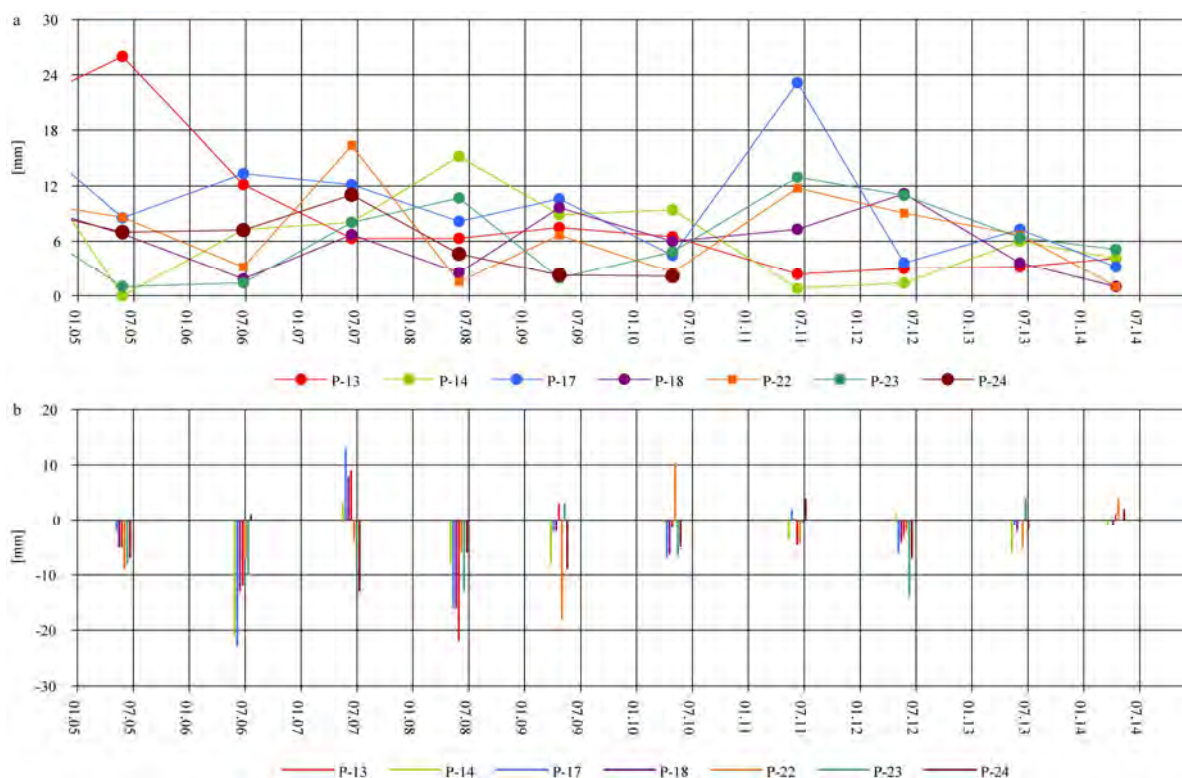
Namerané vektory pohybu na väčšine sledovaných bodov mali prevažne severný, prípadne severovýchodný až severozápadný smer, teda vo väčšine prípadov ide o pohyb, ktorý má orientáciu v smere spádnic svahu, pričom v predchádzajúcom roku 2012 bola orientácia azimutov opačná.

V roku 2014 sa pokračovalo ďalšou etapou geodetických meraní, ktoré sú na lokalite vykonávané od roku 1975. Počas poslednej etapy, ktorá trvala do júna 2013 do apríla 2014, boli najväčšie hodnoty pohybovej aktivity namerané podobne ako vlani v bode P2 (32,20 mm v polohovom smere). Na ostatných bodoch prevládali podstatne nižšie hodnoty posunov (do 12 mm). Na základe nameraných výsledkov možno konštatovať, že v období medzi jednotlivými termínmi meraní (v rokoch 2013 a 2014) sa zosuvný svah nachádzal v relatívne stabilnom stave. Výnimku tvorí len najzápadnejšia časť zosuvného územia a odlučná oblasť centrálnej časti zosuvu. Hodnoty nameraných vektorov sú zhrnuté v príl. 1.1 a graficky vyjadrené na obr. 1.5.



Obr. 1.5. Lokalita Velká Čausa – výsledky geodetických (terestrických) meraní za obdobie máj 2012 – jún 2013 – apríl 2014; obrysy zosuvov podľa Šimekovej a Martinčkovéj et al. (2006), mapový podklad: ZBGIS®

Na základe analýzy údajov z dlhšieho časového obdobia možno konštatovať, že po veľmi výrazných pohyboch, ktoré v predchádzajúcich desaťročiach v extrémnych prípadoch dosahovali sumárnu hodnotu viac ako 2 m (body P16 a P17), nastal v ostatných rokoch útlm pohybovej aktivity. Pohybová aktivita vybraných bodov geodetickej siete za dlhšie časové obdobie (2005 až 2014) je vyjadrená na obr. 1.6. Počas tohto obdobia boli najväčšie polohové zmeny pozorované na bodoch P13 (v roku 2005 – 26,0 mm) a P17 (v roku 2011 – 23,16 mm). Bod P13 sa paradoxne nachádza mimo zosuvného územia nad odľučnou hranou zosuvu. Bod P17 sa nachádza v centrálnej časti aktívneho zosuvu. V poslednom desaťročí je možné na monitorovaných bodoch pozorovať mierne klesajúci trend pohybovej aktivity. Zvýšená hodnota polohového premiestnenia geodetických bodov súvisí prakticky len s rokom 2010 (meranie vykonané v roku 2011).



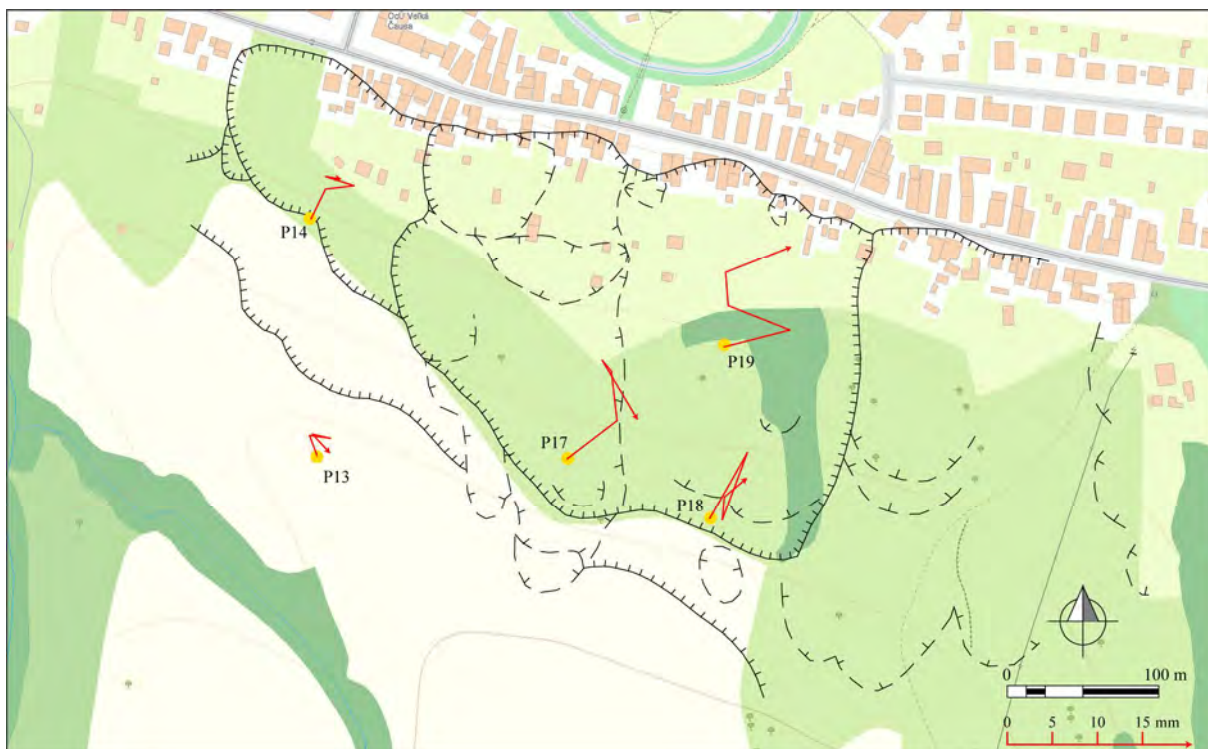
Obr. 1.6. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou terestrickej geodézie na lokalite Veľká Čausa. a – polohové zmeny geodetického bodu, b – vertikálne zmeny geodetického bodu

Pri hodnotení vertikálnej zložky pohybu možno konštatovať, že na väčšine bodov prevládajú zostupné zmeny. Maximálne etapové rozdiely výšok boli zaznamenané na bodoch P17 (v roku 2006 – 23,0 mm) a P13 (v roku 2008 – 22,0 mm). V oboch prípadoch išlo o nameraný pokles.

Celkovo možno konštatovať, že pohybová aktivita v ostatnom desaťročí má pomerne vyrovnaný charakter, pričom roky 2006 až 2010 (v horizontálnom smere) poukazovali na jej mierny útlm. Na monitorovaných bodoch v horizontálnom smere prevládali zmeny v rozsahu 5 až 10 mm a vo vertikálnom smere dominovali zmeny v rozsahu 0 až 10 mm.

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní metódou GNSS

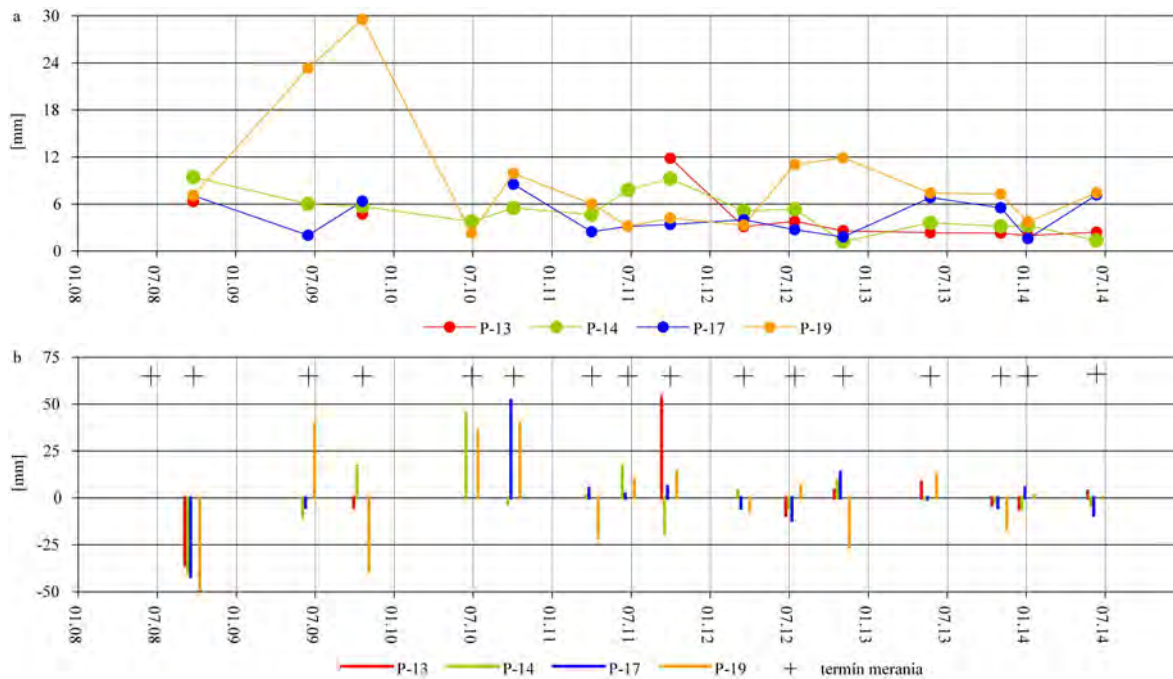
Na lokalite sa v roku 2014 pokračovalo v meraniach metódou GNSS, ktoré sa tu vykonávajú od roku 2008. Počas rokov 2013 a 2014 bolo celkovo vykonaných päť etapových meraní (dve merania v roku 2013 a tri v roku 2014 – príl. 1.1).



Obr. 1.7. Lokalita Velká Čausa – výsledky geodetických meraní (GNSS). Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.1; mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013, podobne ako v predchádzajúcom roku, neboli pozorované výraznejšie polohové zmeny (obr. 1.7). Najväčšie posuny boli pozorované počas jarného merania v bodoch P18 (8,42 mm) a P19 (7,39 mm). Podobné, len o niečo nižšie hodnoty posunov na uvedených bodoch, boli zaznamenané i v letnom období. Výškové zmeny mali počas májovej etapy meraní prevažne vzostupný charakter. Počas nasledujúcich dvoch etáp bol na bodoch pozorovaný zväčša pokles. Najväčšie zmeny boli pozorované v bode P19, ktorý sa nachádza v prechodovej oblasti, vo východnej časti zosuvného územia. Maximálny nameraný vzostup v tomto bode dosiahol 12,69 mm (májové meranie – príl. 1.1) a naopak, najväčší pokles - 16,33 mm (novembrové meranie).

Ani v roku 2014 nebol na sieti geodetických bodov pozorovaný výraznejší posun. Maximálna polohová zmena bola nameraná v bode P19 (počas etapy júl až september – 13,82 mm). Najstabilnejším bodom je dlhodobý bod P-13, ktorý sa nachádza v juhozápadnej časti, mimo zosuvného územia. Na ostatných bodoch sa vektory posunov nachádzali v intervale od 1 do 7,41 mm. Vertikálne zmeny počas prvých dvoch etáp mali prevažne zostupný charakter. Počas poslednej septembrovej etapy mali všetky vertikálne zmeny vzostupný ráz. Vektory namerané za posledné dva roky sú zobrazené na obrázku 1.7.



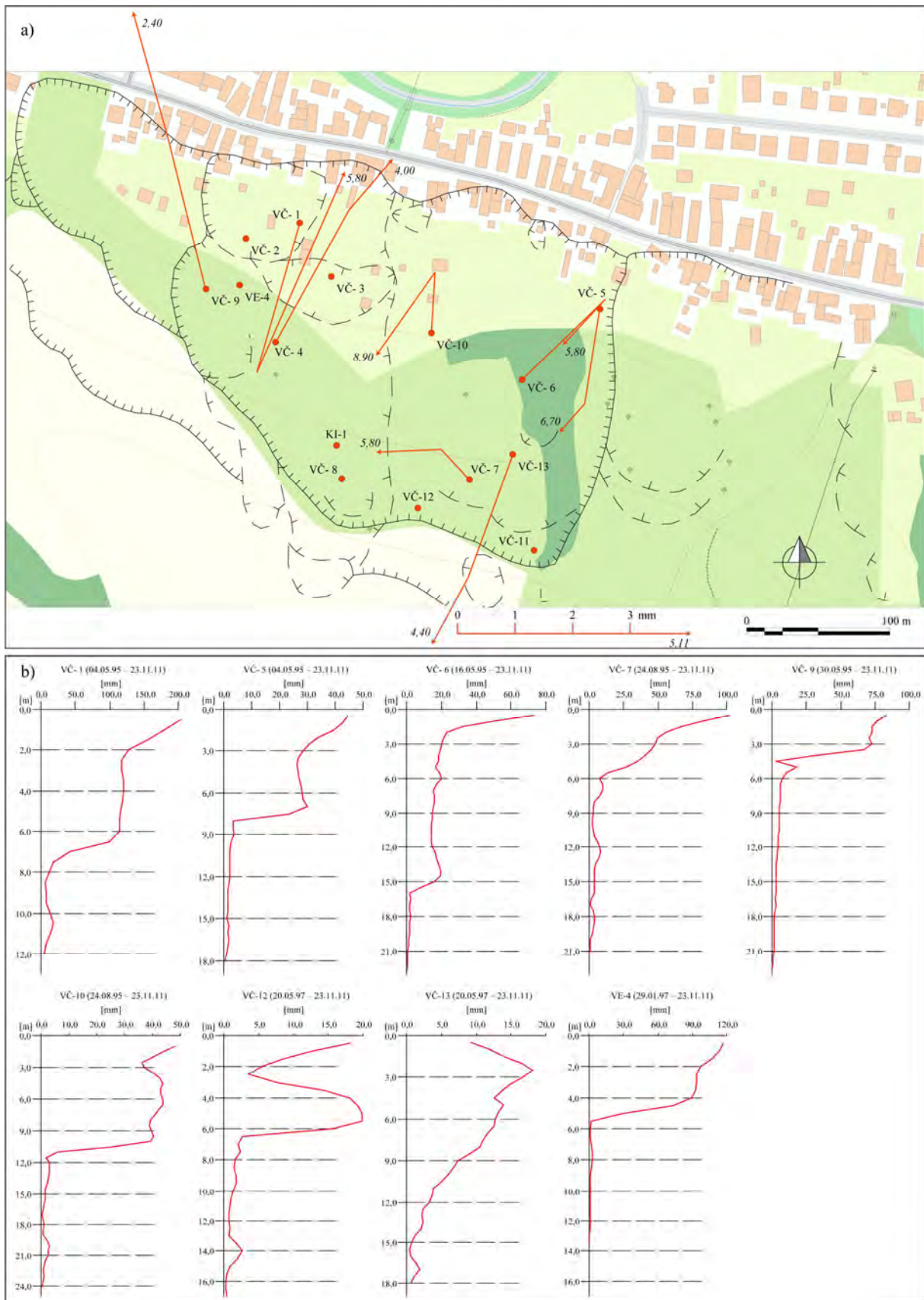
Obr. 1.8. Dlhodobé (2008 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou GNSS na lokalite Velká Čausa

Pri hodnotení dlhšieho obdobia je možné pozorovať výraznejšie prejavy pohybovej aktivity v bode P19. Zmeny v tomto bode sa prejavujú ako v polohovom, tak i vo vertikálnom smere. Celkový útlm pohybovej aktivity nastal v roku 2012 (obr. 1.8). Táto zmena však môže súvisieť i so zmenou dĺžky observácie (z cca 0,5 hod na cca 5 až 6 hod), vďaka ktorej bola dosiahnutá vyššia presnosť určenia polohy bodu. Počas obdobia monitorovania (jún 2006 až január 2014) došlo k najväčšiemu polohovému premiestneniu v bode P17 s hodnotou 32,7 mm (obr. 1.9.), čo predstavuje posun s priemernou rýchlosťou $5,9 \text{ mm.rok}^{-1}$. Podobne i najväčšie vertikálne zmeny boli namerané v bode P17 (pokles 42 mm – 24. septembra 2008 a vzostup 51,87 mm – 6. októbra 2010). Najstabilnejším bodom, teda bodom s najmenšími nameranými zmenami počas monitorovaného obdobia, je P13 (obr. 1.8).

b/ Inklinometrické merania

V roku 2013 boli vo viacerých vrtoch namerané zvýšené hodnoty deformácie. Najvyššie deformácie boli vo vrtoch VČ-1 (v hĺbke 5,8 m s deformáciou 5,39 mm), VČ-9 (v hĺbke 2,4 m s 5,28 mm) a VE-4 (v hĺbke 4,0 m s deformáciou 5,24 mm). Z hľadiska dlhodobého vývoja je možné za vysoké hodnoty považovať deformácie zaznamenané vo vrtoch VČ-13 (v hĺbke 4,4 m p. t. s deformáciou 4,56 mm), VČ-6 (v hĺbke 5,8 m s deformáciou 4,03 mm) a VČ-7 (v hĺbke 2,4 m s deformáciou 3,62 mm). Všetky uvedené hodnoty nameranej deformácie predstavujú 7. stupeň klasifikačného hodnotenia.

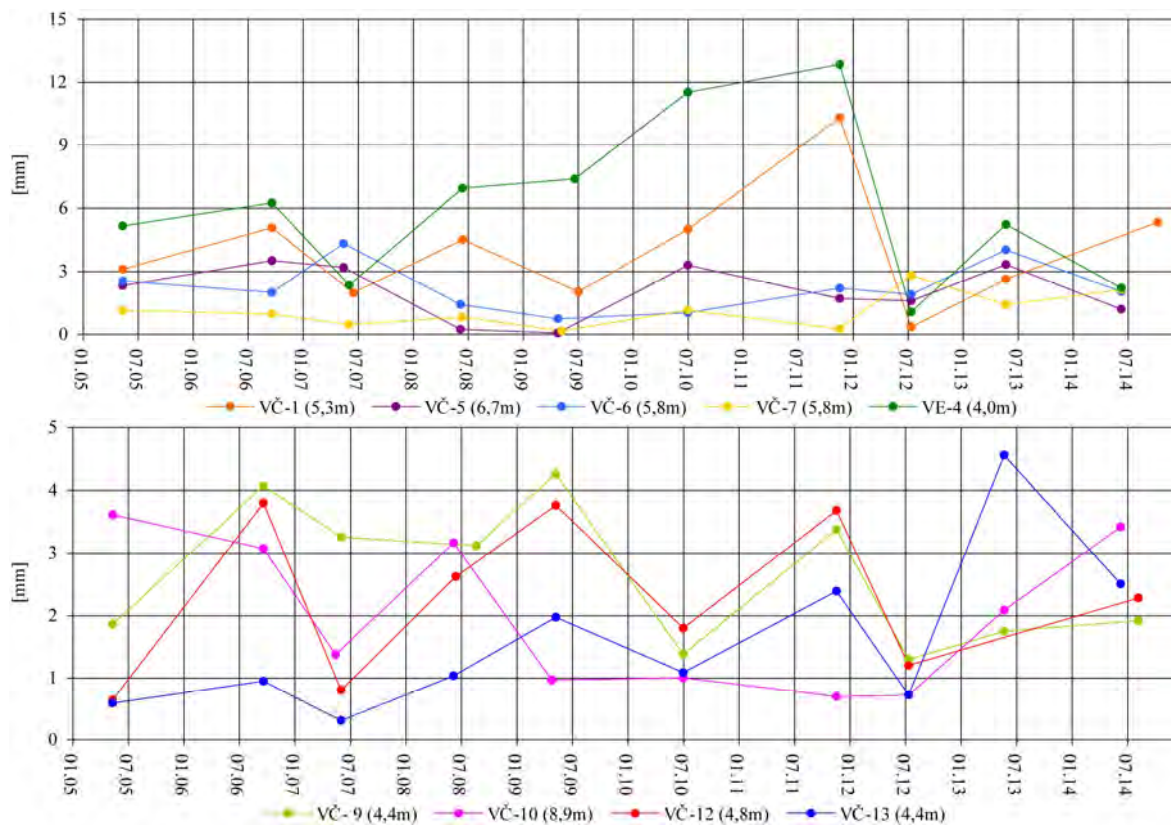
V roku 2014, v porovnaní z predchádzajúcim rokom, došlo vo viacerých sledovaných horizontoch (príl. 1.1) k nárastu pohybovej aktivity (obr. 1.9a). Najvýraznejšie sa pohybová aktivita prejavila vo vrte VČ-1 v hĺbke 5,8 m pod terénom (v období do 28. mája 2013 do 16. októbra 2014 bol nameraný prírastok deformácie 7,49 mm). Podobne, nárast pohybovej aktivity bolo možné sledovať i vo vrtoch VE-4 (v hĺbke 9,5 m pod terénom), VČ-10 (v hĺbke 8,9 m pod terénom) a VČ-7 (v hĺbke 5,8 m pod terénom – príl. 1.1). K poklesu pohybovej aktivity došlo v plytšom horizonte vrtu VE-4 (v hĺbke 4 m pod povrchom terénu – príl. 1.1), ale aj vo vrtoch VČ-5, 6 a 13.



Obr. 1.09. Lokalita Velká Čausa – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.1; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®

Informáciu o pohybovej aktivite zosuvného územia dokresľuje záznam o celkovej deformácii inklinometrickej pažnice v profile vrtu (obr. 1.9b). Prezentované deformácie boli namerané v období od začiatku monitorovania až do roku 2011, kedy došlo k zmene realizátora inklinometrických meraní (merania od roku 2011 až do súčasnosti zabezpečuje ŠGÚDŠ). Na obrázku možno šmykové plochy charakterizovať ako výraznú odchýlku pozorovanej deformácie od vertikály. Dosažená veľkosť deformácie na šmykovej ploche v jednotlivých vrtoch charakterizuje aktivitu danej oblasti zosuvu, teda napovedá, či ide o pomalé plazivé pohyby po menej výraznej šmykovej ploche, resp. zóne (VČ-7, VČ-12), alebo naopak, o pomerne rýchle pohyby po zreteľne diferencovanej šmykovej ploche (napr. VČ-1, VČ-5). Na základe realizovaných meraní do roku 2011 bola najvyššia pohybová aktivita nameraná v oblasti vrtov VČ-1 a VE-4.

Z dlhodobého hľadiska bolo možné do roku 2011 pozorovať trend nárastu pohybovej aktivity (najmä v západnej časti zosuvu – vo vrte VE-4; od roku 2010 i vo vrte VČ-1 – obr. 1.10). V roku 2012 sa táto situácia čiastočne zmenila (v súvislosti so stabilitne priaznivými pomermi – nízke zrážkové úhrny v roku 2011 – došlo k poklesu pohybovej aktivity na šmykových plochách). Mierny nárast pohybovej aktivity (prakticky na všetkých sledovaných šmykových plochách) bol pozorovaný v roku 2013 a 2014 (príl. 1.1).



Obr. 1.10. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Veľká Čausa

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

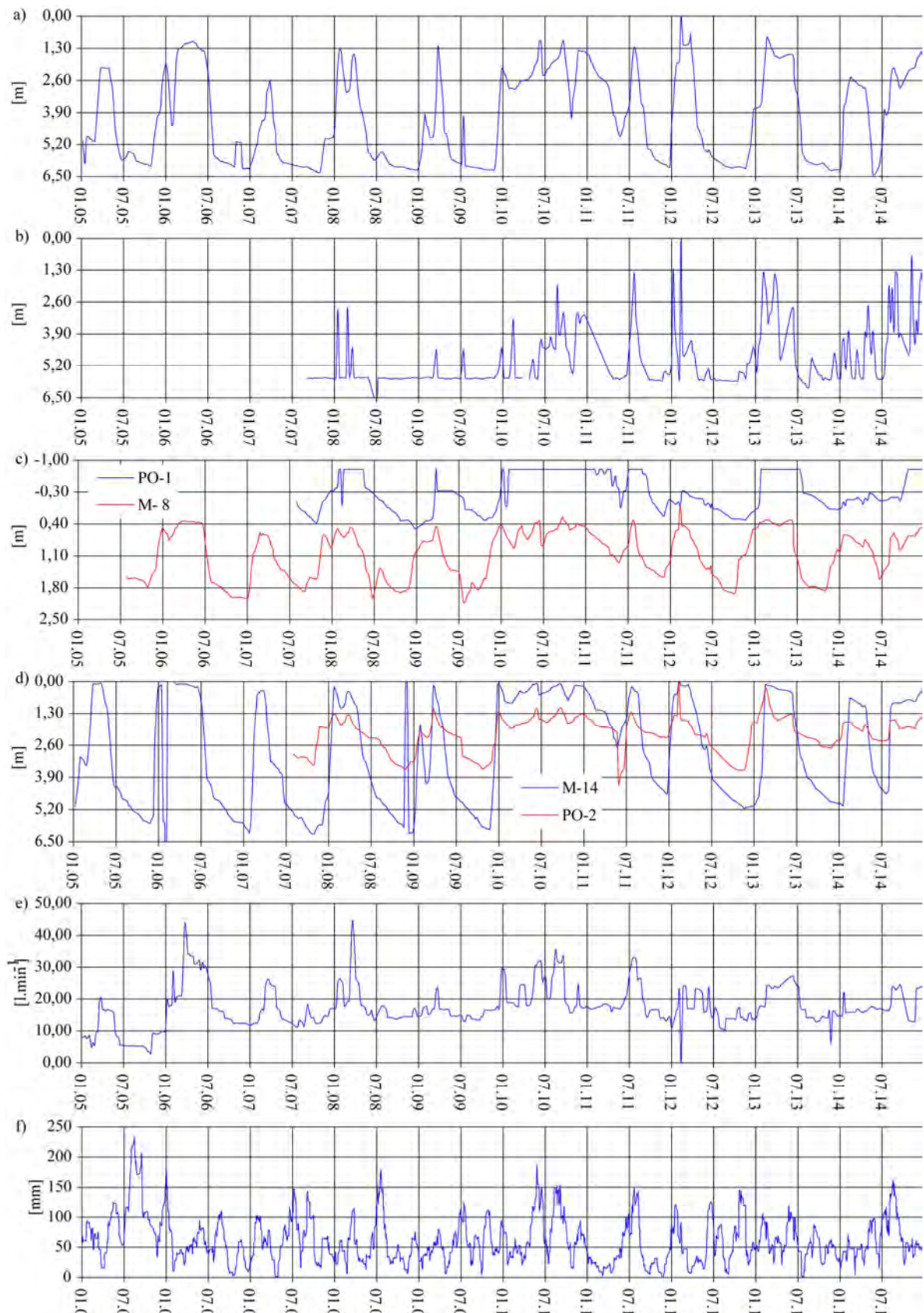
c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých pozorovaných objektov dosiahla hodnotu 5,83 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrte VČ-13 (6,47 m). Naopak, jej najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte VE-4 (0,52 m). Vo vrte PO-1 bola počas 34 meraní zaznamenaná pozitívna vztlaková hladina, pričom počas 19 meraní voda z vrtu vytekala.



Obr. 1.11. Lokalita Velká Čausa – výsledky režimových pozorování. 1 – režimové pozorování změn hloubky hladiny podzemní vody a výdatností odvodňovacích zařízení v letech: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovací objekty: a – piezometrické vrty měřené pozorovatelem, b – vrty s instalovanými automatickými hladinoměry, c – odvodňovací subhorizontálně vrty, 3 – hodnocení režimových ukazovatelů podle kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnocený); obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých pozorovaných objektov oproti roku 2013 stúpila o 0,34 m a v roku 2014 dosiahla hodnotu 5,48 m pod terénom. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané opätovne vo vrte VČ-13 (6,24 m). Naopak, jej najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte VČ-6 (0,49 m). Na základe klasifikačného hodnotenia režimu hladín podzemnej vody bol v roku 2014 nepriaznivejší stav dosiahnutý vo vrte PO-1 (ôsmy stupeň osemdielnej stupnice). Ide o vrt s pozitívnou vztlakovou hladinou, v ktorom bol preliv podzemnej vody (cez ústie pažnice) zaznamenaný počas 9 meraní a hladina podzemnej vody nad úrovňou terénu počas 35 meraní. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla v roku 2014 hodnotu 0,19 m nad terénom (údaj je ovplyvnený množstvom vytečenej vody). Okrem priameho priaznivého aspektu, spočívajúceho v znižovaní vztlaku podzemnej vody v zachytenom zvodnenom horizonte, možno v prípade vytekajúcej vody z vrty za vážny nedostatok považovať skutočnosť, že voda zo zosuvného územia neodteká, ale naopak, v blízkosti vrty opätovne vsakuje do podlažia. V blízkosti vrty sa nachádza kovaný (nedláždený) povrchový rigol, ktorý je dlhodobo neutržiavaný a v súčasnosti vďaka bujnej vegetácii vytvára vhodné prostredie pre infiltráciu povrchových vôd. K zhoršeniu odtokových podmienok prispieva aj vysoký trávnatý porast, ktorý je už niekoľko rokov neutržiavaný. Celkovo možno konštatovať, že ochrana zosuvného územia pred infiltráciou povrchových vôd



Obr. 1.12. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Veľká Čausa. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – J-107 a M-4, b – -107 a M-4, c – VČ-5 a VČ-11, d – VČ-4 a VČ-6; e – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; f – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prievidza s indikativom 30120)

je neúčinná. Vybudované a neudržiavané povrchové odvodnenie úplne stratilo svoj význam, vodu neodvádza, ale naopak, napomáha lepšej infiltrácii. Podobná situácia je i v strednej časti zosuvného telesa, kde sa nachádza dláždený betónový rigol, určený na odvádzanie povrchových vôd z odlučnej a transportačnej oblasti zosuvu. V tejto oblasti zosuvu spočíva hlavný problém v dlhodobom neudržiavanom vegetačnom kryte, ktorý spomaľuje povrchový odtok a vo veľkej miere prispieva v infiltrácii povrchových vôd priamo do telesa zosuvu.

Z dlhodobého hľadiska majú priebehy zmien hĺbky hladiny podzemnej vody pomerne pravidelný režim, ktorý súvisí so striedaním sa ročných období. Výnimku predstavuje rok 2010, kedy sa hladiny podzemnej vody držali pomerne vysoko počas celého roka. Dlhodobu najvyššiu vystupuje hladina podzemnej vody vo vrtoch PO-1 a 2 a M-14. V roku 2010 vo vrte PO-1 bol prakticky počas všetkých meraní pozorovaný preliv. V tomto roku hladina podzemnej vody vystúpila k úrovni terénu i vo vrte M-14 (10. január, 20. jún, 2. október, 18. december).

Mimoriadne vysoká hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 18. februára súčasne vo viacerých sledovaných piezometroch. Vo vrtoch J-107, M-4, M-8, M-14 a PO-2 vystúpila na úroveň terénu (obr. 1.12) a zároveň predstavuje najvyššiu dosiahnutú hladinu za hodnotené desaťročné obdobie.

c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Podľa záznamov z automatického hladinomeru vo vrte VČ-2 bol v roku 2013 maximálny stav hladiny podzemnej vody 30. mája (9,65 m p. t.) a naopak, minimálna hladina 1. novembra (11,90 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 10,87 m pod terénom (príl. 1.1) a celkové kolísanie 2,25 m. Teplotné zmeny boli nulové, čo indikuje hlbší obeh podzemných vôd.

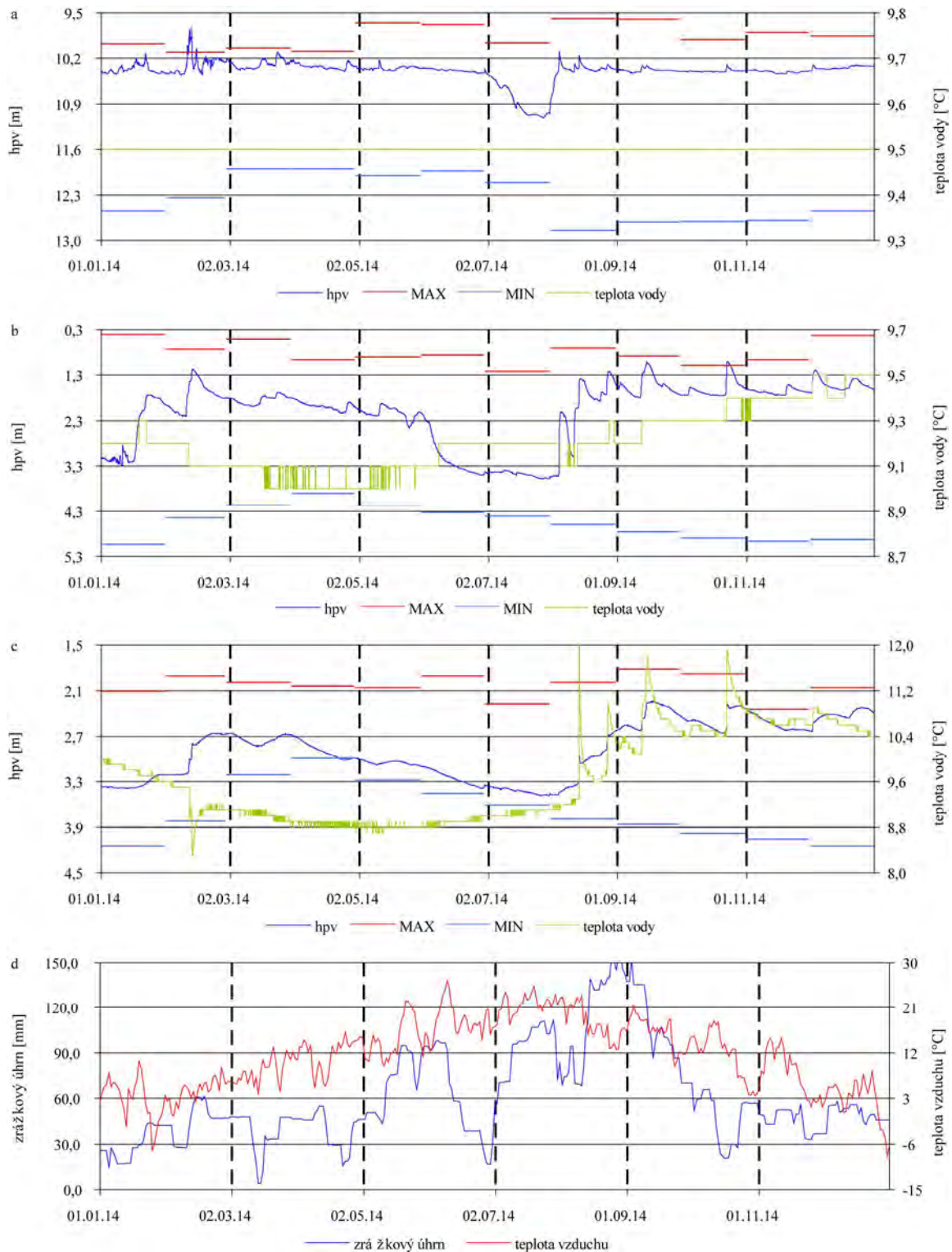
V roku 2014 bol dosiahnutý maximálny stav 12. februára (9,37 m pod terénom – obr. 1.13). Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 27. júla (11,11 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 stúpila o 0,48 m a v roku 2014 dosiahla hodnotu 10,39 m p. t. (príl. 1.1). Maximálne kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte dosiahlo hodnotu 1,38 m. Februárové mesačné maximum hladiny podzemnej vody je najvyššie za celé monitorované obdobie (1997 až 2013 – obr. 1.13). Teplotné zmeny podzemnej vody boli opäť nulové.

Vo vrte VČ-8 bola v roku 2013 najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody zaznamenaná 2. februára (0,94 m pod terénom) a naopak, minimálna úroveň 31. októbra (3,58 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 2,30 m pod terénom. Meraná teplota podzemnej vody v hodnotenom období kolísala v intervale 8,7 – 9,3°C.

V roku 2014 hladina podzemnej vody v tomto vrte dosiahla maximálny stav 22. októbra (0,99 m pod terénom) a minimálny v druhej polovici júla (3,57 m pod terénom – príl. 1.1). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 stúpila len nepatrne, a to o 0,20 m na hĺbku 2,10 m pod terénom. V októbri bol prekročená maximálna mesačná úroveň hladiny podzemnej vody odvodená zo všetkých nameraných údajov (z obdobia rokov 1997 až 2013 – obr. 1.13). Teplota podzemnej vody v hodnotenom roku kolísala v intervale 9,0 – 9,5°C. Jej kolísanie má súvis s ročným cyklom.

Vo vrte AH-1 bola v roku 2013 maximálna úroveň hladiny podzemnej vody dosiahnutá 24. februára (1,91 m pod terénom) a minimálna 30. októbra (3,71 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 2,99 m pod terénom a kolísanie hladiny podzemnej vody 1,80 m. Teplota podzemnej vody sa pohybovala v intervale 6,6 – 10,1°C (obr. 1.13).

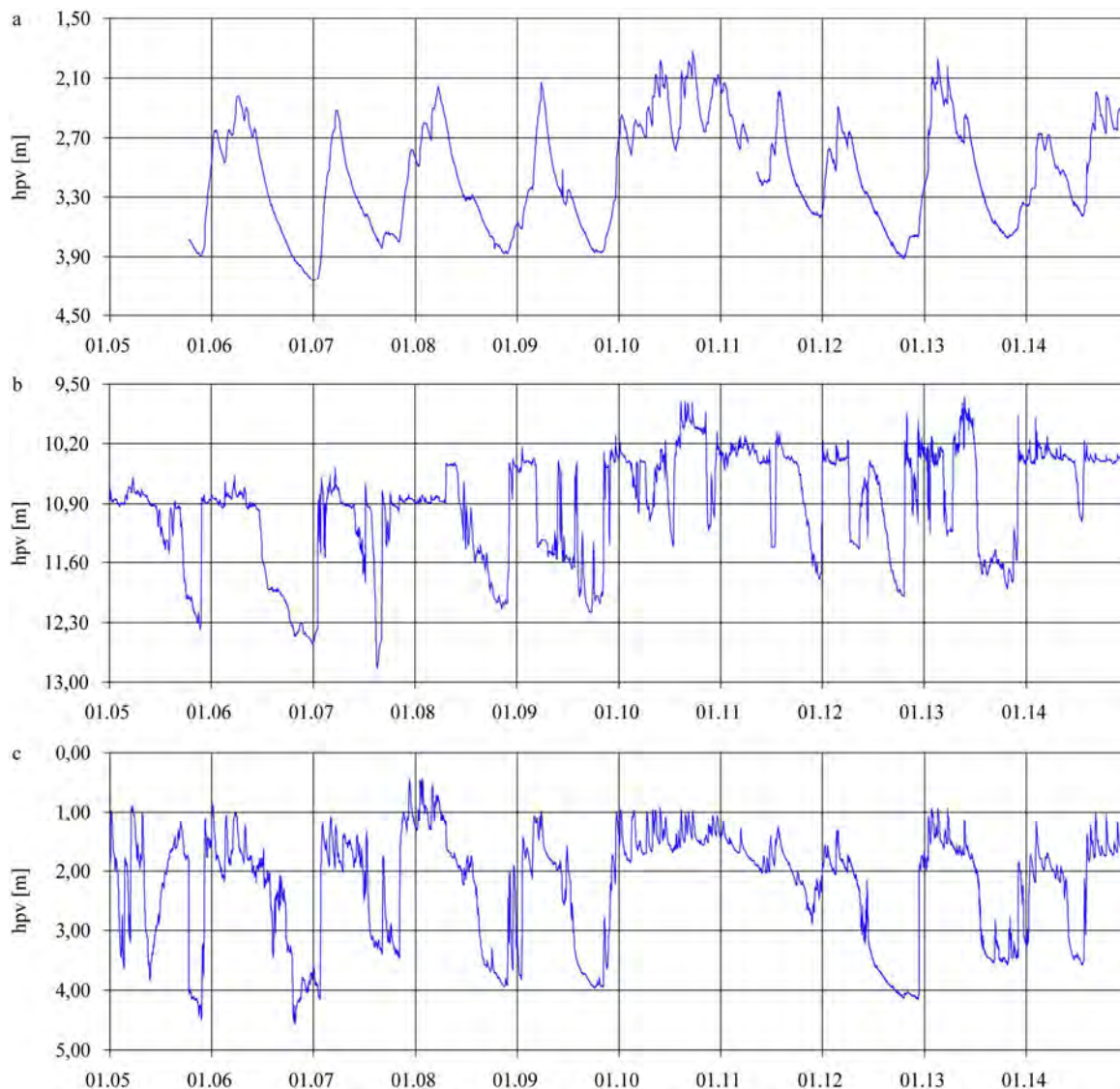
V roku 2014 bola maximálna úroveň hladiny podzemnej vody zaznamenaná 16. septembra (2,24 m pod terénom) a naopak, minimálna 26. júla (3,49 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 mierne stúpila, a to o 0,11 m



Obr. 1.13. Priebeh zmien úrovně hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Veľká Čausa. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – VČ-2, b – VČ-8, c – AH-1; d – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Prievidza (indikatív 30120)

a v roku 2014 dosiahla 2,88 m metra pod terénom. Celkové zmeny hladiny podzemnej vody dosiahli hodnotu 1,80 m. K výraznejšiemu prekročeniu dlhodobých mesačných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody nedošlo. Teplotné zmeny podzemnej vody odrážajú zmeny hĺbky hladiny. Z tohto dôvodu možno usudzovať úzku spojitosť medzi atmosférickými

zrážkami (a topením snehovej pokrývky) a dopĺňaním zásob podzemnej vody. Amplitúda kolísania teploty podzemnej vody dosiahla hodnotu 3,7°C (8,3 – 12,0°C – obr. 1.13).



Obr. 1.14. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi na lokalite Veľká Čausa. Automatické hladinometry sú umiestnené vo vrtoch: a – VČ-2, b – VČ-8, c – AH-1

Automatický hladinomer umiestnený vo vrte AH-1 je súčasťou varovného systému. Prostredníctvom krátkych textových správ, zasielaných na mobilný telefón, informuje o dosiahnutí limitných úrovní hĺbky hladiny podzemnej vody (ktoré boli definované na základe komplexnej analýzy medzi kolísaním hladiny podzemnej vody vo vrte a dosiahnutou deformáciou na šmykovej ploche – Ondrejka et al., 2011) a tiež o prekročení veľkosti gradientu zmien hladiny podzemnej vody. Podobne sú hodnotené i zrážkové úhrny (veľkosť a intenzita zrážkového úhrnu).

V roku 2013 boli z automatického hladinomeru vyslané 4 správy o nepriaznivých hydrogeologických pomeroch. Dve z nich súviseli s gradientom stúpnutia hladiny podzemnej vody (21. január a 30. máj) a dve s prekročením limitnej hĺbky hladiny podzemnej vody (2. február, 31. marec).

V roku 2014 automatický hladinomer vyslal 2 alarmujúce správy. Obe súviseli s gradientom stúpnutia hladiny podzemnej vody (11. august a 22. október) Na základe

rekognoskácie, terénnych meraní a vyhodnotenia pohybovej aktivity bolo zosuvné územie zhodnotené ako potenciálne stabilné, bez výrazných prejavov aktivizácie zosuvného telesa.

Pri hodnotení dlhšieho obdobia (10 rokov – obr. 1.14) možno pozorovať pomerne pravidelný ročný cyklus zmien hĺbok hladiny podzemnej vody (najmä vo vrte AH-1). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody sa vyskytujú prevažne na konci prvého a počas druhého štvrtroku. Výnimkou sú roky 2010 a 2011, kedy vplyvom nadpriemerných zrážkových úhrnov z roku 2010 (zaznamenaných v mesiacoch máj a jún) hladiny podzemnej vody počas celého roka dosahovali relatívne vysokú úroveň. V hodnotenom desaťročí hladina podzemnej vody v jednotlivých vrtoch vystúpila najbližšie k povrchu terénu počas 30. mája 2013 (vo vrte VČ-2 – 9,56 m p. t.), 30. januára 2008 (VČ-8 – 0,44 m p. t.) a 27. septembra 2010 (AH-1 – 1,83 m pod terénom – obr. 1.14).

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Výdatnosť sa v rokoch 2013 a 2014 merala v 7 odvodňovacích zariadeniach. Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov v roku 2013 dosiahla hodnotu $18,33 \text{ l.min}^{-1}$ a najväčšie kolísanie bolo zaznamenané vo vrte VV-108 ($9,00 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku mierne klesla, a to o $0,48 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $17,85 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti v priebehu roka bolo zaznamenané vo vrte VV-110 a dosiahlo až $11,08 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčší nárast priemernej výdatnosti oproti roku 2013 bol pozorovaný vo vrte VV-103 ($0,31 \text{ l.min}^{-1}$) a naopak, zostup priemerného ročného prietoku bol zaznamenaný vo vrtoch VV-108 ($0,31 \text{ l.min}^{-1}$) a VV-110 ($0,45 \text{ l.min}^{-1}$).

Celkový pokles priemernej výdatnosti odvodňovacích zariadení môže byť spojený so starnutím a zanášaním odvodňovacích vrtov (obr. 1.12). Výsledky meraní výdatnosti odvodňovacích zariadení sú zhrnuté v príl. 1.1 a semikvantitatívne sú vyjadrené na obr. 1.11.

Za posledné desaťročie boli najvyššie hodnoty sumárnej výdatnosti odvodňovacích vrtov namerané v rokoch 2006 a 2008. Najnižšia hodnota sumárnej priemernej výdatnosti bola zaznamenaná v roku 2005 ($8,90 \text{ l.min}^{-1}$).

Ako už bolo uvedené, odvodňovací systém postupne starne a v dôsledku zanášania sa odvodňovacích vrtov dochádza k postupnému znižovaniu objemu odvádzanej vody z telesa zosuvu. Túto skutočnosť potvrdzujú viaceré prípady, pričom najviditeľnejší z nich je roku 2010, kedy v dôsledku mimoriadne výdatných zrážok (najmä počas mesiacov máj a jún, ale i august) došlo k výraznému stúpnutiu hladiny podzemnej vody, bez adekvátneho nárastu výdatnosti odvodňovacích zariadení.

f/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Prievidza (indikatív 30120) a Ráztočno (indikatív 30100; priebehy klimatologických ukazovateľov sú znázornené na obrázkoch 1.12 a 1.13).

Namerané zrážkové úhrny za rok 2013 na všetkých lokalitách sa porovnávajú s dlhodobým priemerom za obdobie 1. 1. 1993 až 31. 12. 2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Prievidza bol dlhodobý zrážkový priemer 671,55 mm a na stanici Ráztočno 769,18 mm.

Na základe zrážkových úhrnov zaznamenaných v roku 2013 na oboch zrážkomerných staniciach možno tento rok charakterizovať ako normálny (SHMÚ Ráztočno: 719,2 mm; čo predstavuje 93,50 % z dlhodobého priemeru; SHMÚ Prievidza: 668,0 mm; čo predstavuje 99,47 % z dlhodobého priemeru).

Roku 2014 na základe nameraných úhrnov zrážok možno charakterizovať ako vlhký (SHMÚ Ráztočno: 884,7 mm; čo predstavuje 115,02 % z dlhodobého priemeru; SHMÚ Prievidza: 777,4 mm; čo predstavuje 115,76 % z dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe vykonaných meraní v roku 2014 možno v prípade režimových ukazovateľov sledovať paradoxnú situáciu. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody odvodená z výsledkov všetkých meraní zaznamenala v porovnaní z predchádzajúcim rokom 2013 vzostup, avšak sumárna priemerná hodnota výdatnosti odvodňovacích vrtov pokles. Z uvedeného vyplýva, že indícia z predchádzajúcich rokov o postupnom starnutí, a s tým spojenou stratou efektívnosti sanačných opatrení, sa potvrdzuje. V zosuvnom území navyiac už dlhšie obdobie pretrvávajú nepriaznivé odtokové pomery. Vody sa kumulujú v bezodtokových depresiách a zarastených rigoloch, kde postupne infiltrujú do horninového prostredia. Podobne zlá situácia je i v oblasti telesa zosuvu, najmä v časti pod odľučnou hranou, kde v dôsledku bujnej vegetácie dochádza k spomaľovaniu povrchového odtoku vôd do záchytného betónového rigola. Povrchové vody sa vďaka tomuto ľahšie uplatňujú na dopĺňaní zásob podzemnej vody.

Nepriaznivý stav hladiny podzemnej vody naďalej pretrváva v oblasti vrtu PO-1. Preliv podzemnej vody (cez ústie pažnice) bol v tomto vrte zaznamenaný počas 9 meraní a hladina podzemnej vody sa nad úroveň terénu nachádzala prakticky počas celého roku.

Z nameraných výsledkov pohybovej aktivity, možno konštatovať, že v roku 2014 boli geodetickými meraniami namerané pomerne vysoké hodnoty posunov v západnej časti obce v bode P2. Ide o bod, ktorý sa prejavuje vysokou pohybovou aktivitou už dlhšiu dobu. Napríklad v roku 2013 bol v tomto bode nameraný posun v polohovom smere viac ako 70 mm. Na úrovni šmykových plôch v prípade niektorých vrtov došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k miernemu nárastu pohybovej aktivity. No vo všeobecnosti sa na základe výsledkov meraní metódou presnej inklinometrie dá konštatovať pomerne ustálený stabilný vývoj.

V roku 2015 plánujeme opätovne požiadať obecné zastupiteľstvo o súčinnosť pri zabezpečovaní údržby rigolu, ktorý sa nachádza v blízkosti vrtu PO-1. Ako sme už viackrát naznačili, ide o oblasť, v ktorej vytekajúca voda z vrtu spätne infiltruje do zosuvného prostredia. Zároveň budeme žiadať o obnovenie kosenia v oblasti telesa zosuvu, čím sa zlepšia odtokové pomery územia.

V rámci monitorovacích aktivít plánujeme pokračovať s pôvodným sortimentom monitorovacích metód. Geodetické merania GNSS metódou budú realizované v dvoch etapách a terestrickou metódou jedenkrát, rovnako budú jedenkrát zabezpečené merania metódou presnej inklinometrie. Režimové pozorovania budú realizované s týždenným intervalom (v troch vrtoch s inštalovanými automatickými hladinomerami – kontinuálne).

1.4.2. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko

Stručná charakteristika lokality

Morovnianske sídlisko sa nachádza na SZ okraji mesta Handlová. Na základe rozdielnych inžinierskogeologických a hydrogeologických podmienok sa celá pozorovaná oblasť (súborne nazvaná ako Morovnianske sídlisko) rozdeľuje na nasledujúce samostatné celky:

- oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby (obr. 1.15);
- oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou (obr. 1.16);
- oblasť Jánošíkova cesta (v južnej časti pozorovaného územia – obr. 1.17).

Monitorovacie aktivity sa vykonávajú na vejárovite usporiadaných horizontálnych odvodňovacích vrtoch (celkom 64 ks, prevažná väčšina ktorých sa nachádza v šiestich odvodňovacích vejároch) a 37 pozorovacích piezometrických vrtoch (obr. 1.15 až 1.17). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou ročných správ z prechádzajúceho obdobia monitorovania.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Monitorovacie merania sú na lokalite zamerané na režimové pozorovania zmien úrovne hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtoch. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov a frekvencia meraní sú zhrnuté v tab. 1.8. Rozmiestnenie monitorovacej siete je znázornené na obr. 1.15 až 1.17.

Tab. 1.8 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko v rokoch 2013 a 2014

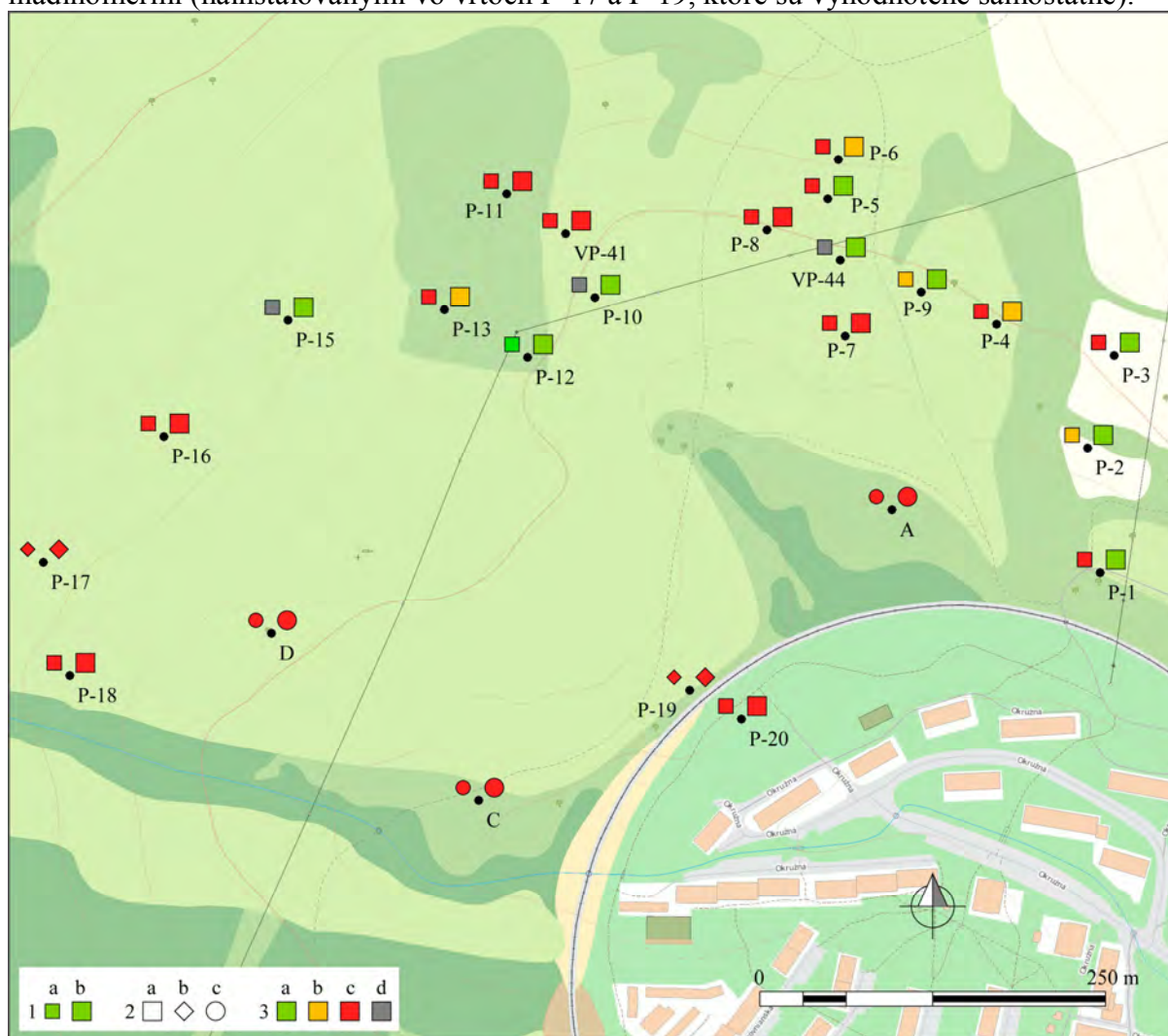
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	6	VP-41, VP-44 (oblasť nad železničným oblúkom); VP-23, HG-351 (Malá Hôrka); J-317, J-318 (Jánošíkova cesta)	26 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
	34	P-1 až P-13, P-15, P-16, P-18, P-20 až P-38	24 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
	2	P-17, P-19 – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	14	Oblasť nad železničným oblúkom: A (10 odvodňovacích vrtoch: HVA-1 až 10), B1 a B2 (11 vrtoch: HVB-1 až 11), C (9 vrtoch: HVC-1 až 9), D (9 vrtoch: HVD-1 až 9); Malá Hôrka: E (7 vrtoch: HVE-1 až 7), F (9 vrtoch: HVF-1 až 9), HV-6, HV-7, HV-8a, HV-8b Jánošíkova cesta: JH-5, JH-6, HV-101, HV-102	26 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

a1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hladina podzemnej vody sa na lokalite meria v troch skupinách objektov – v starších vrtoch realizovaných prevažne v osemdesiatych rokoch (6 objektov), vo vrtoch z roku 2002 (35 objektov, označených písmenom P – tab. 1.8 a príl. 1.2) a dvoma automatickými hladinomerami (nainštalovanými vo vrtoch P-17 a P-19, ktoré sú vyhodnotené samostatne).



Obr. 1.15. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť nad železničným oblúkom bez bytovej výstavby – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – vrty s automatickými hladinomerami, c – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

Funkčnosť starších vrtoch sa postupne znižuje a z tohto dôvodu bol v minulých rokoch ich počet upravovaný.

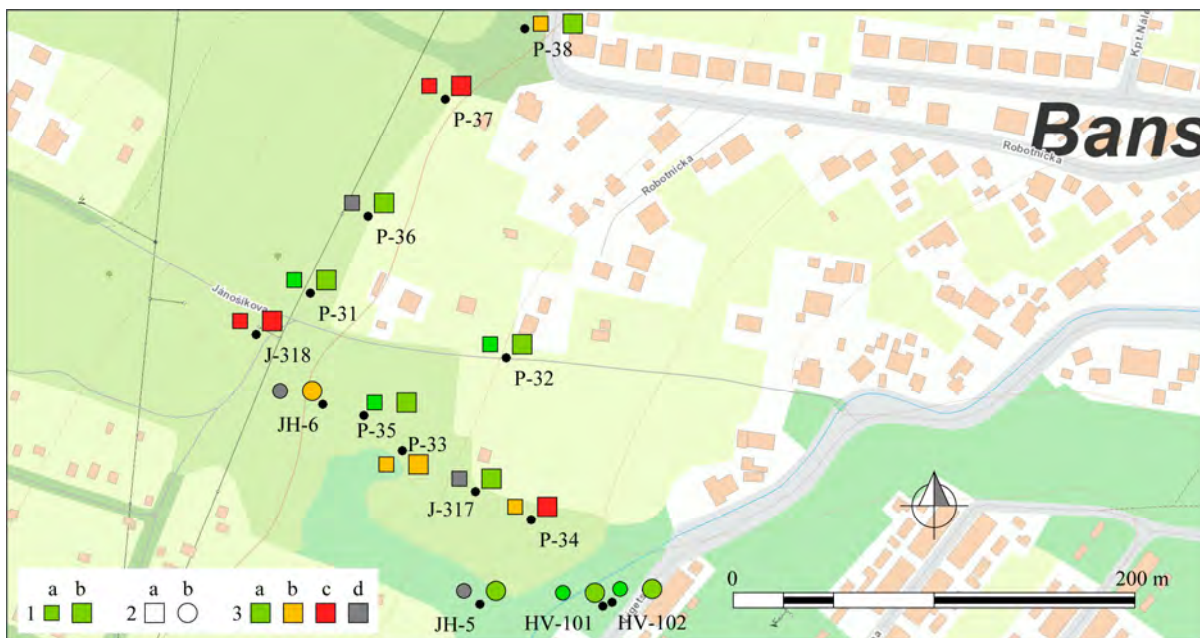
V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená na starších objektoch dosiahla hĺbku 8,04 m pod úroveň terénu. Najväčšie namerané kolísanie bolo pozorované vo vrte VP-41 (2,22 m). Vrty HG-351, J-317 a VP-44 boli časť roka suché.

V roku 2014 sa v skupine starších vrtoch priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 prakticky nezmenila, stúpala len o 0,06 m a dosiahla 7,98 m pod úroveň terénu

(priemerná hĺbka hladiny bola odvodená len z výsledkov meraní vo vrtoch VP-23, VP-41, J-318). Najväčšie zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody boli namerané vo vrte VP-41 (1,89 m). Vrty J-317, HG-351 boli suché počas 15 meraní (z 24 meraní). Hladina podzemnej vody v nich bola zaznamenaná len začiatkom roka (februárové merania) a v druhej polovici roka (od septembra).



Obr. 1.16. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť Malá Hôrka s individuálnou bytovou výstavbou – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®



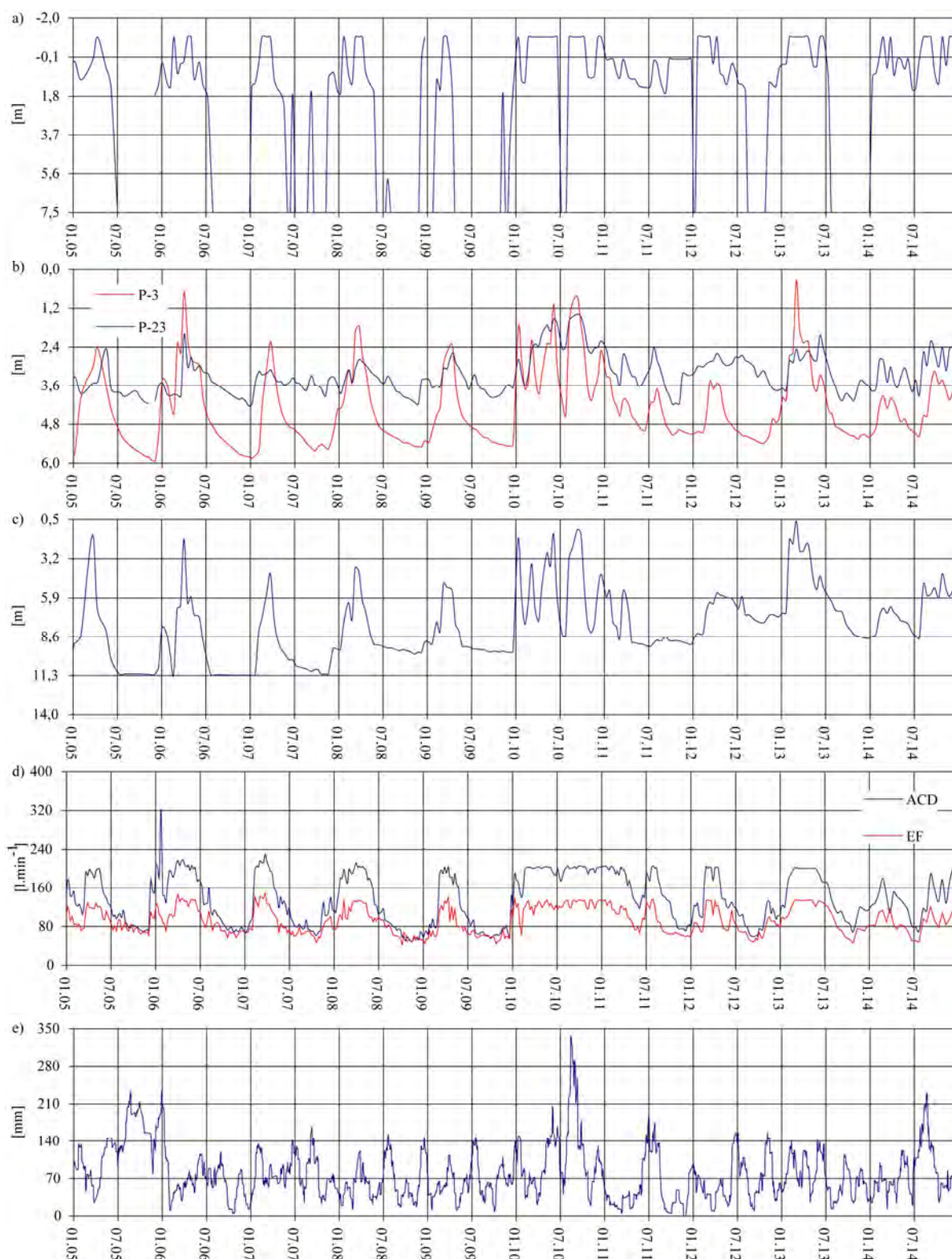
Obr. 1.17. Lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko, oblasť Jánošíkovej cesty – semikvantitatívne hodnotenie výsledkov režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

V skupine novších vrtoch (vrty označené písmenom P) v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla úroveň 5,29 m pod terénom. Významné zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch P-7 (5,73 m), P-6 (5,08 m), P-3 (4,92 m), P-1 (4,79 m), P-8 (4,57 m) a P-10 (4,48 m). Pozitívna vztlková hladina podzemnej vody bola zaznamenaná vo vrtoch P-11, P-16 a P-18 a vrty P-15, P-26, P-27, P-28, P-30, P-36 boli istú časť roka suché.

V roku 2014 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku (určená na vrtoch označených P) zmenila len minimálne (klesla o 0,07 m) a dosiahla úroveň 5,36 m pod terénom. Pomerne výraznú amplitúdu hĺbky hladiny podzemnej vody bolo možné pozorovať vo vrtoch P-4 (4,47 m), P-37 (4,79 m) a P-8 (5,34 m). O niečo menšie zmeny boli zaznamenané vo vrte P-7 (3,34 m). Pozitívna vztlková hladina podzemnej vody, teda preliv cez ústie pažnice, bol zaznamenaný vo vrtoch P-11, P-16 a P-18. Vrty P-15, P-26, P-27, P-28, P-30 a P-36 boli minimálne počas jedného termínu merania suché.

Z dlhodobjšieho vývoja, ktorého priebeh je znázornený na obr. 1.18, vyplýva určitá periodicitá ročného cyklu zmien hladiny podzemnej vody (najmä vo vrtoch P-3 a P-4). Najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody sú zvyčajne spojené s topením snehovej pokrývky a jarnými zrážkovými úhrnmi. Z tohto dôvodu je ich výskyt viazaný prevažne na mesiace marec a apríl. Výskyt minimálnych stavov hladiny podzemnej vody sa vyznačuje taktiež určitou periodicitou, ktorej termín však výraznejšie varíruje počas jesenného obdobia. Výnimkou je rok 2010, počas ktorého sa meraniami preukázali viaceré obdobia stúpnutia hladiny podzemnej vody.

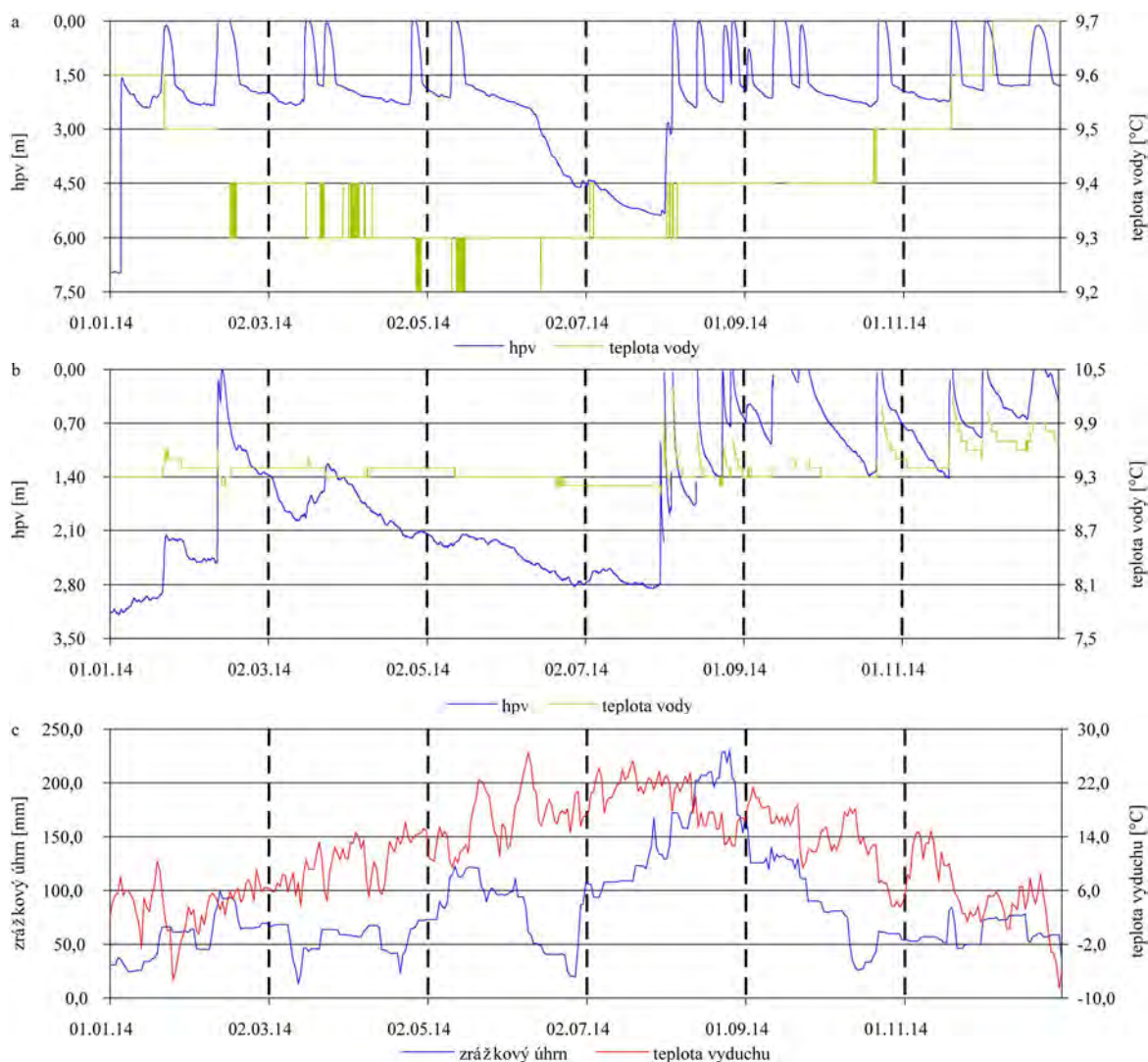
Vo viacerých vrtoch sa hladiny podzemnej vody dostávajú do blízkosti terénu, prípadne vystupujú i nad terén. Najnepriaznivejší stav – preliv podzemnej vody cez ústie pažnice, bol v poslednom desaťročí nameraný vo vrtoch P-11 (v rokoch 2006 – 6-krát, 2007 – 16-krát, 2008 – 21-krát), P-18 (v rokoch 2006 – 3-krát, 2007 – 3-krát, 2008 – 5-krát) a P-16 (8. apríla 2008). Nad úroveň terénu sa v uvedených vrtoch hladina podzemnej vody dostáva prakticky pravidelne. Naposledy bola pozitívna vztlková hladina podzemnej vody nameraná vo vrte P-18 počas 11. februára 2014 (0,15 m nad terénom). Do blízkosti terénu sa dostávajú hladiny podzemnej vody aj vo vrtoch P-1, 2, 3, 4, 6, 11, 13, 16, 18, 28, 32, 34, 35, 36, 38 a J-317.



Obr. 1.18. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (v období od roku 2005 do roku 2014) z vybraných vrtov na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – P-18, b – P-3 a P-23, c – P-4, d – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Handlová – indikatív 30080)

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V rokoch 2013 a 2014 hladiny podzemnej vody v oboch vrtoch, v ktorých sú inštalované automatické hladinomery, vystúpili nad úroveň terénu, čo sa prejavilo viacerými výpadkami záznamu. Z tohto dôvodu sú spracované len údaje, ktoré boli priamo namerané.



Obr. 1.19. Priebeh zmien úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomerami na lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – P-17, b – P-19; c – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Handlová (indikatív 30080)

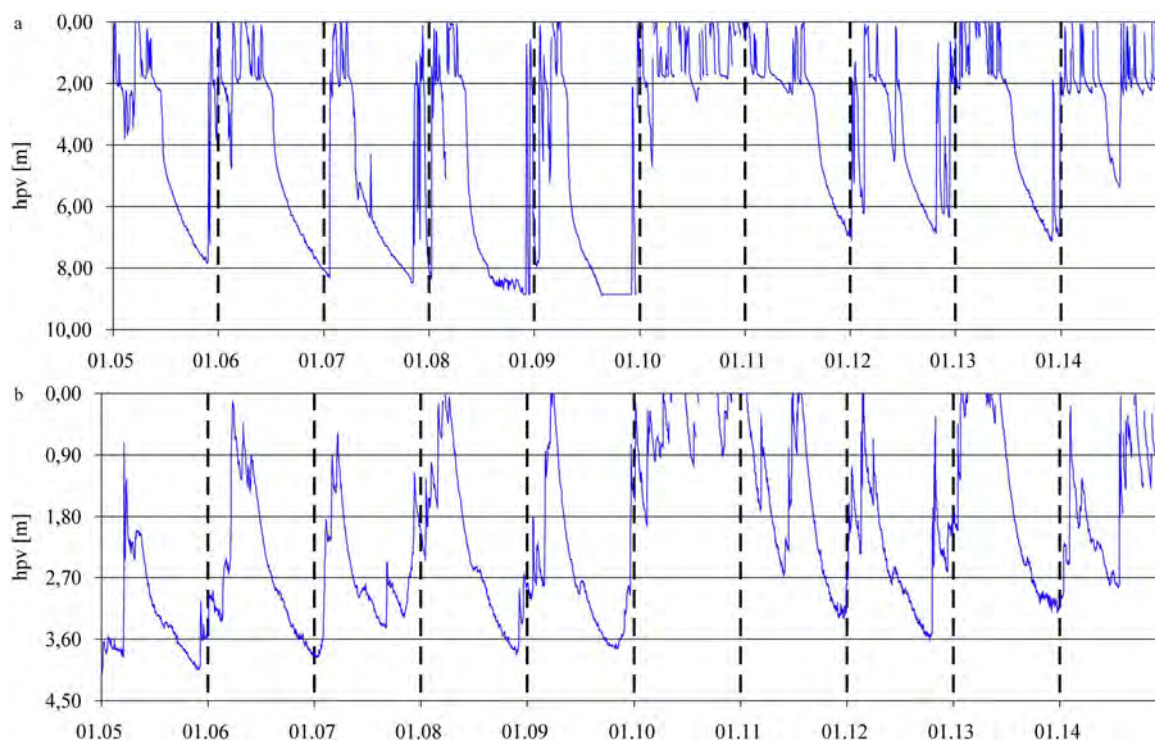
V roku 2013 bola vo vrte P-17 maximálna úroveň dosiahnutá dňa 24. januára (hladina na úrovni terénu) a minimálna 8. decembra (7,13 m pod úrovňou terénu – obr. 1.20). Hladina podzemnej vody začala klesať v polovici júna a po dosiahnutí minimálneho stavu opätovne prudko stúpila. Priemernú hĺbku hladiny podzemnej vody nie je možné stanoviť, pretože inštalovaný automatický hladinomer nemeria hodnoty hĺbky hladiny podzemnej vody, v čase keď sa nachádza nad terénom.

V roku 2014, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, sa skrátilo obdobie s extrémne vysokou hladinou podzemnej vody – nad úrovňou terénu. Trvalo približne 17 dní. Maximálny stav – na úrovni terénu – bol zaznamenaný už 15. februára. Hladina podzemnej vody v tomto vrte začala výraznejšie klesať až v polovici júna. Minimálny stav bol nameraný 4. januára

(6,98 m pod terénom – obr. 1.19a), však následne po dosiahnutí minimálneho stavu hladina podzemnej vody prudko stúpila a počas roka niekoľko krát vystúpila na úroveň terénu.

Vo vrte P-19 bola v roku 2013 maximálna úroveň hladiny podzemnej vody nameraná 8. februára (hladina na úrovni terénu) a minimálna 30. decembra (3,21 m pod terénom).

V roku 2014 bola maximálna úroveň hladiny podzemnej vody nameraná 12. februára (na úrovni terénu) a minimálna 4. januára (3,19 m pod terénom). Počas roku 2014 sa hladina podzemnej vody nachádzala 21 dní nad úrovňou terénu, čo je oproti predchádzajúcemu roku výrazný pokles. Po dosiahnutí maximálneho stavu na úrovni terénu (v zimnom období), začala hladina podzemnej vody klesať. Tento trend trval až do konca júla. Na konci augusta začala hladina prudko stúpať, a to až k úrovni terénu. V oblasti úrovne terénu oscilovala až do konca roka (obr. 1.19b)



Obr. 1.20. Dlhodobé (2004 – 2014) zmeny úrovne hĺbky hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi, lokalita Handlová-Morovnianske sídlisko. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – P-17, b – P-19

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (obr. 1.20) možno konštatovať, že zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody majú periodický charakter. Hladina podzemnej vody pravidelne dosahuje úroveň terénu, najmä v období jarného topenia snehovej pokrývky. Výnimku predstavuje rok 2010, kedy hladiny podzemnej vody dosahovali úroveň terénu prakticky počas celého roka. Minimálny stav hladiny podzemnej vody bol vo vrte P-17 zaznamenaný 29. augusta v roku 2009 s hodnotou 8,89 m pod terénom a vo vrte P-19 25. novembra roku 2004 s hodnotou 4,30 m pod terénom. Za negatívny aspekt z hľadiska hodnotenia trendu zmien hladiny podzemnej vody v oboch vrtoch možno považovať častý výskyt hladiny podzemnej vody nad úrovňou terénu. Táto skutočnosť do istej miery môže súvisieť so znižovaním účinnosti odvodňovacích zariadení.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov predstavovala 258,50 l.min⁻¹. V roku 2013 bola najväčšia priemerná výdatnosť nameraná v objekte D

(60,13 l.min⁻¹). Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané na odvodňovacom vrte F (52,04 l.min⁻¹; obr. 1.18).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov na lokalite oproti roku 2013 klesla o 12,57 l.min⁻¹ a v roku 2014 predstavovala hodnotu 241,22 l.min⁻¹. Najväčšie priemerné výdatnosti boli podobne ako po minulé roky namerané na objektoch D (63,63 l.min⁻¹) a E (61,42 l.min⁻¹). Spomedzi sledovaných objektov bola najvyššia výdatnosť nameraná 26. novembra (68,18 l.min⁻¹) na skupine vrtov označených D. Podobné maximálne hodnoty boli pozorované i na objektoch A, C, E, F (maximálne hodnoty presiahli 60 l.min⁻¹). Naopak, najnižšie hodnoty výdatnosti boli zaznamenané vo vrtoch HV-8a a HV-8b. Počas celého roka bolo možné na nich pozorovať len kvapkanie. Najväčšie kolísanie výdatnosti počas hodnoteného roka bolo zaznamenané na objektoch C a F (50,92 l.min⁻¹; príl. 1.2).

Pri analýze záznamov z posledného desaťročia (obr. 1.18) možno konštatovať, že najvyššie hodnoty spoločnej výdatnosti drénov ABCD boli dosiahnuté v rokoch 2005 a 2006 (sumárna výdatnosť počas 27. decembra dosiahla hodnotu 379,88 l.min⁻¹; a neskôr 23. januára 369,71 l.min⁻¹). Sumárna výdatnosť nad 300 l.min⁻¹ bola zaznamenaná i počas 26. marca 2007 (304,09 l.min⁻¹) a 18. októbra 2010 (307,23 l.min⁻¹).

Sezónne zmeny výdatnosti súvisia prevažne s režimom podzemnej vody. Najvyššie hodnoty výdatnosti sú zaznamenané najmä v prvej polovici roka a naopak, najnižšie hodnoty počas mesiacov október a november.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Handlová (indikatív 30080), na ktorej dlhodobý zrážkový priemer (za obdobie 1993 – 2006) dosahuje 826,72 mm. Zrážkový úhrn v roku 2013 predstavoval 861,9 mm, čo je po prepočítaní 104,26 % dlhodobého priemeru a je ho možné charakterizovať ako normálny rok. V roku 2014 dosiahol zrážkový úhrn hodnotu 1008,8 mm (122,02 %), a teda je ho možno považovať za veľmi vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Rekonštrukciou devastovaných odvodňovacích jám s prečistením horizontálnych odvodňovacích vrtov v rokoch 1999 a 2002 (jama B – i v roku 2010), ale najmä v aktuálne hodnotenom roku sa zlepšili podmienky odvodňovania zosuvných území, nachádzajúcich sa na Morovnianskom sídlisku v oblasti nad železničným oblúkom a Malej Hôrky. V roku 2014 bolo prečisťovanie subhorizontálnych vrtov zabezpečené v rámci riešenia geologickej „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014).

V roku 2014, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, i napriek výraznému nárastu zrážkových úhrnov došlo k miernemu poklesu, resp. stagnácii priemerných hodnôt režimových ukazovateľov. Najmarkantnejšie sa to prejavilo na záznamoch automatických hladinomerov, kde došlo k výraznému skráteniu obdobia s pozitívnou vztlakovou hladinou (úrovňou hladiny podzemnej vody nad terénom). Ako negatívny fenomén je možné túto skutočnosť vnímať v prípade výdatností odvodňovacích vrtov. Vzhľadom na ich rekonštrukciu, ktorá bola zabezpečená v mesiacoch november a december, je možné v nasledujúcich rokoch očakávať jej vyššiu efektívnosť.

V zosuvnom území boli v rámci riešenia spomínanej geologickej úlohy vybudované dva nové inklinometrické vrty (INC-AH2, INC-AH3) do hĺbky 25 m. Vrt INC-AH2, ktorý je situovaný v zosuvnom území nad železničným oblúkom, je vystrojený stacionárnym inklinometrom a dvoma uzavretými vibračnými piezometrami (snímajúcimi pórový tlak).

Súčasťou inštrumentácie vrtu je štvorkanálová zbernica dát, umožňujúca zber a archiváciu údajov. Vrt INC-AH3 sa nachádza v oblasti Jánošíkovej cesty.

V roku 2015 je plánované v týchto vrtoch vykonať tri etapové merania, ktoré umožnia presné definovanie hĺbky šmykových plôch a prispieť k optimalizácii hĺbkového nastavenia inklinometrickej sondy. Na základe inklinometrických meraní bude možné v budúcnosti lepšie hodnotiť efektívnosť realizovaných rekonštrukčných prác a zároveň bude možné kvantifikovať veľkosť pohybovej aktivity v jednotlivých častiach zosuvného územia.

V roku 2015, vzhľadom na skutočnosť, že zosuvné územie sa nachádza v bezprostrednom kontakte s mestskou aglomeráciou a významnou železničnou traťou, plánujeme monitorovanie režimových ukazovateľov zachovať v podobnom rozsahu a frekvencii ako po minulé roky. Okrem terénnych meraní bude zabezpečený zber údajov z automatických zariadení (hladinomery, snímače pórových tlakov a stacionárny inklinometer) a spracovanie klimatologických faktorov zo stanice SHMÚ Handlová.

1.4.3. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta

Stručná charakteristika lokality

Zosuv na Kunešovskej ceste sa nachádza v intraviláne mesta Handlová, na jeho JV okraji. V súvislosti s aktivizáciou zosuvu v roku 1998 bol na lokalite vykonaný inžinierskogeologický prieskum (Jadroň, Mokrý, 1999). V rámci prieskumu bola vybudovaná sieť objektov, umožňujúcich vykonávať inklinometrické merania, ako aj režimové pozorovania. K jej modernizácii došlo počas aktuálne hodnoteného roka 2014. Do existujúceho inklinometrického vrtu bola inštalovaná stacionárna inklinometrická sonda a automatický hladinomer. Modernizácia monitorovacích zariadení prebehla v rámci riešenia projektu „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014). Súčasťou geologickej úlohy bola i revízia a rekonštrukcia odvodňovacích zariadení.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.9.

Tab. 1.9 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Kunešovská cesta v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	4	JK-1, 2, 3, 7		1 (16. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	JK-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 MK-4, 6, 8	26 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, 3, 4, spoločný výtok drenážneho systému pri potoku	26 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080) Handlová totalizátor	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	

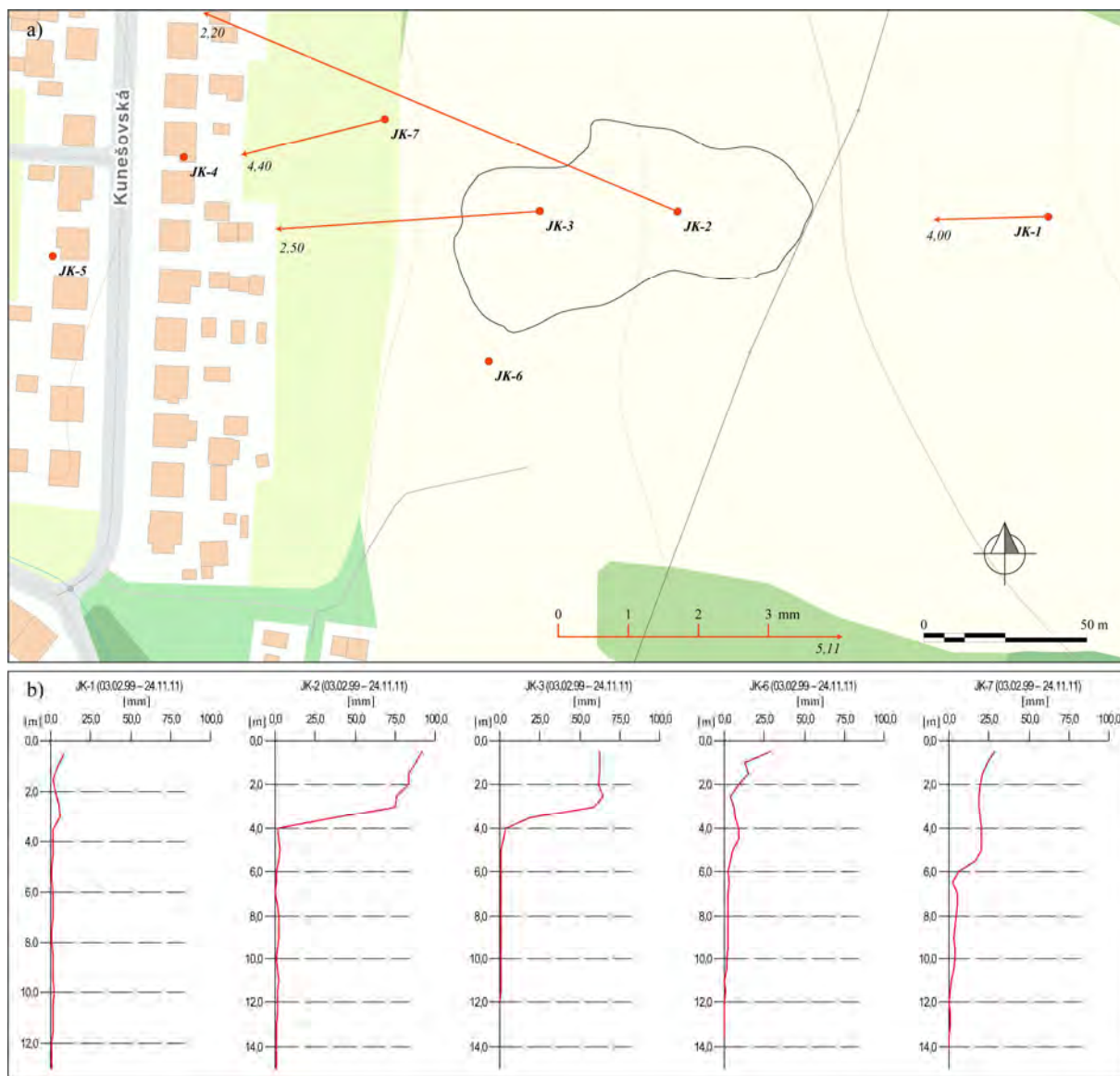
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Od roku 2012 sa na lokalite inklinometrické merania vykonávajú s dvojročnou frekvenciou, to znamená, že posledná etapa zahŕňa deformácie za obdobie od 18. júla 2012 do 16. októbra 2014. Pri poslednom meraní bola najvyššia pohybová aktivita pozorovaná na šmykovej ploche vo vrtoch JK-2 (v hĺbkach 2,2 m pod terénom – 7,28 mm a 3,2 m pod terénom – 3,89 mm), JK-7 (v hĺbke 1,44 m pod terénom – 5,51 mm). Zvýšené hodnoty deformácie boli namerané aj vo vrte JK-3 (v hĺbkach 2,03 m pod terénom – 3,71 mm a 2,53 m pod terénom – 3,72 mm – príl. 1.3). Vo všetkých sledovaných horizontoch, azimuty nameraných deformácií sú v súlade so spádnou svahu (obr. 1.21). Z hľadiska semikvantitatívneho hodnotenia dosiahnutej deformácie, podľa tab. 1.4, je možné konštatovať výrazné prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite vo vrtoch JK-1 (hĺbka

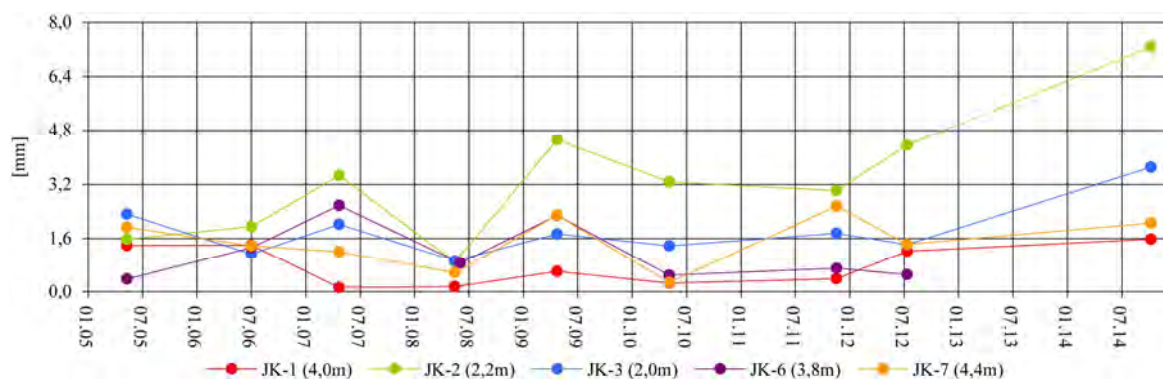
4,0 m), JK-2 (hĺbka 3,23 m) a JK-7 (hĺbka 1,44 m). Deformácie v ostatných vrtoch (v sledovaných horizontoch) poukazujú na pomerne priaznivé stabilné pomery.

Na základe obr. 21b je možné v inklinometrických vrtoch presne identifikovať hĺbky jednotlivých šmykových plôch. Najvýraznejšie šmykové plochy sa počas monitorovaného obdobia prejavili vo vrtoch JK-2, JK-3 a čiastočne i JK-7. Veľkosť výslednej deformácie zaznamenatej v období od marca 1999 do novembra 2011 jasne vystihuje pozíciu jednotlivých vrtoch voči svahovej poruche. Najvyššie deformácie boli dosiahnuté vo vrtoch, ležiacich v telese zosuvu a naopak, podstatne nižšie deformácie boli vo vrtoch, ktoré sa nachádzajú mimo svahovej poruchy. Táto skutočnosť bola rozhodujúcim faktorom pri výbere vhodného objektu pre inštaláciu stacionárnej inklinometrickej sondy (zabezpečenej počas riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“). Inštrumentácia vrtu je doplnená o automatický hladinomer.



Obr. 1.21. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.1; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®

Na základe výsledkov dlhodobého monitorovania možno konštatovať, že zaznamenané deformácie v roku 2014 predstavujú najvyššiu pohybovú aktivitu za analyzované desaťročie (od roku 2005 do roku 2014 – obr. 1.22).



Obr. 1.22. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Handlová-Kunešovská cesta

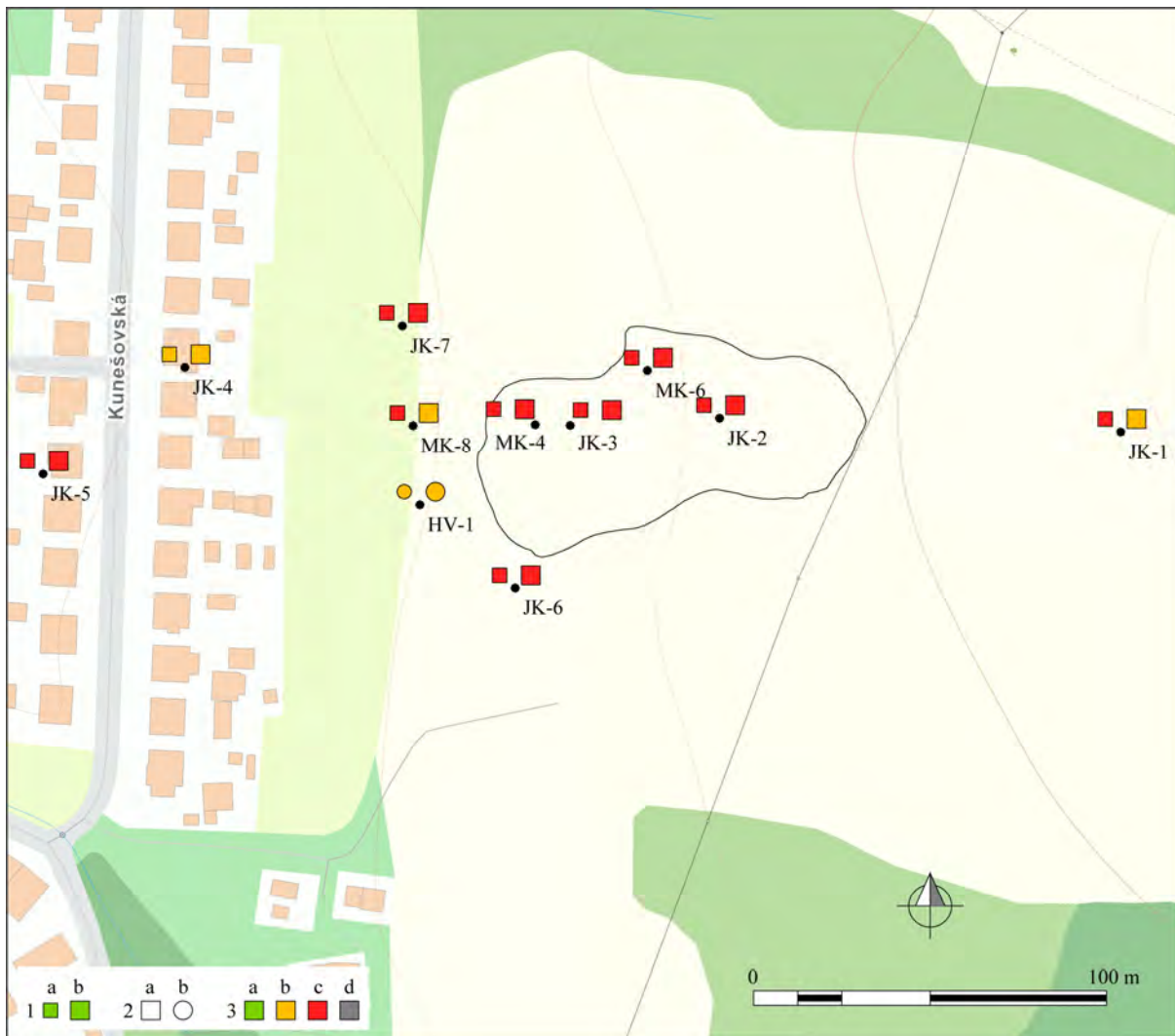
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 3,19 m pod terénom (príl. 1.3). Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte MK-8 (4,32 m), ktorý sa nachádza v spodnej časti svahu pod povrchovým rigolom (obr. 1.23 – v tomto vrte bola počas februárového merania zaznamenaná najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku; dosiahnuté maximum zároveň predstavuje najvyššiu úroveň hladiny podzemnej vody v sledovanom území od začiatku monitorovania), naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli počas hodnoteného roku zaznamenané vo vrte JK-5 (0,50 m). Vrt MK-6 bol počas 8 termínov suchý a vo vrte MK-8 bol 4. februára 2013 pozorovaný preliv podzemnej vody cez ústie pažnice vrtu.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,23 m a dosiahla hodnotu 2,95 m pod úrovňou terénu (príl. 1.3). Najväčšia amplitúda zmien bola dosiahnutá vo vrte MK-2 (viac ako 3,72 m), ktorý sa nachádza vo východnej časti zosuvného telesa (obr. 1.23). Najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku bola nameraná vo vrte MK-8 (0,46 m pod terénom) 11. februára. Počas tohto termínu boli maximálne stavy zaznamenané aj vo vrtoch MK-6 a MK-8. Vrt MK-6 sa nachádza cca 25 m SZ od spomínaného vrtu MK-2 a vrt MK-8 sa nachádza v predpolí aktívneho zosuvu z roku 1998. Väčšina maximálnych stavov však bola zaznamenaná až počas jesenného, resp. zimného obdobia. Až v štyroch vrtoch (JK-3, 4, 6 a 7) boli maximálne hladiny namerané dňa 10. decembra. Tieto vrty sa nachádzajú buď priamo v čele zosuvného telesa alebo v jeho blízkosti (obr. 1.23).

Z hľadiska posudzovania vplyvu na stabilitný stav, ktorý je vyjadrený semikvantitatívnym hodnotením v prílohe 1.3, možno vo väčšine prípadov zmeny hladiny podzemnej vody považovať za nepriaznivé. Relatívne pozitívny vývoj hladiny podzemnej vody bolo možné pozorovať len vo vrtoch JK-1 a 4.

Kolísanie hladiny podzemnej vody v období rokov 2005 až 2014 je odrazom ročných cyklov (obr. 1.24). Pomerne pravidelný cyklus sezónnych zmien narušili mimoriadne intenzívne zrážky v roku 2010. V tomto roku boli zaznamenané jedny z najvyšších úrovní hladiny podzemnej vody v rámci celého monitorovaného obdobia (JK-1 – 4. októbra – 5,22 m pod terénom, JK-3 – 27. septembra – 0,90 m pod terénom, MK-4 – 16. augusta – 2,15 m pod terénom, MK-8 – 16. augusta – 0,15 m pod terénom). Najvyššia hladina podzemnej vody bola však dosiahnutá v roku 2013 vo vrte MK-8 (príl. 1.3).



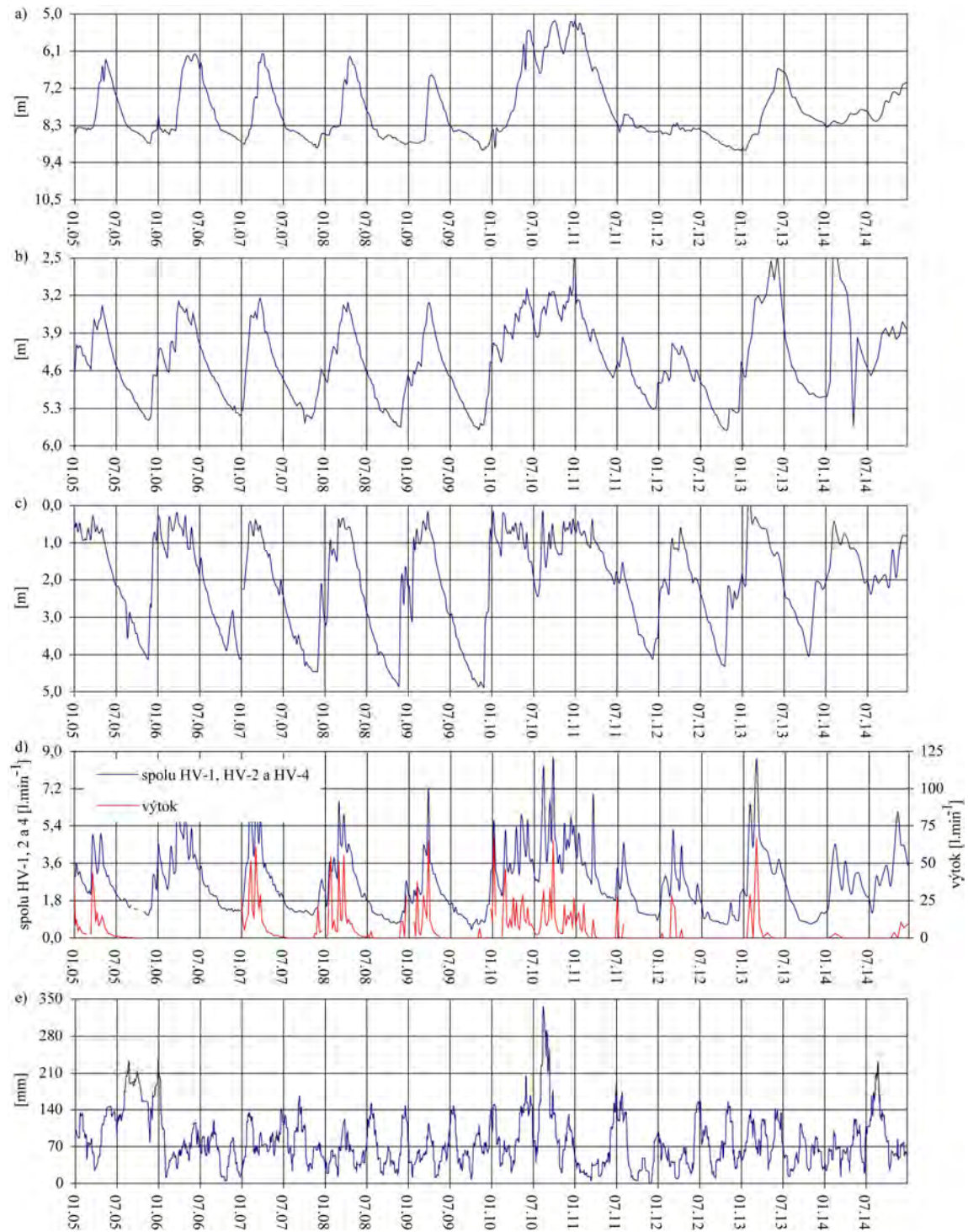
Obr. 1.23. Lokalita Handlová-Kunešovská cesta – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 sa sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku zdvojnásobila (nárast o $3,47 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) a dosiahla hodnotu $6,82 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Najväčšia výdatnosť bola opätovne nameraná v spoločnom výtoku odvodňovacích vrtov ($66,67 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Na tomto objekte sa zároveň prejavilo i najväčšie kolísanie výdatnosti ($66,67 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ – obr. 1.24, príl. 1.3). Naopak, najustálenejším režimom sa vyznačuje odvodňovací vrt HV-3. Počas marcového maxima odvádza $2,76 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ podzemnej vody a v čase minimálnych prietokov (25. november) z vrtu vytekalo $0,52 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ podzemnej vody (príl. 1.3).

V roku 2014 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k výraznejšiemu poklesu sumárnej hodnoty priemernej výdatnosti. Oproti predchádzajúcemu roku klesla až o $2,19 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ a aktuálne dosiahla hodnotu $4,63 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Na väčšine monitorovaných odvodňovacích zariadeniach boli maximálne prietoky namerané počas novembrových etáp meraní, len vo vrte HV-1 bol najvyšší prietok nameraný už počas februárového merania (príl. 1.3). Najväčšia výdatnosť bola nameraná na výtokovom objekte ($10,53 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$), avšak oproti minulému roku došlo k jej výraznému poklesu. Najväčšie kolísanie výdatnosti ($10,53 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$) bolo podobne ako pominulé roky nameraná v objekte „výtok“ (obr. 1.24,

príl. 1.3). Najustálenejším režimom sa prejavoval odvodňovací vrt HV-3 s celkovou amplitúdou zmien $1,1 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$.



Obr. 1.24. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Handlová-Kunešovská cesta. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JK-1, b – JK-2, c – MK-8, d – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Handlová – indikatív 30080)

Zaznamenané zmeny spoločnej výdatnosti horizontálnych vrtov HV-1, HV-2 a HV-4 v období 2005 až 2015 majú prevažne pravidelný cyklus, ktorý súvisí s režimovými zmenami hladiny podzemnej vody (obr. 1.24). Najvyššie hodnoty spoločnej výdatnosti boli dosiahnuté

27. septembra 2010 ($8,74 \text{ l.min}^{-1}$) a 18. marca 2013 ($8,64 \text{ l.min}^{-1}$). Naopak, najnižšia hodnota bola nameraná 5. októbra 2009 ($0,42 \text{ l.min}^{-1}$). Počas hodnoteného desaťročného obdobia priemerná hodnota spoločnej výdatnosti z drenážnych vrtov dosiahla hodnotu $2,20 \text{ l.min}^{-1}$. Vo výdatnosti výtoku z kanalizácie v hodnotenom období je možné pozorovať výrazné zmeny. Maximálna výdatnosť bola nameraná 11. januára 2010 s hodnotou $67,42 \text{ l.min}^{-1}$. Minimálna výdatnosť v danom objekte v mnohých prípadoch dosahuje len hodnotu $0,01 \text{ l.min}^{-1}$, resp. vrt je suchý.

V jesennom období roku 2014 bola na lokalite zabezpečené revízia a prečistenie subhorizontálnych vrtov. Práce boli zabezpečené v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014).

d/ Merania zrážkových úhrnov

Výsledky merania zrážkových úhrnov na stanici Handlová sú opísané v rámci predchádzajúcej lokality (Handlová-Morovnianske sídlisko).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Realizované inklinometrické merania poukázali na pomerne vysokú pohybovú aktivitu v oblasti vrtov JK-2, JK-7. Zvýšené hodnoty deformácie boli namerané aj vo vrte JK-3. Relatívne priaznivé výsledky boli namerané len vo vrte JK-1.

Pri meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody bol v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi zaznamenaný vzostup jej priemernej hodnoty. Naopak, v prípade objemu drénovaných vôd subhorizontálnymi vrtmi došlo k výraznému poklesu. Pozorovaný pokles pravdepodobne súvisí s ich postupným zanášaním. V tejto súvislosti bola koncom roka 2014, v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014), vykonaná revízia a rekonštrukcia odvodňovacích objektov. Prečistené boli všetky vrty v celkovej dĺžke 330 bm.

V rámci riešenia spomenutej geologickej úlohy bola zabezpečená i modernizácia existujúcej monitorovacej siete. Do inklinometrického vrtu JK-3, v ktorom sú dlhodobo pozorované relatívne vysoké hodnoty pohybovej aktivity, bol nainštalovaný stacionárny inklinometer a automatický hladinomer. Inštalované zariadenia výrazne zvýšia frekvenciu meraní. V prípade inklinometrie bude frekvencia nastavená na jedno meranie za deň a v prípade automatického hladinomeru na jedno meranie za hodinu.

V roku 2015 je zároveň plánované realizovať kompletný súbor monitorovacích aktivít (režimové merania – 26-krát a inklinometrické merania 1-krát).

1.4.4. Lokalita Fintice

Stručná charakteristika lokality

Prúdový zosuv sa nachádza približne 1 km S až SV od obce Fintice. Vzhľadom na vysokú celospoločenskú významnosť bola na lokalite vybudovaná sieť monitorovacích bodov, umožňujúcich sledovanie režimových zmien hladiny podzemnej vody a pohybovej aktivity (inklinometrické vrty a geodetické body). Bližšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou ročných správ z predchádzajúceho obdobia (Ondrejka et al., 2012), ako aj správ z realizovaných prieskumov (Petro a Stercz, 1998, Petro et al., 2001).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.10.

Tab. 1.10 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Fintice v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Geodetické (GNSS)	6	P1, P2, P3, P4, P5, pevný bod P	1 (27. júl)	1 (2. december)
Inklinometrické	2	K-3, K-5	1 (24. júl)	1 (2. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	K-1, 2, 2b, 3, 4, 4a, 4b, 5, 5a, 5b	10 (2. február, 25. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 21. august, 1. október, 30. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
	2	K-1a, K-2a – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220) Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

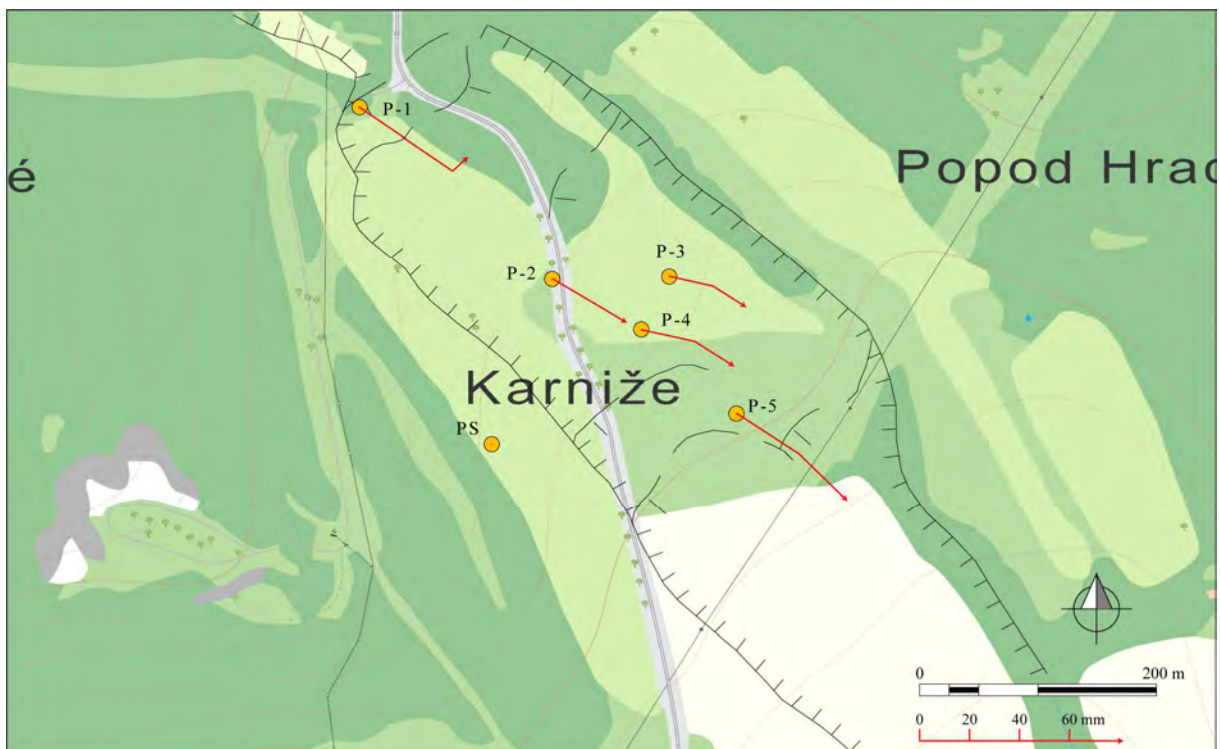
a/ Geodetické merania

V roku 2013 bola geodetickým meraním zaznamenaná pomerne významná akcelerácia pohybu, pričom dominovali posuny v polohovom smere. Najväčšie zmeny boli namerané v bode P-1 (v polohovom smere 47,32 mm – obr. 1.25, vo vertikálnom smere -1,70 mm a celková priestorová zmena 47,35 mm). Všetky vertikálne zmeny mali zostupný charakter a boli blízke chybe merania, len v bode P-5 dosiahol vertikálny posun 15 mm (vzostup – príl. 1.4). Z hľadiska hodnotenia nameraných posunov, všetky namerané zmeny predstavujú najmenej priaznivé stupne 7 a 8 (podľa klasifikačnej stupnice na obr. 1.2 a tab. 1.4). Uvedené

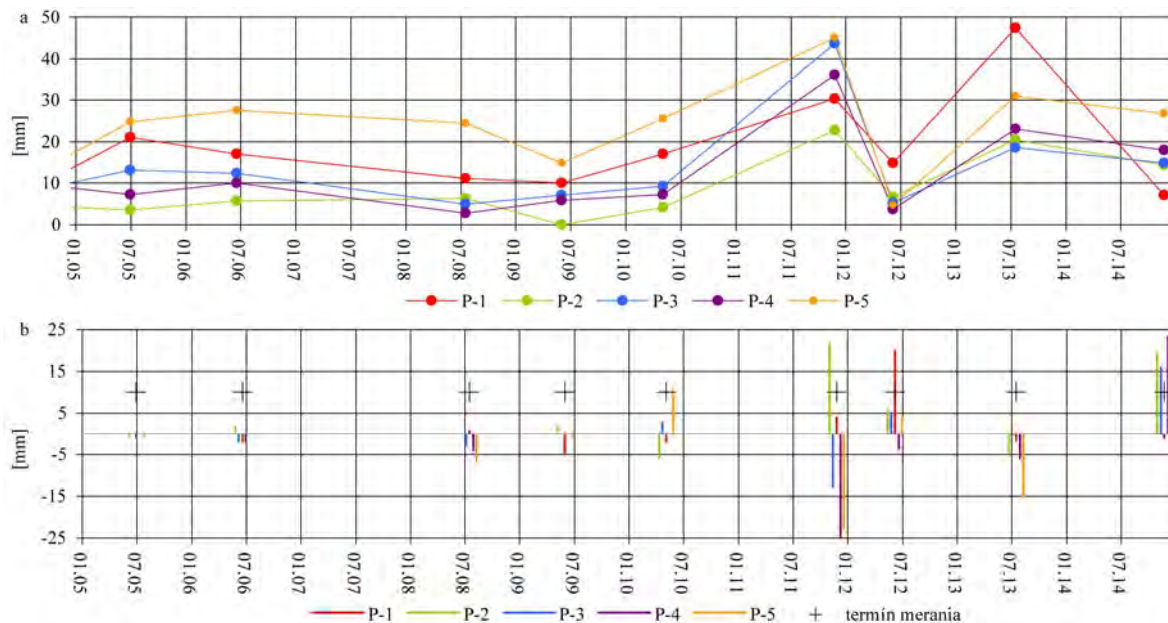
vysoké hodnoty pohybovej aktivity súvisia s nasýtením povrchového horizontu vodou počas dlhého obdobia so snehovou pokrývkou (počas ktorého sa viackrát vystriedali fázy kumulácie a topenia).

V roku 2014 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2013 k miernemu poklesu pohybovej aktivity. Najväčšia polohová zmena bola nameraná v bode P-5 (za obdobie od júla 2013 do decembra 2014 – 26,70 mm). Naopak, najmenšie zmeny boli pozorované v bode P-1, a to len 7,12 mm. V prípade bodu P-1 ide o najjužnejšie situovaný v rámci siete geodetických objektov a naopak P-1 predstavuje najsevernejší bod. V oblasti medzi uvedenými bodmi dosahovali veľkosti posunov od 14,32 mm do 17,94 mm. Analogicky, v smere zo severu na juh gradovali i veľkosti posunov vo vertikálnom smere (min. v bode P-1 – -1,20 mm a max. v bode P-5 – 24,11 mm). Z uvedeného vyplýva, že najvyššia pohybová aktivita sa sústreďuje do oblasti, ktorá je najbližšie k intravilánu obce.

Pri hodnotení dlhodobého vývoja pohybovej aktivity (od roku 2005 do roku 2014) možno konštatovať, že v poslednom období čoraz častejšie dochádza k prípadom, kedy vektory posunov presahujú 30 mm hranicu. Prvá výraznejšia aktivizácia pohybu bola zaznamenaná v roku 2011 (obr. 1.26) a druhá v rokoch 2013 a 2014 (príl. 1.4).



Obr. 1.25. Lokalita Fintice – výsledky geodetických meraní (metódou GNSS) v rokoch 2013 a 2014. Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.4; mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.26. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky geodetických bodov na lokalite Fintice. a – polohové zmeny, b – vertikálne zmeny

b/ Inklinometrické merania

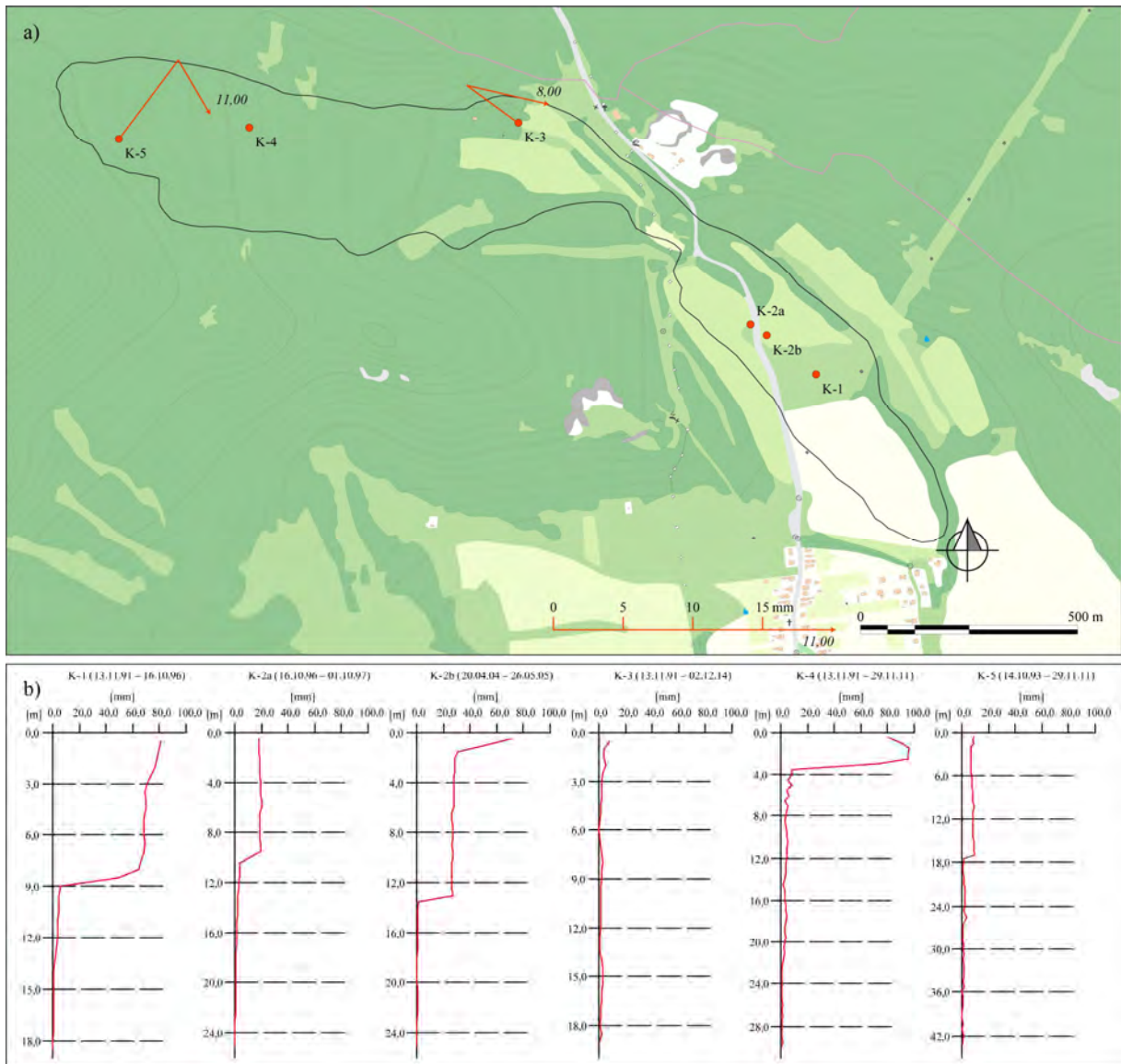
Inklinometrické merania sú od roku 2011 vykonávané v dvoch zo šiestich vrtoch. Monitorovacie objekty boli postupne po prekročení kritickej deformácie inklinometrickej pažnice vylúčené. Naposledy boli takto ukončené monitorovacie aktivity vo vrte K-4 v roku 2011. Porušenie vrty súviselo s mimoriadne vysokou deformáciou. Inklinometrické merania vykonávané v súčasnom období podávajú informáciu len o pohybovej aktivite najvrchnejšej časti zosuvného územia.

V roku 2013, počas júlovej etapy boli namerané pomerne vysoké hodnoty deformácie v oboch vrtoch. V rámci sledovaných horizontov v jednotlivých vrtoch (príl. 1.4) bola najväčšia deformácia zaznamenaná vo vrte K-5, v hĺbke 11,0 m (7,08 mm – obr. 1.27a). Vo vrte K-3 bola najvyššia deformácia nameraná v hĺbke 8,0 m pod terénom (4,56 mm – príl. 1.4).

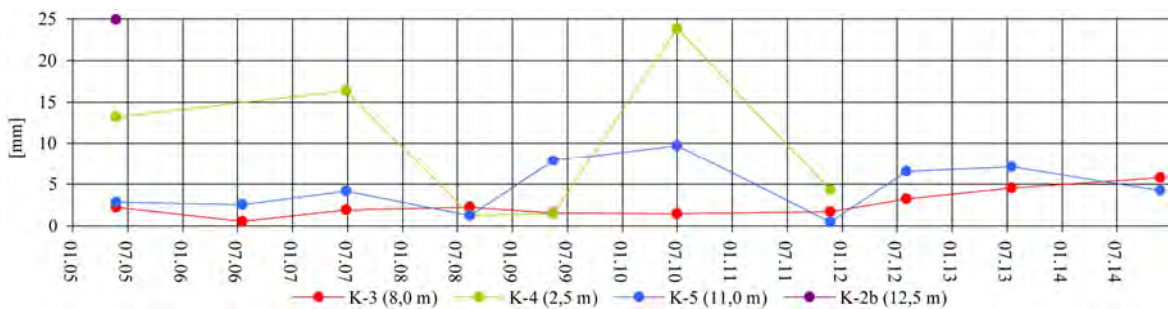
V roku 2014 boli merania realizované v prvej polovici decembra. Podobne ako v predchádzajúcom roku i počas tejto etapy boli namerané pomerne vysoké hodnoty deformácie. Namerané vektory v oboch vrtoch (v sledovaných horizontoch) presiahli 5 mm. V zmysle hodnotiacich kritérií uvedených v tab. 1.4 je medzi dosiahnutými výsledkami zásadný rozdiel. Odlišnosť v hodnotení súvisí s predchádzajúcim vývojom deformácie v sledovaných horizontoch. Vektor nameraný vo vrte K-3 v hĺbke 8 m pod terénom, s veľkosťou 5,81 mm, naznačuje aktivizáciu svahového pohybu, ale vektor nameraný vo vrte K-5 (v hĺbke 8 m pod terénom – príl. 1.4) bolo možné na základe prechádzajúcich meraní očakávať.

Z dlhodobého hľadiska možno konštatovať, že najvýraznejšie zmeny boli namerané v rokoch 2005 (v bode K-2b, v hĺbke 12,5 m pod povrchom terénu – 24,92 mm) a 2010 (bod K-4, v hĺbke 2,5 m – obr. 1.28). Deformácia zaznamenaná vo vrte K-2b v hĺbke 12,5 m predstavovala kritickú hodnotu, v dôsledku čoho merania v tomto vrte boli skončené. Zvýšené hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice boli namerané vo vrte K-4 v hĺbke 2,5 m pod úrovňou terénu aj v rokoch 2005 a 2007. V dôsledku mimoriadne vysokej deformácie z roku 2010 sa stal vrt nepriechodný pre meraciu sondu (používanú pracovníkmi ŠGÚDŠ od roku 2011). Vo vrte K-5 bola zvýšená pohybová aktivita zaznamenaná v rokoch 2009 (v hĺbke 11,0 m pod terénom bola nameraná deformácia 7,87 mm) a 2010 (9,75 mm). Deformácie vo

vrte K-3 (v sledovanom horizonte 8,0 m pod terénom) majú od roku 2011 vzostupný trend (obr. 1.28).



Obr. 1.27. Lokalita Fintice – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.4; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.28. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Fintice

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Hĺbka hladiny podzemnej vody sa meria v 10 vrtoch s frekvenciou cca 1-krát za mesiac. V roku 2013 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 5,93 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte K-4 (3,56 m).

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 stúpila len veľmi mierne, a to o 0,13 m a v roku 2014 predstavovala 5,79 m pod úrovňou terénu. Výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané len vo vrte K-1 (3,89 m). Naopak, minimálne zmeny boli namerané vo vrtoch K-4b (0,61 m), K-3 (0,73 m), K-2 (0,8 m), K-2b (0,87 m) a K-4a (0,87 m).

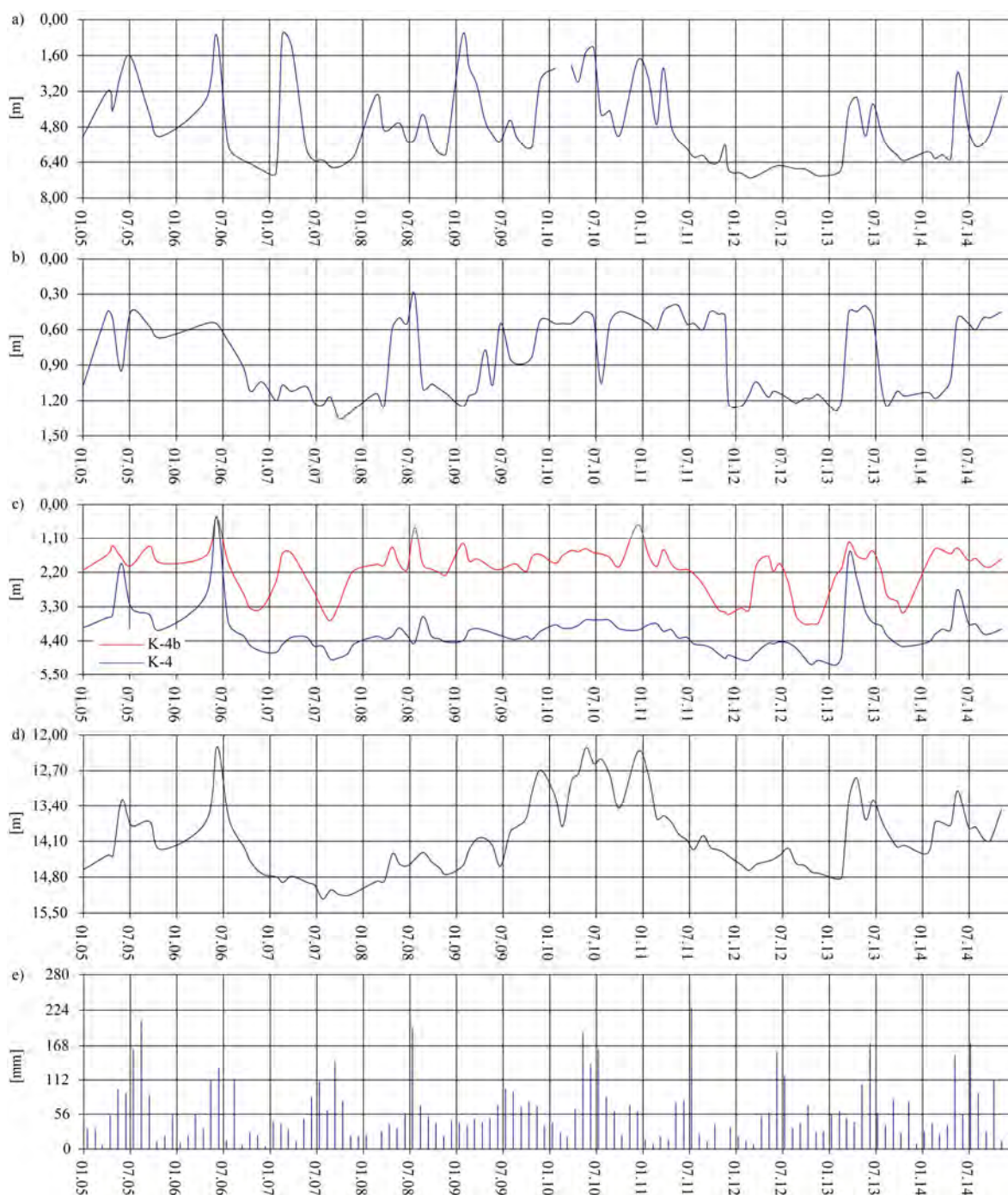
Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte K-3 (0,45 m pod terénom). Ide o vrt, v ktorom sa hladina podzemnej vody dlhodobo vyskytuje relatívne plytko pod terénom. Vrt sa nachádza v strednej časti zosuvu (v oblasti nad lomom – obr. 1.29). Pomerne vysoko vystúpila hladina podzemnej vody aj vo vrte K-2 (0,80 m pod terénom). Vrt sa nachádza v spodnej časti zosuvu.

Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané najmä počas májového merania (K-4b, K-4a, K-5b, K-5a, K-4, K-5, K-1). Vo vrtoch K-2 a K-3 bol zaznamenaný maximálny stav hladiny podzemnej vody až v prvej polovici novembra (príl. 1.4).



Obr. 1.29. Lokalita Fintice – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – vrty s automatickými hladinomerami, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; mapový podklad: ZBGIS®

Počas dlhšieho hodnoteného obdobia (roky 2005 až 2014 – obr. 1.30) boli režimovými pozorovaniami na monitorovacej sieti namerané viaceré významné zmeny. Najvyššia hladina podzemnej vody, teda najbližšia k povrchu terénu, bola zaznamenaná 25. júla 2008 vo vrte K-3 (s hĺbkou 0,3 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte za posledné desaťročie dosiahla 0,84 m pod terénom. Naopak, najhlbšie klesla hladina podzemnej vody vo vrte K-5b 30. júla 2007 (15,12 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte za posledné desaťročie dosiahla hĺbku 14,4 m pod terénom. Uvedené charakteristiky dlhodobého monitoringu režimových zmien podzemných vôd poukazujú na výrazné rozdiely hydrogeologických pomerov jednotlivých častí zosuvného územia. V zosuvnom území, vzhľadom na jeho veľkosť, sú monitorovacie objekty sústredené do dvoch častí.



Obr. 1.30. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Fintice. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – K-1, b – K-3, c – K-4 a K-4b, d – K-5b; e – zrážky v mm (SHMÚ Prešov-Planetárium)

V spodnej časti zosuvu, ktorá je v blízkosti intravilánu obce Fintice, kde zosuv priamo porušuje cestnú komunikáciu a ohrozuje elektrické vedenie (v minulosti vážne ohrozoval i plynovod) sa nachádza skupina vrtov označených K-1 až K-2b (spolu 3 vrty, ktoré sú sledované pozorovateľom a 2 vrty monitorované automatickými hladinomeri – príl. 1.4). V týchto vrtoch počas posledného desaťročia hladina podzemnej vody viackrát vystúpila do blízkosti terénu. Najvyššie hodnoty hĺbky hladiny podzemnej vody v jednotlivých vrtoch boli dosiahnuté 23. februára 2007 (K-1 – 0,67 m pod terénom), 26. júla 2006 (K-2 – 0,30 m pod terénom) a 19. septembra 2005 (K-2b – 0,77 m pod terénom).

V skupine vrtov, ktoré sa nachádzajú v odlučnej oblasti, sú monitorované minimálne dve odlišné hydrogeologické štruktúry. Vo vrtoch označených K-4 sú sledované hladiny podzemnej vody v plytších horizontoch, so spoločnou priemernou hĺbkou 2,88 m pod terénom (za posledných desať rokov). V najvyššie položenej časti zosuvu, vo vrtoch označených K-5, sa hladiny podzemnej vody nachádzajú podstatne hlbšie, a to až v hĺbke väčšej ako 12 m pod terénom. Spoločná priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v týchto vrtoch je 14,1 m pod terénom (za posledných desať rokov).

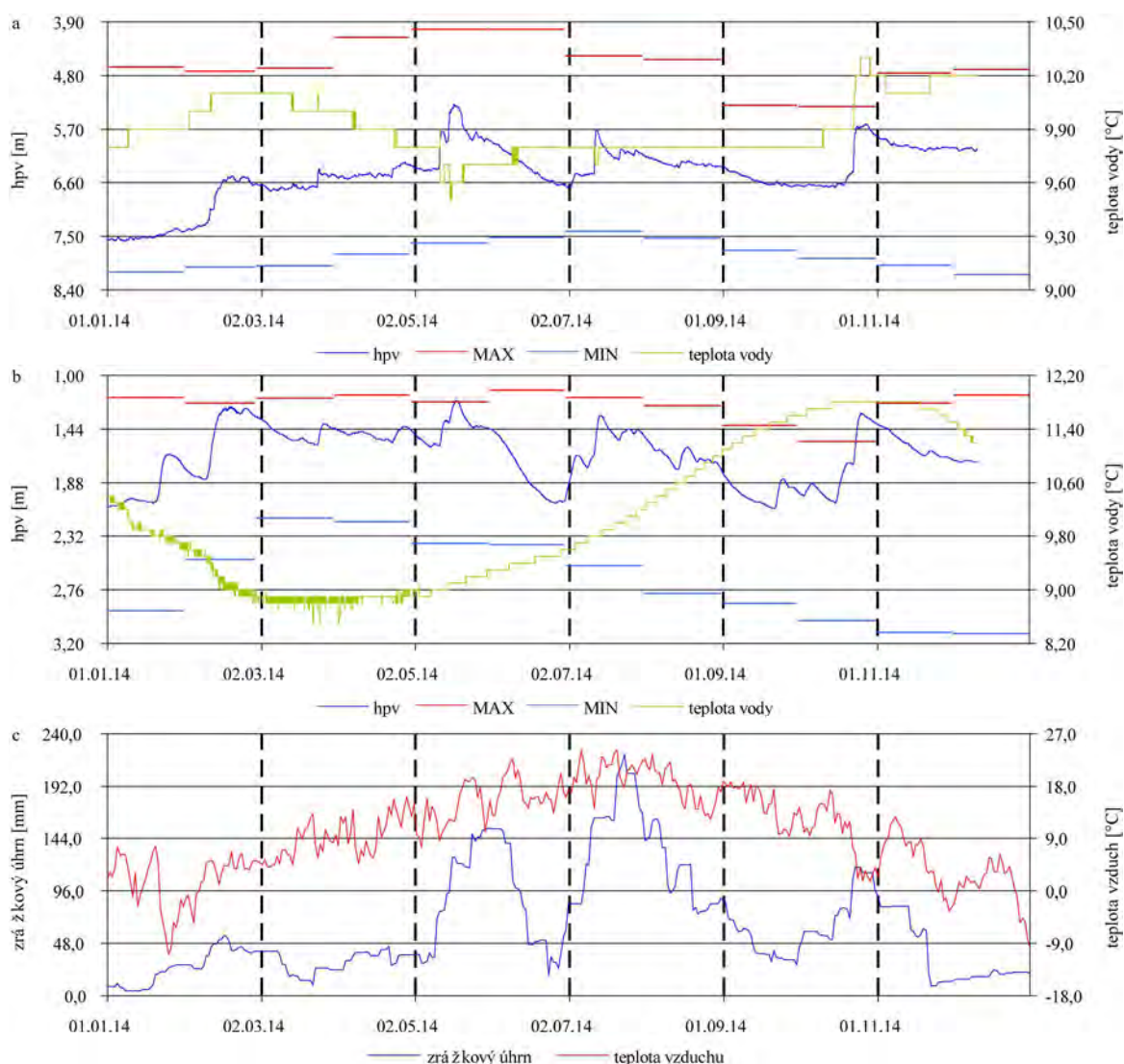
c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Vo vrte K-1a v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 6,82 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná 29. júna (5,06 m pod terénom – príl. 1.4). Najnižšia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá na začiatku roka, a to už 2. januára (8,10 m pod terénom; ide o najnižšiu januárovú hĺbku za celé monitorované obdobie). Po dosiahnutí letnom maxime hladiny podzemnej vody došlo k jej postupnému zostupu, ktorý trval až do konca roka. Teplota vody kolísala v rozsahu 9,3 – 10°C. Jej najnižšie hodnoty boli dosiahnuté v čase maximálneho stavu hladiny podzemnej vody.

V roku 2014 bola vo vrte K-1a maximálna hladina podzemnej vody nameraná 17. mája (5,28 m pod terénom – príl. 1.4). Po dosiahnutí jarnom maxime hladina podzemnej vody začala klesať. Do konca roka došlo ešte k dvom výraznejším vzostupom hladiny podzemnej vody. Oba súviseli s intenzívnejšími zrážkami (obr. 1.31). Najnižšia hladina podzemnej vody bola ale nameraná už na začiatku roka, a to 7. januára (7,58 m pod terénom). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 stúpila o 0,37 m a v roku 2014 dosiahla 6,45 m pod terénom. Teplota vody kolísala v rozsahu 9,5 až 10,3°C. Jej priemerná hodnota dosiahla 9,9°C, čo je oproti predchádzajúcemu roku 0,2°C viac. Jej najnižšie hodnoty boli dosiahnuté v čase maximálneho stavu hladiny podzemnej vody a naopak, najvyššie koncom októbra, počas výraznejšieho zostupu hladiny podzemnej vody.

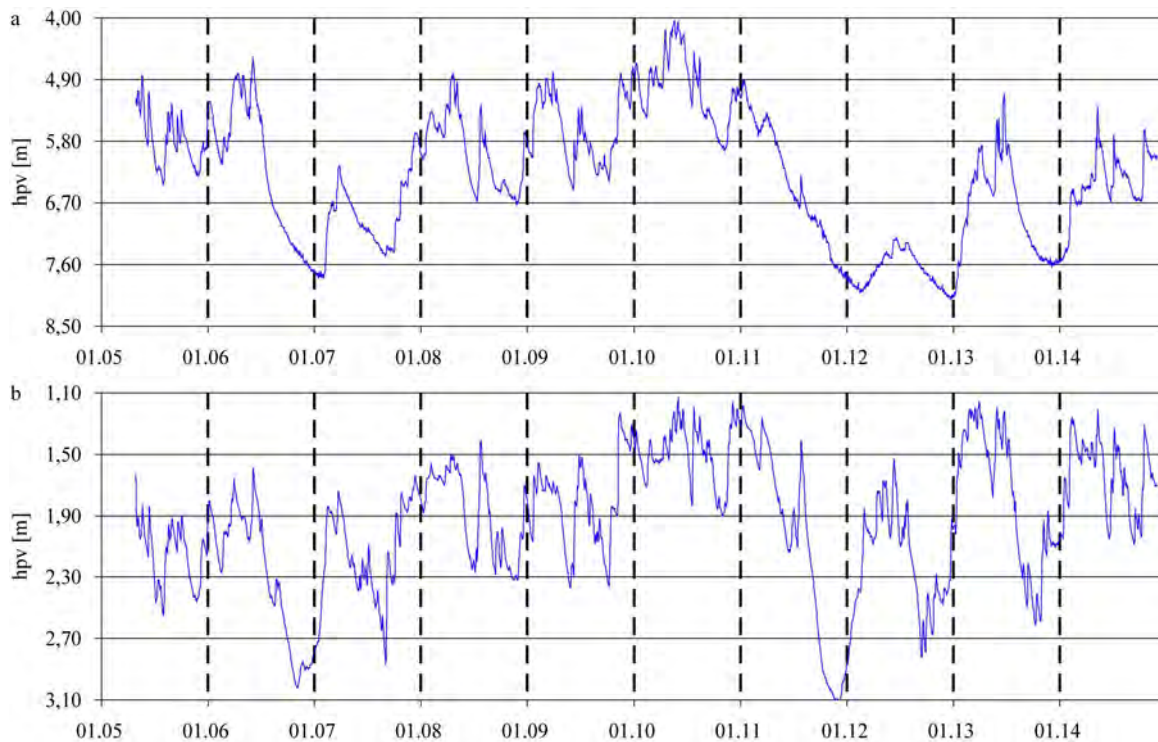
Vo vrte K-2a v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 1,78 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná 4. apríla (1,16 m pod terénom – príl. 1.4). Naopak, minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná v polovici októbra (2,61 m pod terénom). Hladiny podzemnej vody namerané počas mesiacov február až apríl prekročili dlhodobé maximálne mesačné stavy (odvodené v období rokov 2005 až 2012). Zmeny teploty vody mali pomerne pravidelný sínusový priebeh. Minimálna teplota bola dosiahnutá počas jarných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody a maximálna teplota v druhej polovici októbra, kedy boli namerané i najnižšie stavy hĺbky hladiny podzemnej vody.

V roku 2014 bola v tomto vrte maximálna hladina podzemnej vody nameraná 18. mája (1,21 m pod terénom – príl. 1.4). Ide o najvyšší nameraný stav hladiny podzemnej vody počas mesiaca máj za celé monitorované obdobie. Následne hladina začala výraznejšie klesať a podobne ako vo vrte K-1a, v júli a v novembri došlo k jej opätovnému výraznejšiemu vzostupu. Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná v prvej polovici septembra (2,09 m p. t.). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 stúpila o 0,13 m a v roku 2014 dosiahla 1,65 m pod terénom. Zmeny teploty vody mali, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, pravidelný sínusový priebeh. Minimálna teplota bola dosiahnutá počas jarných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody (8,5°C) a maximálna teplota v druhej polovici októbra (11,8°C – obr. 1.31). Priemerná teplota vody v roku 2014 dosiahla hodnotu 10,1°C čo je o 0,3°C viac ako v roku 2013.



Obr. 1.31. Priebeh zmien úrovnne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomermi na lokalite Fintice. Automatické hladinometry sú umiestnené vo vrtoch: a – K-1a, b – K-2a, c – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (od roku 2005, kedy boli hladinometry na lokalite inštalované, do roku 2014 – obr. 1.32) sa výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody prejavuje vo vrte K-1a (s hodnotou 4,12 m). Maximálna hladina v tomto vrte (4,02 m p. t.) bola dosiahnutá 23. mája 2010 a minimálna 29. decembra 2012. Vo vrte K-2a kolísanie hladiny podzemnej vody počas monitorovaného obdobia dosiahlo hodnotu 2,0 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná 5. júna 2010 s hĺbkou 1,13 m pod terénom a minimálna dňa 10. decembra 2011 s hĺbkou 3,12 m pod terénom.



Obr. 1.32. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi na lokalite Fintice. Automatické hladinoměry sú umiestnené vo vrtoch: a – K-1a, b – K-2a

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo staníc SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) a Prešov-planetárium (indikatív 59160).

Na stanici Kapušany je dlhodobý zrážkový priemer 667,01 mm. Zrážkový úhrn za rok 2013 na tejto stanici bol 711,3 mm, čo predstavuje 106,64 % dlhodobého priemeru a rok bol hodnotený ako normálny. V roku 2014 bolo zaznamenaných 781,6 mm zrážok (117,18 % dlhodobého priemeru), čo predstavuje vlhký rok.

Na stanici Prešov-planetárium je dlhodobý zrážkový priemer 638,21 mm. Zrážkový úhrn za rok 2013 dosiahol 765,6 mm, čo predstavuje 119,96 % dlhodobého priemeru a je hodnotený ako vlhký rok. V roku 2014 zrážkový úhrn dosiahol 775,0 mm (121,43 % dlhodobého priemeru), čo podľa zaužívanej metodiky zodpovedá veľmi vlhkému roku.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Opakovane možno konštatovať, že v najaktívnejšej časti zosuvu (transportačnej a akumulačnej oblasti) nie je možné realizovať merania pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Súvisí to s vysokou pohybovou aktivitou svahového pohybu, ktorým došlo k porušeniu inklinometrických pažníc vo vrtoch. V súčasnosti sú podpovrchové deformácie monitorované len v strednej (K-3) a vrchnej (K-5) časti svahu. Namerané hodnoty deformácií v týchto vrtoch môžu súvisieť aj s inými javmi, než so zosuvným pohybom (blokové pohyby). Namerané deformácie vo vrte K-3 majú od roku 2011 vzostupný trend. V aktuálne hodnotenom roku presiahli namerané vektory v oboch vrtoch (v sledovaných horizontoch) 5 mm hodnotu.

Geodetickými meraniami sa preukázala zvýšená aktivita svahového pohybu najmä v južnej časti zosuvu. V porovnaní s predchádzajúcim rokom došlo k miernemu poklesu pohybovej aktivity.

Pri hodnotení režimu podzemnej vody možno konštatovať, že vo všetkých monitorovacích objektoch došlo v porovnaní z rokom 2013 k vzostupu priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody. Táto zmena súvisí s vyššími úhrnmi zrážok. Na stanici SHMÚ Prešov-planetárium bol prekročený dlhodobý normál o viac ako 21 %.

Vzhľadom na celospoločenskú dôležitosť lokality (ohrozenie trasy vysokotlakového plynovodu, štátnej cesty a stožiarov VVN) je i v budúcom roku plánované pokračovať v monitorovacích aktivitách v rovnakom rozsahu ako v roku 2014. Aktuálnym zostáva posúdenie optimálnych možností sanácie zosuvu (v spolupráci s orgánmi miestnej samosprávy), ktorá môže byť v danom geologickom prostredí pomerne komplikovaná.

1.4.5. Lokalita Nižná Myšľa

Stručná charakteristika lokality

V intraviláne obce Nižná Myšľa sa v roku 2010 aktivizovala svahová deformácia, ktorá postihla značnú časť obce. Zosuvy sa aktivizovali v priestore starších potenciálnych zosuvov (Tometz et al., 2010), v dôsledku mimoriadne nepriaznivých klimatických pomerov.

Počas prieskumných a sanačných prác v rokoch 2010 až 2014 bola v zosuvnom území vybudovaná pomerne hustá sieť monitorovacích objektov (inklinometrické a piezometrické vrty). Zároveň, v rámci realizácie okamžitých protihavarijných opatrení a sanačných opatrení bola na lokalite vybudovaná hustá sieť subhorizontálnych vrtov). Podrobný opis zosuvnej lokality je súčasťou správ z predchádzajúcich rokov (Ondrejka et al., 2012), ako aj správ z realizovaných prieskumov a sanácií (Tometz et al., 2010, Sláma et al., 2012, Grech et al., 2014 in Šimeková et al., 2014).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Nižná Myšľa, sú zhrnuté v tab. 1.11.

Tab. 1.11 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Myšľa v roku 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	25	INM-2, 3, 5, 6 INK-12, 14, 16, 17, 21 22, 24, 26, 32, 34, 42, 43, 44, 51, 52, 53, 55	3 (18. apríl, 19. august, 13. november)	2 – 3 (5. – 6. maj, 18. – 19. august, 4. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	59	J-1, JC-1 až 5, JJ-1 až 3, JK-1 až 4, 6, JS-1, 2, 2A, 3, 4, 4A, JV-11, 12, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 23A, 23B, 24, 25, 25A, 26, 26A, 27, 31, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 43A, 44, 45, 51, 52, 53, 53A, 54, 54A, 55, P-1 až 4, 6, PZ-1, PZ-1A, SŠ-1	38* (1x za týždeň)	44** (1x za týždeň)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	28	INM-1, 2, 3, INM-1, 2, 3, ST-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 2/1, 2/2, 2/3, 3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 4/1, 4/2, 4/3, 5/1, 5/2, 5/3, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 7/1, 7/2, 7/3	29* (1x za týždeň)	43** (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	3	Stanice SHMÚ: Čaňa (indikatív 60140) Vyšný Čaj (indikatív 60120) Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok

* – merania sa začali realizovať 4. mája, ** – počty zrealizovaných meraní sa na jednotlivých monitorovacích objektoch líšia (od 4 do 44)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

a/ Inklinometrické merania

V zosuvnom území sa nachádza 25 inklinometrických vrtoch, z ktorých 4 pochádzajú z inžinierskogeologického prieskumu z roku 2010 (Tometz et al., 2010) a 21 z I. etapy sanácie, realizovanej v roku 2012 (Sláma et al., 2012). Inklinometrické merania (nulté meranie) sa začali realizovať už v roku 2011 na sieti štyroch vrtoch, označených INM a neskôr v roku 2012 k nim pribudli vrty označené INK.

V roku 2013 boli realizované tri etapy meraní. V tomto roku došlo k výraznému nárastu pohybovej aktivity v celom zosuvnom území (výnimku tvoria len vrty INK-16, 17 a 22, v ktorých bol nameraný pokles pohybovej aktivity a vrty INK-21 a INM-3, v ktorých sa hodnoty deformácie pohybovali na rovnakej úrovni ako v roku 2012). Počas troch etáp boli najvýraznejšie deformácie namerané počas apríla (vo vrtoch INK-34 – 30,03 mm – v hĺbke 3,5 m; INK-52 – 13,14 mm – v hĺbke 5,5 m; INK-44 – 11,63 mm – v hĺbke 5,5 m; INK-53 – 10,40 mm – v hĺbke 4 m). Počas augustového merania boli najvyššie deformácie na šmykovej ploche namerané vo vrtoch INM-6 (v hĺbke 10 m – 13,70 mm), INK-32 (v hĺbke 9 m – 12,13 mm). Meraním v prvej polovici novembra bola významná deformácia zaznamenaná vo vrte INK-53 v hĺbke 4 m (18,06 mm). Vysoké hodnoty (nad 5 mm) boli počas jednotlivých etáp namerané aj vo vrtoch INK-32, INK-43, INM-2, INK-52, INK-26, INM-5, INK-42. Azimuty vektorov pohybovej aktivity sú orientované prevažne na západ až severovýchod (čo je v súlade so spádnicou svahu – obr. 1.33a).

V roku 2014 sa pokračovalo v monitorovacích meraniach dvomi, v prípade aktívnejších častiach zosuvu, tromi etapami meraní. Počas prvých dvoch etáp boli najvyššie deformácie namerané vo vrte INM-6, ktorý sa nachádza v severnej časti obce, priamo nad areálom Základnej školy. V hĺbke 13,58 m pod terénom došlo v tomto vrte v období medzi 13. novembrom 2013 a 6. májom 2014 k prírastku deformácie 11,24 mm (obr. 1.33a). Aktivitu tejto časti zosuvu dokumentuje aj deformácia nameraná počas 19. augusta 2014. Prírastok deformácie počas tri a pol mesačného obdobia dosiahol až 15,07 mm. Mimoriadna rýchlosť pohybu v tejto časti zosuvu zapríčinila kritickú deformáciu inklinometrickej pažnice (obr. 1.33b). Z uvedeného dôvodu bola počas nasledujúcej etapy monitorovaná pohybová aktivita len vo vyššej časti svahu, a to vo vrtoch INK-53 a INK-52. V oboch vrtoch boli relatívne vysoké hodnoty deformácie sledované i v minulosti (obr. 1.33b). V roku 2014 sa v nich zvýšená pohybová aktivita prejavila najmä v období do 19. augusta od 4. decembra 2014. Vo vrte INK-52 (v sledovanom horizonte 4,49 m pod terénom) bol nameraný prírastok deformácie 8,50 mm s azimutom 271°. O niečo menšie hodnoty boli namerané v nižšie položenom vrte INK-53 (v hĺbke 3,19 m pod terénom bol zaznamenaný prírastok deformácie 3,06 mm s azimutom 238°). Generálny smer dosiahnutých vektorov v spomenutých vrtoch má orientáciu severozápad, teda v smere spádnice svahu.

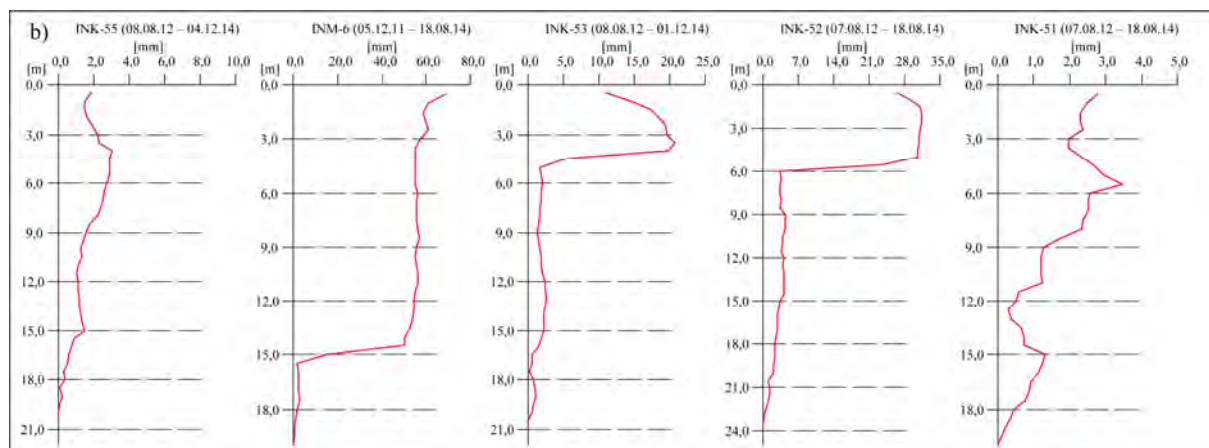
Pomerne vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli zaznamenané aj v inklinometrických vrtoch strednej a južnej časti obce. Počas májovej etapy boli najvyššie prírastky deformácií inklinometrickej pažnice namerané vo vrtoch INK-22 (v hĺbke 4,56 m pod terénom – deformácia 4,21 mm; celková deformácia inklinometrickej pažnice je na obr. 1.33d), INK-42 (v hĺbke 5,89 m pod terénom – deformácia 2,53 mm) a INK-34 (v hĺbke 2,76 m pod terénom – deformácia 2,11 mm – obr. 1.35). Obdobie medzi májovou a augustovou etapou bolo v strednej a južnej časti zosuvu pomerne stabilné, deformácie len ojedinele presiahli hodnotu 2 mm. K opätovnej aktivizácii svahového pohybu došlo až v poslednej etape. Za obdobie viac ako tri a pol mesiaca došlo vo vrte INK-22 (v hĺbke 4,56 m pod terénom) k prírastku deformácie 7,05 mm. Plytšie, v hĺbke 2,6 m pod terénom bola nameraná deformácia 15,21 mm. Prírastky etapovej deformácie nad 3 mm boli namerané aj vo vrtoch INK-32 (v hĺbke 8,86 m pod terénom) a INK-34 (v hĺbke 2,76 m pod terénom). Deformácie nad 2 mm



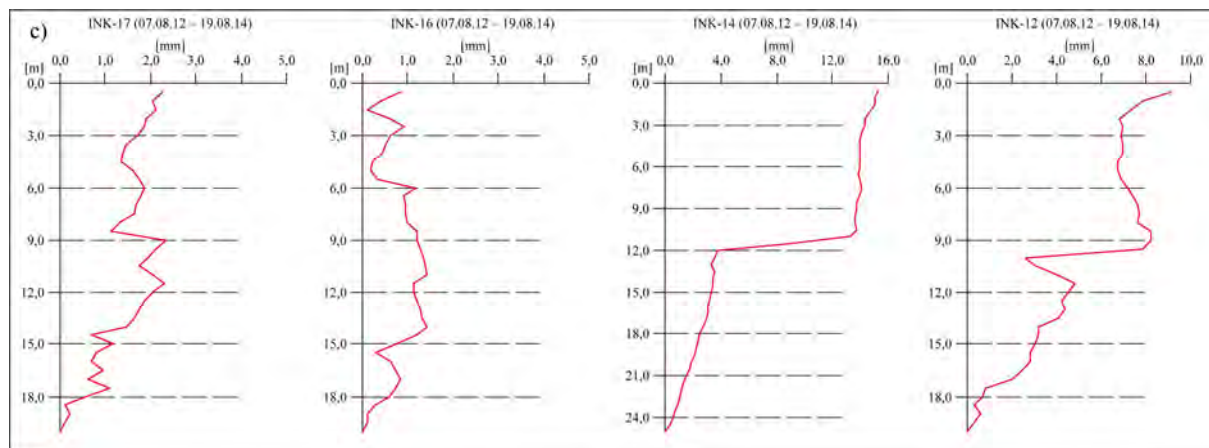
Obr. 1.33a. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.5; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); ohraničenie zosuvu podľa Slámu et al. (2012), mapový podklad: ZBGIS®

boli v tejto etape namerané vo vrtoch INK-14, INK-32, INK-34, INK-43, INK-44 (pribeh výslednej deformácie inklinometrickej pažnice je na obr. 1.33f).

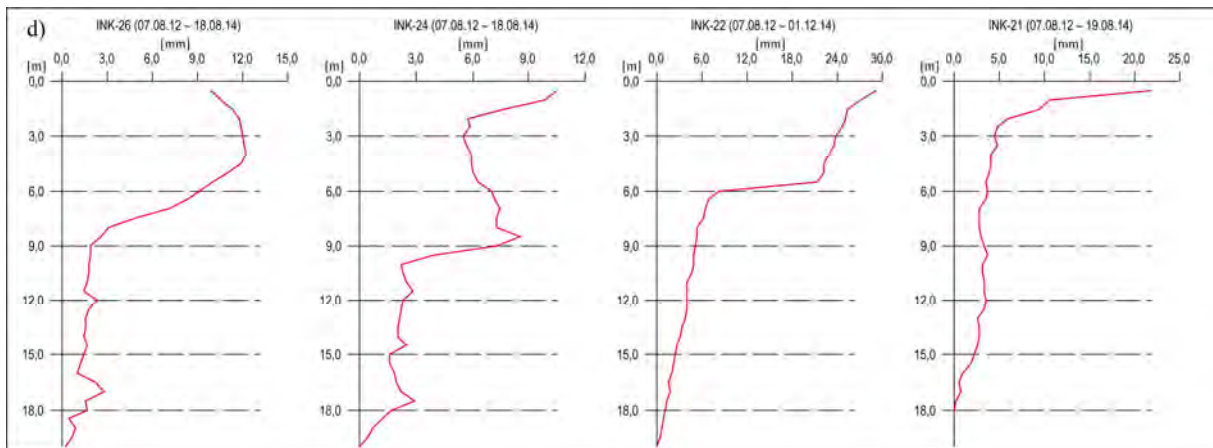
Z hľadiska dlhodobého vývoja deformácií na šmykových plochách (obr. 1.34), možno konštatovať, že v období od roku 2011 do roku 2014 bola najvyššia pohybová aktivita, a to aj napriek vybudovaným sanačným opatreniam, v rokoch 2013 a 2014. V roku 2013 bola najvyššia pohybová aktivita nameraná vo vrte INK-34 (v hĺbke 2,8 m pod terénom) počas aprílovej etapy s prírastkom deformácie 30,40 mm. V aktuálne hodnotenom roku boli vysoké hodnoty zaznamenané vo viacerých častiach zosuvného územia, tak ako uvádzame vyššie. Údaje z meraní metódou presnej inklinometrie v rokoch 2013 a 2014 sú spracované v príl. 1.5.



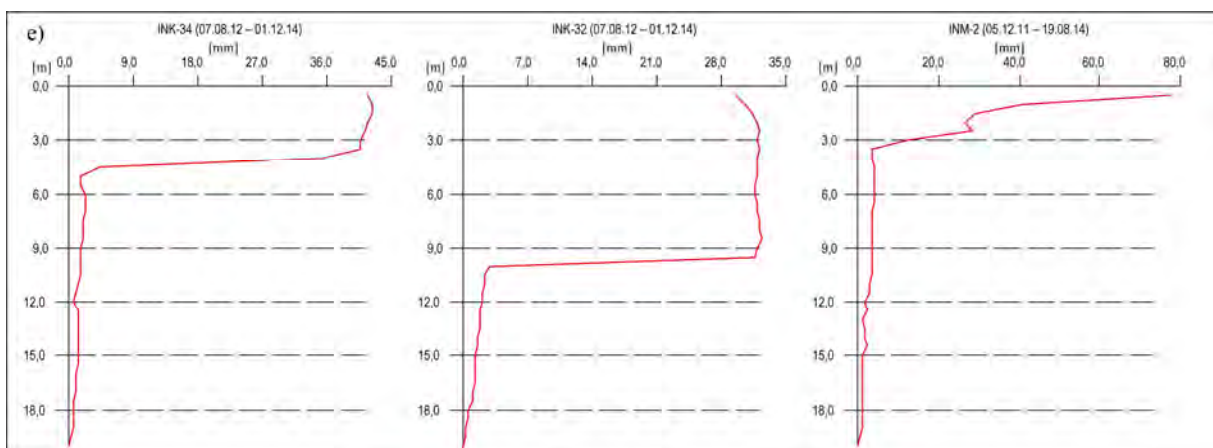
Obr. 1.33b. Lokality Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie vo vrtoch INK-51, INK-52, INK-53, INK-55 a INM-6



Obr. 1.33c. Lokality Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie vo vrtoch INK-12, INK-14, INK-16 a INK-17



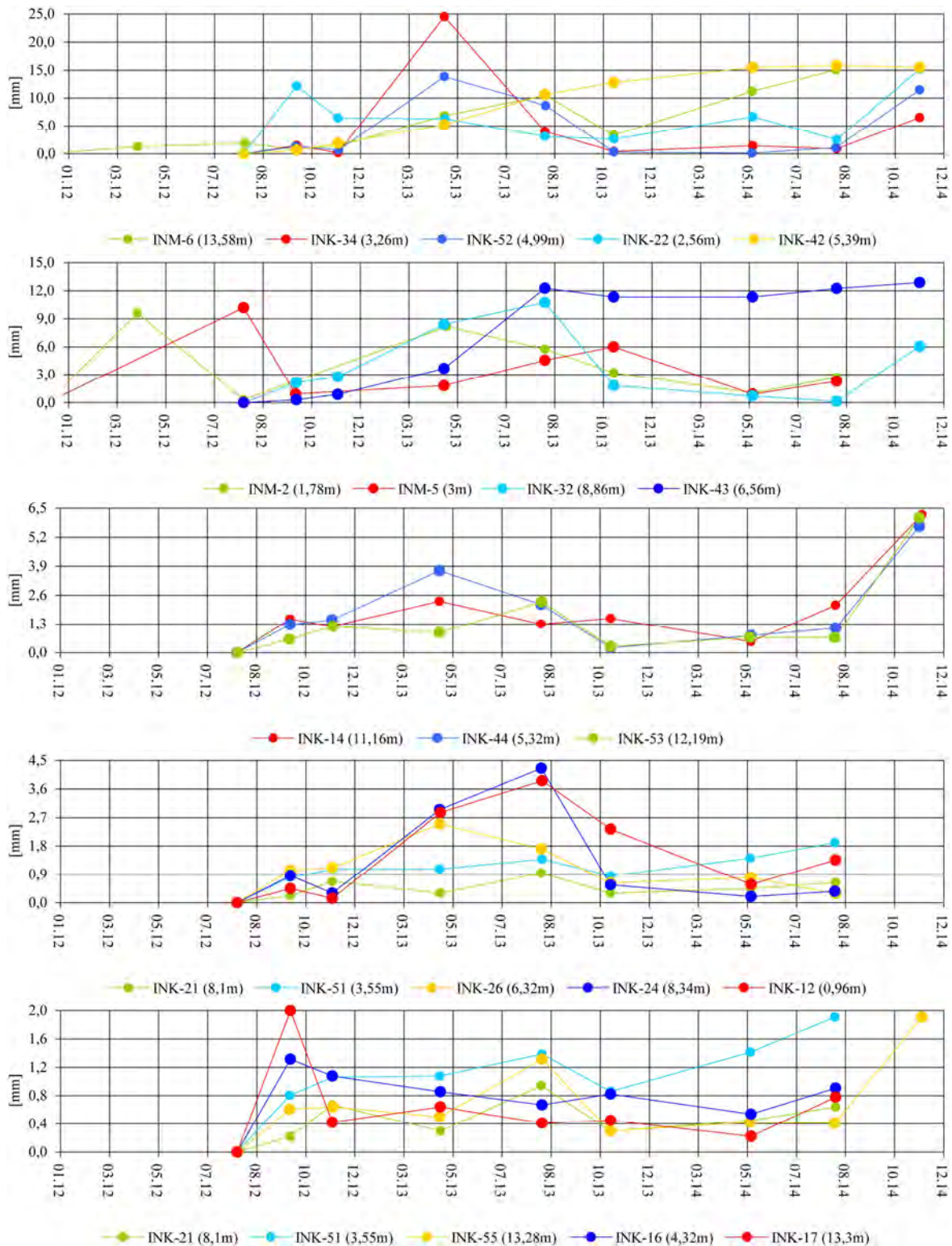
Obr. 1.33d. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie vo vrtoch INK-21, INK-22, INK-24 a INK-26



Obr. 1.33e. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie vo vrtoch INK-32, INK-34 a INM-2



Obr. 1.33f. Lokalita Nižná Myšľa – výsledky inklinometrických meraní – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie vo vrtoch INK-42, INK-43 a INK-44



Obr. 1.34. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Nižná Myšľa

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2013 sa režimové merania zabezpečovali na rozšírenej piezometrickej sieti vrtov (obr. 1.35). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody určená zo všetkých monitorovacích objektov dosiahla hĺbku 8,5 m pod terénom. Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina

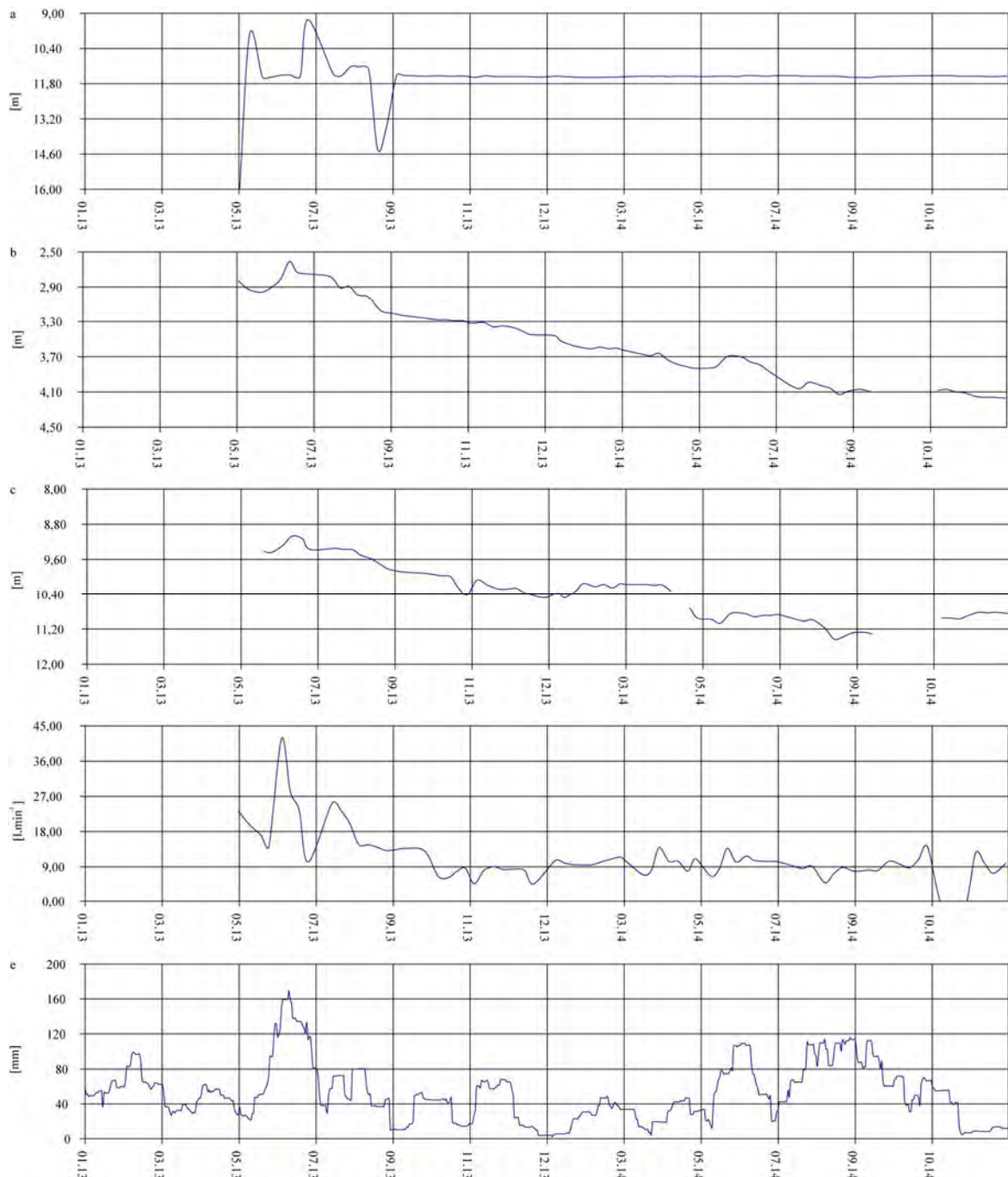
podzemnej vody vo vrtoch JV-54A (6. júna – 0,5 m pod terénom), JC-4 (5. júna – 0,8 m pod terénom), JS-2A (5. júna – 0,87 m pod terénom). Vo vrte JS-2A bola nameraná zároveň aj najhlbšia hladina podzemnej vody (21. novembra – 19,62 m pod terénom), a teda celkové kolísanie v tomto vrte dosiahlo až 18,75 m. Vrty JJ-3, JV-23B, JV-26 a P-6 boli buď celé, alebo značnú časť monitorovaného obdobia, suché.



Obr. 1.35. Lokalita Nižná Myšľa – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. Monitorovacie objekty: a – pozorované vertikálne vrty, b – subhorizontálne odvodňovacie vrty, c – vrty s automatickými hladinomermi; ohraničenie zosuvu: Sláma et al. (2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v porovnaní z predchádzajúcim rokom prakticky nezmenila, stúpala len o 0,01 m a v roku 2014 dosiahla hodnotu 8,49 m pod terénom. Počas monitorovaného obdobia bolo 5 vrtoch suchých (JK-2, JV-23B, JV-26A, P-6 a SŠ-1). Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrtoch JV-26 (24. máj – 1,2 m pod terénom), JV-54A (7. november – 1,3 m pod terénom), JV-16 (24. máj – 1,78 m pod terénom) a JS-2A (31. máj – 1,99 m pod terénom). Maximálne stavy v rozsahu od 2 do 5 m pod terénom boli namerané vo vrtoch JC-3 a 5, JS-3, JV-18, 23, 23A, 24, 25, 33, 35, 43, 44 a 45 a PZ-1. O niečo hlbšie, v intervale 5 až 10 m, boli maximálne stavy zaznamenané vo vrtoch J-1, JC-1 a 2, JJ-2, JS-4, JV-11, 12, 14, 22, 25A, 25A, 27, 31, 34, 42, 52, 53A, 54, 55 a P-1. V ostatných vrtoch maximálna hladina podzemnej vody

nevystúpila nad úroveň 10 m pod terénom. Najväčší výskyt maximálnych stavov bol zaznamenaný v mesiacoch január (až v 12 vrtoch), máj (v 11 vrtoch), november (vo 8 vrtoch) a december (v 9 vrtoch). Paradoxné je, že počas mesiacov január a december bol zároveň zaznamenaný i najväčší výskyt minimálnych stavov hladiny podzemnej vody (príl. 1.5). Z hľadiska hodnotenia amplitúdy zmien hĺbky hladiny podzemnej vody možno konštatovať, že prevládajú zmeny do jedného metra (až v 32 vrtoch); kolísanie hladiny podzemnej vody väčšie ako 4 m je pomerne výnimočné (len v 5 vrtoch). Najväčšie zmeny boli zaznamenané vo vrtoch JV-43 (9,35 m) a JV-31 (10,03 m). V oboch prípadoch dosiahol priemerný gradient vzostupu medzi minimálnou a maximálnou hladinou podzemnej vody 0,18 m za 1 deň.



Obr. 1.36. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtoch na lokalite Nižná Myšľa. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JK-6, b – JV-44, c – JV-31; d – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtoch; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Čaña – indikatív 60140)

Ak by sme chceli charakterizovať vrty, v ktorých boli zaznamenané minimálne zmeny hladiny podzemnej vody, musíme konštatovať, že ide o vrty s pomerne širokým diapazónom úrovni zvodnených horizontov (od cca 2 do 18 m – obr. 1.36), rozptýlených v rámci celej lokality. Namerané kolísanie hladiny v týchto vrtoch má len minimálny korelačný vzťah s okolitými piezometrickými vrtmi. Zmeny hladiny podzemnej vody v týchto vrtoch majú voči zrážkovým úhrnom značnú retardáciu s minimálnymi prejavmi, prípadne zrážková udalosť sa na hladine pozemnej vody neprejavuje vôbec. Na základe pravidelných meraní a vykonaných analýz predpokladáme, že viaceré vrty nepodávajú skutočný obraz o vývoji najdôležitejšieho zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody.

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V zosuvnom území boli v prvej polovici februára nainštalované štyri automatické hladinometry (obr. 1.35). Prvý – JV-17 – sa nachádza v akumuláčnej oblasti zosuvu v blízkosti ulice Družstevná; druhý bol osadený do vrtu JV-22, v odľučnej časti zosuvu v južnej časti obce pod kostolom; tretí do vrtu JV-44, v južnej časti obce (aktuálne bez zástavby, nad poľnohospodárskymi objektmi) a nakoniec posledný, štvrtý, bol umiestnený do vrtu JV-54, ktorý je na svahu za základnou školou.

V roku 2013 bol vo vrte JV-17 hodnotený záznam z obdobia od 12. februára do konca roka. Počas tohto obdobia hladina podzemnej vody dosiahla maximálnu úroveň 8. apríla (4,89 m pod terénom – obr. 1.37a). Minimálna úroveň bola nameraná 31. októbra (7,56 m pod terénom), a teda celkové zmeny hĺbky v tomto vrte dosiahli 2,67 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 6,62 m pod úrovňou terénu.

V roku 2014 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla oproti predchádzajúcemu roku pokles o 0,62 m. Ročné zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahli 0,76 m. V porovnaní s predchádzajúcim rokom sa hladina podzemnej vody ustálila. Najvyššie vystúpila hladina podzemnej vody v druhej polovici mája (príl. 1.5), následne však začala klesať. Zostup hladiny podzemnej vody počas letných mesiacov prerušili intenzívnejšie zrážkové úhrny v júli a auguste. Minimálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá 16. augusta (príl. 1.5). V jesenných mesiacoch hladina podzemnej vody stúpala do 30. októbra, kedy začala opäť klesať.

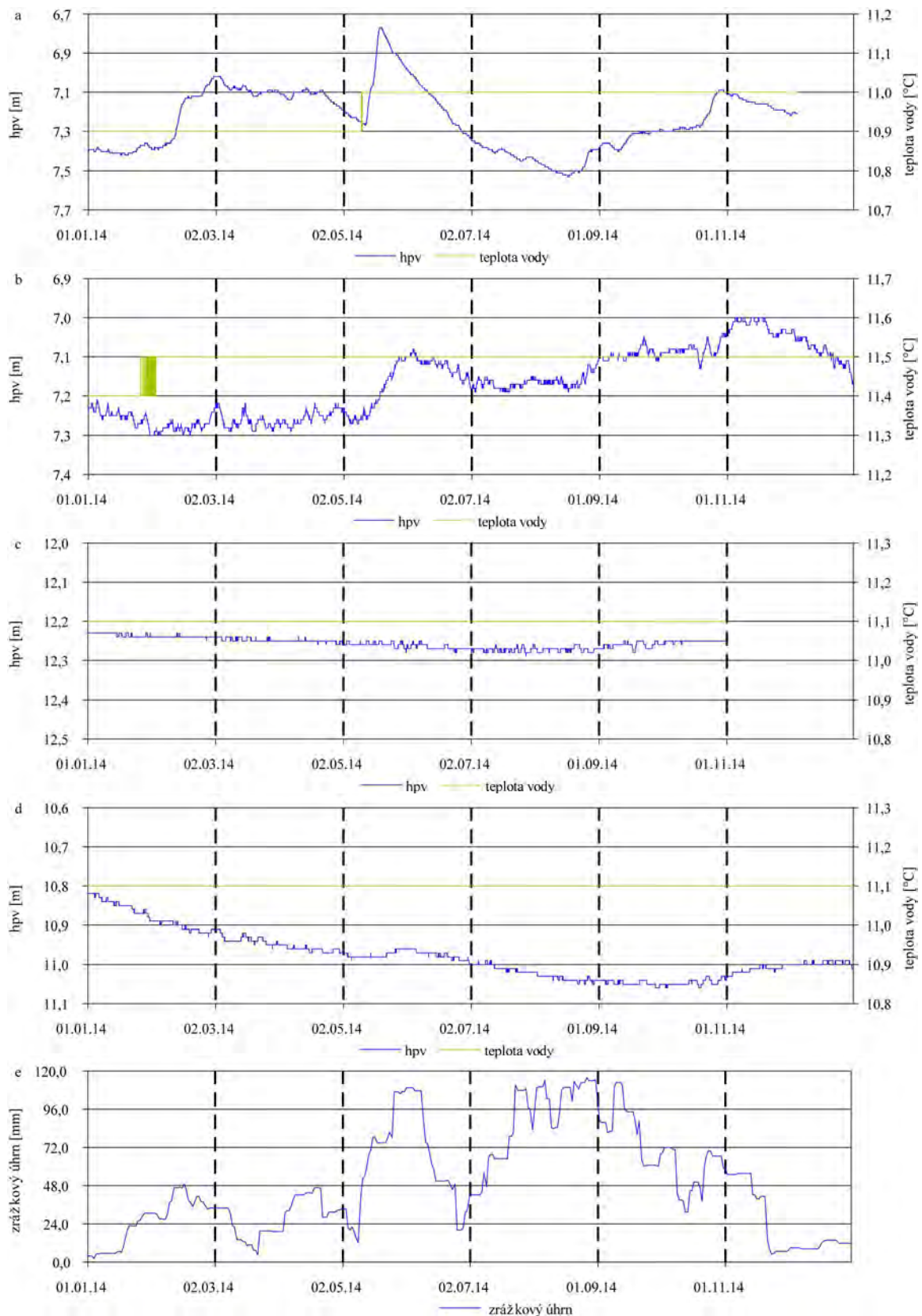
Teplota vody mala počas celého hodnoteného obdobia ustálený režim. Kolísala v intervale 10,9 a 11°C. Jej zmena bola zaznamenaná v súvislosti s prudkým nárastom hladiny pozemnej vody.

Vo vrte JV-22 počas roka 2013 bola maximálna úroveň nameraná 10. júna (5,84 m pod terénom – obr. 1.34) a minimálna úroveň 30. decembra (7,25 m pod terénom). Celkové zaznamenané kolísanie v tomto vrte predstavovalo 1,41 m a priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 6,56 m pod úrovňou terénu.

V roku 2014 priemerná hladina podzemnej vody vo vrte JV-22 dosiahla hĺbku 12,26 m pod terénom, čo je oproti predchádzajúcemu roku pokles o 0,61 m. Podobne, k výraznému poklesu došlo i v prípade hodnoty celkovej amplitúdy ročných zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. V roku 2014 sa teda hĺbka podzemnej vody nachádzala v intervale 7,00 – 7,30 m pod terénom. Minimálny stav bol zaznamenaný 30. januára a maximálny 4. novembra (obr. 1.37b).

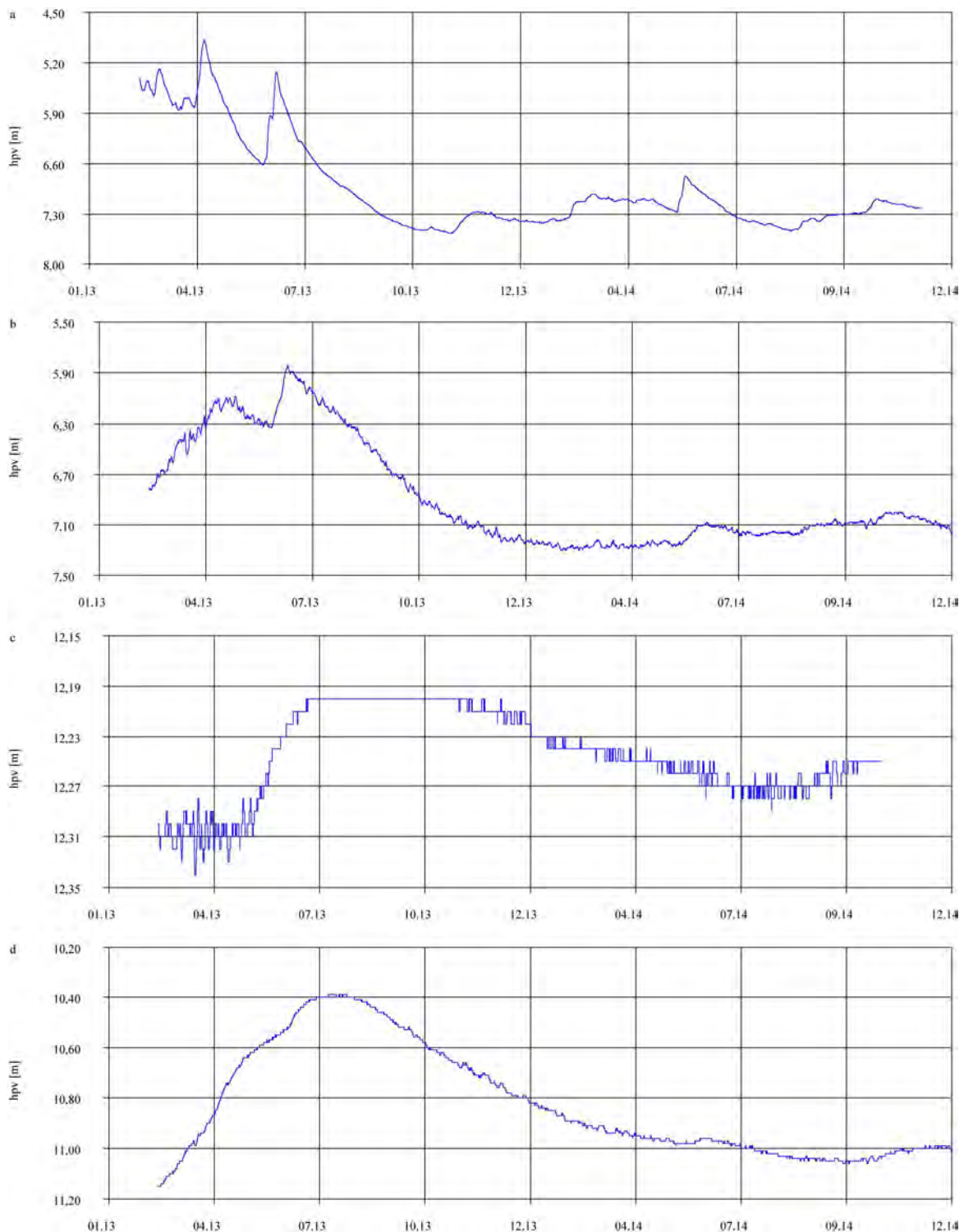
Vo vrte JV-44 boli v roku 2013 pozorované len nepatrné zmeny (obr. 1.34). Maximálna hladina podzemnej vody, nameraná 20. júna, sa nachádzala na úrovni 12,20 m pod terénom a minimálna, zaznamenaná 13. marca, len o 0,14 m hlbšie, teda 12,34 m pod terénom. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla 12,23 m pod úrovňou terénu.

Rovnaký charakter zmien hĺbky hladiny podzemnej vody bol v tomto vrte i v roku 2014. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody sa prakticky nezmenila. Dosiahla hĺbku 12,26 m pod terénom, čo je oproti predchádzajúcemu roku pokles o 0,03 m. Minimálna amplitúda



Obr. 1.37. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomerami na lokalite Nižná Myšľa. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – JV-17, b – JV-22, c – JV-44; d – JV-54; e – zázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Čaňa (indikatív 60140)

zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (0,06 m – obr. 1.37c) poukazuje na technické nedostatky zabudovania monitorovacieho vrtu. Z tohto dôvodu bolo monitorovacie zariadenie z vrtu odinštalované 31. októbra 2014.



Obr. 1.38. Dlhodobé (2013 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi na lokalite Nižná Myšľa. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – JV-17, b – JV-22, c – JV-44; d – JV-54

Vo vrte JV-54 bola v roku 2013 maximálna úroveň nameraná 10. júla v hĺbke 10,39 m pod terénom a minimálna úroveň 12. februára v hĺbke 11,15 m pod terénom (obr. 1.37d). Celková amplitúda zmien dosiahla 0,76 m s priemernou hĺbkou 10,63 m pod úrovňou terénu.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 klesla o 0,3 m a v roku 2014 dosiahla 10,98 m pod terénom. K ustáleniu režimu podzemnej vody došlo i v tomto vrte, a teda celkové kolísanie hladiny podzemnej vody bolo minimálne, podobné ako vo vrte JV-22 (0,24 m). Maximálna hladina bola dosiahnutá na začiatku kalendárneho roka; následne, až do konca bol pozorovaný jej zostup. Počas jesenných mesiacov, pravdepodobne v dôsledku vyšších zrážkových úhrnov z letného obdobia, bol nameraný mierny vzostup hladiny podzemnej vody. Vo vrtoch JV-44 a JV-54 boli zaznamenané nulové zmeny teploty podzemnej vody.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 boli okrem zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sledované i výdatnosti odvodňovacích zariadení (príl. 1.5, obr. 1.36).

Od roku 2013 sú pozorované odvodňovacie zariadenia vybudované počas prvej etapy sanácie. Monitorovanie sa podobne ako v prípade meraní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody začalo vykonávať až v máji. Najvyššia priemerná výdatnosť bola dosiahnutá vo vrte ST-5/2 ($4,01 \text{ l.min}^{-1}$). Tento vrt sa nachádza v akumuláčnej časti zosuvu medzi Družstevnou a Hlbokou ulicou. Maximálna výdatnosť v tomto vrte bola zaznamenaná 13. júna s hodnotou $7,5 \text{ l.min}^{-1}$.

Medzi vrty, v ktorých bola priemerná výdatnosť vyššia ako 2 l.min^{-1} , možno zaradiť ešte aj ST-1/5, ST-2/3, ST-6/3. V ostatných vrtoch sú priemerné hodnoty výdatnosti nižšie ako 1 l.min^{-1} , pričom vo väčšine prípadov sa blížia k nulovému prietoku (vrty ST-3/3, ST-3/4, ST-7/1 a ST-7/2 boli počas všetkých meraní suché a vo vrtoch ST-3/1, ST-3/2, ST-4/1, ST-4/3, ST-6/2, ST-7/3 bolo zaznamenané maximálne len kvapkanie). Vzhľadom na skutočnosť, že zimné obdobie bolo bohaté na zrážky, uvedené prietoky odvádzanej vody zo zosuvného územia je možné hodnotiť ako veľmi nízke.

Sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov v roku 2013 dosiahla hodnotu $17,01 \text{ l.min}^{-1}$.

V roku 2014 sa pokračovalo v režimových meraniach na rovnakom súbore sanačných objektov. Sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích zariadení v porovnaní z rokom 2013 klesla o $6,67 \text{ l.min}^{-1}$ a v roku 2014 dosiahla $10,34 \text{ l.min}^{-1}$. Z celkového počtu 28 monitorovaných objektov vyteká podzemná voda len zo šiestich vrtoch (ST-1/4, ST-1/5, ST-2/2, ST-2/3, ST-4/2 a ST-6/3). Z ďalších dvoch (ST-5/1 a ST-5/2) tečie voda počas zimného a jarného obdobia a ostatné vrty sú prevažnú časť roka suché, a len vzácné je na nich nameraný nejaký prietok (do $0,5 \text{ l.min}^{-1}$), prípadne kvapkanie. Štyri vrty boli počas celého roka suché (ST-3/4, ST-7/1, ST-7/2, ST-7/3).

Najväčší výskyt maximálnych výdatností bol zaznamenaný v decembri. V tomto období bola nameraná i najvyššia výdatnosť v roku 2014, a to vo vrte ST-1/5 (6. december – $5,0 \text{ l.min}^{-1}$). V tomto období bola zároveň nameraná i najvyššia sumárna výdatnosť určená na všetkých odvodňovacích zariadeniach ($14,07 \text{ l.min}^{-1}$). Najnižšia sumárna výdatnosť bola dosiahnutá 8. augusta, kedy zo všetkých odvodňovacích zariadeniach vybudovaných na lokalite Nižná Myšľa vytekalo len $4,92 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššie kolísanie výdatnosti bolo namerané na vrte ST-5/2 ($3,32 \text{ l.min}^{-1}$).

Odvodňovacie zariadenia, určené na hĺbkové odvodnenie zosuvného územia Nižná Myšľa, je možno jednoznačne hodnotiť ako málo efektívne.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Čaña s indikatívom 60140. Pre porovnanie dosiahnutých úhrnov sú použité údaje z Mapy priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovený interval 550 až 600 mm. V roku 2013 bol na stanici Čaña zaznamenaný zrážkový úhrn 631,1 mm, čo možno považovať za nadpriemerný úhrn. Počas roku 2014 úhrn zrážok dosiahol 611,9 mm (čo je o 19,2 mm menej ako v predchádzajúcom roku) a je ho možné, podobne ako v predchádzajúcom roku, považovať za mierne nadpriemerný.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 sa pokračovalo v monitorovacích aktivitách z prechádzajúceho obdobia. Najvýznamnejšie výsledky priniesli merania metódou presnej inklinometrie. Najvyššie deformácie boli namerané vo vrte INM-6, ktorý sa nachádza nad areálom Základnej školy. Mimoriadne deformácie zaznamenané v tejto časti zosuvu zapríčinili, že počas poslednej etapy bol vrt nepriechný, teda v území došlo k deformácii, ktorá spôsobila „ustrihnutie“ inklinometrickej pažnice. Zvýšená pohybová aktivita bola nameraná aj vo vrtoch INK-52 a INK-53, ktoré sa nachádzajú vyššie vo svahu.

Vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli zaznamenané aj v strednej a južnej časti obce, najmä počas májovej etapy boli (INK-22, INK-42, INK-34).

Režimové merania boli v roku 2014 zabezpečené na 59 piezometrických vrtoch, sledovaných pozorovateľom a ďalších 4, monitorovaných kontinuálne, automatickými hladinomeri a 28 subhorizontálnych odvodňovacích vrtoch. V prípade hodnotenia hladiny podzemnej vody boli v roku 2014 sledované vo väčšine prípadov len zmeny hĺbky do jedného metra. Tento stav môže čiastočne súvisieť s klimatickými pomermi v danom roku. V mnohých prípadoch však hladina podzemnej vody sledovaná vo vrtoch nereagovala na zvýšené zrážkové úhrny. Takýto priebeh bol pozorovaný napr. aj vo vrte JV-44, v ktorom bol umiestnený automatický hladinomer. Počas celého roku výsledná amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla len 0,06 m. Predpokladáme, že hladina podzemnej vody v hodnotenom území nekomunikuje s hladinou pozorovanou vo vrte JV-44. Z tohto dôvodu sme automatický hladinomer odinštalovali.

Pri hodnotení odvodňovacích zariadení, je možné konštatovať veľmi nízku účinnosť. Väčšina vrtov je suchých, niektoré kvapkajú a len šesť z 28 vrtov efektívne odvádza podzemnú vodu.

Monitorované územie v súčasnosti predstavuje oblasť, v ktorej zosuv ohrozuje veľké množstvo rôznych objektov technosféry, ale najmä značnú časť obyvateľov obce Nižná Myšľa. Z tohto dôvodu plánujeme v roku 2015 pokračovať v monitorovacích aktivitách v rovnakom rozsahu ako v roku 2014. V tejto súvislosti sa budeme usilovať o pokračovanie v spolupráci s miestnym zastupiteľstvom obce pri zabezpečovaní monitorovania režimových ukazovateľov. Zároveň plánujeme rozšíriť monitorovacie aktivity o novú progresívnu metódu založenú na technológii InSAR, vďaka ktorej bude možná celoplošná identifikácia pohybovej aktivity.

1.4.6. Lokalita Kapušany

Stručná charakteristika lokality

Zosuv v obci Kapušany postihuje JV svah pod Kapušianskym hradom. Pri aktivizácii tohto zosuvu došlo k porušeniu niekoľkých rodinných domov, z ktorých viaceré museli byť asanované.

Zosuvné územie sa monitoruje od roku 2012. Inklinometrické merania sa na lokalite začali vykonávať prakticky bezprostredne (august 2012 – nulté meranie) po vybudovaní monitorovacích objektov. V jarných mesiacoch roku 2013 sa začalo s vykonávaním režimových pozorovaní (na piezometrických vrtoch a odvodňovacích zariadeniach). Podrobný opis zosuvnej lokality je súčasťou správ z predchádzajúcich rokov (Liščák et al., 2012 a 2013), ako aj správ z realizovaných prieskumov (Laffèrs et al., 2012) a sanácií (Fekeč et al., 2014c in Šimeková et al., 2014).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Na lokalite Kapušany boli v rokoch 2013 a 2014 monitorovacie aktivity zamerané najmä na inklinometrické merania a čiastočne i na režimové pozorovania (rok 2013). Termíny realizácie meraní sú zhrnuté v tab. 1.12.

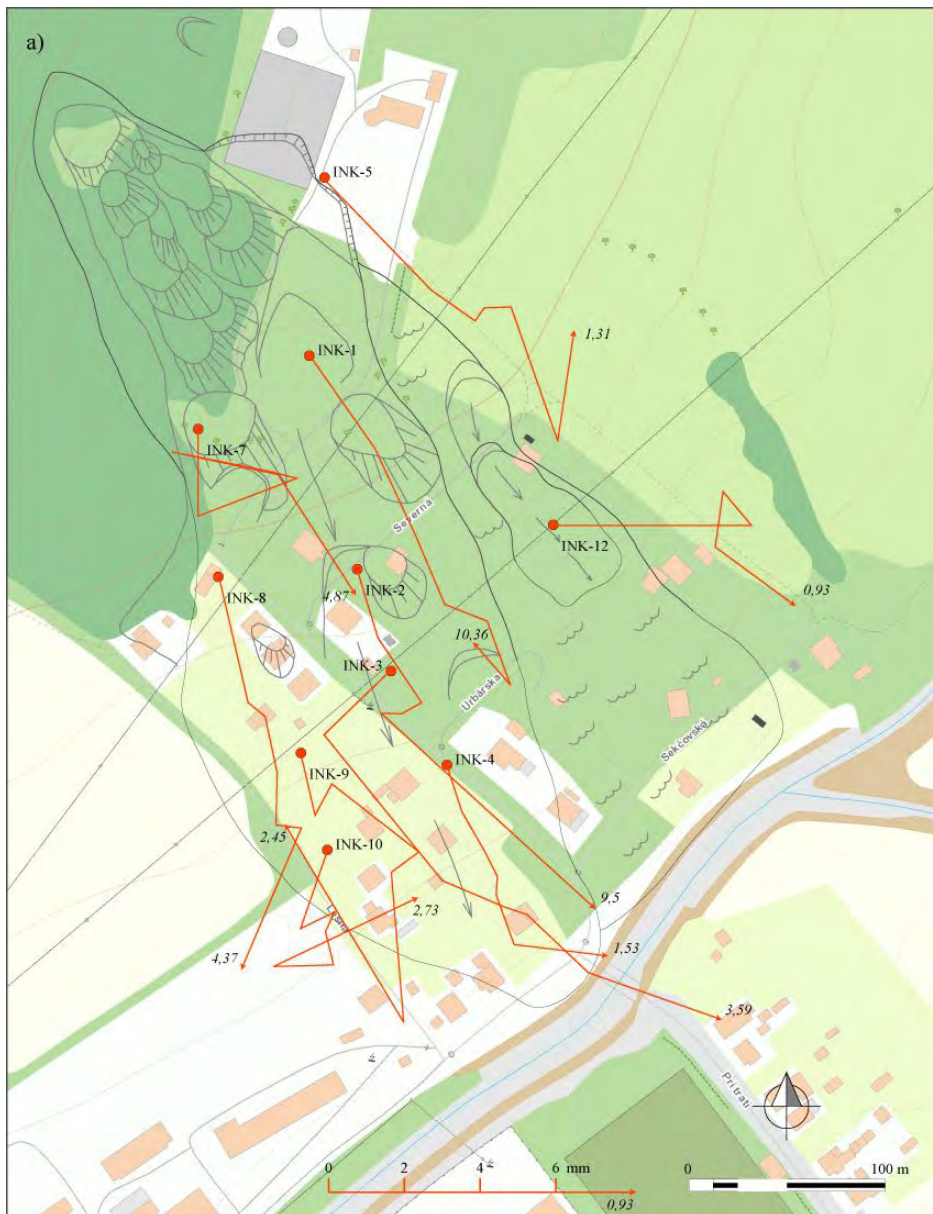
Tab. 1.12 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kapušany v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	10	INK-1, INK-2, INK-3, INK-4, INK-5, INK-7, INK-8, INK-9, INK-10, INK-12	3 (20. apríl, 25. júl, 11. november)	3 (7. máj, 20. august, 4. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	16	KI-12, 13, 14, 15, 17, 20, 21, KSH-1, PRI-6, V-POZ-1 až 5, 7, 10, V-PRIEST-13	16 (2x za mesiac)	4 (31. január, 21. február, 10. apríl, 13. máj)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	V-1, 2,	16 (2x za mesiac)	4 (31. január, 21. február, 10. apríl, 13. máj)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanice SHMÚ: Kapušany (indikatív 59220)	Denné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 bola pozorovaná akcelerácia pohybovej aktivity. Najväčšia deformácia bola nameraná vo vrte INK-12 relatívne plytko pod terénom (počas aprílového merania – 5,22 mm; cca 4,5 mesiaca od poslednej etapy obr. 1.39). Vo vrtoch INK-3, INK-5 a INK-8 boli zvýšené hodnoty deformácie namerané počas júnovej etapy (vektory deformácií sa nachádzali v intervale od 3,42 do 4,96 mm). V ostatných monitorovaných vrtoch, v hĺbkach predpokladaných šmykových plôch, nepresiahli namerané deformácie hodnotu 3 mm.

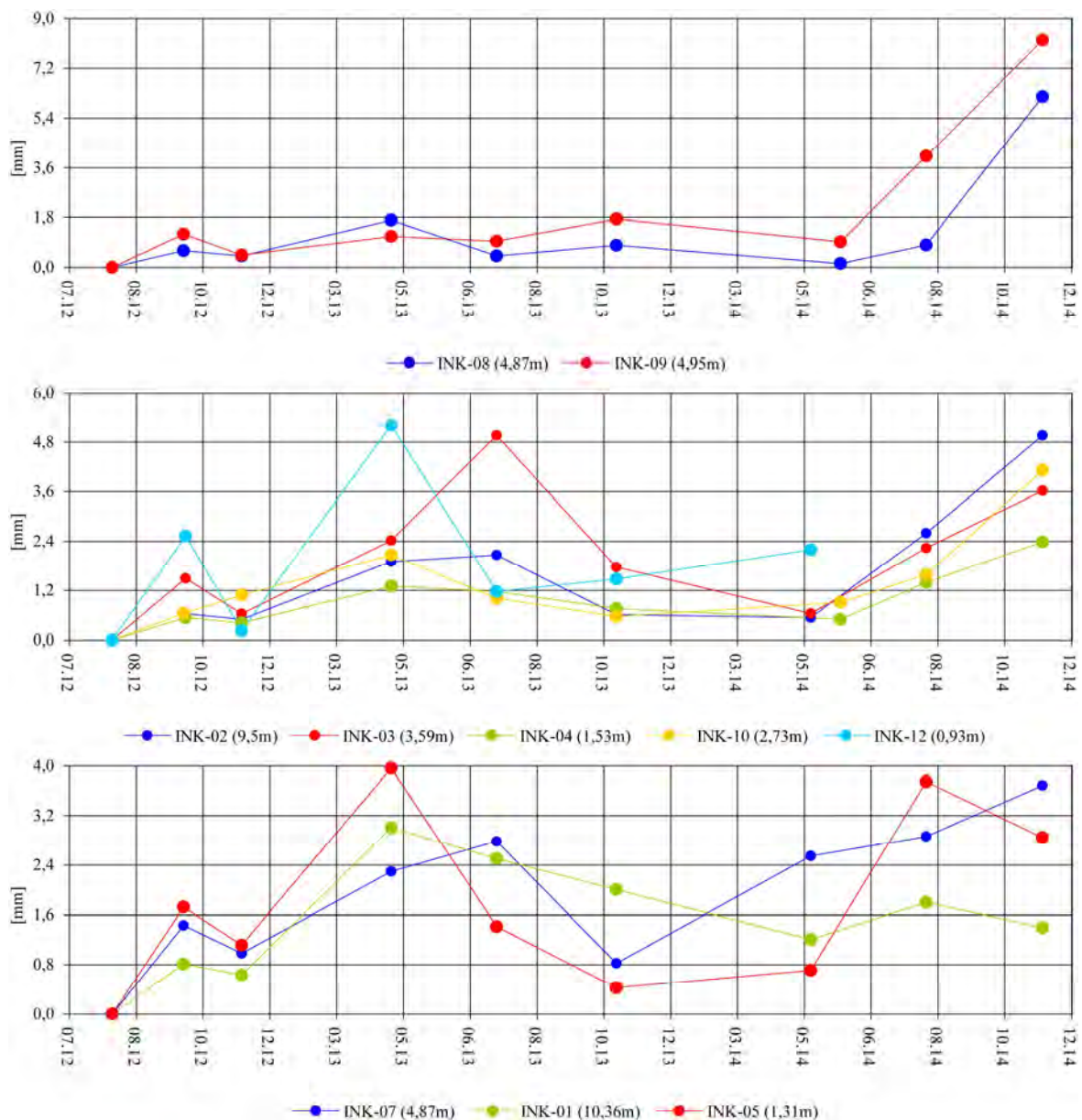


Obr. 1.39. Lokalita Kapušany – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.1; čísla zobrazené pri jednotlivých vektorech označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m); ohraničenie zosuvu: Laffèrs et al. (2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 boli v zosuvnom území realizované tri etapy inklinometrických meraní (tab. 1.12). Najvyššia pohybová aktivita bola nameraná počas poslednej decembrovej etapy vo vrte INK-2, ktorý sa nachádza v centrálnej časti zosuvu. V hĺbke 14,0 m pod terénom, na hlbšej šmykovej ploche, bola nameraná deformácia 7,18 mm. Ide o najvyššiu deformáciu vo vrte INK-2 nameranú za celé monitorovacie obdobie. O niečo nižší prírastok deformácie (6,61 mm) bol v tomto vrte nameraný na plytšej šmykovej ploche v hĺbke 10,5 m pod terénom. Pomerné vysoké prírastky deformácie boli namerané takisto vo vrte INK-9 v hĺbkach 2,45 m pod terénom (6,0 mm) a 6,45 m pod terénom (5,50 mm). Prírastky deformácie nad 3,0 mm boli počas tejto etapy namerané vo vrtoch INK-3, INK-7, INK-8 a INK-10. Naopak najstabilnejšie sa prejavuje oblasť v blízkosti vrty INK-1. V ostatných vrtoch boli na sledovaných šmykových plochách namerané prírastky deformácie do 3 mm (príl. 1.6).

Počas prvej (májovej) etapy, bola najvyššia pohybová aktivita nameraná vo vrtoch INK-7 (v hĺbke 24,87 m pod terénom – deformácia 2,55 mm) a INK-12 (v hĺbke 0,93 m pod terénom – deformácia 2,19 mm). V období od mája do augusta došlo k miernemu nárastu aktivity. Najvyššie prírastky boli zaznamenané vo vrtoch INK-9 (v hĺbke 2,45 m pod terénom – deformácia 3,79 mm) a INK-5 (v hĺbke 1,31 m pod terénom – deformácia 3,75 mm). Prírastky deformácie nad 2 mm boli namerané na sledovaných šmykových plochách vo vrtoch INK-1, INK-2, INK-3 a INK-7 (príl. 1.6).

Pri hodnotení celého obdobia monitorovania, možno konštatovať, že v roku 2014 došlo k nárastu pohybovej aktivity na sledovaných šmykových plochách (obr. 1.40). Vo viacerých vrtoch boli na šmykových plochách namerané najvyššie prírastky deformácie za celé sledované obdobie (od roku 2012). Pomerne vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli namerané i počas prvých dvoch etáp v roku 2013 (príl. 1.6).

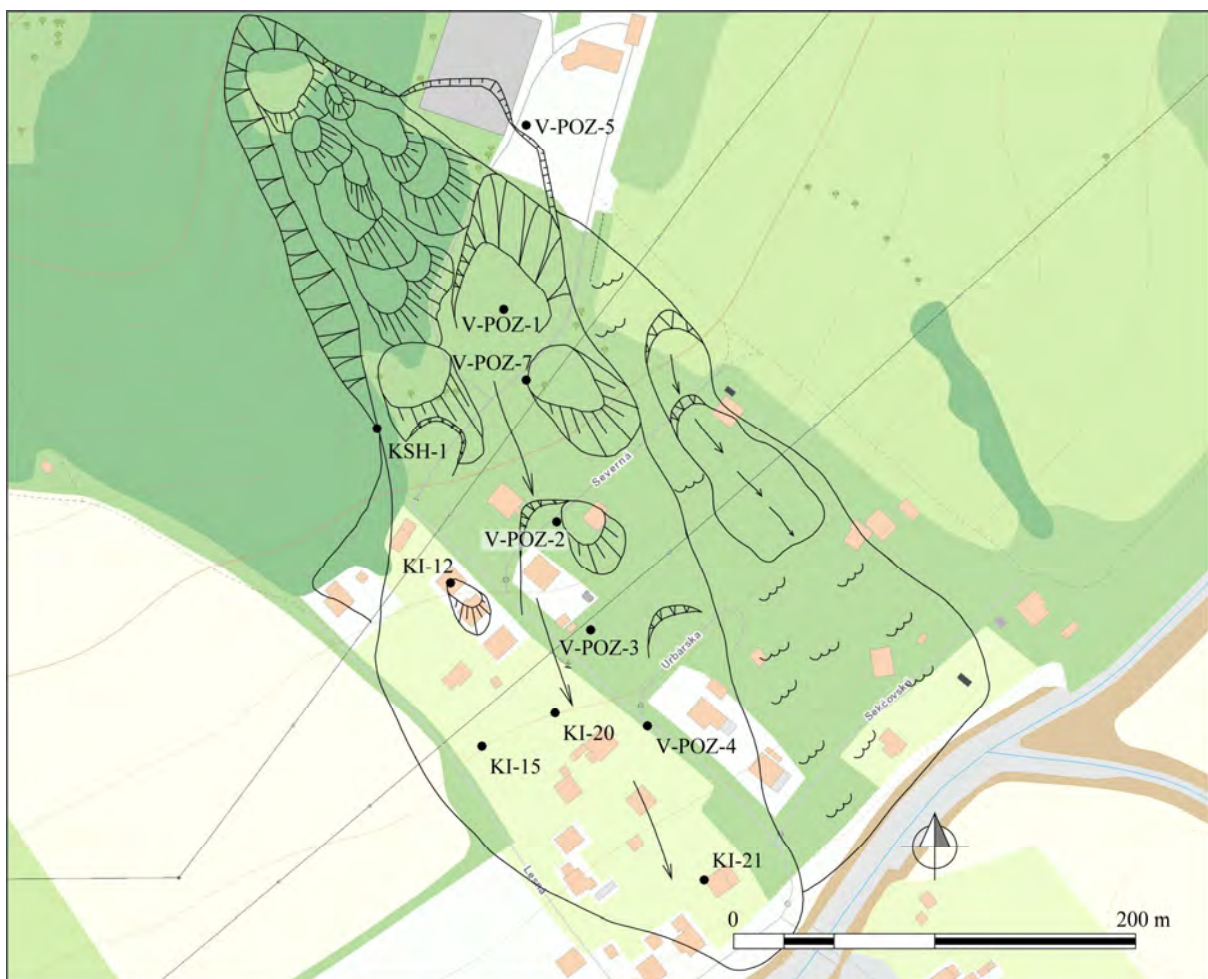


Obr. 1.40. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Kapušany

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2013 sa hĺbka hladiny podzemnej vody pozorovala v 13 vrtoch s frekvenciou cca 2-krát za mesiac (obr. 1.41). Merania boli vykonávané od februára 2013. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto roku dosiahla 5,75 m pod úrovňou terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte V-POZ-3 (2,12 m) a naopak minimálne zmeny boli namerané vo vrte PRI-6 (0,05 m). Najvyššie, teda najbližšie k povrchu terénu, vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte V-POZ-10 4. apríla (0,82 m pod terénom). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané prevažne v apríli (V-POZ-10, V-POZ-5, KI-12, V-POZ-1, KI-13, V-POZ-2), ojedinele však i v auguste. Relatívne hlboko pod terénom sa nachádza hladina podzemnej vody vo vrte V-POZ-4. Maximálny stav v tomto vrte bol zaznamenaný 3. mája (5,89 m pod povrchom terénu) a naopak, minimálny 17. decembra (7,96 m p. t. – príl. 1.6).

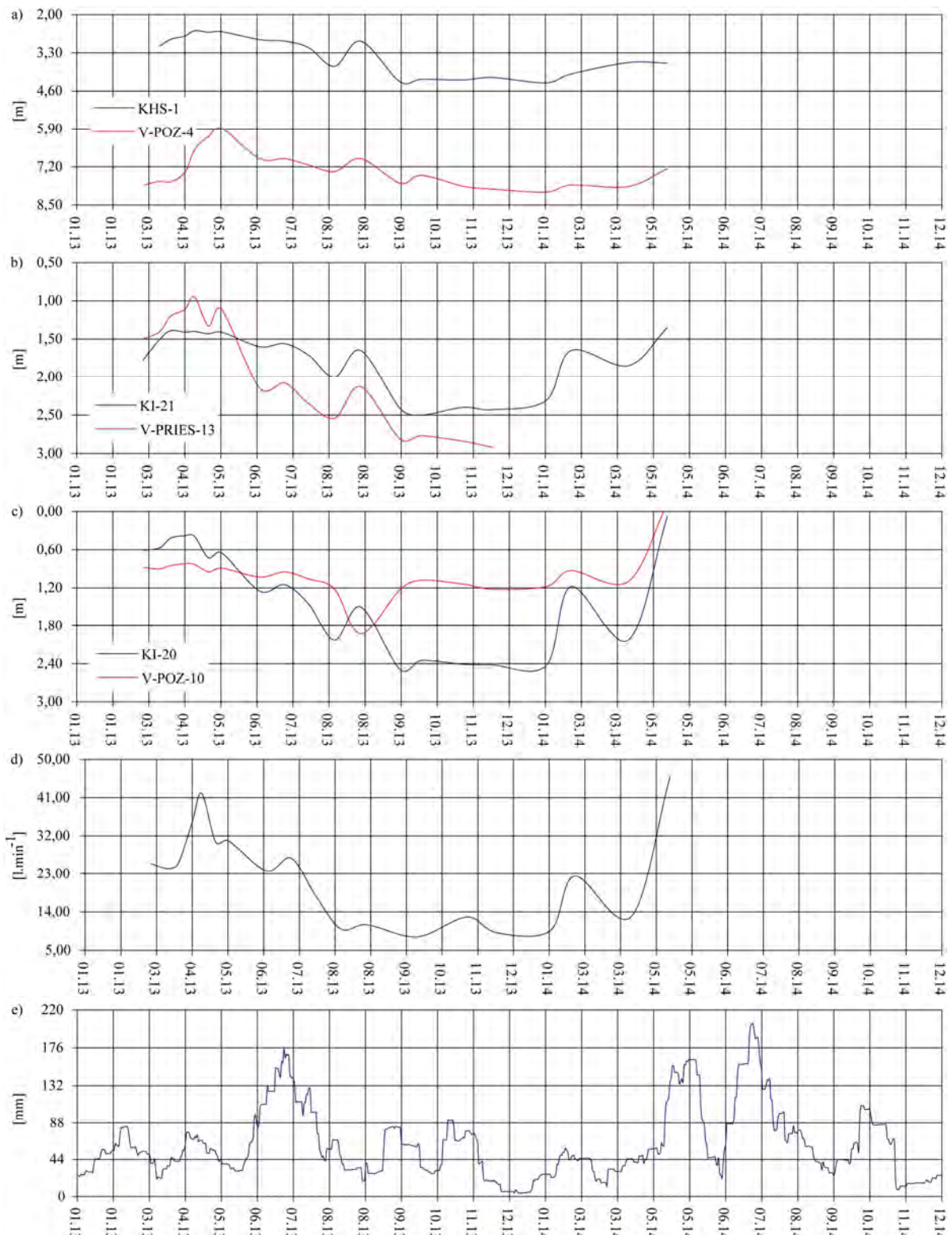


Obr. 1.41. Lokalita Kapušany – sieť monitorovacích objektov pre režimové pozorovania. V-POZ-1 – vrt s automatickým hladinomerom; ohraničenie zosuvu: Laffers et al. (2012); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 došlo k výraznej redukcii režimových meraní. Merania boli realizované len počas mesiacov január, február, apríl a máj. Zrealizované boli celkovo len 4 etapy meraní.

Hladiny podzemnej vody v tomto období najviac kolísali vo vrtoch KI-12, KI-15, KI-20, V-POZ-10 a V-POZ-5, pričom najväčšia amplitúda zmien bola zaznamenaná vo vrte KI-20 (2,35 m – obr. 1.42). Najvyššia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá vo vrte V-POZ-10, a to až nad úrovňou terénu (0,12 m nad terénom). V blízkosti terénu bola nameraná aj hladina

podzemnej vody vo vrte KI-20 (0,08 m pod terénom). Namerané maximálne stavy hladiny podzemnej vody v ostatných vrtoch sa nachádzali v hĺbke väčšej ako 1,35 m pod terénom; najhlbšie vo vrte V-POZ-2 (maximálna hladiny podzemnej vody – 10,5 m pod terénom, minimálna – 10,57 m pod terénom).

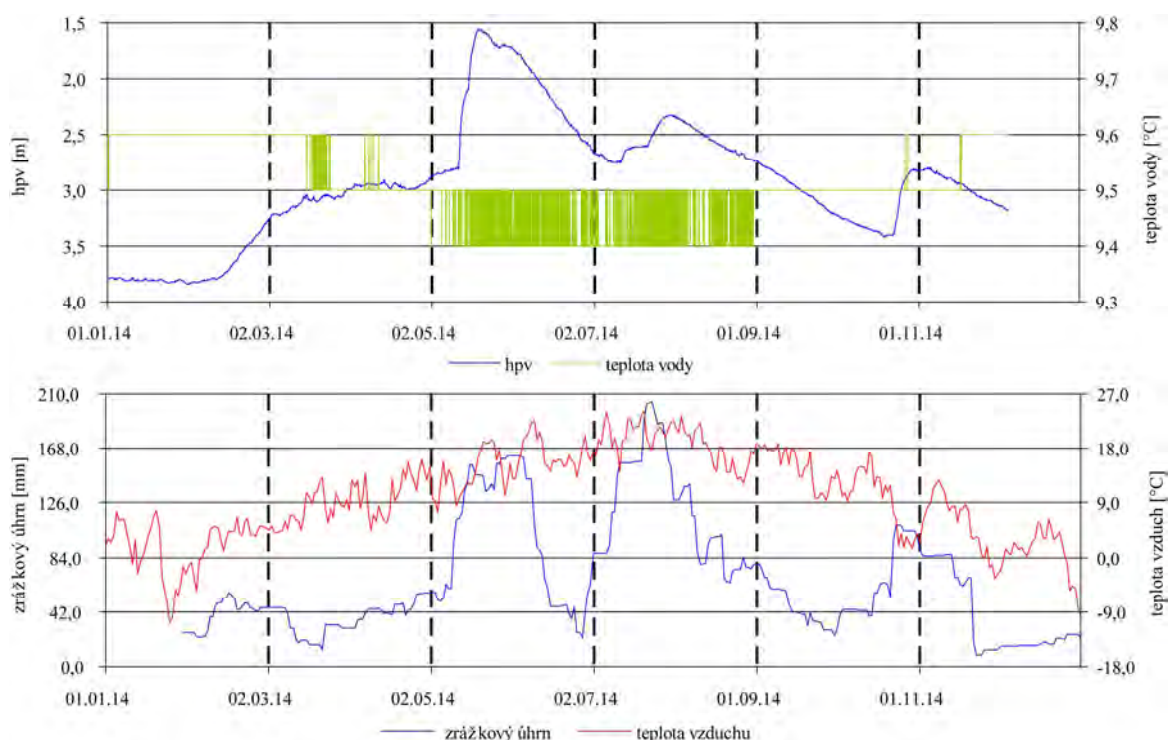


Obr. 1.42. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtoch na lokalite Kapušany. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – KHS-1 a V-POZ-4, b – KI-21 a V-PRIES-13, c – KI-20 a V-POZ-10, d – spoločná výdatnosť monitorovaných subhorizontálnych vrtoch; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Kapušany)

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomeri

Automatický hladinomer je umiestnený vo vrte V-POZ-1 od 30. septembra 2013. Priemerná hladina podzemnej vody v roku 2014 dosiahla hĺbku 2,92 m pod terénom. Zo záznamu na obr. 1.43 je vidieť, že hladina podzemnej vody mala do polovice februára prevažne vyrovnaný charakter s minimálnymi zmenami. V tomto období – 30. januára – bol zaznamenaný i minimálny stav hladiny podzemnej vody (3,84 m pod terénom). Jej vzostup začal v druhej polovici februára a trval až do 19. mája kedy bola dosiahnutá maximálna hladina podzemnej vody v hodnotenom roku (1,56 m pod terénom). Počas tohto obdobia sa viackrát zmenila intenzita jej stúpania. Najintenzívnejšie začala stúpať 12. mája. Tento termín priamo korešponduje s výskytom zvýšených zrážkových úhrnov. Po dosiahnutí maximálneho stavu nabrala hladina podzemnej vody klesajúci trend. Pomerne výrazne však reagovala na zaznamenané zrážkové úhrny v letných a jesenných mesiacoch.

Teplota podzemnej vody mala ustálený priebeh. Pokles teploty súvisel s dopĺňaním podzemných vôd atmosférickými zrážkami.



Obr. 1.43. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Kapušany. a – automatický hladinomer je umiestnený vo vrte V-POZ-1, b – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Kapušany

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 bola okrem zmien hĺbky hladiny podzemnej vody pozorovaná aj výdatnosť odvodňovacích zariadení (obr. 1.42, príl. 1.6). Systematicky sú merania vykonávané vo vrtoch V-1 a V-2. Priemerná sumárna výdatnosť pozorovaných vrtoch v roku 2013 dosiahla $21,41 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Maximálna výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte V-2 počas aprílového merania (10. apríl – $30,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$); naopak, minimálna výdatnosť bola zaznamenaná vo vrte V-1 30. septembra ($1,71 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$).

V roku 2014 sa pokračovalo v monitorovaní, avšak vo výrazne zredukovanej frekvencii meraní. Merania boli zabezpečované v súčinnosti s obecným úradom v Kapušanoch. Podobne ako pri monitorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, aj v tomto prípade mali merania

len inventarizačný charakter (4 merania v zimných a jarných mesiacoch). I keď získané údaje poukazujú na pomerne vysokú efektívnosť vybudovaného hĺbkového odvodnenia (maximálna výdatnosť subhorizontálneho vrtu počas májového merania dosiahla $31,58 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ – príl. 1.6), krátke obdobie monitoringu a nízka frekvencia meraní neumožňuje komplexnejšie zhodnotiť ich režim.

e/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Kapušany sú opísané v rámci lokality Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Kapušany bol metódou presnej inklinometrie, zaznamenaný nárast pohybovej aktivity najmä počas decembrového merania. Najväčšie deformácie boli pozorované vo vrtoch INK-2, 9 a 10. Naopak, v období od novembra 2013 do mája 2014 boli namerané relatívne nízke hodnoty pohybovej aktivity.

Režimové pozorovania mali v roku 2014 charakter inventarizácie aktuálneho stavu piezometrických a subhorizontálnych odvodňovacích vrtoch. Z vykonaných meraní je možné pozitívne vnímať namerané vysoké hodnoty výdatností drenážnych objektov počas jarného obdobia. Doterajšie merania boli zabezpečované v spolupráci s obecným úradom Kapušany.

Reprezentatívnejšie výsledky o zmenách hladiny podzemnej vody podávajú údaje z automatického hladinomeru, ktorý bol 30. septembra 2013 inštalovaný do vrtu V-POZ-1. Vrt sa nachádza v hornej časti zosuvu pod odlučnou oblasťou. Zo záznamu vyplýva, že stabilne najmenej priaznivá hladina podzemnej vody bola nameraná počas mesiaca máj. Ide o obdobie so zvýšenými úhrnmi zrážok.

V roku 2015 plánujeme obnoviť monitorovacie aktivity na vybudovaných piezometrických a odvodňovacích vrtoch (i z roku 2014). Vzhľadom na skutočnosť, že spolupráca s mestským zastupiteľstvom pri zabezpečovaní režimových meraní sa ukázala ako neperspektívna, v roku 2015 plánujeme monitorovacie merania zabezpečiť zamestnancami Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Merania budú vykonávané v mesačnom intervale (cca 10 meraní do roka). Zároveň plánujeme pokračovať v inklinometrických meraniach s frekvenciou 2 merania za rok.

1.4.7. Lokalita Prievdza-Hradec

Stručná charakteristika lokality

Hradec je miestna časť mesta Prievdza v rámci mestskej časti Prievdza V.-Štvrte. Zosuvné územie sa nachádza na severozápadnom úpätí Vtáčnika. Ide o vulkanické pohorie tvorené andezitmi, ktoré sa vďaka tektonickej predispozícii gravitačne rozpadá. Od najvyššie položených častí pohoria sa postupne tvoria blokové rozpadliny, blokové polia, ktoré predstavujú dislokované bloky andezitov, až po zosuvy, ktoré vznikajú v predpolí v horninách sedimentárneho neogénu a kvartéru.

Horniny sedimentárneho neogénu sú v širšom okolí záujmového územia zastúpené kamenským súvrstvom (báden), ktoré je tvorené sukcesiou vulkanoklastických, vulkanosedimentárnych a sedimentárnych hornín (Šimon et al., 1997). Ďalej sa v záujmovom území vyskytujú handlovské a novácke súvrstvie, ktoré reprezentujú uhoľné íly, íly, ílovce s preplástkami redeponovaných vulkanoklastík; košianske súvrstvie tvorené ílmi, slienitými ílmi, diatomitmi a diatomitickými ílmi a lehotské súvrstvie zastúpené štrkami, pieskami a piesčitými ílmi. Vtáčnická formácia je zastúpená blokovými pyroklastickými andezitmi (Tupý et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014).

V miestnej časti Hradec sú monitorované dve samostatné zosuvné územia (obr. 1.44). Prvé sa nachádza na Pavlovskej ulici a druhé na ulici Na Stanište. Oba zosuvy ohrozujú a poškodzujú viaceré objekty individuálnej bytovej výstavby. V rokoch 2013 a 2014 boli na lokalite samostatne realizované geologické úlohy – podrobný a doplnkový inžinierskogeologický prieskum (Ilkanič et al., 2013, Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014) a sanácia (Tupý et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014). Počas doplnkového inžinierskogeologického prieskumu a sanácie tu boli vybudované 2 piezometrické a 6 inklinometrických vrtov. V roku 2014 sa začalo s monitorovaním metódou presnej inklinometrie v 4 vrtoch (1 na ul. Na Stanište a 3 na Pavlovskej ul.). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou vyššie citovaných správ.

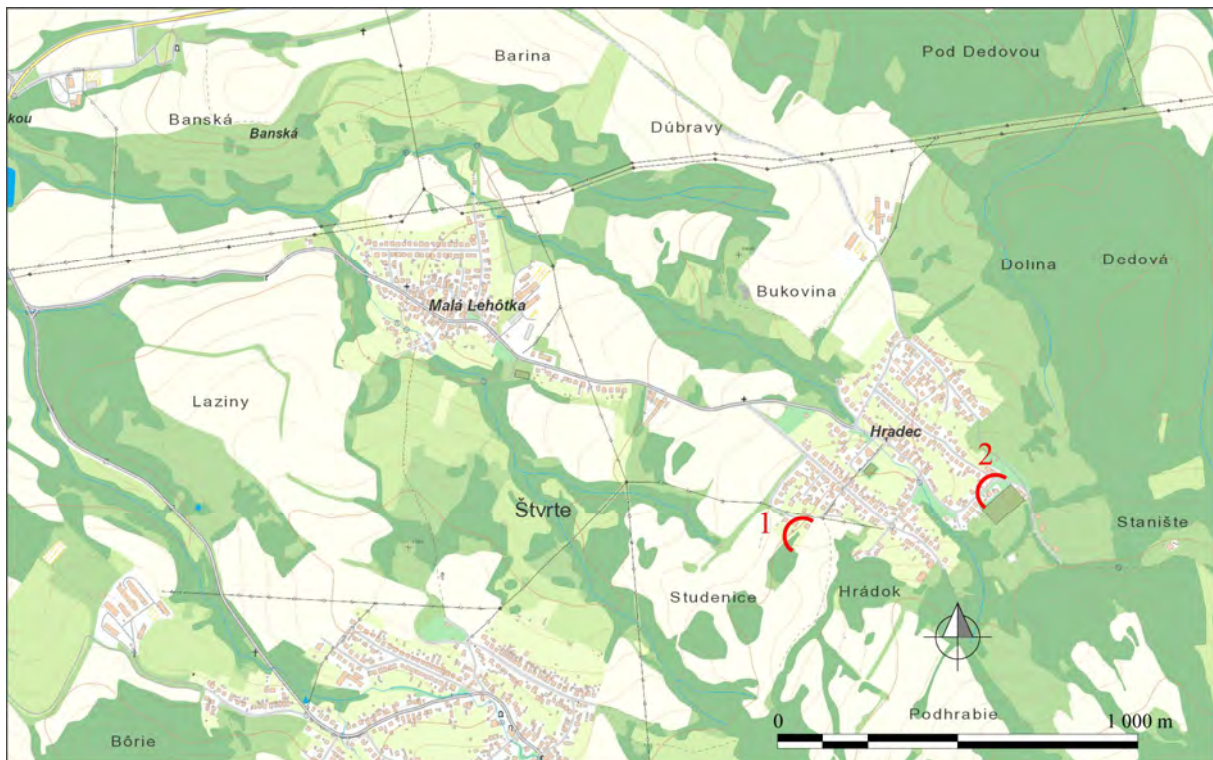
Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2014

Na lokalite Prievdza-Hradec boli v roku 2014 monitorovacie aktivity zamerané výlučne na inklinometrické merania. Termíny realizácie jednotlivých meraní sú zhrnuté v tab. 1.13.

Tab. 1.13 *Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prievdza-Hradec v roku 2014*

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	Rok 2014
Inklinometrické	4	Pavlovská ul.: IGH-1i, IGH-2i, IGH-3i, ulica Na Stanište: IGH-5	2 (19 jún*, 6. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanice SHMÚ: Prievdza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok

* – úvodné meranie



Obr. 1.44. Lokalita Hradec – situovanie zosuvných lokalít. 1 – Pavlovská ulica, 2 – ulica Na Stanište; situovanie zosuvu podľa Fekeča a Ilkaniča (2014b in Šimeková et al., 2014), mapový podklad: ZBGIS®

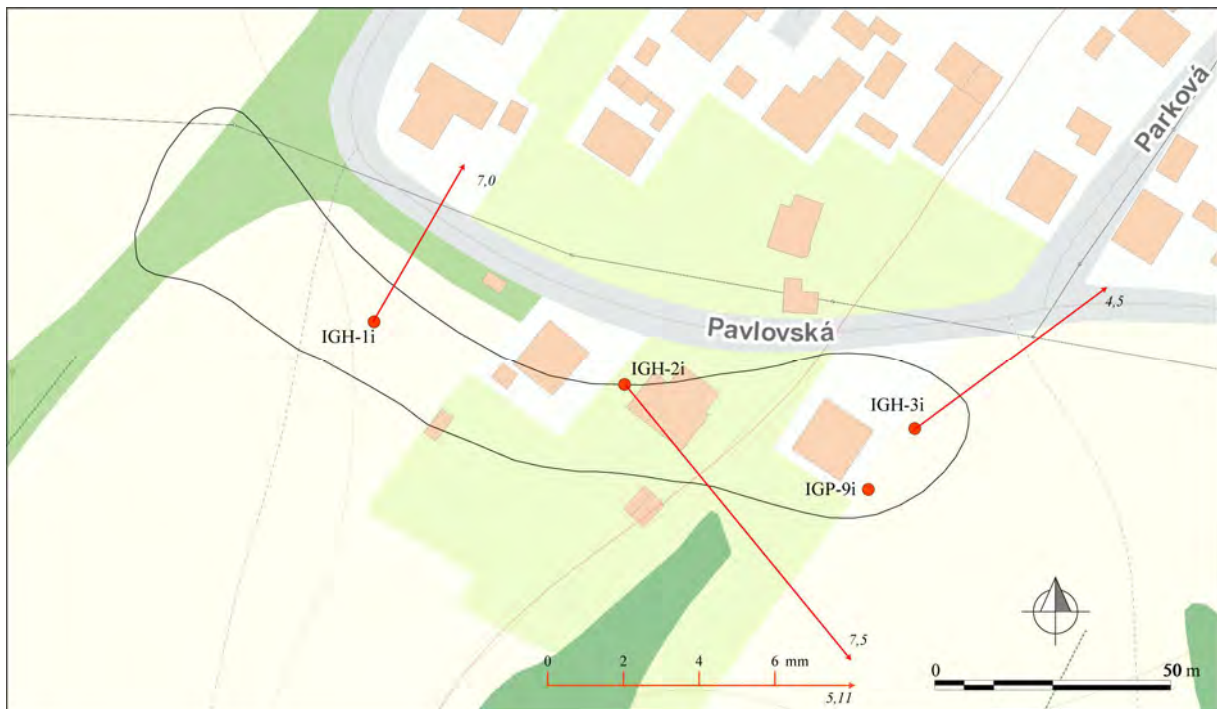
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2014

a/ Inklinometrické merania

V roku 2014 bola v oboch zosuvných územiach zrealizovaná jedna etapa inklinometrických meraní (nulté a prvé etapové meranie). Vo všetkých sledovaných vrtoch bola nameraná pomerne vysoká pohybová aktivita. Najvyššia však vo vrtoch IGH-2i (v hĺbke 7,5 m od ústia pažnice – deformácia 9,30 mm) a IGH-5i (v hĺbke 7,5 m od ústia pažnice – deformácia 9,67 mm). Vrt IGH-2i sa nachádza na Pavlovskej ul. (905/24) v transportačnej časti zosuvu v blízkosti rodinného domu (obr. 1.45). I keď počas kontrolného merania boli namerané pomerne vysoké hodnoty deformácie, azimuty vektorov deformácie sú však orientované inverzne voči spádnici svahu.

Vrt IGH-5i sa nachádza na ulici Na Stanište na križovatke s Lesnou ulicou v blízkosti rodinného domu, v transportačnej časti zosuvu (obr. 1.46). Ide o mimoriadne aktívny zosuv, ktorý sa v roku 2013 prejavil najmä poškodením spomínaného rodinného domu. Vysokú pohybovú aktivitu v tejto oblasti je možné pozorovať aj na ďalších objektoch: okolitých rodinných domoch a múrikoch oplotenia. Túto skutočnosť potvrdzujú i namerané výsledky metódou presnej inklinometrie. Na úrovni predpokladanej šmykovej plochy, počas štyri a pol mesačného obdobia, dosiahla priemerná rýchlosť pohybu $25,21 \text{ mm.rok}^{-1}$, a nameraný azimut deformácie (299°) je paralelný so spádniciou svahu.

V ostatných vrtoch sa deformácie na predpokladaných šmykových plochách pohybovali v intervale do 4,25 mm do 6,26 mm (príl. 1.7). I keď ide o pomerne vysoké hodnoty, namerané azimuty naznačujú, že okrem svahového pohybu sa na deformácii podieľali aj iné faktory, napr. konsolidácia vrtu po vybudovaní. Predpokladáme, že počas kontrolných meraní v roku 2015 dôjde v týchto vrtoch k poklesu hodnôt nameranej deformácie inklinometrickej pažnice.



Obr. 1.45. Lokalita Hradec, Pavlovská ulica – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.7; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od ústia pažnice v m); ohraničenie zosuvu podľa Fekčá a Ilkaniča (2014b in Šimeková et al., 2014), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.46. Lokalita Hradec, ulica Na Stanište – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.7; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od ústia pažnice v m); ohraničenie zosuvu podľa Fekčá a Ilkaniča (2014b in Šimeková et al., 2014), mapový podklad: ZBGIS®

e/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Prievidza sú opísané v rámci lokality Veľká Čausa.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Hradec bola metódou presnej inklinometrie zaznamenaná výrazná pohybová aktivita v oblasti ulice Na Stanište. Ide o mimoriadne aktívne zosuvné územie. Túto skutočnosť dokumentuje rodinný dom na parcele č. 117, nachádzajúci sa v tesnej blízkosti vrtu IGH-5i, ktorý bol v roku 2013, v súvislosti s aktívnym svahovým pohybom, výrazne porušený.

V zosuvnom území na Pavlovskej ul. boli tiež pozorované vysoké hodnoty pohybovej aktivity, avšak azimuty nameraných deformácií mali voči spádnicí svahu vo viacerých prípadoch inverznú orientáciu.

V oboch monitorovaných oblastiach boli v roku 2014, v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“, zabezpečené sanačné práce. Vybudované sanačné opatrenia sú zamerané na odvedenie povrchových a podzemných vôd. Na lokalite Hradec bolo v tejto súvislosti vybudovaných 5 subhorizontálnych odvodňovacích vrtov (3 na Pavlovskej ul. a 2 na ulici Na Stanište). Zároveň bola počas riešenia tejto úlohy rozšírená monitorovacia sieť o 2 inklinometrické vrty.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v realizácii inklinometrických meraní na pôvodných, ale i na nových inklinometrických vrtoch (tri etapy meraní). Zároveň plánujeme zabezpečiť režimové pozorovania na piezometrických vrtoch vybudovaných v rámci doplnkového prieskumu (Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014) a odvodňovacích vrtov vybudovaných v rámci spomínanej sanácie (týždenný interval meraní).

1.4.8. Lokalita Prievidza-Veľká Lehôtka

Stručná charakteristika lokality

Lokalita Veľká Lehôtka je podobne ako Hradec súčasťou mesta Prievidza v rámci mestskej časti Prievidza V.-Štvrte. Nachádza sa približne 1,5 km juhozápadne do mestskej časti Hradec. Lokality sú si blízke i geologickou stavbou a genézou zosuvného javu. I v tomto prípade zohráva kľúčovú úlohu gravitačný rozpad Vtáčnika.

Vybudované monitorovacie objekty sa nachádzajú v severojužnom profile. V severnej časti je nimi monitorovaná Remeselnícka ul. a v južnej časti Podhorská ul. (obr. 1.47).

V oblasti Remeselníckej ul. sú neogénne horniny tvorené sedimentmi košianskeho súvrstvia. Ide o monotónne súvrstvie svetlosivých až hnedastých ílov s kolísavým zastúpením piesčitých prímiesí. V sedimentoch sa vyskytujú polohy zuhoľnatených rastlinných zvyškov. Konzistencia zemín je prevažne pevná. Hĺbka výskytu súvrstvia je od 3,5 m pod terénom. Kvartérne sedimenty sú zastúpené svahovými uloženinami, ktoré v oblasti svahových porúch možno označiť ako zosuvné delúviá. Deluviálne sedimenty majú charakter ílov a siltov s vysokou plasticitou, s tuhou až pevnou, miestami mäkkou konzistenciou. Hrúbka sedimentov je do 7,2m (Ilkanič et al., 2013).

V južnej časti územia vystupuje lehotské súvrstvie, tvorené polohami ílov, piesčitých a uhoľných ílov, pieskov, štrkov až zlepcov (vrchný bádén; Ilkanič et al., 2013). Konzistencia zemín je prevažne pevná, miestami tuhá až mäkká. V podloží kvartérnych alúvií má neogén miestami charakter štrkových sedimentov. Štvrtohorné uloženiny budujú aluviálne sedimenty Mráznického potoka, deluviálne sedimenty, resp. zosuvné delúviá. Hrúbka delúvií dosahuje maximálne 4,2 m a má charakter siltov a ílov so strednou plasticitou (Ilkanič et al., 2013).

Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správ z prieskumu (Ilkanič et al., 2013, Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014) a sanácia (Tupý et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014).

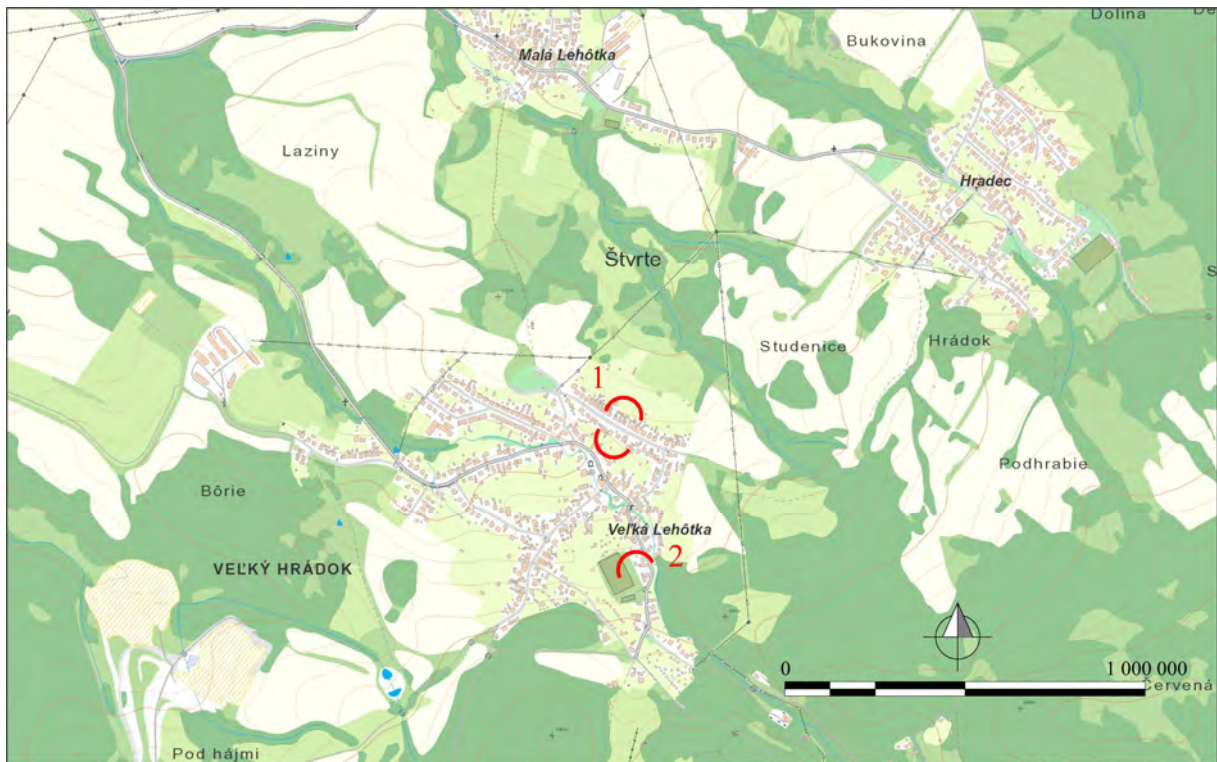
Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2014

Na lokalite Prievidza-Veľká Lehôtka boli v roku 2014 monitorovacie aktivity zamerané výlučne na inklinometrické merania. Termíny realizácie jednotlivých meraní sú zhrnuté v tab. 1.14.

Tab. 1.14 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prievidza-Veľká Lehôtka v roku 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	Rok 2014
Inklinometrické	6	Remeselnícka ul.: IGP-1i, IGP-3i, IGP-4i, Podhorská ul.: IGR-1i, IGR-4i, IGR-5i	2 (19 jún*, 6. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanice SHMÚ: Prievidza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok

* – úvodné meranie



Obr. 1.47. Lokalita Velká Lehůtka – situovanie zosuvných lokalít. 1 – Remeselnícka ulica, 2 – Podhorská ulica; ohraničenie zosuvu: Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014, mapový podklad: ZBGIS®

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2014

a/ Inklinometrické merania

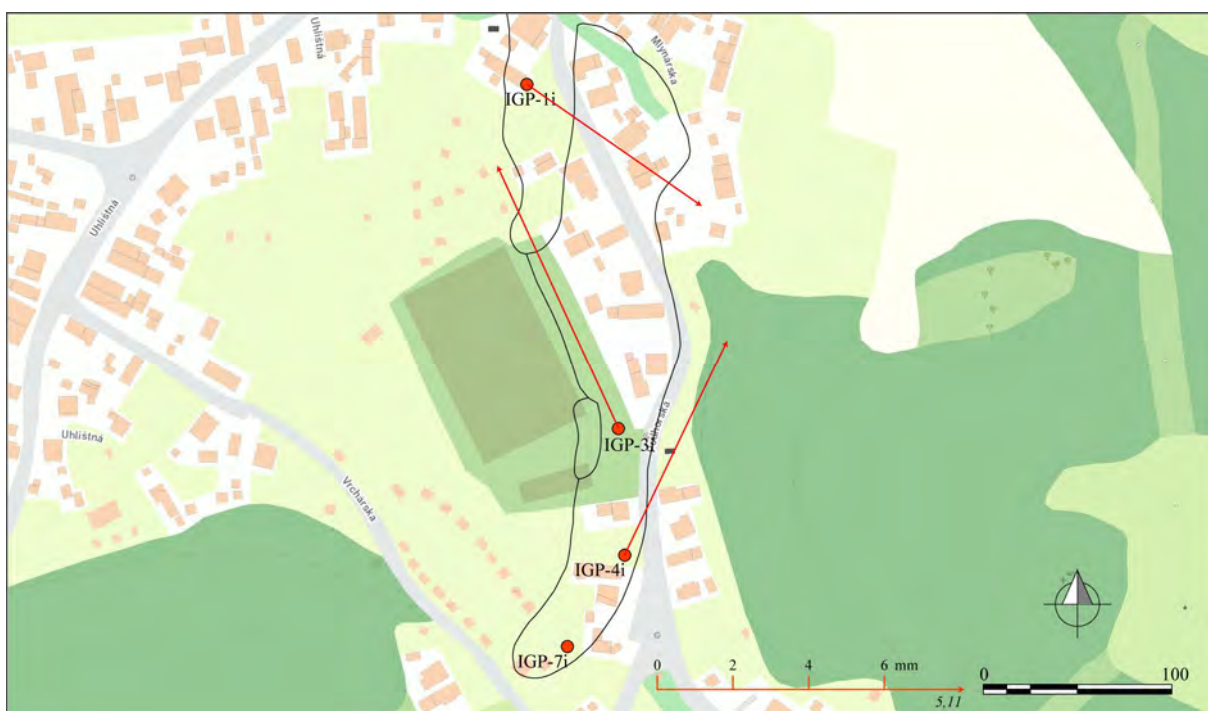
V roku 2014 bola v zosuvných územiach zrealizovaná jedna etapa inklinometrických meraní (nulté a prvé etapové meranie). Podobne ako i na lokalite Hradec i v tomto prípade boli vo všetkých sledovaných vrtoch namerané vysoké hodnoty pohybovej aktivity. Namerané deformácie na predpokladaných šmykových plochách dosahovali najčastejšie hodnoty okolo 5 mm, maximálne však až 11,52 mm vo vrte IGR-1i (v hĺbke 6,5 m od ústia pažnice). Vrt IGR-1i sa nachádza v zastavanom území na Remeselníckej ulici, na juhozápadne orientovanom svahu (obr.1.48). O niečo nižšie hodnoty boli namerané tiež na tejto ulici, ale na opačne orientovanom svahu (na severo-severovýchod) vo vrte IGR-4i (v hĺbke 4,5 m od ústia pažnice – deformácia 7,15 mm). Vo vrte IGR-5i, ktorý je situovaný tiež na severovýchodnom svahu, boli namerané deformácie na predpokladanej šmykovej ploche v hĺbke 4 m od ústia pažnice – deformácia 5,95 mm.

V južnej časti územia, v oblasti Podhorskej ul., bola maximálna pohybová aktivita nameraná vo vrte IGP-3i v hĺbke 3,0 m od ústia pažnice (7,55 mm – obr.1.49). Pomerne vysoké hodnoty nad 5 mm boli namerané aj v ostatných vrtoch (príl. 1.8).

Na základe novembrového kontrolného merania možno považovať zosuvné územie za pohybovo aktívne.



Obr. 1.48. Lokalita Velká Lehôtka, Remeselnická ul. – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.8; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od ústia pažnice v m); ohraničenie zosuvu: Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014, mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.49. Lokalita Velká Lehôtka, Podhorská ul. – výsledky inklinometrických meraní – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.8; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od ústia pažnice v m); ohraničenie zosuvu: Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014, mapový podklad: ZBGIS®

e/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Prievidza sú opísané v rámci lokality Veľká Čausa.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite Veľká Lehôtka boli monitorovacie merania zamerané výlučne na metódu presnej inklinometrie. Z výsledkov meraní vyplýva, že obe monitorované časti obce sú pohybovo aktívne. Najväčšie deformácie inklinometrickej pažnice boli namerané v oblasti Remeselníckej ul.

V zosuvnom území boli v roku 2014, v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“, zabezpečené sanačné práce. Vybudované sanačné opatrenia sú zamerané na odvedenie povrchových a podzemných vôd. Na lokalite Veľká Lehôtka bolo v tejto súvislosti vybudovaných 7 subhorizontálnych odvodňovacích vrtov (3 vrty odvodňujú Remeselnícku ul. a 4 Podhorskú ul.). Zároveň bola počas riešenia tejto úlohy rozšírená monitorovacia sieť o 2 inklinometrické vrty.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v realizácii inklinometrických meraní na pôvodných, ale i na nových inklinometrických vrtoch (tri etapy meraní). Zároveň plánujeme zabezpečiť režimové pozorovania na piezometrických vrtoch vybudovaných v rámci doplnkového prieskumu (Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014) a odvodňovacích vrtov vybudovaných v rámci spomínanej sanácie (týždenný interval meraní).

1.4.9. Lokalita Handlová-Žiarska ulica

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v južnej časti extravilánu mesta Handlová, na Žiarskej ulici. Ide o reaktivovanú svahovú poruchu, ktorá vznikla nad štátnou cestou spájajúcou mestá Handlová a Žiar nad Hronom. Zosuv poškodil lesný porast a predstavuje priamu hrozbu porušenia viacerých domov nachádzajúcich sa v jeho blízkosti.

Počas prieskumných prác boli na lokalite vybudované dva prieskumné vrty – jeden piezometrický (JH-1) a jeden inklinometricko-piezometrický (JH-2). V Dôsledku kritickej deformácie inklinometrickej pažnice je však vrt JH-2 nefunkčný (nepriechodný pre inklinometrickú sondu). V roku 2014 bola lokalita zaradená medzi havarijné zosuvy v okrese Prievidza. V rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ bolo na lokalite vybudované sanačné opatrenie v podobe povrchového odvodňovacieho rigolu (Ilkanič, et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Vrábel a Mokrý, 2010), ako aj správy Ondrejka et al. (2011).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Na lokalite sa od roku 2014 realizujú výlučne režimové pozorovania hladiny podzemnej vody. V roku 2013 bolo realizované posledné meranie pohybovej aktivity metódou GNSS. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Handlová-Žiarska ulica, sú zhrnuté v tab. 1.15.

Tab. 1.15 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Žiarska ul. v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Geodetické	2	P14 (pevný bod), JH-2	1 (7. november)	0
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	JH-1	26 (2x za mesiac)	24 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok

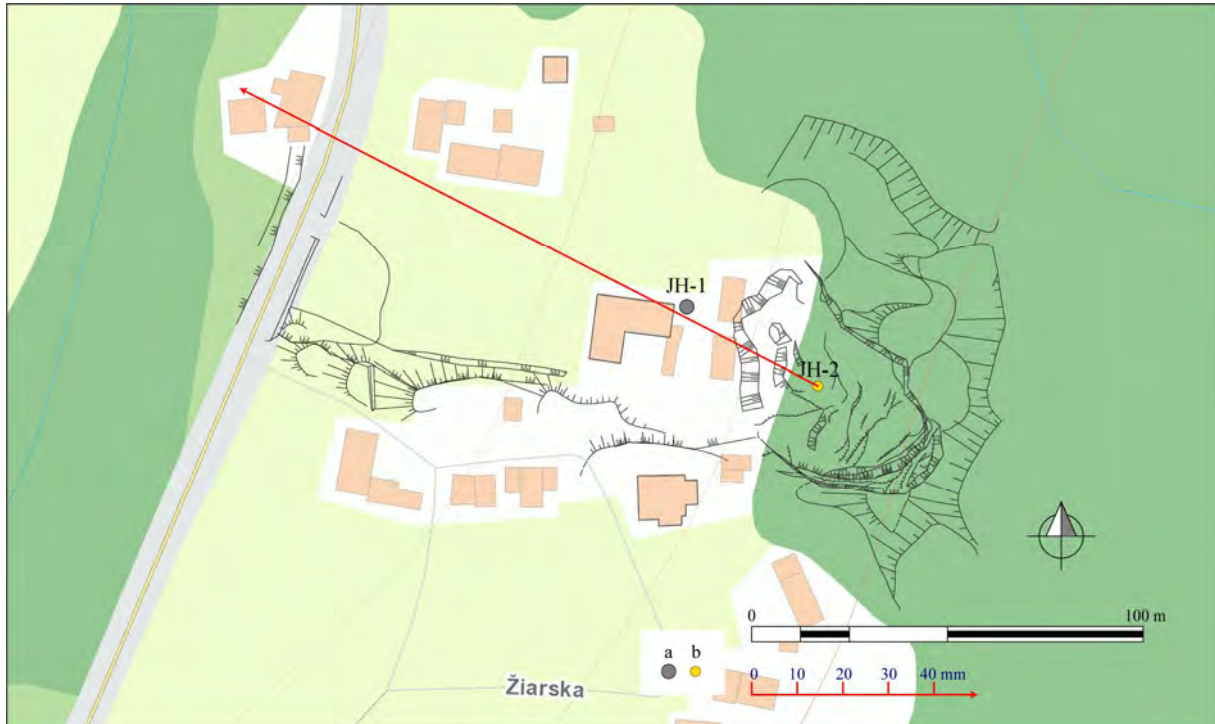
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

Meraný bod v období medzi jeho vybudovaním a nultým meraním prekonal trajektóriu, ktorej vektor dosahuje až prvé dĺžkové metre. Táto skutočnosť ilustruje veľmi vysokú aktivitu v období vzniku zosuvu.

V roku 2013 výsledky meraní technológiou GNSS poukazujú na značnú pohybovú aktivitu sledovaného bodu (až 131 mm v polohovom smere – obr. 1.50), avšak vzhľadom na hĺbku zabudovania monitorovacieho bodu nie je možné namerané pohyby považovať za reprezentatívne. Merania sa totiž vykonávajú na ochrannej pažnici inklinometrického vrtu, ktorý bol v minulosti „ustrihnutý“ v dôsledku mimoriadnej pohybovej aktivity zosuvného

telesa. Namerané zmeny polohy monitorovacieho bodu súvisia prevažne so zmenou jeho sklonu, menej však s pohybovou aktivitou zosuvného telesa. V roku 2014 pri obhliadke zosuvného územia bolo zistené, že bod, na ktorom boli realizované geodetické merania bol z neznámych príčin odstránený. Odstránenie jediného monitorovacieho bodu znamená ukončenie monitorovania pohybovej aktivity.

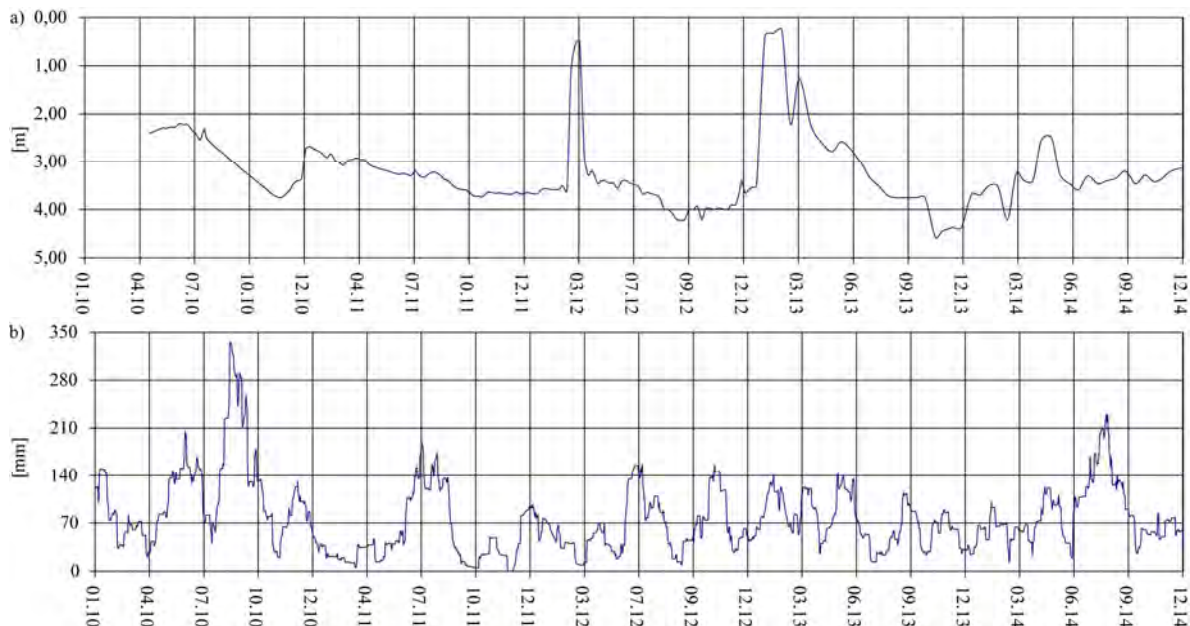


Obr. 1.50. Lokalita Handlová-Žiarska ul. – výsledky geodetických meraní (GNSS). a – piezometrický bod, b – stabilizovaný bod (ochranná pažnica inklinometrického vrtu JH-2), obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.9; ohraničenie aktívneho zosuvu: Vrábek a Mokrý, 2010, mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové merania sa realizujú vo vrte JK-1, ktorý je situovaný pod aktívnou časťou zosuvu (obr. 1.50). V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 3,0 m pod úroveň terénu. Celkové zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody boli na úrovni 4,32 m, pričom najvyšší stav hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný 4. marca (0,25 m p. t.) a naopak, najnižší 14. novembra (4,57 m p. t.).

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,36 m a dosiahla úroveň 3,36 m pod terénom. Pokles, resp. ustálenie, bolo zaznamenané aj v prípade amplitúdy jej zmien (1,71 m). Minimálna hĺbka hladiny podzemnej vody (4,20 m pod terénom) bola nameraná 14. marca a maximálna (2,49 m pod terénom) 26. mája. Hladina podzemnej vody pomerne dobre reaguje na klimatické pomery. Maximálna, ale i minimálna hladina podzemnej vody koreluje s nameranými zrážkovými úhrnmi (nameranými na stanici SHMÚ Handlová – obr. 1.51) v roku 2014. Minimálna hladina je spojená s obdobím, v ktorom 30-dňové kumulované zrážky dosahovali veľmi nízke hodnoty (len 13,1 mm). Naopak, maximálna hladina súvisí s pomerne intenzívnymi zrážkovými úhrnmi a topením snehovej pokrývky. Navyše, vrt sa nachádza na pozemku, na ktorom sú zhoršené odtokové pomery – mierna depresia. Z tohto dôvodu je oblasť v okolí vrtu často zamokrená, príp. i zaliata vodou. Zlepšenie tohto nepriaznivého stavu sa riešilo v rámci geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ povrchovým odvodnením. Vybudovaný bol rigol z betónových prefabrikátov vedený tak, aby odvádzal kumulujúcu sa vodu v predpolí zosuvu a zamedzil jeho prográdnej aktivácii.



Obr. 1.51. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2010 – 2014) na lokalite Handlová-Žiarska ul. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte JH-1, b – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Handlová s indikatívom 30080)

Pri hodnotení dlhodobých výsledkov (obr. 1.51) je možné konštatovať, že maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané v rokoch 2013 (najvyššie za celé monitorované obdobie) a 2012. Mimoriadne intenzívny bol v tomto období aj nárast hladiny podzemnej vody. V priebehu 14 dní hladina podzemnej vody stúpala až o 3,12 m.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SUMÚ Handlová sú opísané v rámci lokality Handlová-Morovnianske sídlisko.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pri hodnotení jediného monitorovaného faktora – hĺbky hladiny podzemnej vody je možné konštatovať, že vo vrte JK-1 bolo v porovnaní z predchádzajúcimi rokmi 2012 a 2013 zaznamenané podstatne menšie kolísanie a tiež i pokles jej priemernej ročnej hodnoty.

V roku 2014 bol na lokalite Handlová-Žiarska ulica, v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“, vybudovaný povrchový rigol, ktorý odvádza povrchové vody kumulujúce sa v predpolí čela zosuvu. Vybudovaný rigol spolu s plytkým drenážnym rebrom eliminuje nevhodný zásah vlastníka pozemku z rokov 2008 až 2009, ktorým boli narušený pôvodný drenážny systém.

V roku 2015 plánujeme v zosuvnom území prerušiť monitorovacie aktivity. Monitorovací objekt – ochranná pažnica inklinometrického vrtu, ktorá bola upravená pre účely geodetického monitoringu – bol zo zosuvného územia z neznámych príčin odstránený. Na monitorovanej lokalite sa v súčasnosti nachádza jeden piezometrický vrt, ktorý je situovaný mimo zosuvné teleso. Doteraz namerané výsledky len nepriamo charakterizovali vývoj hlavného zosuvotvorného faktora – podzemnej vody. Pre potreby monitorovania je potrebné doplniť monitorovaciu sieť tak, aby bol zachytený vývoj monitorovaných ukazovateľov priamo v zosuvnom území.

1.4.10. Lokalita Dolná Mičiná

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza na severnom okraji obce Dolná Mičiná, približne 10 km južne od Banskej Bystrice. V súvislosti s aktivizáciou zosuvu bol v roku 1995 v území realizovaný inžinierskogeologický prieskum (Jadroň et al., 1998) a v lete o rok neskôr rozsiahla sanácia svahu (prísypy, zárubný a oporný múr). Súčasťou prieskumných a sanačných prác bolo vybudovanie siete monitorovacích objektov, na ktorej sa systematický monitoring uskutočňuje prakticky od začiatku prieskumných prác (jar 1995). Detailnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu Jadroň et al., (1998), ako aj správ z predošlých rokov (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Dolná Mičiná, sú zhrnuté v tab. 1.16.

Tab. 1.16 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Dolná Mičiná v rokoch 2013 a 2014

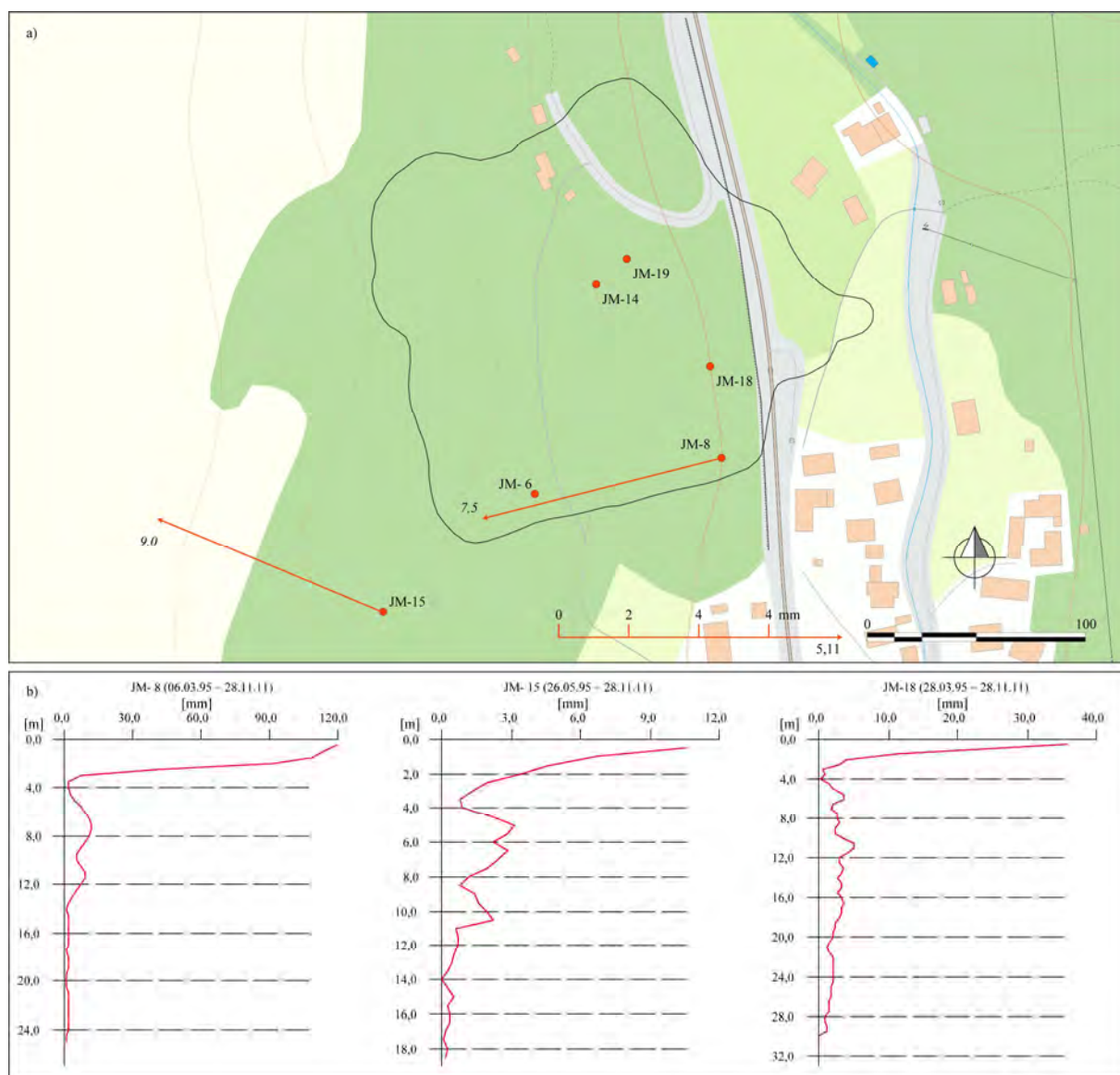
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	3	JM-8, JM-15, JM-18	1 (10. október)	1 (16. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	10	JM-2, 3, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 19	5 (4. apríl, 18. apríl, 5. september, 10. október, 5. december)	5 (12. marec, 19. máj, 10. júl, 9. september, 26. november)
	1	JM-6 automatický hladinomer	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	5 (4. apríl, 18. apríl, 5. september, 10. október, 5. december)	5 (12. marec, 19. máj, 10. júl, 9. september, 26. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Banská Bystrica (indikatív 34300)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 došlo k významnej aktivizácii svahového pohybu vo vrte JM-8. V období od júla 2012 do októbra 2013 bola v hĺbke 9,5 m pod terénom zaznamenaná deformácia inklinometrickej pažnice s hodnotou 7,0 mm a v hĺbke 8,0 m pod terénom 5,77 mm (obr. 1.52a). Pomerne vysoká hodnota deformácie bola nameraná i vo vrte JM-15 v hĺbke 8,5 m pod terénom (4,12 mm). Uvedené deformácie je možné z dlhodobého hľadiska hodnotiť ako veľmi významné, pričom veľkosť nameraných vektorov v daných vrtoch

a hĺbkach je odrazom nepriaznivých stabilitných pomerov v hodnotenom období. Namerané deformácie v sledovaných horizontoch vrty JM-18 len nepatrne presiahli hodnotu 2,0 mm (obr. 1.52a).

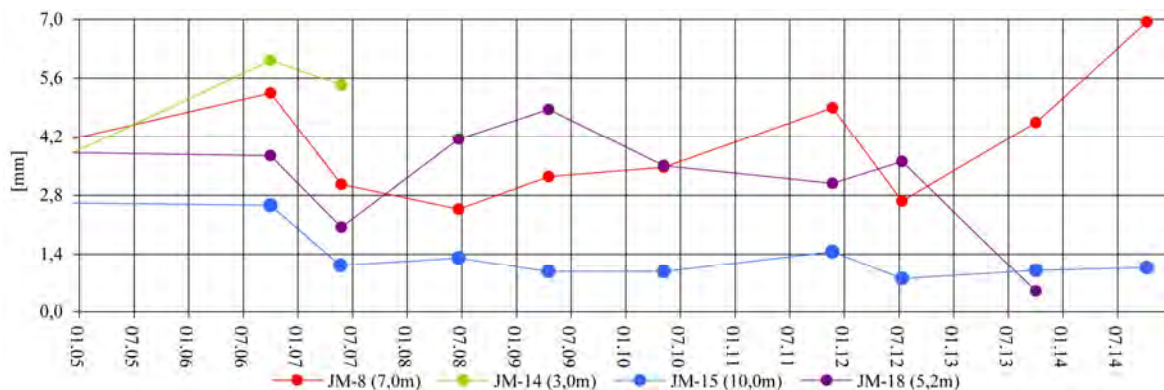


Obr. 1.52. Lokalita Dolná Mičina – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v roku 2014 (obdobia jednotlivých meraní sú v súlade s prílohou 1.10; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Jadroňa et al. (1998), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 boli merania realizované v polovici októbra a namerané prírastky deformácie charakterizujú pohybovú aktivitu za približne jednoročné obdobie. Najväčšia pohybová aktivita v rámci dlhodobo sledovaných horizontov bola nameraná vo vrte JM-15 v hĺbke 8,5 m pod terénom (6,87 mm). Podobné hodnoty boli dosiahnuté i vo vrte JM-8 (v hĺbke 6,5 m pod terénom bola nameraná deformácia 6,54 mm a v hĺbke 8,0 m pod terénom 6,4 mm). Orientácia nameraných vektorov v oboch vrtoch je však v protiklade so spádnicou svahu, a teda výsledok pohybovej aktivity zosuvného telesa nemožno považovať za svahový pohyb.

Vysvetlenie je možné hľadať v technickom vstrojení inklinometrických vrto. Vrty boli pôvodne vybudované ako viacúčelové a mnohé z nich okrem inklinometrických meraní i dnes

slúžia na sledovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Pri zabudovaní týchto vrtov nebol priestor medzi stenou vrtu a inklinometrickou pažnicou utesnený cementovo-bentonitovou zálievkou, ale bol aplikovaný priepustný materiál v podobe jemnozrnného štrku. Predpokladáme, že uvedený neštandardný spôsob zabudovania inklinometrickej pažnice zapríčiňuje nejednoznačnosť nameraných výsledkov. Vysvetlenie nejasností súvisiacich s orientáciou nameraných vektorov však nie je možné získať bez hlbšej analýzy viacerých faktorov, vplývajúcich na deformáciu inklinometrickej pažnice a tiež i na kvalitu samotného merania.



Obr. 1.53. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Dolná Mičina

Z dlhodobého hľadiska boli za posledných desať rokov namerané významné deformácie (na sledovaných šmykových plochách – obr. 1.53) vo vrtoch JM-14 (6,02 mm – 4. októbra 2006), JM-8 (5,39 mm – 4. októbra 2006) a JM-18 (5,2 mm 22. apríl 2009). Okrem týchto deformácií viacero významných vektorov bolo zaznamenaných v roku 2013 a tiež i v aktuálne hodnotenom roku 2014 (príl. 1.10).

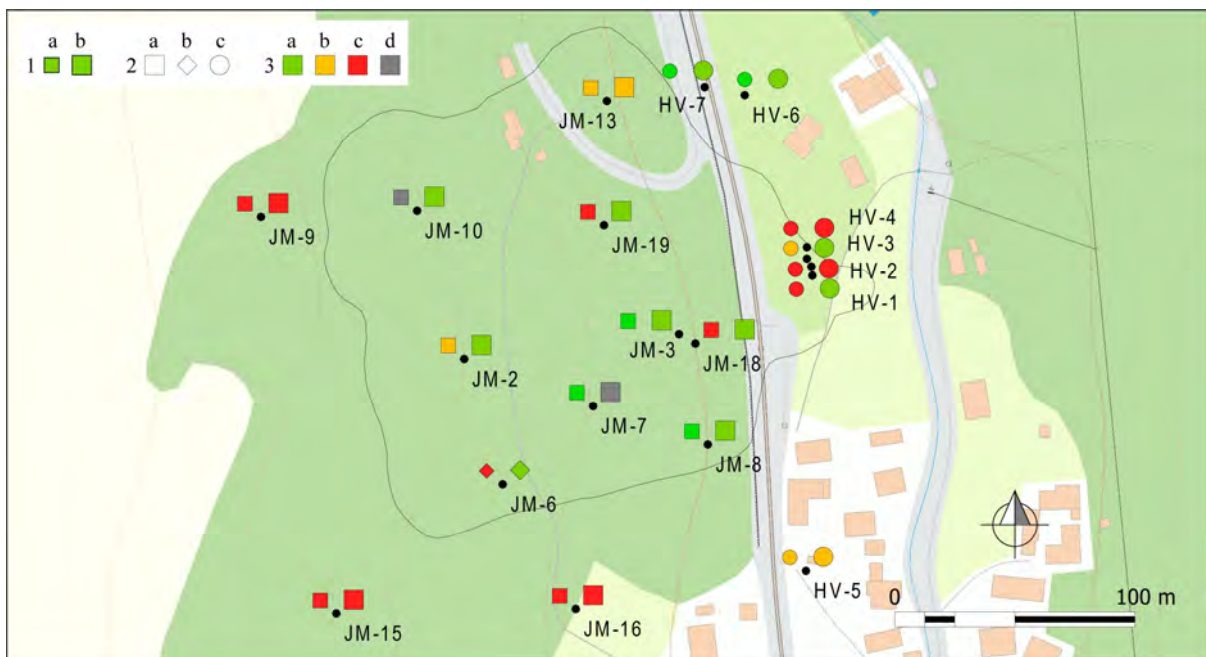
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V roku 2013 bolo na zosuve v Dolnej Mičinej vykonaných 5 meraní hĺbky hladiny podzemnej vody. Pozornosť sústreďujeme výlučne len na objekty, ktoré sú funkčné (teda nie na tie, ktoré sú upchané), takže z celkového počtu 13 pozorovacích vrtov bolo monitorovaných len 10 (obr. 1.54). Priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hodnotu 11,63 m pod povrchom terénu (avšak vzhľadom na nízku frekvenciu meraní je tento údaj len orientačný). Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrtoch JM-16 (19,27 m), JM-15 (17,47 m) a JM-9 (13,02 m) a naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch JM-8 (0,84 m) a JM-13 (1,74 m). Nameraná amplitúda zmien poukazuje na výraznú dynamiku kolísania hladiny podzemnej vody v zosuvnom telese.

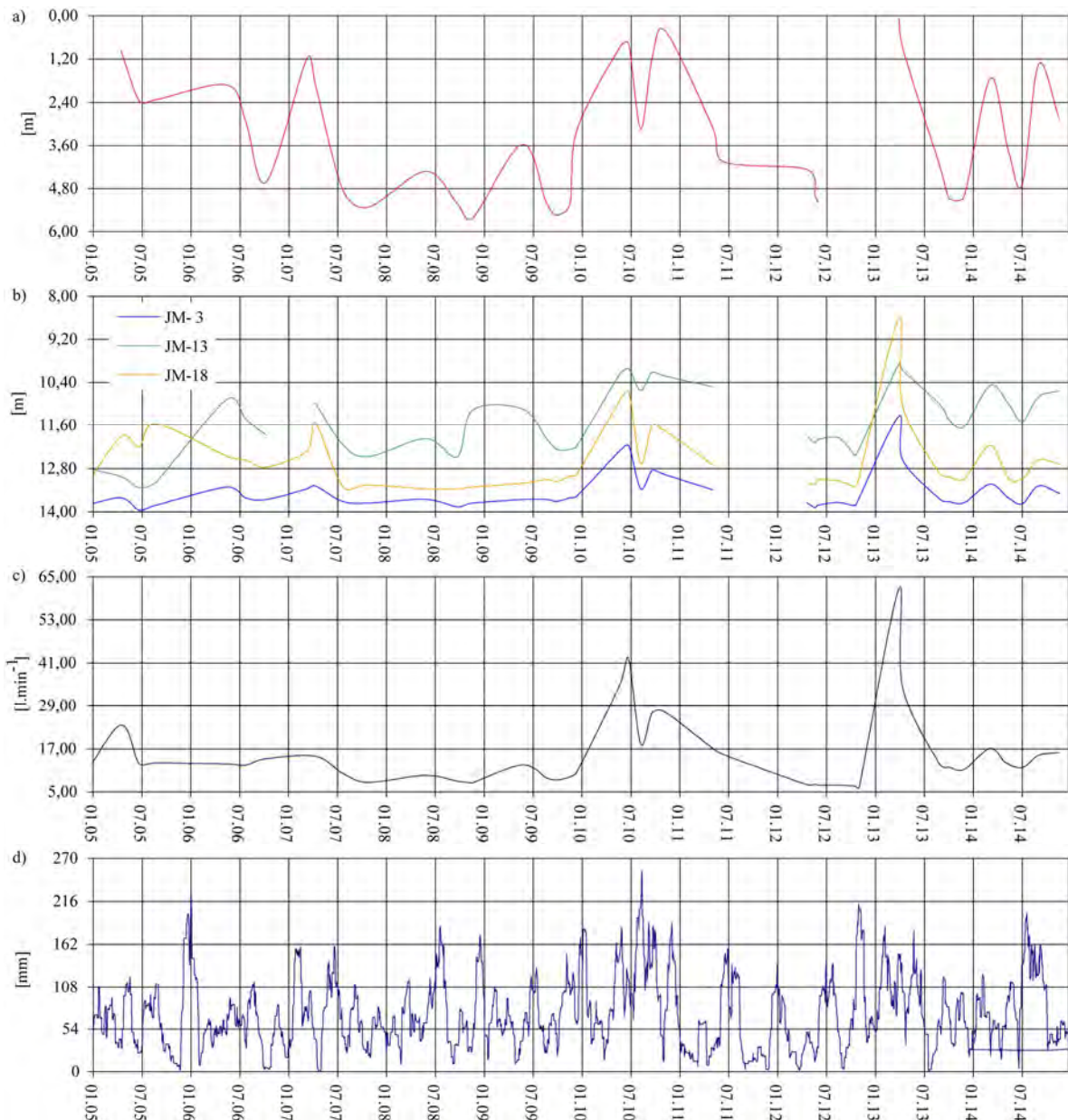
V roku 2014 sa pokračovalo v rovnakej frekvencii meraní ako v predchádzajúcom roku. Celkovo bolo vykonaných 5 meraní na desiatich piezometrických vrtoch. Priemerná hladina podzemnej vody vypočítaná z funkčných vrtov oproti roku 2013 klesla, o 0,9 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 12,53 m pod povrchom terénu. Kolísanie hladiny podzemnej vody bolo v porovnaní s predchádzajúcim rokom podstatne menšie. Maximálne zmeny boli podobne ako po minulé roky vo vrte JM-16 (14,40 m). Veľmi podobná hodnota ročnej amplitúdy bola nameraná vo JM-15 (14,16 m). Naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrtoch JM-3, JM-8, JM-9 a JM-10 (príl. 1.10).

Z hľadiska hodnotenia vplyvu režimových ukazovateľov na stabilné pomery, považujeme spomínané náhle zmeny hladiny podzemnej vody, najmä vzostupného charakteru, za nepriaznivé. I keď z meraní zabezpečovaných pozorovateľom, vzhľadom na ich nízku frekvenciu, nie je možné stanoviť skutočnú rýchlosť stúpnutia hĺbky hladiny podzemnej vody, riešenie je možné nájsť v dlhodobých výsledkoch kontinuálnych meraní automatickým hladinomerom, ktorý bol v období od apríla 2002 do apríla 2009 inštalovaný vo vrte JM-19. Počas sedemročnej prevádzky hladinomer zaznamenával veľmi výrazné kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody (10 m a viac za 24 hod). Ukázalo sa však, že tieto zmeny nemajú geogénny pôvod, ale súvisia s natekaním povrchovej a hypodermickej vody do vrtu v dôsledku jeho nedostatočnej tesnosti. Vrt bol vyradený zo súboru monitorovaných objektov. V prípade vrtov JM-15 a JM16, v ktorých sú dlhodobo sledované mimoriadne veľké rozdiely v hĺbke hladiny podzemnej vody medzi jednotlivými etapami meraní, je dôvodné podozrenie, že namerané zmeny môžu mať podobnú genézu.



Obr. 1.54. Lokalita Dolná Mičiná – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – vrt s inštalovaným automatickým hladinomerom c – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Jadroňa et al. (1998), mapový podklad: ZBGIS®

Pri pohľade na dlhšie obdobie režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (obr. 1.55) je možné konštatovať, že najvyššie vystúpili hladiny podzemnej vody počas roka 2013 (príl 1.10, obr. 1.55). V apríli počas tohto roka boli súčasne vo všetkých vrtoch zaznamenané maximálne stavy (za posledné desaťročie). Namerané maximá v tomto roku vo vrtoch JM-9 a JM-15 predstavujú najvyššie hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie (od roku 1995). Dosiahnuté maximálne stavy sú významné aj z hľadiska hodnotenia dlhodobých zmien (siedmy stupeň). Podobne, mimoriadne vysoký stav hladiny podzemnej vody bol nameraný i vo vrte JM-7 (11,27 m – príloha 1.10). Pomerne vysoké stavy hladiny podzemnej vody bolo možné sledovať i počas roka 2010.



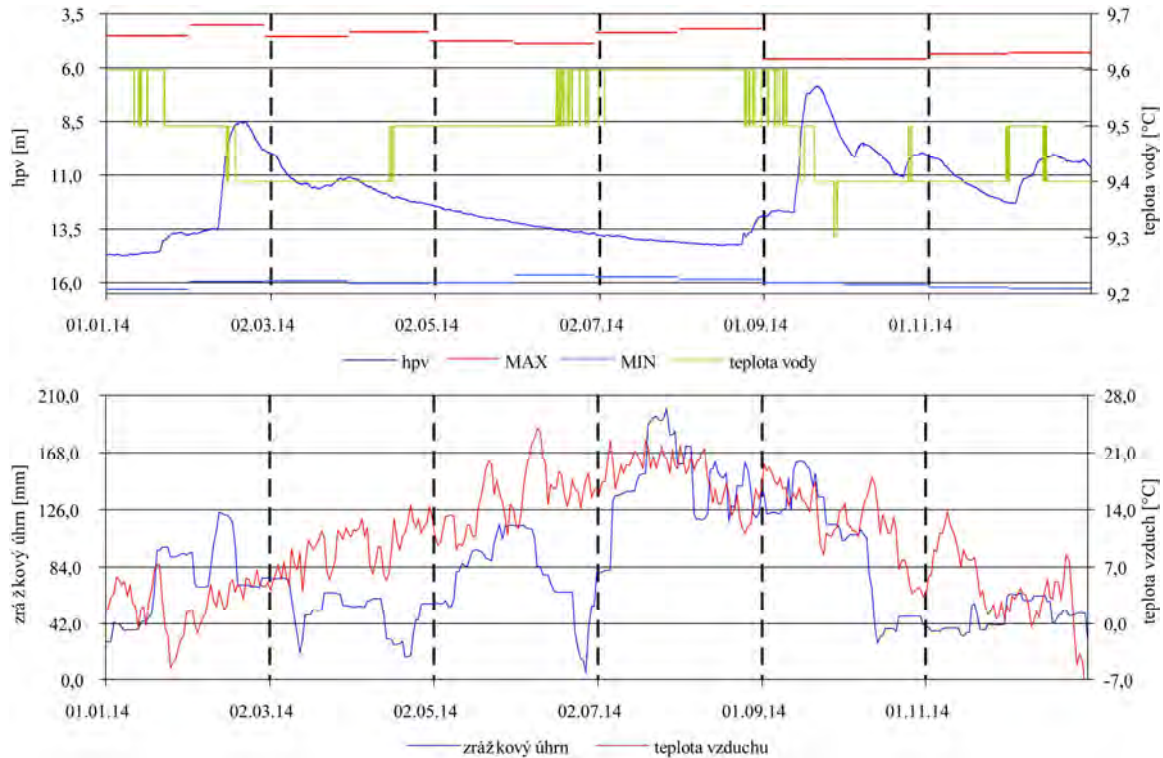
Obr. 1.55. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Dolná Mičinná. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JM-2, b – JM-3, JM-13 a JM-18, c – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Banská Bystrica s indikativom 34300)

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte JM-6 dosiahla 11,51 m pod terénom. Maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody bola nameraná 5. apríla (4,35 m pod terénom – príl. 1.10, obr. 1.56). Naopak, minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná na začiatku roka (13. január – 16,30 m pod terénom). Hladiny podzemnej vody namerané počas mesiacov marec a apríl prekročili odvodené dlhodobé mesačné maximá (za obdobie rokov 2005 až 2012). Naopak, januárové hladiny podzemnej vody predstavujú najnižšie stavy namerané v tomto mesiaci za celé monitorované obdobie (obr. 1.56).

V roku 2014 bola maximálna hĺbka hladiny podzemnej vody v tomto vrte nameraná 20. septembra (6,86 m pod terénom – príl. 1.8, obr. 1.45). Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná na 6. januára (14,75 m pod terénom). Celkové kolísanie hĺbky hladiny

podzemnej dosiahlo 7,89 m, čo je oproti predchádzajúcemu roku výrazné ustálenie. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 klesla o 0,57 m a v roku 2014 dosiahla 12,08 m pod terénom. Hladina podzemnej vody sa počas jednotlivých mesiacov nachádzala v rámci jednotlivých intervalov minimálnych a maximálnych mesačných stavov, odvodených z nameraných údajov v rokoch 2005 až 2014.



Obr. 1.56. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomeri na lokalite Dolná Mičiná. a – záznam z automatického hladinomeru vo vrte JM-6, b – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300)

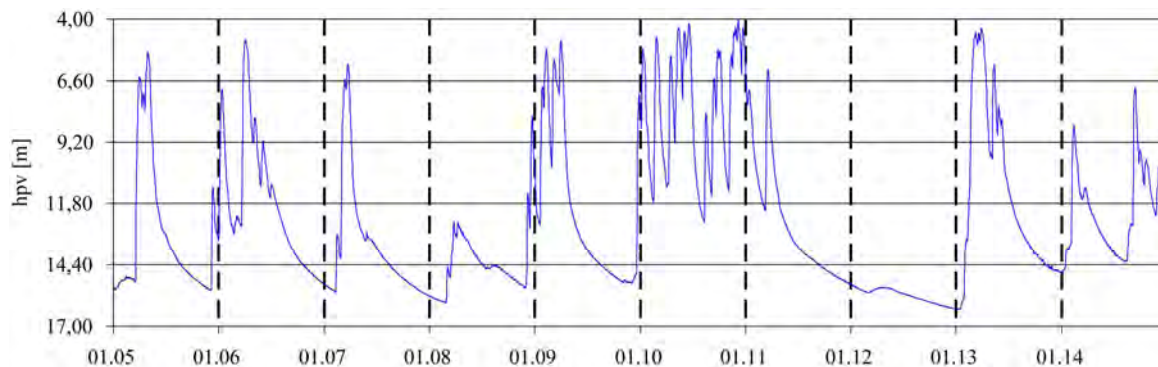
Zmeny hladiny podzemnej vody boli ovplyvnené vývojom klimatických ukazovateľov. Prvý výraznejší vzostup hladiny podzemnej vody, zaznamenaný vo februári, bol spojený so zvýšenými zrážkovými úhrnmi a topením snehovej pokrývky. Druhý vzostup hladiny podzemnej vody nasledoval po dlhodobom pozvoľnom poklese. I keď medzi obdobiami so zvýšenou zrážkovou činnosťou (august) a stúpnutím hladiny podzemnej vody (september) je značný posun, predpokladáme, že majú medzi sebou súvis. V letnom období, v čase výskytu intenzívnych zrážok, sa vo veľkej miere uplatňovala evapotranspirácia, ale časť z nich sa podieľala na saturácii priepovrchovej zóny, vďaka čomu sa vytvorili vhodné podmienky pre dopĺňanie zásob podzemnej vody v nasledujúcom období.

Po dosiahnutí maximálneho stavu (september), hladina podzemnej vody kolísala v závislosti od veľkosti zrážok. Reagovala prakticky na všetky väčšie zrážkové úhrny. Znamená to, že oblasť infiltrácie zrážkových vôd bola dostatočne nasýtená, a teda aj pomerne nízke zrážkové úhrny sa mohli efektívne podieľať na dopĺňaní zásob podzemnej vody.

Zmeny teploty vody mali pomerne pravidelný sínusový priebeh. Minimálne teploty boli dosiahnuté počas maximálnych stavov hladiny podzemnej vody. Maximálne teploty boli dosiahnuté v zimnom (január) a letnom období. Celkový teplotný rozsah je však veľmi nízky, len 0,3°C (od 9,3 do 9,6°C). Ustálený teplotný režim podzemnej vody poukazuje na jej dlhší a hlbší obeh.

Pri hodnotení posledného desaťročia je možné v období od roku 2005 až do roku 2014 sledovať pravidelný cyklus zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, ktorý odráža sezónne zmeny. Jej vzostup súvisel prevažne s jarným obdobím topenia snehovej pokrývky, kedy boli dosahované maximálne stavy. Naopak, na konci jesene, prípadne, na začiatku zimného obdobia, boli zvyčajne namerané minimálne stavy. Výnimkou je rok 2010, kedy hladina podzemnej vody vplyvom mimoriadne intenzívnych zrážok stúpala niekoľkokrát za rok.

Maximálna hladina bola vo vrte zaznamenaná 12. decembra 2010 s hĺbkou 4,02 m pod terénom (obr. 1.57). Ide o najvyšší stav hladiny podzemnej vody počas monitorovaného obdobia. Opačným príkladom je rok 2012, ktorý je možné vyhodnotiť ako najsuchší. Na konci zimného a začiatku jarného kvartálu tohto roku bol zaznamenaný mierny vzostup hladiny podzemnej vody, avšak zvyšná časť roka mala zostupný trend. Najnižšia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá 13. januára v roku 2013 (príl. 1.10).



Obr. 1.57. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickým hladinomerom, umiestneným vo vrte JM-6 na lokalite Dolná Mičina

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 sa merania vykonávali na ôsmich subhorizontálnych vrtoch. Celkovo bolo vykonaných 5 etáp meraní. Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla $24,95 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte HV-2 ($21,4 \text{ l.min}^{-1}$). Vrty HV-6 a 7 boli i počas roku 2013 suché.

V roku 2014 bol rozsah a frekvencia meraní rovnaká ako v predchádzajúcom roku. Sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku 2013 výrazne klesla, a to až o $10,30 \text{ l.min}^{-1}$ a v roku 2014 dosiahla $14,65 \text{ l.min}^{-1}$. Podobne ako v prípade merania hĺbky hladiny podzemnej vody i v tomto prípade treba poznamenať, že nízka frekvencia meraní neumožňuje spoľahlivé posúdenie účinnosti odvodňovacích zariadení. Počas vykonaných meraní, ktoré majú skôr inventarizačný charakter, bol najväčší prietok nameraný vo vrte HV-2 ($9,5 \text{ l.min}^{-1}$ – 12. marca 2014). V rovnakom termíne boli namerané maximálne hodnoty výdatnosti i vo vrtoch HV-3 a HV-5. Vo vrte HV-4 bola maximálna výdatnosť zaznamenaná až 26. novembra, čo pravdepodobne súvisí s vlhkým letným a jesenným obdobím. Štyri vrty – DM-1, HV-1, HV-6 a HV-7 – boli počas všetkých meraní suché. Najväčšie namerané kolísanie výdatností bolo pozorované vo vrte HV-2 ($3,18 \text{ l.min}^{-1}$). V tomto vrte bola dosiahnutá i najvyššia priemerná ročná hodnota výdatnosti ($7,95 \text{ l.min}^{-1}$).

Z dlhodobého hľadiska je možné konštatovať, že za posledných 10 rokov bola najvyššia spoločná výdatnosť zo všetkých drenážnych objektov zaznamenaná 4. apríla 2013 ($55,65 \text{ l.min}^{-1}$) a naopak, najnižšia 6. novembra 2012 ($2,12 \text{ l.min}^{-1}$). Vrty HV-1 a HV-6 boli počas hodnoteného desaťročného obdobia prevažne suché.

d/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkových pomeroch zo stanice SHMÚ Banská Bystrica, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer 855,15 mm. Úhrn zrážok za rok 2013 bol 987,2 mm, čo predstavuje 115,44 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa ako vlhký rok. Za rok 2014 bol nameraný úhrn zrážok 1011,1 mm, čo predstavuje až 118,24 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa tiež ako vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Zo zabezpečených režimových meraní podáva najlepší obraz o vývoji hlavného zosuvotvorného faktora – hĺbke hladiny podzemnej vody – záznam z automatického hladinmera vo vrte JM-6. Z nameraných hĺbok hladiny podzemnej vody, ale aj z údajov získaných zo stanice SHMÚ v Banskej Bystrici (s indikatívom 34300), je možné pozorovať, že v letných a jesenných mesiacoch došlo k zhoršeniu stabilitných pomerov. Tento stav súvisí so zvýšenými úhrnmi zrážok v mesiacoch júl, august a september.

Meranie pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie, realizované 16. októbra, zaznamenalo výraznú pohybovú aktivitu. Vo vrtoch JM-8 a JM-15 boli namerané deformácie inklinometrickej pažnice nad 6 mm. Z hľadiska semikvantitatívneho hodnotenia (tab. 1.4) je možné dosiahnutú deformáciu považovať za mimoriadnu. Avšak po analýze nameraných azimutov deformácií nie je možné pohybovú aktivitu hodnotiť ako svahový pohyb. Vektory deformácií sú voči spádnicí svahu orientované inverzne.

Vysvetlenie daného stavu by si vyžadovalo rozsiahlejšiu analýzu viacerých relevantných faktorov, vplývajúcich na samotné inklinometrické meranie a stabilitu inklinometrickej pažnice. V súčasnosti, na základe dostupných informácií, sa prikláňame k hypotéze, že namerané deformácie sú výsledkom nedokonalého technického vstrojenia inklinometrických vrtov.

1.4.11. Lokalita Ľubietová

Stručná charakteristika lokality

Ľubietovský zosuv sa nachádza na severozápadnom okraji obce Ľubietová. V rámci širšieho zosuvného územia v okolí Ľubietovej ide o prúdový zosuv dĺžky cca 1200 m, so šírkou v odľučnej oblasti 500 m, ktorá sa v smere po svahu zužuje na 50 až 80 m. Hrúbka zosunutých hmôt je v rozpätí od cca 30 m (v odľučnej oblasti) po 6 až 8 m (v čele zosuvu – Nemčok, 1982). Zosuv sa aktivizoval na jar 1977.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Na lokalite Ľubietová sa v rokoch 2013 a 2014 vykonávali iba režimové pozorovania. V roku 2013 bolo vykonaných 7 a v aktuálne hodnotenom roku 11 meraní. Prehľad termínov je uvedený v tab. 1.17.

Tab. 1.17 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ľubietová v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny Podzemnej vody	7	V-1, 2, 4, 5A, 6A, 7, 8	7 (24. marec, 18. apríl, 18. máj 19. jún, 16. september, 23. október, 27. november)	11 (22. január, 12. február, 12. marec, 4. apríl, 6. máj, 8. jún, 10. júl, 12. august, 7. september, 30. október, 21. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	7	HV-3, 4, 5, 7, 8, 9, 10	7 (24. marec, 18. apríl, 18. máj 19. jún, 16. september, 23. október, 27. november)	11 (22. január, 12. február, 12. marec, 4. apríl, 6. máj, 8. jún, 10. júl, 12. august, 7. september, 30. október, 21. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ľubietová (indikatív 34100)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

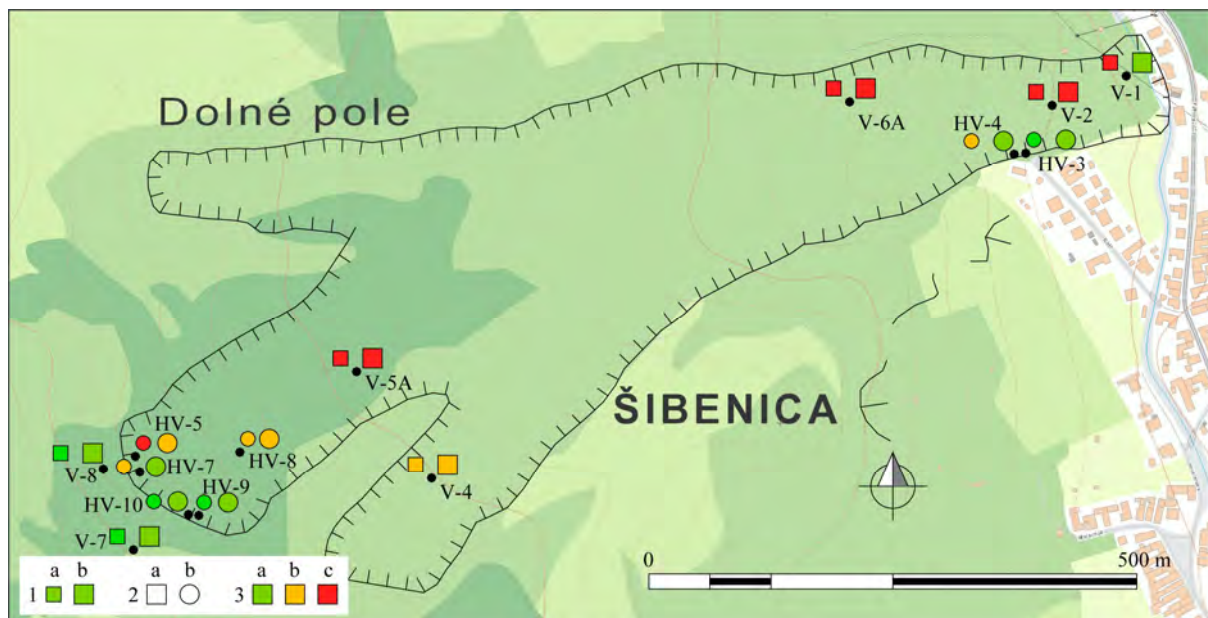
a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch realizované v spolupráci s pracovníkmi Univerzity Mateja Bela (UMB) v Banskej Bystrici na základe "Dohody o zapožičaní prístrojov" medzi ŠGÚDŠ, Regionálnym centrom Banská Bystrica a UMB.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 7,62 m pod terénom. Nadpriemerné zrážky zaznamenané hlavne v jarných mesiacoch sa prejavili stúpnutím hladiny podzemnej vody prakticky vo všetkých vrtoch. Vo vrtoch V-2, V-5A a V-6A dosiahli namerané hladiny podzemnej vody najvyššiu úroveň od roku 1995. Najväčšie

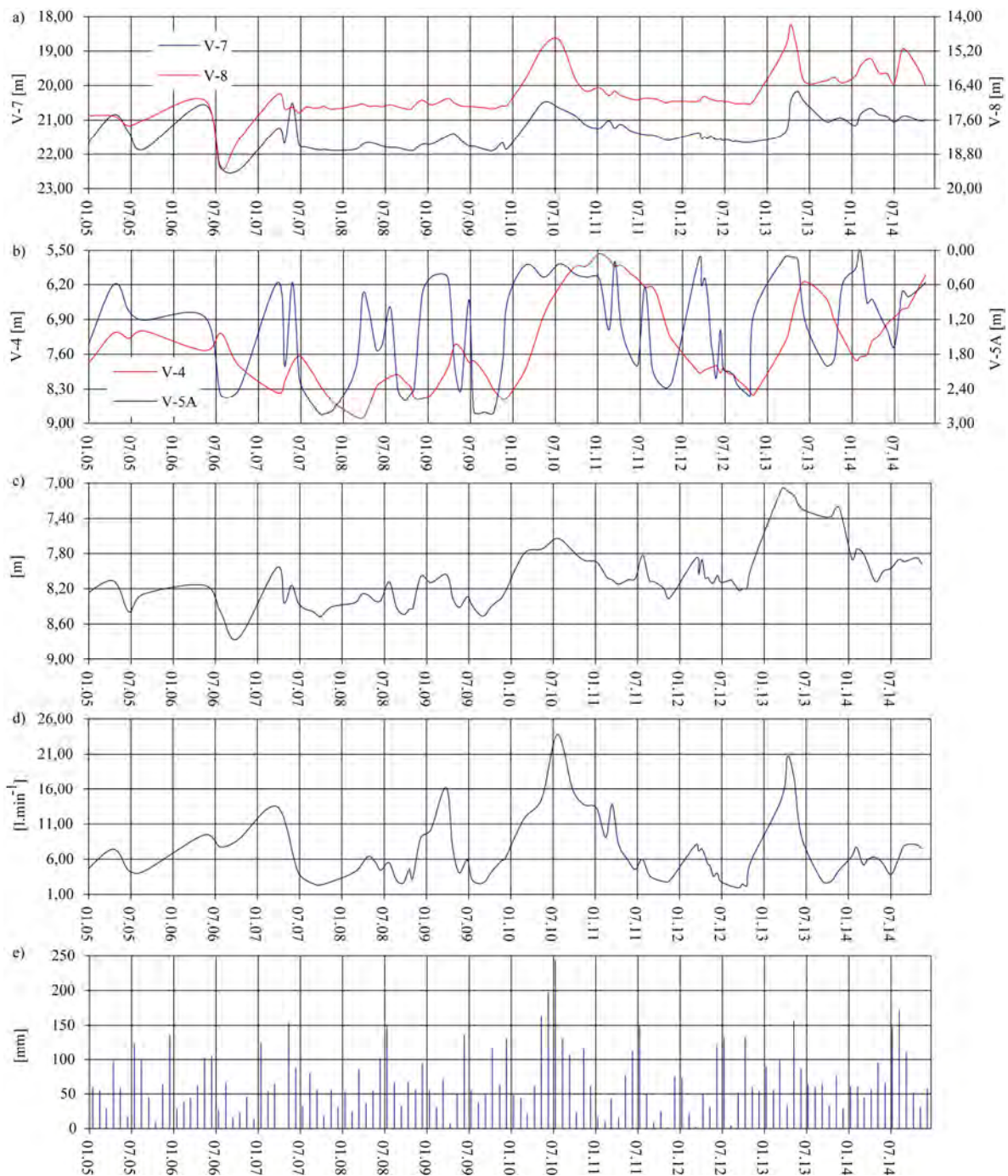
kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrtoch V-8 (2,04 m), V-5A (1,87 m) a V-2 (1,80 m) a naopak najmenšie zmeny boli namerané vo vrte V-1 (0,32 m).

V roku 2014 pokračovali režimové pozorovania na rovnakom súbore monitorovacích objektov ako v predošlom roku (obr. 1.58). V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,26 m a dosiahla hĺbku 7,88 m pod terénom. Najvyššia úroveň hladiny podzemnej vody bola zaznamenaná vo februári (0,01 m nad terénom) vo vrte V-5A (príl. 1.11). Do blízkosti terénu vystúpila podzemná voda aj vo vrtoch V-2 a V-6A (obr. 1.59). Výskyt maximálnych stavov bol najčastejšie pozorovaný počas februára (vrty V-5A, V-2 a V-1), v niektorých vrtoch i v novembri. Najnižšie úrovne hladiny podzemnej vody boli namerané prevažne počas júlového a septembrového merania. Avšak absolútne najnižšia hladina podzemnej vody bola nameraná 22. januára vo vrte V-7 (20,91 m pod terénom). Na základe celkovej amplitúdy zmien hĺbky hladiny podzemnej vody je možné v zosuvnom území pozorovať pomerne ustálený režim. Zmeny hĺbky ani v jednom prípade nepresiahli 2 m. Najväčšie boli namerané vo vrte V-4 (1,71 m) a s minimálnym kolísaním vo vrte V-1 (0,37 m).



Obr. 1.58. Lokalita Lubietová – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; mapový podklad: ZBGIS®

Z dlhodobého hľadiska, pri hodnotení zaznamenaných stavov hladiny podzemnej vody v období rokov 2005 až 2014 môžeme konštatovať, že najbližšie k terénu hladina podzemnej vody vystúpila vo vrte V-5A v roku 2013 (obr. 1.59, príl. 1.11). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody sa v tomto vrte (počas obdobia 2004 až 2013) nachádza na úrovni 1,52 m pod terénom. Naopak, najhlbšie sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádza vo vrte V-7 (jej priemerná hodnota odvodená za obdobie rokov 2005 až 2014 je 21,40 m pod terénom).



Obr. 1.59. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Ľubietová. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – V-7 a V-8, b – V-4 a V-5A, c – V-1, d – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Ľubietová s indikatívom 34100)

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 bolo monitorovaných deväť odvodňovacích zariadeniach, vzhľadom na to, že vrty HV-6 a HV-11 boli počas celého dvojročného obdobia suché, výdatnosť sa merala v siedmich odvodňovacích zariadeniach. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.11 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.58.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov dosiahla 10,3 l.min⁻¹. V objektoch HV-8 (4,12 l.min⁻¹) a HV-9 (0,83 l.min⁻¹) bola počas jarných meraní zachytená najvyššia výdatnosť za celé obdobie monitorovania. Pozoruhodné je, že

v objektoch HV-4, HV-5, HV-7 a HV-9 bola v jesennom období nameraná zároveň aj ich najnižšia výdatnosť. Najväčšie kolísanie, zaznamenané vo vrtoch HV-5 a HV-7, presiahlo hodnotu 7 l.min^{-1} (príl. 1.11). Minimálne zmeny vo výdatnosti (zároveň aj najnižšie hodnoty výdatnosti v súbore monitorovaných odvodňovacích zariadení) boli zaznamenané vo vrtoch HV-3 a HV-10.

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť všetkých meraných objektov oproti predchádzajúcemu roku 2013 klesla o $3,92 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla $6,38 \text{ l.min}^{-1}$. Medzi nameranými hodnotami v jednotlivých objektoch nie sú zásadné rozdiely. Počas jedenástich etáp meraní boli maximálne hodnoty výdatnosti zaznamenané v rozmedzí od $0,4$ do $3,6 \text{ l.min}^{-1}$, pričom najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte HV-8 a naopak najnižšia, vo vrte HV-3. Podobne, ustálený režim je pozorovateľný aj v prípade ročného kolísania výdatnosti v jednotlivých subhorizontálnych vrtoch.

Prevažná časť maximálnych výdatností bola nameraná v zimných (február – vrty HV-10, HV-4, HV-8 a marec – HV-3) a jarných mesiacoch (apríl – HV-9). Len v dvoch prípadoch boli maximálne stavy namerané koncom októbra (HV-7 a HV-5).

Počas dlhšieho časového obdobia bola najvyššia hodnota spoločnej výdatnosti dosiahnutá v roku 2010 (26. júla; $23,77 \text{ l.min}^{-1}$ – obr. 1.48; počas tohto termínu bola vo vrte HV-7 nameraná i najvyššia výdatnosť – $9,8 \text{ l.min}^{-1}$ za celé monitorované obdobie). O niečo nižšie hodnoty spoločnej výdatnosti boli zaznamenané 31. marca 2009 ($16,27 \text{ l.min}^{-1}$), 20. marca 2011 ($13,83 \text{ l.min}^{-1}$) a 27. marca 2007 ($13,50 \text{ l.min}^{-1}$). Uvedené maximá spoločnej výdatnosti vo väčšine prípadov súvisia s jarným obdobím, prevažne však s mesiacom marec. Výnimkou je rok 2010, kedy vysoká výdatnosť odvodňovacích vrtoz súvisela s mimoriadne intenzívnymi zrážkovými úhrnmi z obdobia máj až jún.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia doplňujú údaje o zrážkových úhrnoch v rokoch 2013 a 2014 zo stanice SHMÚ Ľubietová, na ktorej je dlhodobý zrážkový priemer $736,04 \text{ mm}$. V roku 2013 bol nameraný ročný zrážkový úhrn $845,7 \text{ mm}$, čo zodpovedá $114,9 \%$ dlhodobého zrážkového priemeru (ide teda o vlhký rok). V roku 2014 zrážkový úhrn dosiahol $949,0 \text{ mm}$, čo je $128,9 \%$ dlhodobého priemeru a predstavuje veľmi vlhký rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity sú už dlhodobo výlučne zamerané na režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích vrtoz. Kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody vo väčšine prípadov súvisí s klimatickými pomermi zaznamenanými počas roka (prípadne predchádzajúceho obdobia). Podobne to je i v roku 2014, kedy stúpnutie hladín podzemnej vody bolo spojené s jarným topením snehovej pokrývky a intenzívnymi zrážkovými úhrnmi zaznamenanými v auguste a septembri. Tento vzostup hladiny podzemnej vody sa prejavil i miernym nárastom výdatnosti odvodňovacích vrtoz.

Výsledky monitoringu realizovaného v aktuálne hodnotenom roku, ale aj v predchádzajúcom období poukázali na nevyhnutnosť sfunkčnenia sanačných opatrení, ktoré na zosuve nie sú udržiavané. Vody vytekajúce zo skupiny odvodňovacích vrtoz HV-5 až HV-10 sú odvádzané mimo rigolov, pričom priamo infiltrujú do telesa zosuvu alebo sa hromadia v bezodtokových depresiách. Ide pritom o najcitlivejšiu oblasť – odlučnú časť – zosuvu, ktorá je vďaka tomuto stavu permanentne saturovaná vodou. Na tento dlhodobý problém každoročne upozorňujeme v predkladaných ročných správach. O potrebe zabezpečenia spoľahlivého odvedenia vôd vytekajúcich z drenážnych objektov mimo zosuvné

územie bolo upovedomené aj mestské zastupiteľstvo. Situácia v zosuvnom území sa i napriek mnohým upozorneniam a varovaniam v priebehu dlhého obdobia monitoringu nezmenila.

Na základe monitorovacích meraní je možné hodnotiť zosuvné územie ako potenciálne nestabilné. Opakovane upozorňujeme, že z hľadiska dlhodobej stabilizácie tohto územia je potrebné v čo najkratšej dobe riešiť otázky spojené s odvedením vôd z odlučnej oblasti a zamedziť tak ich spätnej infiltrácii do zosuvného telesa.

V roku 2015 plánujeme prerušiť dlhodobo realizované režimové pozorovania. Všetky doteraz namerané údaje budú bezpečne archivované a prístupné pre akékoľvek účelové analýzy. Zároveň, v prípade potreby je možné monitorovacie aktivity kedykoľvek obnoviť.

1.4.12. Lokalita Slanec-TP

Stručná charakteristika lokality

Zosuvný svah sa nachádza na JZ okraji obce Slanec. Do súboru monitorovaných lokalít bol zaradený v roku 2003 v súvislosti s tým, že na predmetnom zosuvnom svahu sa nachádza viacero podzemných vedení (5 tranzitných plynovodov – TP, medzištátny plynovod, 2 línie ropovodov, optické káble, telekomunikačné káble, vysokotlaková odbočka plynu pre obec Slanec), ako aj nadzemné elektrické vedenie. Vzhľadom na extrémnu preťaženosť daného geologického prostredia antropogénnymi zásahmi a veľkú citlivosť podzemných vedení na prípadné prejavy nestability svahu, bol na lokalite vykonaný inžinierskogeologický prieskum a uskutočnené boli i rozsiahle sanačné opatrenia (Míka a Bolha, 2000). V súčasnosti vykonávané monitorovacie práce sa sústreďujú na merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení po uskutočnenej sanácii, čím sa overuje jej funkčnosť.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Na lokalite Slanec-TP sa v rokoch 2013 a 2014 vykonávali režimové pozorovania. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.18.

Tab. 1.18 *Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slanec-TP v rokoch 2013 a 2014*

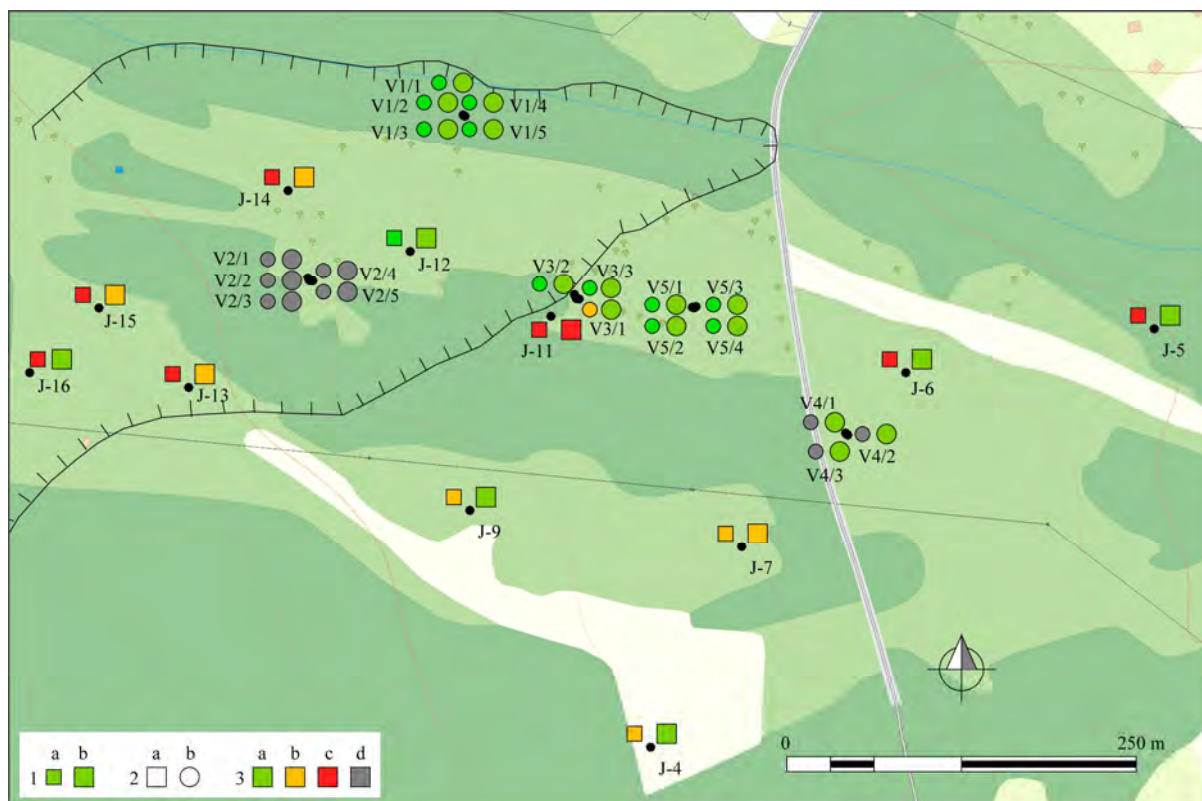
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	11	J-4, J-5, J-6, J-7, J-9, J-11, J-12, J-13, J-14, J-15, J-16	10 (4. február, 26. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 28. august, 30. september, 38. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	20	V-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, V-2/1, 2/2, 2/3, 2/4, 2/5, V-3/1, 3/2, 3/3, V-4/1, 4/2, 4/3, V-5/1, 5/2, 5/3, 5/4	10 (4. február, 26. február, 25. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 28. august, 30. september, 38. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51 160)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 sa vďaka rekonštrukcii monitorovacej siete zvýšil počet funkčných monitorovacích objektov z deväť na jedenásť. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.12 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.60.

Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 5,39 m. Najväčšie kolísanie hĺbky podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte J-14 (4,67 m). O niečo menšie kolísanie bolo namerané vo vrtoch J-16 (3,81 m), J-6 (3,34 m). Naopak, najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli pozorované vo vrte J-5 (len 1,07 m – príl. 1.10). Na úroveň terénu vystúpila podzemná voda až v troch vrtoch (J-11, 14 a 16) a najdlhšie sa na tejto úrovni udržala vo vrte J-11 (od 26. februára do 25. marca, v ostatných spomenutých vrtoch bola táto úroveň dosiahnutá 25. marca).



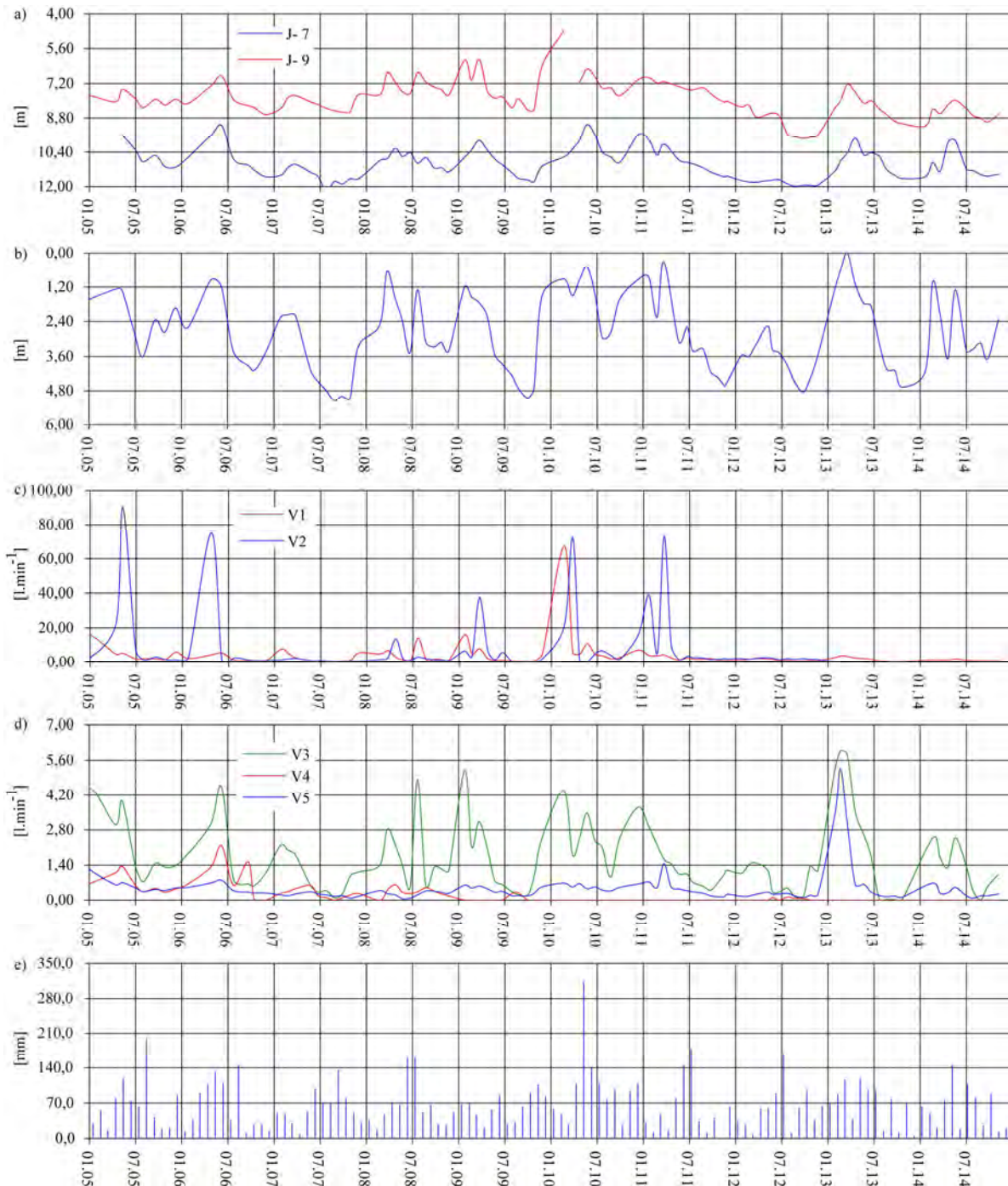
Obr. 1.60. Lokalita Slanec-TP – situácia sanačných a monitorovacích objektov a semikvantitatívne výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014, pokračovali režimové pozorovania na rozšírenom súbore monitorovacích objektov z roku 2013 (obr. 1.60). V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,22 m a dosiahla hĺbku 5,61 m pod terénom. Najvyššia hladina podzemnej vody, na úrovni terénu, bola zaznamenaná vo vrte (J-11 – 26. februára). Z ostatných vrtoch sa k terénu priblížila hladina podzemnej vody vo vrte J-13 (0,7 m pod terénom). Najhlbšie pod terénom sa hladiny podzemnej vody udržali vo vrtoch J-6 a J-7 (minimálna hĺbka pod 10 m pod terénom).

Najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte J-16 (4,65 m). O niečo menšie kolísanie bolo namerané vo vrtoch J-14 (3,08 m), J-12 (2,76 m) J-11 (2,45 m). Najmenšie zmeny hladiny podzemnej vody boli podobne ako v prechádzajúcom roku pozorované vo vrte J-5 (len 0,51 m; obr. 1.61 a príl. 1.12). V porovnaní s predchádzajúcim rokom dosahovali zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody výrazne menšie amplitúdy. Zároveň poklesol i počet prípadov, kedy boli hladiny podzemnej vody zaznamenané na úrovni terénu.

Z dlhodobého hľadiska (v období 2005 až 2014 – obr. 1.61) boli jednoznačne najvyššie namerané hladiny podzemnej vody – na úrovni terénu – v rokoch 2013 (vrty J-11, 14 a 16)

a 2014 (J-11). Podobne vysoká hladina podzemnej vody bola nameraná i v roku 2010 (vo vrte J-11). Vysoké hladiny boli zaznamenané ešte aj v rokoch 2005 vo vrte J-12 (0,39 m pod terénom) a 2010 vo vrte J-13 (0,35 m pod úrovňou terénu). Naopak, najhlbšie bola podzemná voda nameraná vo vrte J-7 dňa 30. júla 2007 (12,21 m pod terénom).



Obr. 1.61. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Slanec-TP. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – J-7 a J-9, b – J-14, c – spoločná výdatnosť horizontálnych vrtov v šachtách V1 a V2, d – spoločná výdatnosť horizontálnych vrtov v šachtách V-3, V4 a V5; e – mesačné úhrny zrážok v mm zo stanice SHMÚ Slanská Huta (indikatív 51160)

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 sa merania výdatnosti realizovali na 20 odvodňovacích vrtoch, ktoré sú rozdelené do piatich stanovísk. Počas hodnotených rokov bolo 2. a 4. stanovisko značnú časť monitorovaného obdobia zaplavené vodou.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla $4,32 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte V3/1 ($3,09 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.10). Naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte V1/3 ($0,2 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov (objekty V1, 3 a 5) oproti roku 2013 klesla o viac ako polovicu a v roku 2014 dosiahla $2,66 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte V3/1 ($1,24 \text{ l.min}^{-1}$) počas májového merania (príl. 1.12). V tomto vrte bolo zároveň pozorované aj najväčšie kolísanie výdatnosti ($1,24 \text{ l.min}^{-1}$). Po dosiahnutí maximálneho stavu v tomto vrte výdatnosť začala klesať a počas augustového a septembrového merania bol vrt suchý, resp. vlhký. Na zosuvnej lokalite boli maximálne výdatnosti namerané prevažne počas februárovej a májovej etapy. Opačne, veľmi nízke hodnoty výdatnosti boli pozorované na objektoch V4 a V5, pričom všeobecne najnižšie výdatnosti boli namerané počas augustovej a septembrovej etapy.

Z dlhodobého hľadiska možno za najvyššie výdatnosti označiť tie, ktoré boli zaznamenané počas rokov 2005 (V2 – spoločná výdatnosť počas 11. mája dosiahla hodnotu $90,26 \text{ l.min}^{-1}$), 2006 (V2 – 28. apríla – $75,12 \text{ l.min}^{-1}$), 2010 (V2 – 31. marca – $72,45 \text{ l.min}^{-1}$; V1 – 25. februára – $67,32 \text{ l.min}^{-1}$) a 2011 (V2 – 29. marca $73,31 \text{ l.min}^{-1}$ – obr. 1.61).

V skupinách vrtoV V3 a V5 boli najvýznamnejšie hodnoty výdatnosti namerané počas roku 2013 (príl. 1.12). V skupinách vrtoV V1 a V2 došlo po roku 2011 k ustáleniu výdatnosti. V skupine vrtoV V3 je v hodnotenom desaťročí pozorovaná pomerne premenlivá výdatnosť. Jej zmeny boli do značnej miery ovplyvnené cyklickým striedaním ročných období, pričom však nie je možné maximálne stavy výdatnosti jednoznačne priradiť k obdobiam jarného topenia sa snehovej pokrývky (hlbšiu analýzu kolísania výdatnosti odvodňovacích zariadení v tejto skupine vrtoV by bolo možné urobiť len na základe údajov s vyššou frekvenciou meraní). Dlhodobo najnižšie výdatnosti sú pozorované vo vrtoch označených V4.

Dlhodobým problémom monitorovania výdatnosti odvodňovacích zariadení na tejto lokalite je, že viaceré vrty sú počas roka zaplavované vytekajúcou vodou z drenážnych zariadení. Vďaka tomuto stavu nie je možné sledovať množstvo odtekajúcej vody zo zosuvného územia a navyše, dochádza k znižovaniu účinnosti hĺbkového odvodnenia.

c/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Hute (indikatív 51160) je $725,7 \text{ mm}$. V roku 2013 bol ročný zrážkový úhrn $793,9 \text{ mm}$, čo predstavuje $109,40 \%$ dlhodobého zrážkového priemeru (normálny rok). V roku 2014 bol ročný zrážkový úhrn $706,5 \text{ mm}$ ($97,35 \%$ dlhodobého zrážkového úhrnu), čo tiež charakterizuje normálny rok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite sú sledované len zmeny režimových ukazovateľov. Na základe získaných údajov z roku 2014 a po ich zhodnotení je možné konštatovať pokles priemerných ukazovateľov sledovaných hodnôt. Uvedený zostup je odrazom nižších zrážkových úhrnov ako v predchádzajúcom roku 2013. Pokles hladiny podzemnej vody sa priamo odrazil i na množstve odtekajúcej vody z drenážnych zariadení.

Vzhľadom na mimoriadne riziko spojené s potenciálnym pretrhnutím predovšetkým tranzitného plynovodu alebo ropovodu treba zdôrazniť naliehavú potrebu komplexnej sanácie celého zosuvného územia (svahov po oboch stranách miestneho potoka). Jej realizácia by si

vyžiadala združené investície subjektov – vlastníkov či prevádzkovateľov všetkých produktovodov a inžinierskych sietí (diaľkového a optického kábla).

V roku 2015 plánujeme pokračovať v monitorovacích aktivitách v rovnakom rozsah a frekvencii ako v roku 2014.

1.4.13. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý vznikol na prelome rokov 1960/1961, sa aktivizoval v JV časti mesta Handlová. Zosuv zničil časť mesta a komunikačné línie (diaľkové elektrické vedenie a štátnu cestu z Handlovej do Žiaru nad Hronom). Na zosuve sa vykonal súbor sanačných prác, zameraných predovšetkým na odvodnenie svahu a priťaženie jeho päty stabilizačným násypom. V jednotlivých etapách prieskumu a sanácie sa budovala i sieť monitorovacích objektov a vykonávalo sa krátkodobé monitorovanie. Systematicky sa územie monitoruje od roku 1993, i keď v poslednom období boli monitorovacie aktivity sústredené prakticky len na inklinometrické merania. V roku 2014, po kritickej deformácii posledného funkčného inklinometrického vrtu, sa zosuvné územie hodnotilo len vizuálne, na základe terénnej rekognoskácie. V závere roka 2014 bol v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014) vybudovaný nový inklinometrický vrt, ktorý by mal prispieť k obnoveniu monitorovacích aktivít na tejto významnej zosuvnej lokalite.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

V roku 2013 bola zaznamenaná kritická deformácia inklinometrickej pažnice v poslednom funkčnom vrte GI-4 (tab. 1.19), z tohto dôvodu boli monitorovacie aktivity v roku 2014 obmedzené len na rekognoskáciu zosuvného územia. Terénne obhliadky boli zamerané na lokalizovanie nového inklinometrického vrtu.

Tab. 1.19 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960 v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Inklinometrické	1	GI-4	1* (10. október)	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanice SHMÚ: Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok mesačné úhrny zrážok	

* – vrt bol počas merania nepriechodný

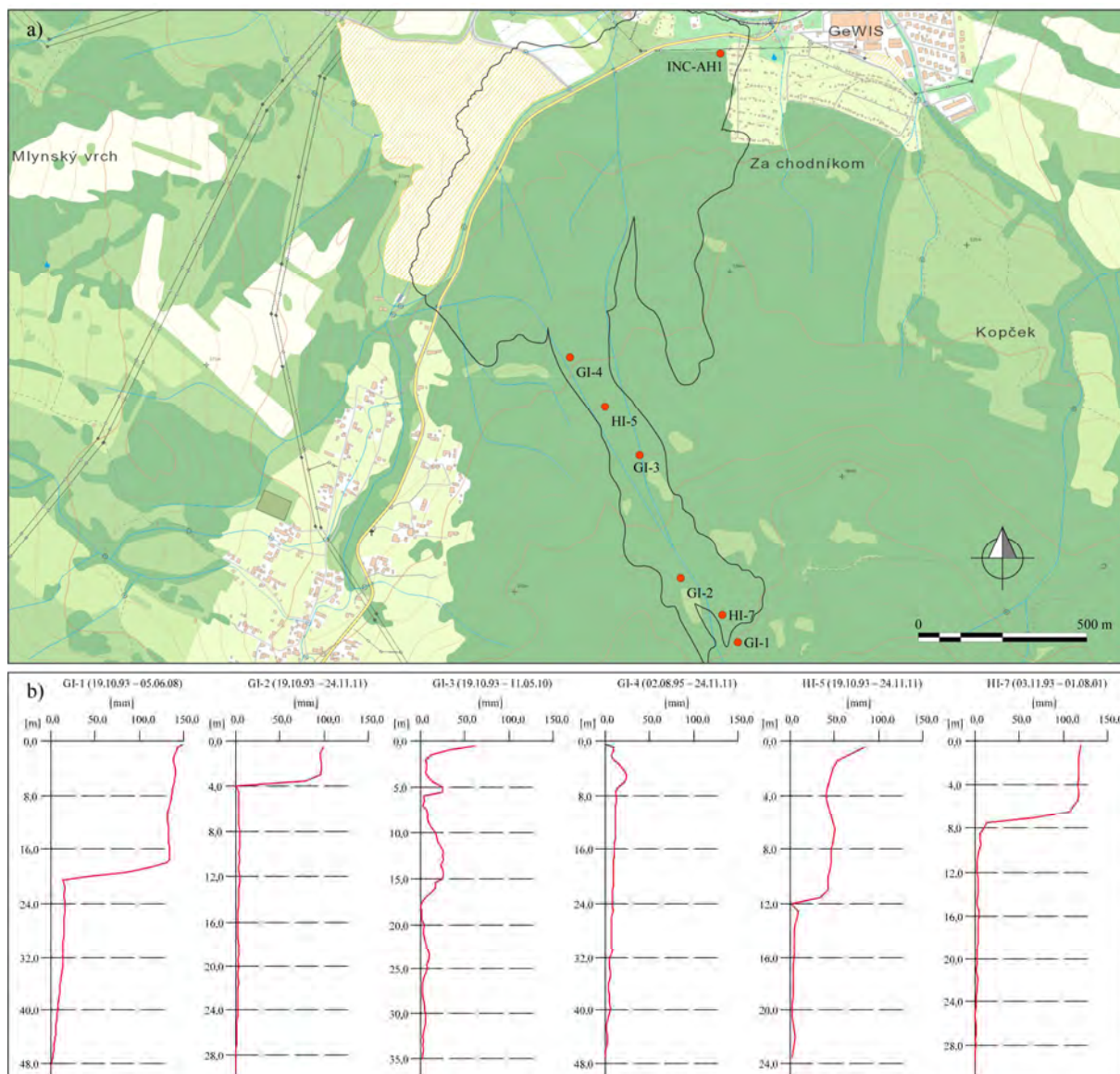
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 bola v hĺbke cca 4 m pod terénom zaznamenaná nepriechodnosť inklinometrickej pažnice, a teda mimoriadne vysoké hodnoty deformácie namerané počas júla 2012 boli potvrdené. Dlhodobé vysoké hodnoty deformácie v tomto horizonte poukazujú na jeho vysokú pohybovú aktivitu. Vrt GI-4 sa nachádza pomerne blízko štátnej cesty I/50, ktorá spája Handlovú so Žiarom nad Hronom. Z tohto dôvodu je možné dosiahnutú deformáciu považovať za alarmujúcu.

V roku 2014, vzhľadom na pretrvávajúcu vysokú aktivitu zosuvného územia, bol v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ vybudovaný nový inklinometrický vrt s hĺbkou 50 m. Vrt je lokalizovaný v blízkosti štátnej cesty I. triedy (I/50), ktorá spája Handlovú s mestom Žiar nad Hronom. Pri situovaní nového inklinometrického vrtu bol zohľadnený vzťah zosuvného územia k nasledovným aspektom:

- infraštruktúra (cestná komunikácia, železničná trať, obytné a neobytné objekty – intravilán mesta Handlová). Preverované boli oblasti, v ktorých by v prípade rozvoja svahového pohybu došlo k najväčším škodám;
- prítomnosť, resp. neprítomnosť sanačných opatrení, vybudovaných v predchádzajúcom období. Lokalizovaná bola oblasť, ktorá nie je zabezpečená Stabilizačným násypom;
- prejavy pohybovej aktivity. Výber sa sústredil na miesta, na ktorých je možné i v súčasnosti pozorovať zvýšenú aktivitu svahového pohybu.



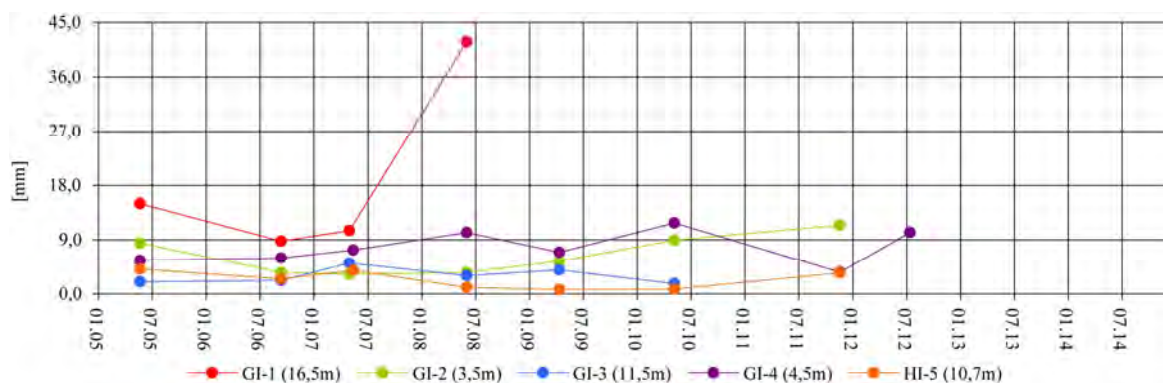
Obr. 1.62. Lokalita Handlová-zosuv z roku 1960 – výsledky inklinometrických meraní. a – lokalizácia starších inklinometrických vrtov (označených ako GI a HI) a novovybudovaného vrtu INC-AHI b – výsledná deformácia inklinometrických pažníc počas dlhšieho časového obdobia; mapový podklad: ZBGIS®

Po zohľadnení všetkých kritérií bol vrt situovaný v severovýchodnej časti telesa zosuvu z roku 1960 (obr. 1.62). Vrt bol lokalizovaný tak, aby zachytával deformácie v najcitlivejšej časti zosuvu, teda v oblasti, ktorá nie je zabezpečená Stabilizačným násypom a zároveň ohrozuje železničnú trať, štátnu cestu I. triedy (I/50) a viaceré objekty v intraviláne mesta Handlová. Z hľadiska hodnotenia pohybovej aktivity ide o oblasť, v ktorej sa deformácie prejavujú priamo na cestnej komunikácii I/50.

Vybudovaný vrt bol vystrojený inklinometrickým profilom ABS (akrylonitrilbutadiénstyrén) s priemerom 72 mm. Do hĺbky predpokladanej šmykovej plochy boli nainštalované: stacionárna dvojsová inklinometrická sonda, dva uzavreté vibračné piezometre. Súčasťou inštrumentácie je štvorkanálová zbernica dát, ktorá umožňuje archiváciu údajov a ich zber.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (roku 2005 až 2013 – obr. 1.63) bola najvýraznejšia deformácia nameraná vo vrte GI-1. Počas merania dňa 5. júna 2008 bola v hĺbke 16,5 m zaznamenaná deformácia s hodnotou 41,83 mm. Ide o vrt, v ktorom výsledná deformácia inklinometrickej pažnice na šmykovej ploche počas monitorovaného obdobia dosiahla 130,54 mm (obr. 1.62b).

Vysoké hodnoty deformácie (ktorých vektor presiahol 15 mm) boli zaznamenané aj počas merania v roku 2005 vo vrte GI-2 (23. mája bola zaznamenaná deformácia s hodnotou 16,5 mm). Vektory deformácie zaznamenané vo vrte GI-4 poukazujú na mierne zvýšenú pohybovú aktivitu, ktorá mala v období rokov 2005 až 2010 mierne stúpajúci trend. V roku 2011 došlo v tomto vrte k poklesu pohybovej aktivity, ale v roku 2012 sa opäť obnovila. Vo vrte GI-5 bol v predchádzajúcom období pozorovaný relatívne stabilný stav (v sledovanej úrovni), pričom k nárastu deformácie došlo v roku 2011 (od roku 2012 je vrt nepriechodný).



Obr. 1.63. Dlhodobé zmeny deformácií nameraných na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Handlová-zosuv z roku 1960

b/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomerných staníc Handlová je analogické ako na predchádzajúcich lokalitách (Handlová-Morovnianske sídlisko a Handlová-Kunešovská cesta).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V rokoch 2013 a 2014 neboli v území realizované prakticky žiadne merania. V roku 2013 sa počas realizácie inklinometrického merania zistilo, že (posledný funkčný) vrt GI-4 je nepriechodný, teda porušený v dôsledku mimoriadneho svahového pohybu. V roku 2014 bola v zosuvnom území realizovaná rekognoskácia územia za účelom lokalizácie nového inklinometrického vrtu. Vrtne práce spolu s vystrojením inklinometrického vrtu a inštaláciou meracích zariadení boli zabezpečené v rámci riešenia geologickej úlohy s názvom „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014).

V roku 2015 plánujeme v novovybudovanom inklinometrickom vrte realizovať viacero etáp meraní (min. 2 etapy), ktoré budú podkladom pre optimalizáciu hĺbky umiestnenia stacionárnej inklinometrickej sondy. Zároveň bude zabezpečený zber, spracovanie

a archivácia údajov z inštalovaných automatických zariadení (merače pórových tlakov a inklinometrická sonda) a stanice SHMÚ.

1.4.14. Lokalita Okoličné

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na SV okraji mesta Liptovský Mikuláš a je súčasťou rozsiahleho zosuvného územia, ktoré sa v minulosti vyvinulo v súvislosti s laterálnou eróznou činnosťou rieky Váh. Monitorovaný zosuv je výsledkom nesprávneho antropogénneho zásahu pri realizácii odrezu v akumuláčnej časti zosuvu. Monitorovacie merania sa na lokalite vykonávali krátkodobo počas prieskumov a sanácií (výnimkou sú iba geodetické merania, realizované priebežne už 43 rokov – od roku 1971); systematicky sa svah monitoruje od roku 1993. Detailnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia a najmä práce Fussgängera a Jadroňa (1977).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.20.

Tab. 1.20 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Okoličné v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Geodetické	16	P5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 24, ŠPS v L. Mikuláši (vzťažný bod)	1 (31. máj)	1 (31. máj)
Inklinometrické	4	M-2, 3, 4, JO-1A	1* (30. september)	2 (8. júl, 17. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	J-3A, J-3B, J-6B, JP-44, JO-1, M-2, M-3, M-4	52*	45 (1x za týždeň)
	2	J-1; AH-2 automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	12	D1, D2, D3, V-1, 3, 5, 101, 102, 103, 104, JH-14***, JH-17***	52**	45 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipt. Mikuláš (indikatív 21060) Lipt. Mikuláš – Ondrášová (indikatív 21130)	Denné úhrny zrážok a teplota vzduchu	

* – namerané údaje boli vyradené

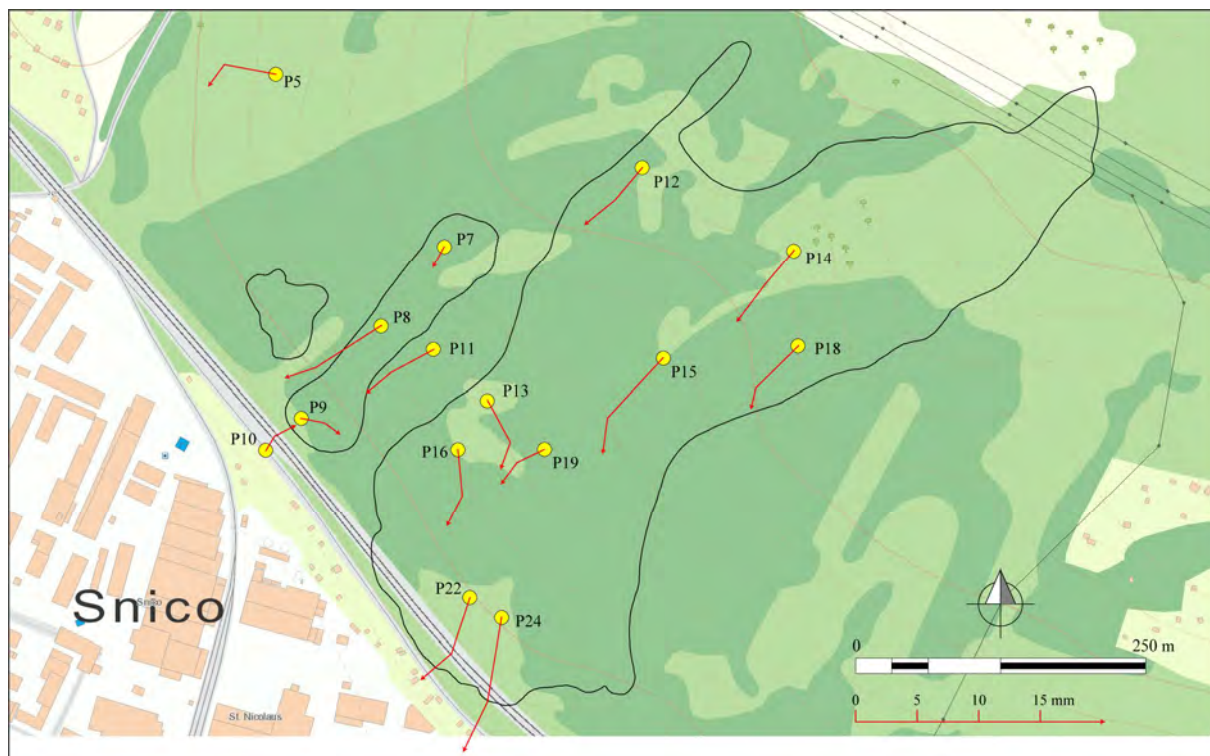
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2013 namerané polohové vektory posunu (za obdobie približne jedného roka) len ojedinele presiahli hranicu 15 mm (príl. 1.13). Najväčšia polohová zmena bola nameraná v bode P24 (18,5 mm) a o niečo menej v bodoch P15 (17,7 mm) a P8 (16,6 mm). Zhodne, vo všetkých uvedených bodoch došlo k 11 mm vertikálnej zmene (P8 a P24 – pokles; P15 – výzdvih; Pisca, 2013). Ostatné zaznamenané premiestnenia geodetických bodov boli v rámci

chyby použitej metódy. Na základe výsledkov meraní možno konštatovať, že zosuvné územie sa v období od mája 2012 do mája 2013 nachádzalo v relatívne stabilnom stave.

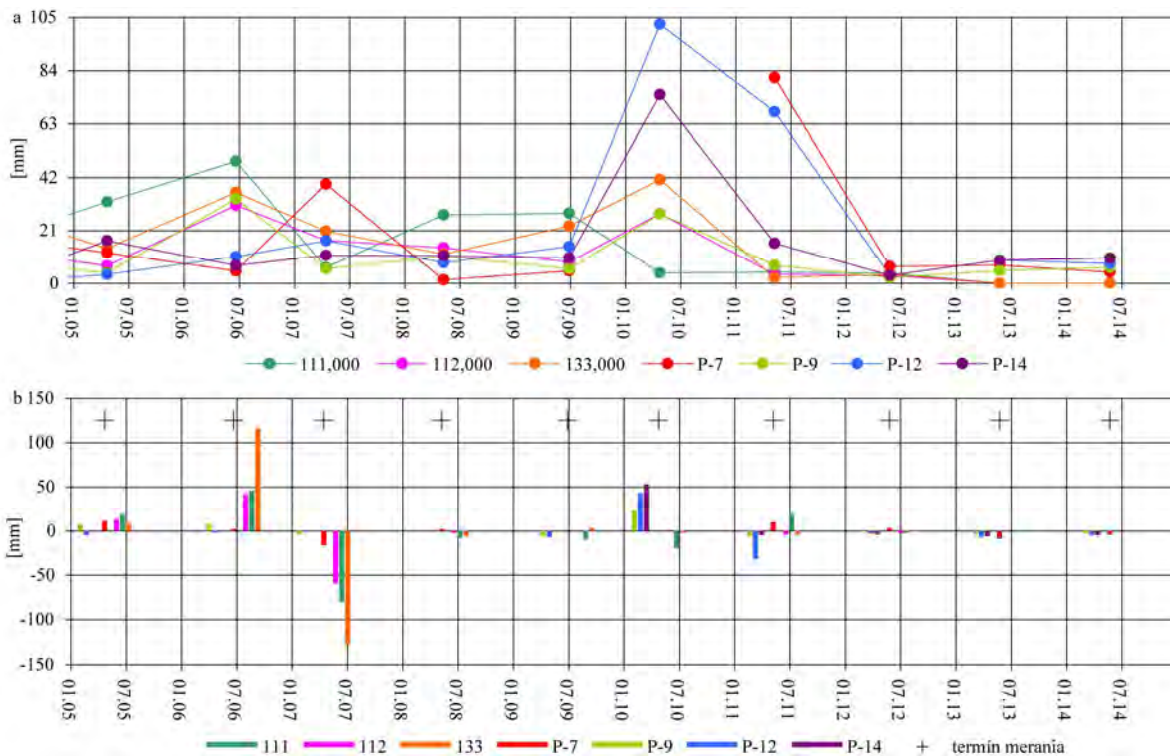
Podobne, i v roku 2014 bol geodetickým meraním dokumentovaný stabilný stav. Meranie bolo realizované koncom mája, teda namerané vektory charakterizujú pohybovú aktivitu v jednoročnom období. Najväčšie polohové zmeny, nad 10 mm, boli namerané len v bodoch P24 (13,75 mm) a P14 (11,18 mm – obr. 1.64). V ostatných bodoch boli namerané priestorové zmeny do 10 mm. Vertikálne zmeny mali prevažne klesajúci charakter. Najvýraznejší pokles bol nameraný v bode P24 (príl. 1.13; Pisca, 2014).



Obr. 1.64. Lokalita Okoličné – výsledky geodetických meraní. Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.13; mapový podklad: ZBGIS®

Z dlhodobého hľadiska (obdobie 2005 až 2014 – obr. 1.65) možno konštatovať, že najväčšie hodnoty posunov boli zaznamenané v rokoch 2010 a 2011 (výsledky meraní môžu byť do určitej miery ovplyvnené zmenou technológie merania – prechod z výlučne terestrického merania na GNSS). K určitému nárastu pohybovej aktivity došlo i v roku 2006, kedy boli polohové zmeny nad 30 mm dosiahnuté na bodoch 111, 133, P9, 112 a P7 (maximálny posun bol zaznamenaný na bode 111 s hodnotou 48,36 mm).

Pri hodnotení vertikálnych zmien v dlhšom časovom období (2005 až 2014) boli najvýraznejšie zmeny zaznamenané v rokoch 2006 a 2007 (obr. 1.65). Počas roku 2006 boli zaznamenané výrazné vzostupné zmeny. Najväčšia z nich bola nameraná na bode 133 (dňa 14. augusta bola zistená vertikálna zmena +116,0 mm). Počas nasledujúceho roka 2007 bol nameraný výrazný pokles pozorovacích bodov, pričom k najväčšej zmene došlo opäť na bode 133 (dňa 8. júna bol nameraný pokles -127,0 mm). Celkovo, za posledných 10 rokov prevládali vertikálne zmeny v rozsahu 0 – 5 mm.



Obr. 1.65. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené geodetickým meraním na lokalite Okoličné. a – polohové zmeny geodetického bodu, b – vertikálne zmeny geodetického bodu

b/ Inklinometrické merania

V roku 2014 bola overená aktivita zosuvného územia dvomi etapami meraní. Zvýšená frekvencia meraní v roku 2014 je spojená s problémom pri vyhodnocovaní nameraných deformácií v roku 2013. V roku 2013, pravdepodobne v dôsledku technickej poruchy na meracej sonde, boli namerané hodnoty ovplyvnené nepresnosťami, ktoré znemožňujú vyhodnotenie zaznamenaných údajov.

Deformácie, ktoré boli namerané v roku 2014 poukazujú na pomerne výraznú aktivitu zosuvného územia. Potvrdzujú to i hodnoty semikvantitatívnej klasifikácie (príl. 1.13; podľa tab. 1.4), podľa ktorej viaceré namerané vektory môžu indikovať mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu, resp. výrazné prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite svahu.

Najvyššia deformácia v rámci sledovaných horizontov bola dosiahnutá vo vrte M-3. V období od 17. júla 2012 do 8. júla 2014 bola v tomto vrte v hĺbke 10,6 m pod terénom nameraná deformácia 9,23 mm. Následne, počas druhého kontrolného merania (17. októbra) dosiahla deformácia v tomto horizonte 7,58 mm. Orientácia nameraných azimutov v sledovaných horizontoch počas jednotlivých meraní však výrazne varíruje (príl. 1.13). Podobne, rozdiely medzi azimutmi nameranými počas letnej a jesennej etapy, sú aj v ostatných vrtoch. Rozdiely medzi poslednými dvomi etapami sa v jednotlivých vrtoch pohybujú v intervale od 90 do 208°, prevládajú však hodnoty blízke 180°. Z uvedeného vyplýva, že výsledná deformácia medzi júlom 2012 a októbrom 2014 je v skutočnosti oveľa menšia (obr. 1.66a). Z pohľadu vývoja deformácie vo vrte je zaujímavý obr. 66b, kde vidieť celkovú deformáciu inklinometrickej pažnice za monitorované obdobie. Z obrázku je zrejmé, že napr. vo vrte M-2 sa v hĺbke 3,7 m pod terénom vyvinula deformácia, ktorá charakterizuje priebeh aktívnej šmykovej plochy. Podobne je možné zvýšenú pohybovú aktivitu pozorovať i vo vrte M-4, ktorý sa v skutočnosti nachádza už v predpolí aktívneho zosuvu, kde monitoruje oblasť za železničným násypom. Namerané výsledky v tomto vrte sú významné z hľadiska stability železničnej trate. Avšak vrty, ktoré sa nachádzajú vo vyšších častiach

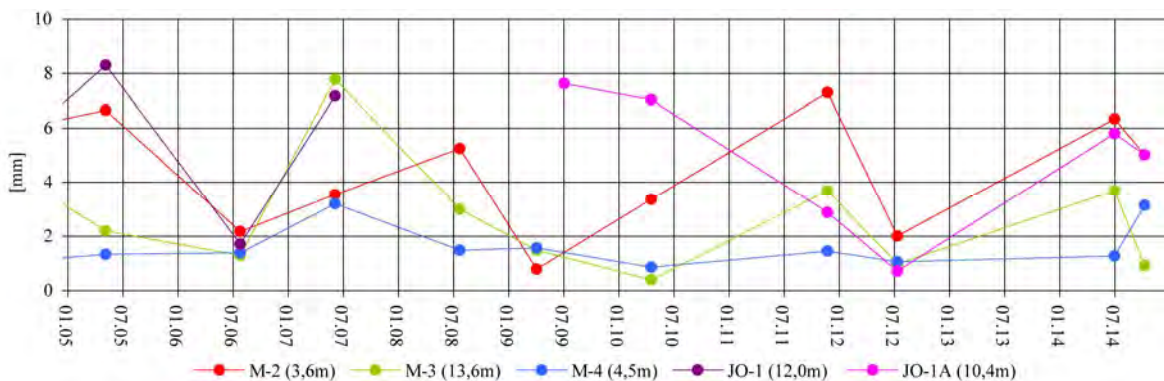
svahu, a počas jednotlivých meraní vykazujú pomerne „vysokú“ aktivitu, sú z dlhodobého pohľadu neaktívne. Napríklad vo vrte M-3 sa počas 17 rokov neprejavila deformácia, ktorá by indikovala priebeh šmykovej plochy. Namerané deformácie v tomto vrte poukazujú jednoznačne na problém s jeho vystrojením. Podobne, ako v prípade lokality Dolná Mičiná, aj na zosuve v Okoličnom boli niektoré inklinometrické vrty zrealizované ako viacúčelové, teda i v tomto prípade sa opakuje problém so zabudovaním vrtovej sondy. Namiesto cementovo-bentonitovej zálievky bol použitý štrkový obsyp.



Obr. 1.66. Lokalita Okoličné – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií, namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.13; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa: Fussgängera a Jadroňa (1977), mapový podklad: ZBGIS®

Deformácie, ktoré boli namerané v roku 2014 poukazujú na pomerne výraznú aktivitu zosuvného územia. Potvrdzujú to i hodnoty semikvantitatívnej klasifikácie (príl. 1.13; podľa tab. 1.4), podľa ktorej viaceré namerané vektory môžu indikovať mierne až stredné prejavy aktivity svahového pohybu, resp. výrazné prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite svahu.

Najvyššia deformácia v rámci sledovaných horizontov bola dosiahnutá vo vrte M-3. V období od 17. júla 2012 do 8. júla 2014 bola v tomto vrte v hĺbke 10,6 m pod terénom nameraná deformácia 9,23 mm. Následne, počas druhého kontrolného merania (17. októbra) dosiahla deformácia v tomto horizonte 7,58 mm. Orientácia nameraných azimutov v sledovaných horizontoch počas jednotlivých meraní však výrazne varíruje (príl. 1.13). Podobne, rozdiely medzi azimutmi nameranými počas letnej a jesennej etapy, sú aj v ostatných vrtoch. Rozdiely medzi poslednými dvomi etapami sa v jednotlivých vrtoch pohybujú v intervale od 90 do 208°, prevládajú však hodnoty blízke 180°. Z uvedeného vyplýva, že výsledná deformácia medzi júlom 2012 a októbrom 2014 je v skutočnosti oveľa menšia (obr. 1.66a). Z pohľadu vývoja deformácie vo vrte je zaujímavý obr. 66b, kde vidieť celkovú deformáciu inklinometrickej pažnice za monitorované obdobie. Z obrázku je zrejmé, že napr. vo vrte M-2 sa v hĺbke 3,7 m pod terénom vyvinula deformácia, ktorá charakterizuje priebeh aktívnej šmykovej plochy. Podobne je možné zvýšenú pohybovú aktivitu pozorovať i vo vrte M-4, ktorý sa v skutočnosti nachádza už v predpolí aktívneho zosuvu, kde monitoruje oblasť za železničným násypom. Namerané výsledky v tomto vrte sú významné z hľadiska stability železničnej trate. Avšak vrty, ktoré sa nachádzajú vo vyšších častiach svahu, a počas jednotlivých meraní vykazujú pomerne „vysokú“ aktivitu, sú z dlhodobého pohľadu neaktívne. Napríklad vo vrte M-3 sa počas 17 rokov neprejavila deformácia, ktorá by indikovala priebeh šmykovej plochy. Namerané deformácie v tomto vrte poukazujú jednoznačne na problém s jeho vystrojením. Podobne, ako v prípade lokality Dolná Mičiná, aj na zosuve v Okoličnom boli niektoré inklinometrické vrty zrealizované ako viacúčelové, teda i v tomto prípade sa opakuje problém so zabudovaním vrtovej. Namiesto cementovo-bentonitovej zálievky bol použitý štrkový obsyp.



Obr. 1.67. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Okoličné

I napriek uvedenému tvrdeniu, že inklinometrické merania vo vybudovaných vrtoch nepodávajú jednoznačné výsledky o pohybovej aktivite, analýzy nameraných vektorov na lokalite Okoličné vo viacerých prípadoch poukázali vzťah medzi klimatickými ukazovateľmi, zmenami hladiny podzemnej vody a veľkosťou deformácie. Z tohto dôvodu, v nasledujúcej časti podávame prehľad o vývoji sledovaného parametra v dlhšom časovom období.

V období rokov 2005 až 2014 (obr. 1.67) je možné za pohybovo najaktívnejšie obdobia vyčleniť roky 2005 a 2007. V roku 2005 bola najväčšia deformácia zaznamenaná vo vrte JO-1A (v hĺbke 12,0 m pod povrchom terénu bola nameraná deformácia 8,31 mm) a v roku 2007 vo vrte M-3 (v hĺbke 13,6 m pod terénom bola nameraná deformácia 7,80 mm). Kým vo vrte JO-1A generálna orientácia nameraných vektorov počas monitorovania má juhozápadný smer, teda v súlade so spádnicou svahu, vo vrte M-3 je výsledný vektor orientovaný na východ, teda o cca 135° severne voči spádnici. Z pohľadu výsledkov analýzy azimutov

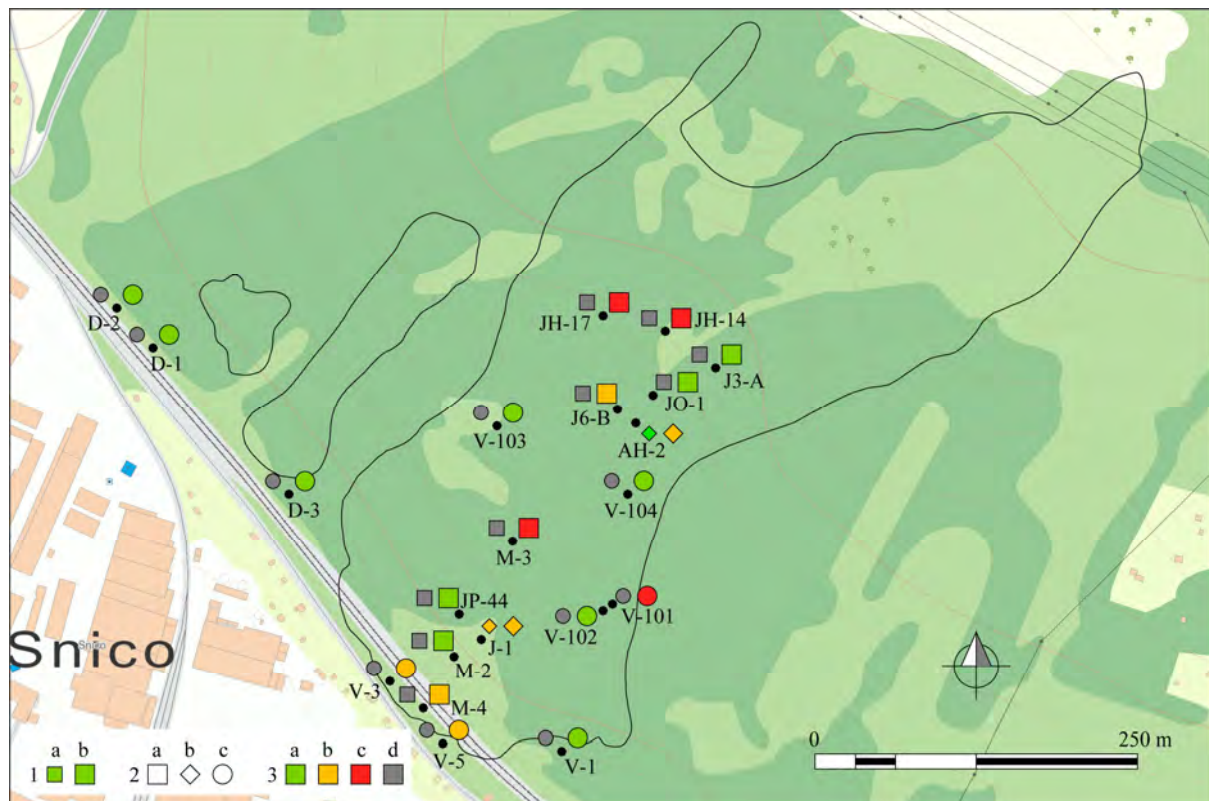
nameraných vektorov možno konštatovať, že deformácie namerané vrte M-3 necharakterizujú svahový pohyb.

Najmenšie zmeny na inklinometrickej pažnici boli zaznamenané v roku 2006, kedy merania vo vybratých horizontoch (obr. 1.67) dosahovali deformácie väčšinou do 2,0 mm a iba vo vrte M-2 v hĺbke 3,6 m pod úrovňou terénu bola zaznamenaná deformácia 2,18 mm. Po obnovení inklinometrických meraní vo vrte JO-1A v horizonte cca 10 až 12 m sa potvrdila pretrvávajúca zvýšená pohybová aktivita na predpokladanej bazálnej šmykovej ploche.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

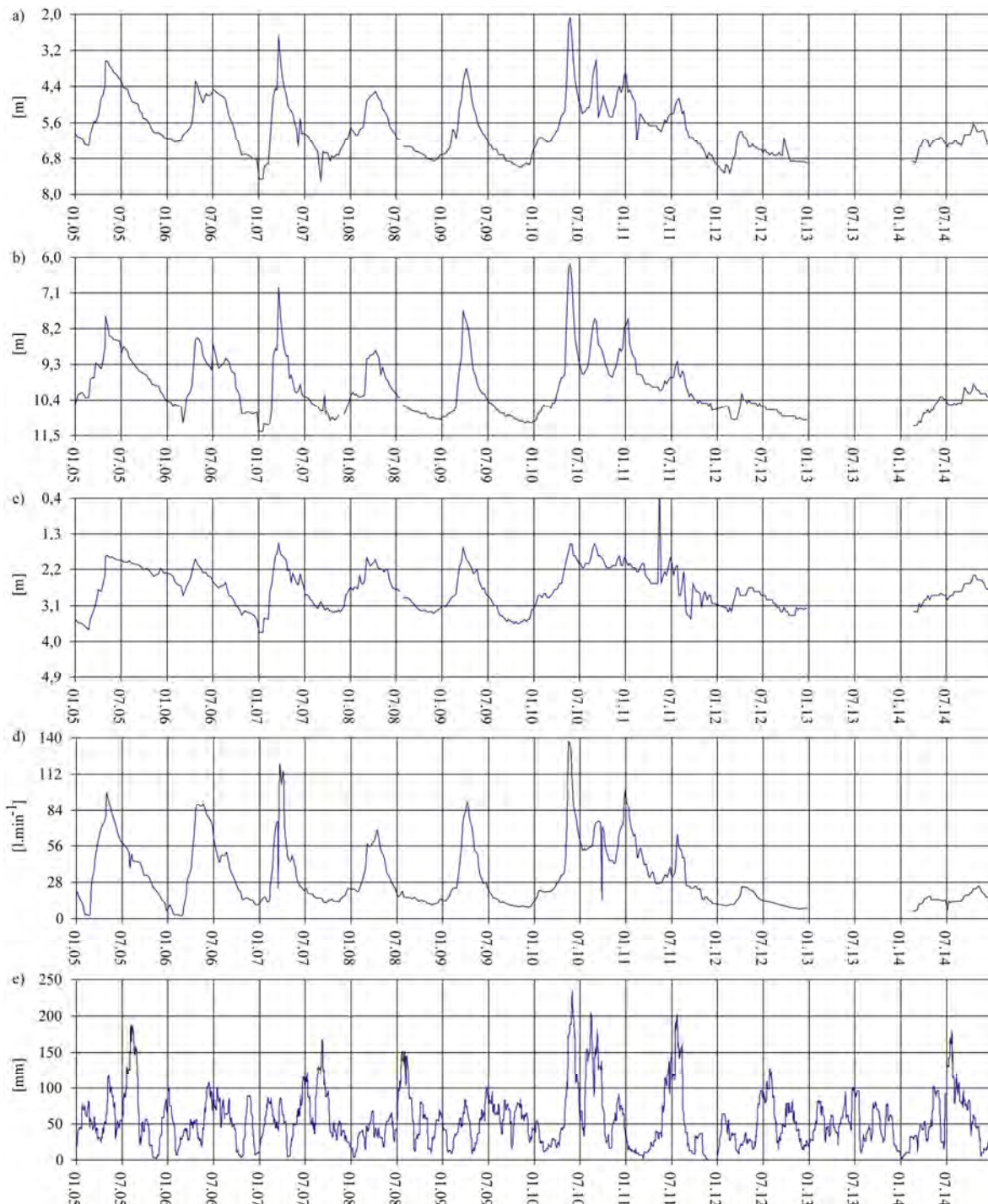
c1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

V rokoch 2013 a 2014 sa hladina podzemnej vody na lokalite merala v 10 objektoch s týždennou frekvenciou. Dva z meraných vertikálnych vrtov (JH-14 a JH-17) sú trvalo prelivové, teda voda z nich vyteká. Žiaľ, táto voda spätne infiltruje do prostredia zosuvu, čím zhoršuje jeho stabilný stav. Výdatnosť týchto vrtov sa v príl. 1.13 uvádza v rámci vyhodnotenia výdatnosti odvodňovacích zariadení. V prílohe 1.13 sú zhrnuté aj ostatné výsledky režimových z lokality Okoličné. Semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.68.



Obr. 1.68. Lokalita Okoličné – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – vrty s inštalovanými automatickými hladinomermi, c – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Fussgängera a Jadroňa (1977), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 bolo plánované pokračovanie režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v predchádzajúcich rokoch, avšak v dôsledku personálneho zlyhania nie je možné namerané výsledky použiť. Výpadok režimových meraní narušil kontinuitu 18 ročného systematického zberu údajov.



Obr. 1.69. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Okoličné. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JO-1, b – J3-A, c – J6-B, d – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová s indikativom 21130)

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej (v porovnaní s rokom 2012 (posledný rok s relevantnými výsledkami režimových pozorovaní) klesla o 0,83 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 10,62 m pod úrovňou terénu. Najvyššie, teda najbližšie k povrchu terénu (okrem vrtov JH-14 a JH-17, v ktorých je dlhodobo pozorovaný preliv) vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte J6-B počas 26. októbra (2,35 m pod terénom). Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte M-2 (príl. 1.13). V ostatných vrtoch amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sa nachádzala v intervale od 0,2 m (J3-B) do

1,3 m (JO-1, J3-A). Výskyt maximálnych stavov hladiny podzemnej vody bol rozdelený do viacerých období. Vo väčšine vrtoch prevládal v jesennom období (J6-B, JO-1, J3-A, M-3; prevažne október). V ostatných vrtoch boli maximálna hladiny podzemnej vody zaznamenané v jarných a letných mesiacoch. Výskyt termínov s minimálnymi stavmi je koncentrovaný v prvej polovici roka, prevažne na začiatku marca (príl. 1.13).

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia boli najvyššie hladiny podzemnej vody zaznamenané v rokoch 2010 a 2007 (vo vrte JO-1 počas merania 24. marca dosiahla hĺbka hladiny podzemnej vody úroveň 2,72 m pod terénom, v rovnakom termíne boli zaznamenané maximálne stavy aj vo vrtoch J6-B – 1,54 m pod terénom a J3-A – 6,93 m pod terénom; obr. 1.69). Paradoxne, v roku 2007 boli zároveň namerané aj hladiny podzemnej vody s najväčšou hĺbkou (vo vrte JO-1 bola dňa 9. septembra zaznamenaná hladina podzemnej vody v hĺbke 7,56 m pod terénom a vo vrte J3-A dosiahla 20. januára hladina vody hĺbku 11,37 m pod terénom). Vďaka týmto zmenám došlo počas roku 2007 v uvedených vrtoch k najväčšiemu kolísaniu hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Najvyššia priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody za časové obdobie posledných desiatich rokov bola zistená vo vrte J6-B (2,71 m pod terénom).

c2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo vrte J-1 dosiahla 5,56 m pod úrovňou terénu. Počas roka nebolo zaznamenané prekročenie odvodených dlhodobých mesačných maximálnych a minimálnych stavov (odvodených na obdobie 1997 až 2012). Pribeh hladiny podzemnej vody mal počas roka sínusoidálny tvar. Maximálny stav bol dosiahnutý 24. mája a minimálny na konci decembra (príl. 1.13).

Amplitúda teploty podzemnej vody vytvára voči hladine podzemnej vody inverznú sínusoidu, to znamená, že počas vzostupu hladiny podzemnej vody dochádzalo k poklesu teploty podzemnej vody a naopak. Maximálna teplota (8,8 °C) bola dosiahnutá 1. januára a minimálna (7,8°C) 4. júna.

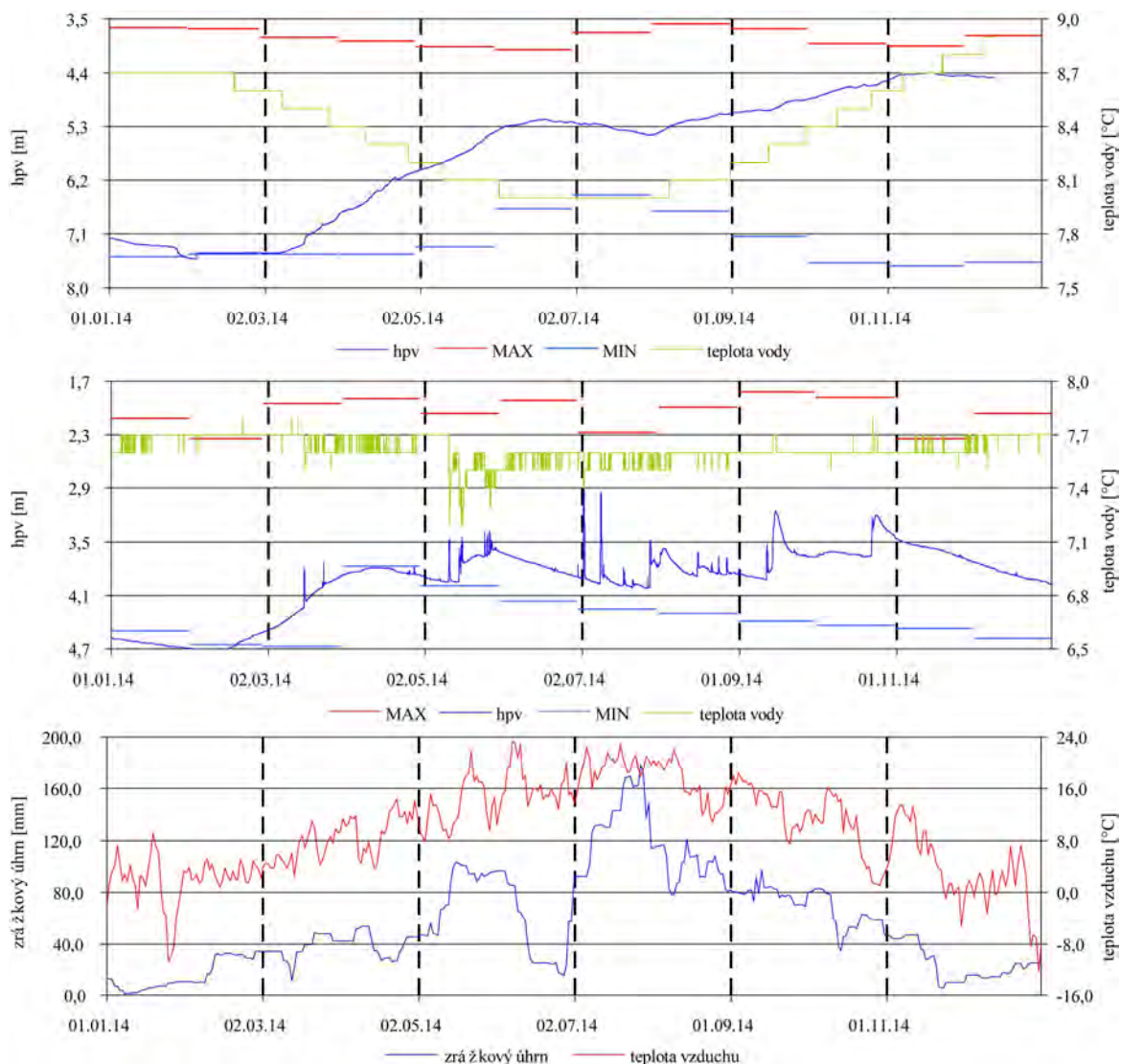
V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2013 zaznamenala len minimálnu zmenu (pokles o 0,2 m). Aktuálna hodnota priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahla 5,76 m pod úrovňou terénu. V januári a februári boli prekročené dlhodobé minimálne mesačné stavy (odvodené v období 1997 až 2013 – obr. 1.70). V tomto období bola nameraná i najnižšia hladina podzemnej vody za aktuálne hodnotený rok (príl. 1.13). K jej vzostupu došlo v až v prvej polovici marca. Vzostupný trend si podzemná voda zachovala až do prvej polovici novembra, keď po dosiahnutí maximálneho stavu (4,40 m pod terénom – 12. novembra) začala stagnovať.

Pribeh teploty má podobne, ako v predchádzajúcom roku, pravidelný tvar sínusoidy. Maximálna teplota bola dosiahnutá začiatkom decembra (8,9 °C). Podobne vysoká teplota podzemnej vody bola pozorovaná i na začiatku roka. Najnižšie teploty boli namerané počas letných mesiacov.

Vo vrte AH-1 v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 3,74 m pod terénom. Pribeh hladiny podzemnej vody reagoval na klimatické pomery. Hladina podzemnej vody začala prudko stúpať v druhej polovici februára. Zostupný trend nastúpil až v druhej polovici apríla. Od tohto termínu až do konca roka mala hladina podzemnej vody pomerne vyrovnaný klesajúci trend (obr. 1.70). Počas januára a tiež počas decembra hladina podzemnej vody prekročila minimálne hodnoty odvodené pre dané mesiace. Naopak, v polovici marca, ale najmä v polovici apríla, sa dostala nad dlhodobé mesačné maximá (obr. 1.70).

Teplota vody kolísala v intervale 6,9 – 7,9 °C. Najväčšie výkyvy boli zaznamenané počas prudkého vzostupu hladiny podzemnej vody. Pribeh hladiny podzemnej vody a tiež kolísanie jej teploty poukazujú na plytší obeh.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 len veľmi mierne klesla (o 0,19 m) a dosiahla hĺbku 3,93 m pod terénom. Zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody na rozdiel od vrtu J-1, pomerne dobre reagujú na klimatické pomery. Okrem náhlych a krátkodobých vzostupov, ktoré jednoznačne súvisia nedostatočnou kolmatáciou vrchnej časti vrtu, hladina podzemnej vody kolísala v závislosti od veľkosti zrážkových úhrnov.



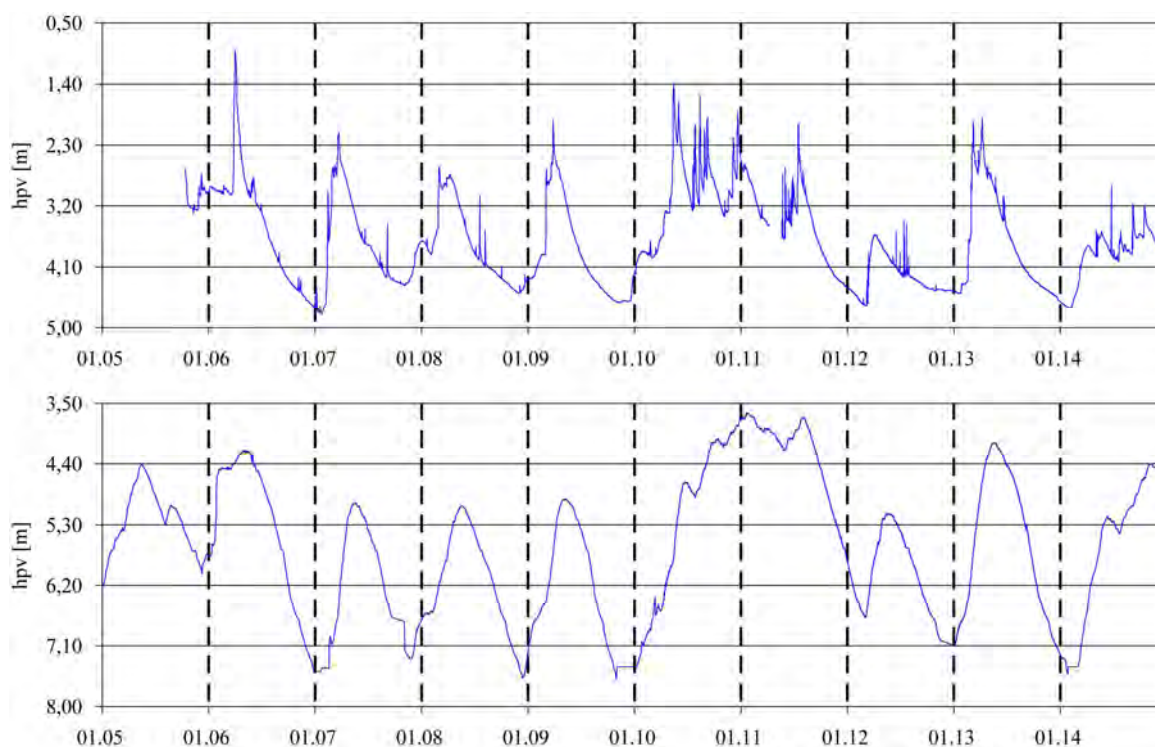
Obr. 1.70. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody (v porovnaní s dlhodobými maximálnymi a minimálnymi mesačnými stavmi) a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomermi na lokalite Okoličné. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – J-1, b – AH-2, c – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21130)

V prvých dvoch mesiacoch hladina podzemnej vody dosahovala minimálne stavy (ročné minimum 4. február), ktoré sú významné aj z dlhodobého hľadiska (najnižšia úroveň podzemnej vody v mesiacoch január a február v období od 2005 do 2014 – obr. 1.70). Od druhej polovice februára, v dôsledku topenia snehovej pokrývky a zrážkovej činnosti, začala hladina podzemnej vody postupne stúpať. Tento čiastkový vzostupný trend vyvrcholil v dôsledku jarných zrážok v prvej polovici apríla. Hladina podzemnej vody podobným spôsobom reagovala aj na ostatné intenzívnejšie zrážkové udalosti, prípadne zrážkové deficity. Najvyššia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá 3. júla, po dlhodobom suchom

období. Stúpnutie bolo spôsobené sériou intenzívnych zrážkových udalostí na konci júna a na začiatku júla. V tomto období bolo pozorovaných viacero pomerne krátkodobých vzostupov, pod ktoré sa mohla čiastočne podpísať spomínaná netesnosť vrtu voči natekaniu povrchových a podpovrchových vôd. Do konca roka sa vzostupy a poklesy hladiny podzemnej vody opakovali viackrát. Významnejšie z nich boli namerané v septembri a októbri.

Teplota vody kolísala v intervale 7,2 – 7,8 °C. Podobne, ako v predchádzajúcich rokoch, najväčšie výkyvy teploty boli sprevádzané prudkými vzostupmi hladiny podzemnej vody. Táto skutočnosť potvrdzuje teóriu natekania povrchových vôd vo vrtu.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia je možno pozorovať, že zmeny hladiny podzemnej vody súvisia prevažne s ročným klimatickým cyklom (obr. 1.59). Hladina podzemnej vody vo vrte J-1 má prevažne pravidelný režim, maximálne stavy sa vyskytujú zvyčajne na konci prvej polovice roka. Výnimku tvorí rok 2010, kedy hladina podzemnej vody stúpala počas celého roka. Príčinou boli nadmerné úhrny zrážok, zaznamenané najmä počas mesiacov máj a jún. Vo vrte AH-2 sú maximálne stavy hladiny podzemnej vody dosahované prevažne v mesiacoch marec až apríl (najvyššia hladina bola zaznamenaná 6. apríla roku 2006 s hĺbkou 0,9 m pod úrovňou terénu). Minimálne stavy hladiny podzemnej vody sa v oboch vrtoch vyskytujú prevažne na sklonku, prípadne v prvých mesiacoch kalendárneho roka. Vo vrte J-1 hladina podzemnej vody najnižšie klesla 4. novembra 2009 a vo vrte AH-2 počas aktuálne hodnoteného roka (príl. 1.13).



Obr. 1.71. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi na lokalite Okoličné. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – J-1, b – AH-2

d/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2014 sa nadviazalo na merania výdatnosti odvodňovacích zariadení z roku 2012. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.68.

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla hodnotu 15,78 l.min⁻¹, čo je o 1,82 l.min⁻¹ viac ako v roku 2012. Najväčšie hodnoty výdatnosti boli dosiahnuté vo vrtoch V-101 (10,7 l.min⁻¹) a JH-14 (10,32 l.min⁻¹), pritom treba poznamenať, že JH-14 je piezometrický vrt s pozitívnym prelivom. Voda z neho, a tiež i z niektorých

d'alších vrtov (ktoré nie sú zaradené do monitorovacej siete), vyteká a spätne infiltruje do zosuvného telesa. Tieto vrty sa nachádzajú v centrálnej časti zosuvu, kde zachytávajú podzemné vody hlbšieho obehu, nachádzajúceho sa pod úrovňou bazálnej šmykovej plochy (Scherer, 2010). I keď spätnú infiltráciu vôd možno hodnotiť záporne, znižovanie vztlakového účinku podzemných vôd na bazálnu šmykovú plochu v hĺbke cca 20 m pod terénom má do značnej miery pozitívny význam. Najväčšie kolísanie v skupine subhorizontálnych vrtov bolo namerané v objekte V-101.

Kolísanie výdatnosti drenážnych objektov počas dlhšieho časového horizontu súvisí prevažne so sezónnymi zmenami hladiny podzemnej vody (obr. 1.69). Maximálne výdatnosti sú pozorované prevažne v mesiacoch apríl a máj, výnimočne však i v mesiaci marec. Počas obdobia 2005 až 2007 a 2008 až 2010 mali maximálne hodnoty spoločnej výdatnosti v jednotlivých rokoch vzostupný trend. Od roku 2011 je však možné sledovať výrazný pokles objemu odvádzaných vôd. Najnižšie hodnoty výdatnosti boli zaznamenané 16. decembra 2004 (len $1,92 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$).

e/ Merania zrážkových úhrnov

Informáciu o režimových pozorovaniach dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Liptovský Mikuláš-Ondrášová (indikatív 21130). Dlhodobý zrážkový priemer na tejto stanici je 667,82 mm. V roku 2013 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 615,7 mm, čo zodpovedá 92,2 % dlhodobého priemeru, a teda ide o normálny rok. V roku 2014 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 681,1 mm, čo predstavuje 101,99 % z dlhodobého zrážkového úhrnu a daný rok je možné hodnotiť tiež ako normálny.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bol v zosuvnom území zrealizovaný kompletný súbor monitorovacích meraní. Z výsledkov meraní pohybovej aktivity geodetickou metódou možno konštatovať relatívne stabilný stav. Geodetické merania už druhý rok po sebe potvrdili, že zosuvné územie je stabilné. Namerané posuny len ojedinele presiahli 10 mm.

Iná situácia je v prípade výsledkov inklinometrických meraní. Počas dvoch etáp, realizovaných v roku 2014, z ktorých prvá bola zabezpečená v júni a druhá v októbri, boli namerané vysoké hodnoty deformácie. Avšak na základe analýzy orientácie nameraných vektorov sa ukázalo, že skutočný prírastok deformácie voči roku 2012 je relatívne malý. Problém je v zabudovaní inklinometrických pažníc, vďaka čomu dochádza i k deformáciám, ktoré nemajú priamy súvis so svahovým pohybom.

Uspokojivá situácia je i v prípade režimových ukazovateľov. Priemerné hĺbky hladiny podzemnej vody zaznamenali v porovnaní s predchádzajúcimi rokmi (2012 a 2013) pokles. Naopak, stúpla hodnota výdatnosti odvodňovacích vrtov.

Na základe terénnych rekognoskácií je i naďalej možné pozorovať pokračujúce deformácie v čele akumulácie zosuvu na línii nespevneného chodníka vedúceho popri trati a taktiež aj na odvodňovacom rigole, umiestnenom paralelne so železničnou traťou.

Vzhľadom na veľmi vysoký celospoločenský význam lokality, súvisiaci s trvalým ohrozením hlavnej železničnej trate, ktorá predstavuje spojnicu viacerých krajských miest, je i v nasledujúcom roku 2015 nevyhnutné aplikovať rovnaký sortiment monitorovacích meraní ako v roku 2014.

1.4.15. Lokalita Bojnice

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie sa nachádza v záreze štátnej cesty medzi Bojnicami a Opatovcami nad Nitrou. Monitorovacia sieť pozostáva z piezometrických a inklinometrických vrtov a geodetických bodov. Bližšie informácie o zosuvnej lokalite poskytuje správa z prieskumu (Jadroň a Mokrá, 2001), ako aj monitorovacie správy z predošlého obdobia.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.21.

Tab. 1.21 *Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bojnice v rokoch 2013 a 2014*

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Geodetické	21	B_1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, B_A, B_B B-1, 2, 3, 4, JB-1, 2 Vzťažné body: Z14, Z15, Z300	0	1 (7. máj)
Inklinometrické	2	JB-1, 2	0	1 (16. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	8	JB-1, 2, B-1, 2, 3, 4, J-4, 9	47 (1x za týždeň)	22 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prievidza (indikatív 30120)	Denné úhrny zrážok	

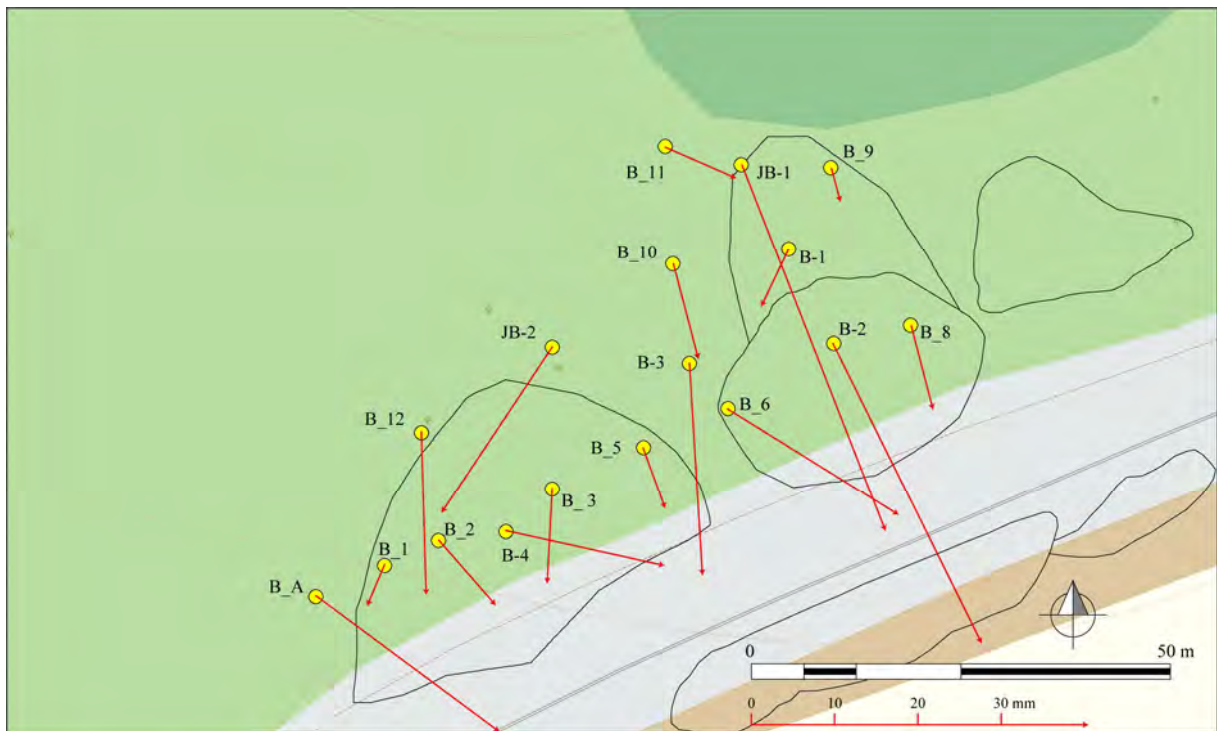
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

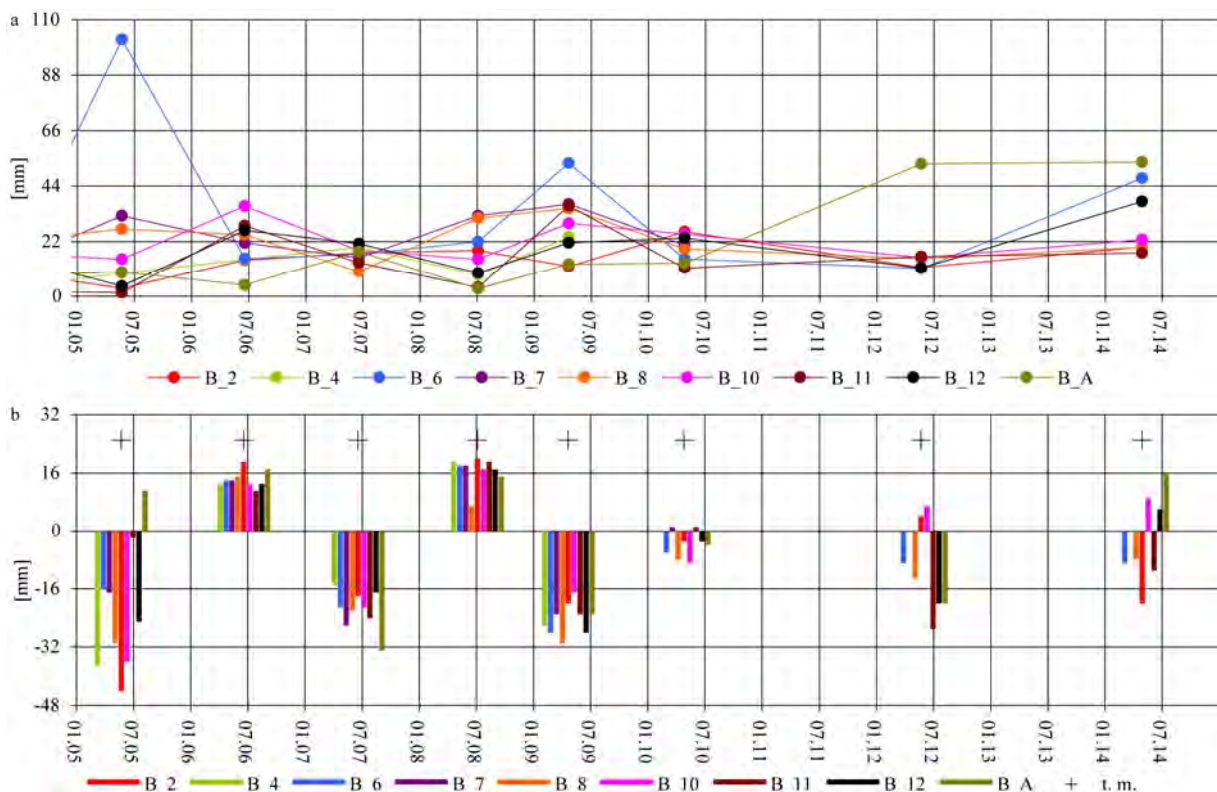
V roku 2014 boli geodetické merania realizované 7. mája. Predchádzajúce meranie bolo vykonané 29. mája 2012. Počas poslednej etapy boli merania vykonané na 18 pozorovacích bodoch (10 bodov sa nachádza na zámernej priamke, 3 body v telese zosuvu a meria sa aj poloha vrtov B-1, 2, 3, 4, JB-1 a 2) a 3 vzťažné body. Počas dvojročnej etapy boli najvýraznejšie polohové zmeny zaznamenané v bodoch JB-1 (93,41 mm), B-2 (79,16 mm), B_A (53,6 mm), B-3 (50,09 mm – obr. 1.72). Body JB-1, B-2 a B-3 sa nachádzajú vo východnej časti zosuvného územia a bod B_A sa nachádza v západnej časti územia (mimo zosuvného telesa). Najmenšie polohové zmeny boli namerané na bodoch B_1 (9,85 mm), B_9 (7,28 mm).

Výraznejšie vertikálne zmeny (zostupného charakteru) boli zaznamenané na bodoch B_9 (-41 mm), B_1 (-27 mm), B_2 (-20 mm). Najväčšie vzostupné zmeny boli namerané v bode B_A (16 mm).

Celkovo možno konštatovať, že v roku 2014 bola v zosuvnom území nameraná pomerne vysoká pohybová aktivita; v 8 bodoch namerané vektory charakterizujú prejavy aktivity svahového pohybu vedúce k nestabilite svahu (príl. 1.14).



Obr. 1.72. Lokalita Bojnice – výsledky geodetických meraní. Obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.14, t.m. – termín realizácie merania; obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.73. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny polohy a výšky pozorovaných bodov, zistené metódou terestrickej geodézie na lokalite Bojnice. a – polohové zmeny geodetického bodu, b – vertikálne zmeny geodetického bodu

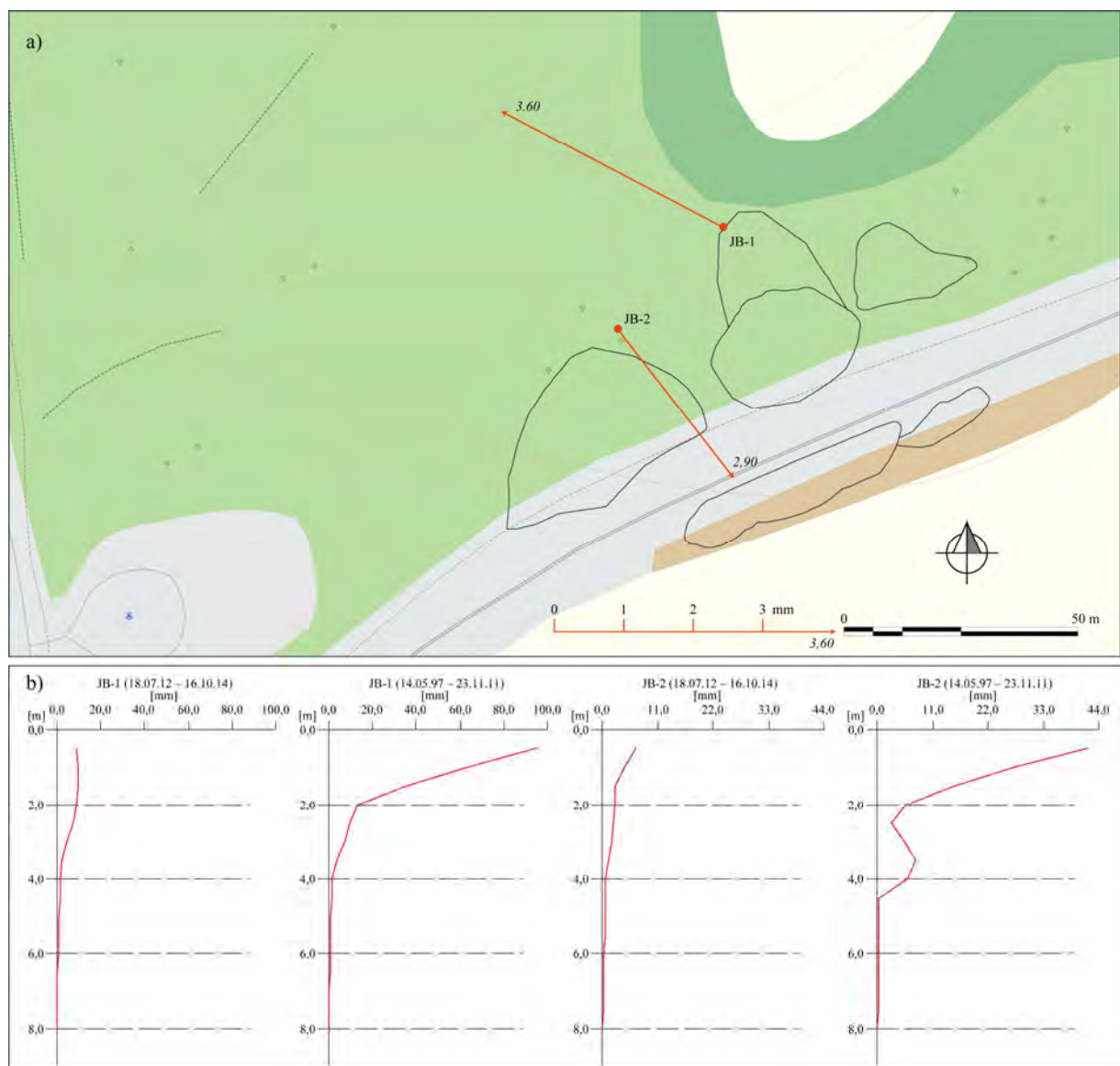
Na základe výsledkov dlhodobého monitorovania (počas rokov 2005 až 2014) možno konštatovať, že v zosuvnom území boli najväčšie polohové zmeny namerané v rokoch 2005 (B_6 – 102,18 mm približne za jeden kalendárny rok – obr. 1.73) 2009 (B_5 – 106,90 mm

približne za jeden kalendárny rok]. V súvislosti so zaznamenaným extrémne veľkým posunom pozorovacieho bodu sa na povrchu prejavili i trhliny parciálneho zosuvu. Namerané veľkosti posunov na tomto bode v ďalších rokoch (najmä 2009) poukazujú na zvýšenú aktivitu v centrálnej časti zosuvného územia.

Pri hodnotení vertikálnej zložky posunov možno v poslednom období pozorovať striedanie zostupných a vzostupných zmien v rámci celej lokality (obr. 1.73). Najvýraznejšie prejavy vertikálnych zmien boli pozorované v roku 2005 na bode B_2 (-44,0 mm za približne jeden kalendárny rok). Celkovo však na pozorovanej lokalite prevládajú vertikálne zmeny presahujúce hodnotu 20 mm a o niečo nižšie zastúpenie majú zmeny v rozsahu 0 až 5 mm.

b/ Inklinometrické merania

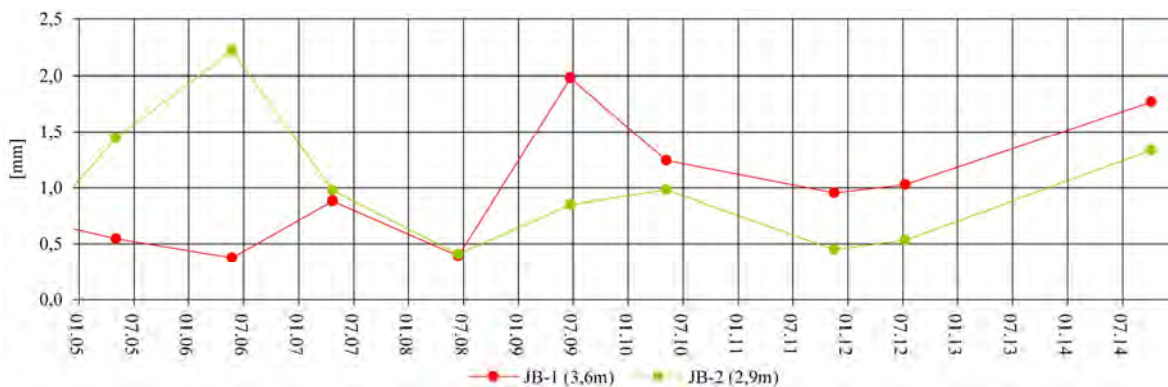
Podobne ako v prípade geodetických meraní aj pri aplikácii metódy presnej inklinometrie je zavedená dvojročná frekvencia meraní. V roku 2014 boli merania vykonané 16. októbra, teda namerané vektory charakterizujú 27 mesačné obdobie. Merania boli



Obr. 1.74. Lokalita Bojnica – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií nameraných v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.14; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®

realizované vo vrtoch JB-1 a JB-2. Namerané deformácie v sledovaných horizontoch (obr. 1.74a) poukazujú na zvýšenú, resp. vysokú pohybovú aktivitu. Vo vrte JB-1 bola v hĺbke 3,6 m pod terénom dosiahnutá deformácia o veľkosti 1,77 mm a v hĺbke 2,6 m pod terénom až 4,73 mm. Oba vektory sú však orientované na severozápad až sever, teda v rozpore so spádnicou svahu. V juhozápadne situovanom vrte JB-2 bola pohybová aktivita nižšia. Najväčší vektor v rámci sledovaných horizontov bol nameraný v hĺbke 2,9 m pod terénom (1,33 mm). Jeho orientácia je v súlade so spádnicou svahu.

Merania sú vo vrtoch realizované od roku 1997, teda 17 rokov. Za toto obdobie sa však vo vrtoch neprejavila výraznejšia deformácia, ktorá by charakterizovala aktívnu šmykovú plochu (obr. 74b). Pozorované deformácie v jednotlivých vrtoch poukazujú na veľmi pomalé pohyby vrchnej časti sledovaného profilu. Zároveň, podobne ako i na iných lokalitách, kde boli inklinometrické vrty budované aj ako piezometrické, dochádza k už spomínaným problémom so stabilitou inklinometrickej pažnice.



Obr. 1.75. Dlhodobé (2005 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Bojnice

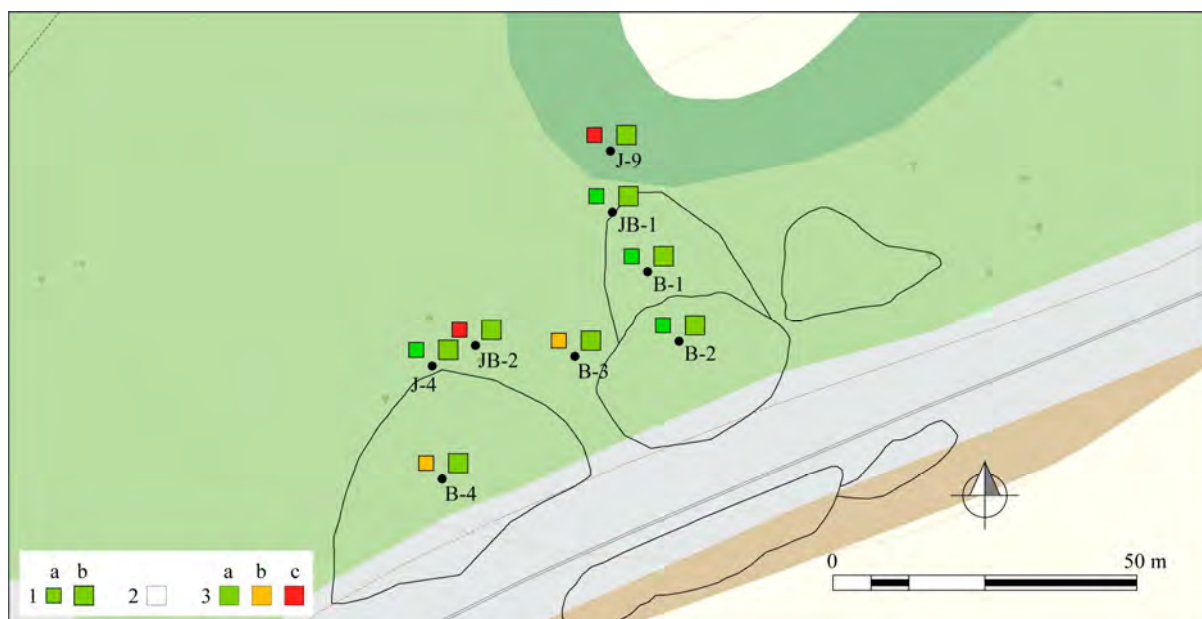
Dlhodobý vývoj deformácie v oboch inklinometrických vrtoch (v odľučnej oblasti zosuvov z roku 1995) poukazuje na stabilný stav až mierne zvýšenú pohybovú aktivitu (obr. 1.75). Najväčšie deformácie boli zaznamenané v roku 2010 vo vrte JB-1 v hĺbke 2,6 m pod terénom (príl. 1.13). Najmenšie deformácie boli zaznamenané v roku 2008, kedy veľkosť nameranej deformácie v sledovaných horizontoch (JB-1 – 3,6 m pod terénom a JB-2 – 2,9 m – obr. 1.75) nepresiahla hodnotu 0,5 mm. Zdôrazňujeme, že namerané vektory medzi etapami, vzhľadom na výrazné rozdiely v orientácii azimutov, nemusia priamo súvisieť so svahovým pohybom.

c/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 3,06 m pod úroveň terénu. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JB-2 (3,31 m). V tomto vrte hladina podzemnej vody (31. marca) dosiahla hĺbku 0,27 m pod terénom, čo predstavuje najvyššiu nameranú hladinu podzemnej vody v danom vrte od roku 2006. Naopak, najhlbšie pod terénom bola nameraná hladina podzemnej vody vo vrte J-4. Počas 12. decembra klesla na úroveň 6,22 m pod terénom (ide o druhú najnižšiu nameranú hladinu v danom vrte).

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 klesla len nepatrne, a to o 0,06 m predstavovala hĺbku 3,11 m pod úroveň terénu. V skutočnosti bol pokles priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody väčší, pretože vrt J-9 bol počas ôsmich etáp meraní (od 2. februára do 16. augusta) suchý. Počas celého monitorovaného obdobia ide o prvý takýto výrazný pokles hladiny podzemnej vody v tomto vrte. Naopak, najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody 24. mája vo vrte

B-3. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo namerané vo vrte B-4 (2,91 m). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.14 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.76.



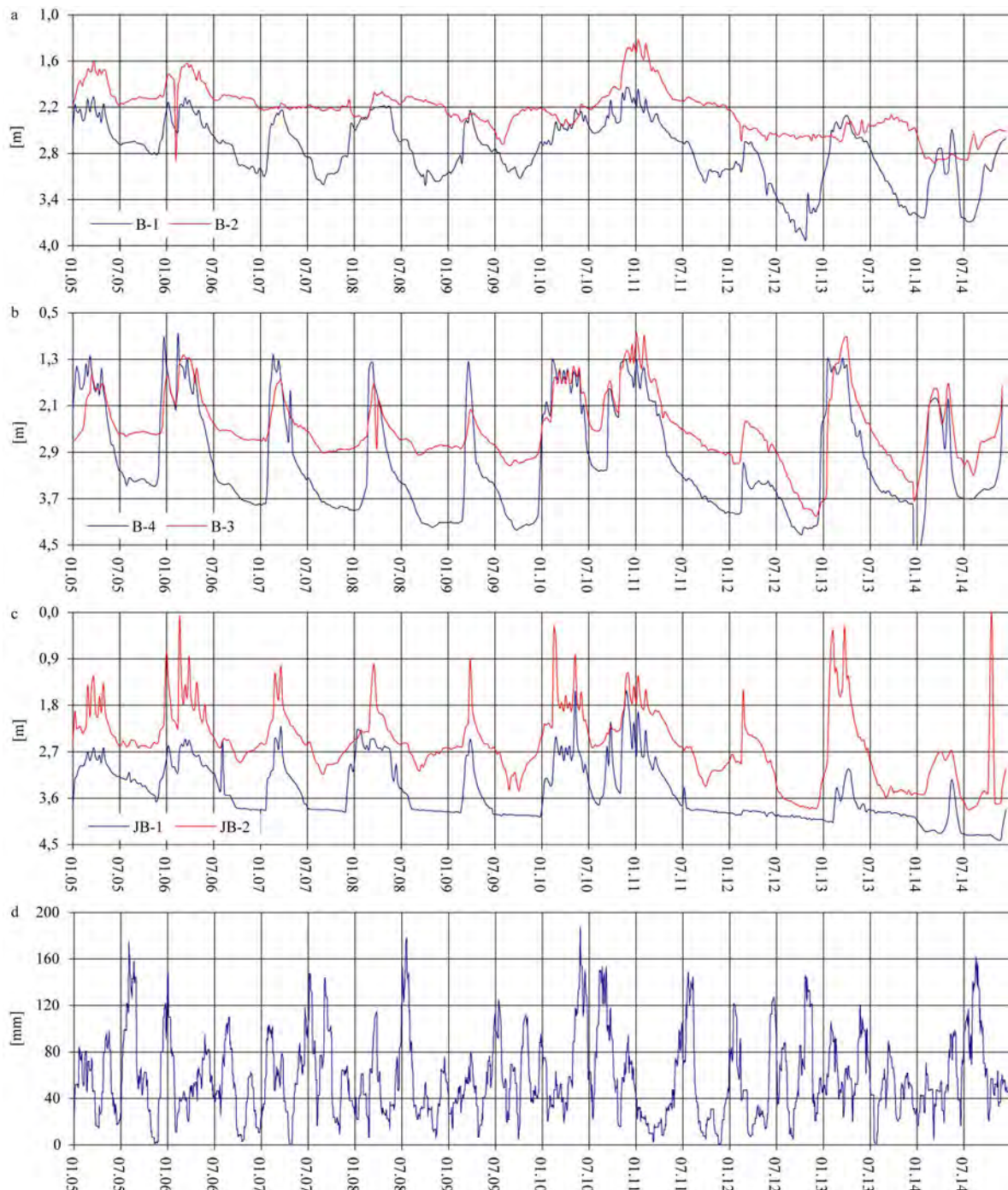
Obr. 1.76. Lokalita Bojnice – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrické vrty merané pozorovateľom, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; obrysy zosuvov podľa Jadroňa a Mokrej (1999), mapový podklad: ZBGIS®

Pri hodnotení priebehu hladiny podzemnej vody v hodnotenom roku je možné konštatovať, že k výraznému vzostupu v jednotlivých vrtoch dochádzalo prakticky hneď na začiatku roka. Hladiny podzemnej vody mali vzostupný trend až do začiatku mája (obr. 1.77). Počas letných mesiacov hladiny podzemnej vody klesali. Opätovne začali stúpať na konci letného, resp. na začiatku jesenného obdobia. Tento vzostup bol spojený s intenzívnymi augustovými zrážkami.

Pri analýze dlhšieho časového obdobia (obr. 1.77) sa maximálne hladiny podzemnej vody vyskytujú periodicky počas prvých mesiacov kalendárneho roka (január, február a marec), ojedinele v mesiacoch december a apríl. Z hľadiska dosiahnutej úrovne hladiny podzemnej vody možno za významné považovať roky 2006 (vo vrte JB-2 sa 21. februára hladina podzemnej vody nachádzala v hĺbke 0,08 m pod terénom), 2010 (JB-1 – 30. novembra – 1,52 m pod terénom), 2011 (B-3 – 8. januára – 0,86 m pod terénom) a 2014 (JB-2 – príl. 1.14), kedy boli dosiahnuté historické maximá.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Prievidza, ktoré sú uvedené pri zosuvnej lokalite Veľká Čausa.



Obr. 1.77. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Bojnice. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – B-1 a B-2, b – B-4 a B-3, c – JB-1 a JB-2, d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prievidza s indikátívom 30120)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bola v zosuvnom území zabezpečená kontrola pohybovej aktivity geodetickým a inklinometrickým meraním. Zároveň boli zabezpečené režimové pozorovania hĺbky hladiny podzemnej vody. Na základe výsledkov meraní je možné konštatovať, že zvýšená pohybová aktivita súvisí predovšetkým s najvrchnejším horizontom. Na túto skutočnosť poukazujú doteraz realizované inklinometrické merania a potvrdzujú to i samotné geodetické merania.

Režim hladiny podzemnej vody možno hodnotiť ako vyrovnaný, bez výrazných neočakávaných vzostupov.

Na základe monitorovacích meraní, realizovaných od roku 1997, považujeme sanovaný zosuv za podmienenčne stabilný.

V roku 2014 boli v zosuvnom území vykonávané terénne úpravy, spojené s investičnou výstavbou v areáli Kúpele Bojnice. V rámci odstránenia náletovej vegetácie a terénnych úprav došlo k poškodeniu viacerých monitorovacích objektov. Z tohto dôvodu, ale aj vzhľadom na zistené skutočnosti, v roku 2015 neplánujeme pokračovať monitorovacích aktivitách. Všetky namerané údaje budú archivované a dostupné pre budúce analýzy. Prípadné obnovenie monitorovacích meraní si bude vyžadovať revíziu monitorovacej siete a jej dobudovanie.

1.4.16. Lokalita Bardejovská Zábava

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý vznikol v roku 2010 v Bardejove, v mestskej časti Bardejovská Zábava, ohrozuje zástavbu rodinných domov (obr. 1.65). Zosuv má prúdový tvar s rozmermi 20 m (šírka) krát 40 m (dĺžka) a je súčasťou rozsiahlejšieho zosuvného územia. Monitorovacie merania sa vykonávajú na monitorovacej sieti, ktorá bola na lokalite vybudovaná v rámci prieskumných a sanačných prác (Havčo et al., 2010 a Havčo, 2012). Bližšie informácie o zosuve sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010) a monitorovacej správy za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.22.

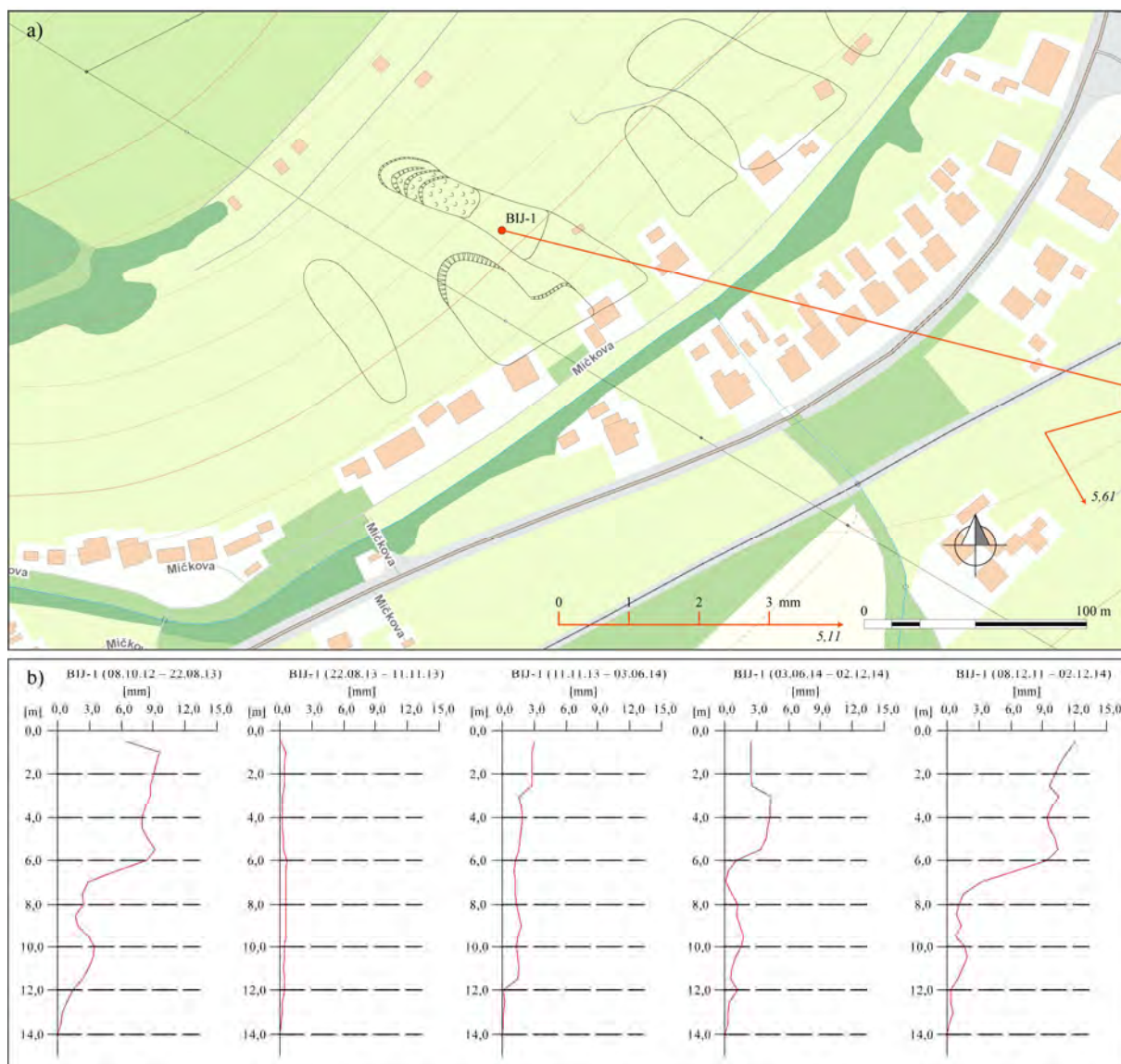
Tab. 1.22 *Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bardejovská Zábava v roku 2013 a 2014*

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	BIJ-1	2 (22. august, 11. november)	2 (3. jún, 2. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	BHJ-1, BHJ-3	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Bardejov (indikatív 49120)	<i>Denné úhrny zrážok</i>	<i>Denné úhrny zrážok</i>

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 boli realizované dve etapy meraní. Počas prvého merania, ktoré charakterizuje pohybovú aktivitu v období od októbra 2012 do augusta 2013, bola prakticky vo všetkých sledovaných horizontoch nameraná vysoká pohybová aktivita. Najväčšie deformácie boli pozorované v plytších horizontoch. Napríklad v hĺbke 5,11 m pod terénom bola nameraná deformácia až 9,14 mm (príl. 1.15). S narastajúcou hĺbkou mala veľkosť deformácie klesajúci trend (v hĺbke 10,61 m pod terénom bola nameraná deformácia 2,99 mm). Počas nasledujúcej novembrovej etapy bol pozorovaný útlm pohybovej aktivity. V sledovaných horizontoch sa vektory deformácie pohybovali v intervale 0,36 až 0,63 mm (príl. 1.15).

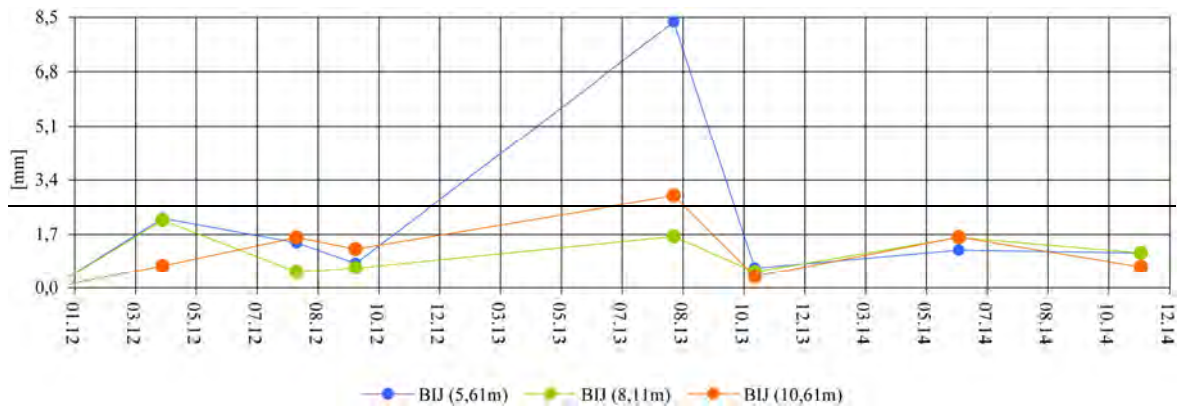


Obr. 1.78. Lokalita Bardejovská Zábava – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií nameraných v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.15; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Havča (2012), mapový podklad: ZBGIS[®]

V roku 2014 sa pokračovalo s rovnakou frekvenciou ako v predchádzajúcom roku. Prvé meranie bolo realizované v júni a druhé v decembri. Namerané etapové vektory v sledovaných horizontoch počas oboch meraní len ojedinele presiahli 3 mm. Najvyššia hodnota 3,4 mm bola nameraná v hĺbke 5,11 m pod terénom (2. decembra, teda za 182 dní, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu $6,82 \text{ mm.rok}^{-1}$).

Pri porovnaní etapových vektorov zaznamenaných v roku 2014 s predchádzajúcim obdobím (obr. 1.78) je možné konštatovať útlm aktivity svahového pohybu. Z výsledkov meraní tiež vyplýva, že najaktívnejšia oblasť sa nachádza v hĺbke približne 5,5 m pod terénom. Výsledná deformácia v tomto horizonte dosahuje cca 12 mm, čo znamená, že priemerná rýchlosť deformácie dosahuje cca $4,02 \text{ mm.rok}^{-1}$ (obr. 1.78b).

Pri pohľade na vývoj deformácie v pozorovaných horizontoch počas dlhšieho obdobia (obr. 1.79) jednoznačne dominuje deformácia nameraná počas obdobia do októbra 2012 do augusta 2013. Prírastok deformácie v tomto období dosiahol 9,14 mm (príl. 1.15), čo predstavuje priemernú rýchlosť $10,49 \text{ mm.rok}^{-1}$.

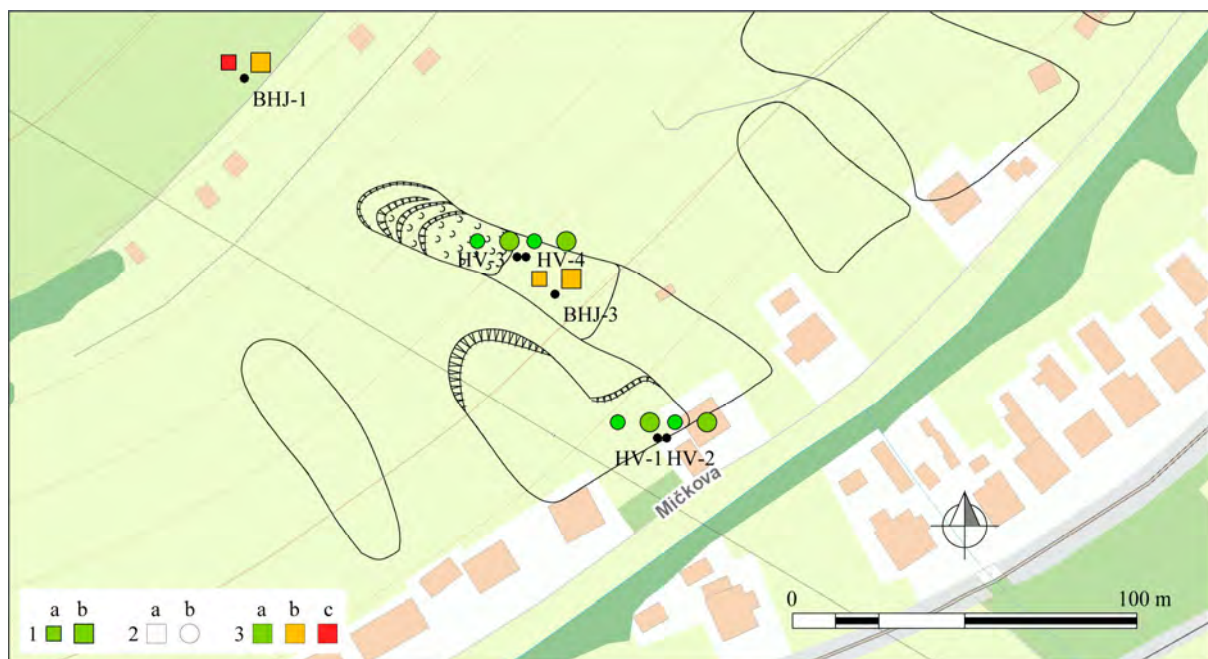


Obr. 1.79. Prírastky deformácií namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Bardejovská Zábava počas dlhšieho časového obdobia (2005 – 2014)

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2013 a 2014 boli na zosuvnej lokalite realizované režimové pozorovania v dvoch vrtoch. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.15 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.80.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 5,73 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte BHJ-1 (1,2 m). Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná počas marcového termínu merania (8,2 m pod terénom) a minimálna 1. februára (9,4 m pod terénom). Najbližšie k povrchu terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte BHJ-3 (počas marcového merania – 2,39 m pod terénom – obr. 1.81). Namerané maximálne stavy hladiny podzemnej vody predstavujú najvyššiu dosiahnutú úroveň počas celého obdobia monitorovania.

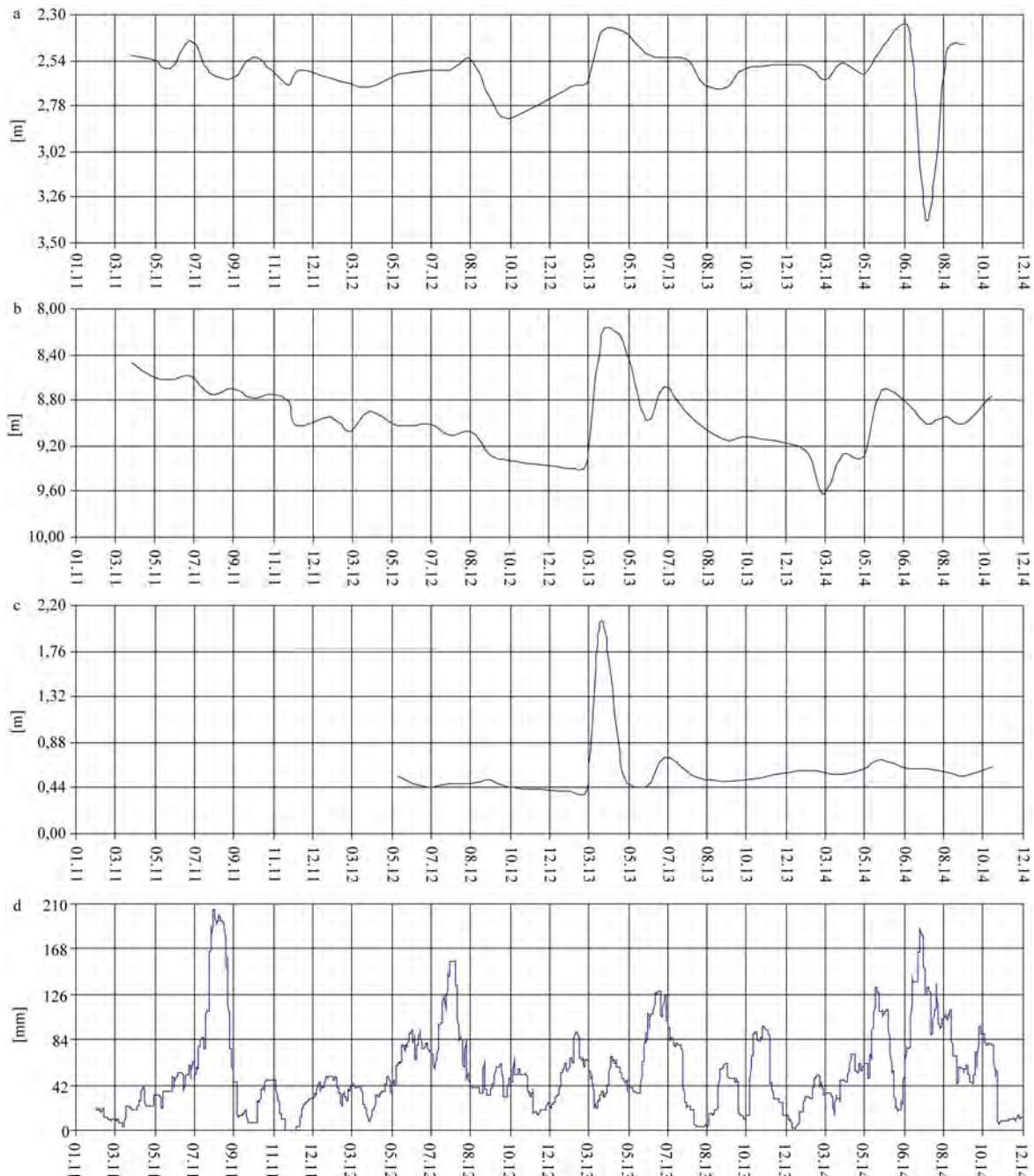


Obr. 1.80. Lokalita Bardejovská Zábava – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; obrisy zosuvov podľa Havča (2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 sa v porovnaní s predchádzajúcim rokom priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody prakticky nezmenila (pokles o 0,12 m) a dosiahla hodnotu 5,85 m pod

terénom. V roku 2014 bol vo vrte BHJ-3 pozorovaný výrazný nárast amplitúdy kolísania hĺbky hladiny podzemnej vody. Maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá v júli (2,37 m pod terénom – obr. 1.81) a minimálna v auguste (3,38 m pod terénom). Vo vrte BHJ-1 hladina podzemnej vody kolísala v intervale 8,71 – 9,63 m pod terénom.

Pri hodnotení celého obdobia režimových pozorovaní (2011 až 2014 – obr. 1.81), možno konštatovať, že hladina podzemnej vody na zrážkové úhrny reaguje minimálne. Výraznejší vzostup hladiny podzemnej vody súvisel s jarným obdobím roku 2013.



Obr. 1.81. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Bardejovská Zábava. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – BHJ-3, b – BHJ-1, c – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Bardejov s indikativom 49120)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 sa merania výdatnosti vykonávali na 4 odvodňovacích vrtoch (obr. 1.80). V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov dosiahla $0,69 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte HV-4 ($0,7 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.14). Naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte HV-3 ($0,4 \text{ l.min}^{-1}$) a vrt HV-1 bol počas celého roka suchý. Výraznejší nárast spoločnej výdatnosti bol nameraný počas marcového merania, kedy sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení dosahovala až $2,06 \text{ l.min}^{-1}$ (obr. 1.81).

V roku 2014 sa sumárna priemerná výdatnosť meraných objektov oproti roku 2013 prakticky nezmenila (klesla o $0,07 \text{ l.min}^{-1}$) a v roku 2014 dosiahla hodnotu $0,62 \text{ l.min}^{-1}$. Zo štvorice vrtov je funkčný len jeden, a to vrt HV-2. Priemerná výdatnosť v tomto vrte dosahuje $0,61 \text{ l.min}^{-1}$ – príl. 1.15). Ostatné vrty boli počas roka suché, príp. z nich kvapkala voda.

Počas celého monitorovaného obdobia majú merané výdatnosti veľmi nízke hodnoty. Výraznejší nárast spoločnej výdatnosti bol nameraný len počas marcového merania v roku 2013, kedy sumárna výdatnosť odvodňovacích zariadení dosahovala až $2,06 \text{ l.min}^{-1}$ (obr. 1.81).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Bardejov s indikatívom 49120. Počas roku 2013 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 625,9 mm. V roku 2014 ročný zrážkový úhrn v porovnaní s predchádzajúcim rokom stúpol o 129,3 mm, čo je o 21 % viac ako v roku 2013; v roku 2014 dosiahol hodnotu 755,2 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V zosuvnom území boli monitorovacie merania zamerané na inklinometrické merania a režimové pozorovania. Z výsledkov inklinometrických meraní vyplýva, že v roku 2014 v porovnaní s predchádzajúcim rokom došlo k poklesu pohybovej aktivity. Namerané vektory deformácie inklinometrickej pažnice poukazujú na dve samostatné šmykové plochy. Prvá, plytšia, sa nachádza v hĺbke približne 5,5 m pod terénom. Druhá, hlbšia, sa nachádza v hĺbke takmer 11,5 m pod terénom. Počas júnovej etapy bola zvýšená aktivita pozorovaná na hlbšej šmykovej ploche a neskôr, počas decembrovej etapy sa prejavili výraznejšie deformácie v plytšom horizonte 5,5 m pod terénom. I napriek skutočnosti, že frekvencia režimových pozorovaní neumožňuje podrobnú analýzu vzťahu medzi klimatickými faktormi a zmenami hĺbky hladiny podzemnej vody, je však možné postrehnúť, že jarné zrážky spojené s topením snehovej pokrývky sa vo väčšej miere prejavili na dopĺňaní hlbšieho horizontu podzemných vôd vo vrte BHJ-1). S touto skutočnosťou pravdepodobne súvisí i nárast pohybovej aktivity na hlbšej šmykovej ploche. Opačne, výdatné letné zrážky sa prejavili predovšetkým pri dopĺňaní plytších horizontov podzemnej vody a následne i zvýšenou pohybovou aktivitou vrchného horizontu.

V roku 2014 došlo v zosuvnom území k poklesu pohybovej aktivity. V roku 2015 plánujeme kontrolným inklinometrickým meraním overiť stabilitu zosuvného územia a zabezpečiť režimové pozorovania.

1.4.17. Lokalita Ďačov

Stručná charakteristika lokality

Zosuv, ktorý sa inicioval v roku 2010, sa nachádza na úpätí svahu (s kótou 486,3 m n. m.) a ohrozuje prakticky celú zástavbu domov, hospodárskych budov a prilahlých záhrad a dvorov na ľavej strane Ďačovského potoka (obr. 1.82). Ide o svahovú poruchu frontálneho charakteru, ktorá je viazaná na deluviálny pokryv a paleogénne ílovce. V postihnutom území sa vyskytujú samostatné menšie parciálne prúdové zosuvy, ako aj deformácie blokového charakteru. Rozmery zosuvného územia sú približne 2400 x 570 m (s plochou 0,5311 km²).

Monitorovacie práce sa vykonávajú na vybudovanej sieti inklinometrických a piezometrických vrtoch. Bližšie informácie o lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupy et al., 2010b), ako i monitorovania za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.23.

Tab. 1.23 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ďačov v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	5	DA-1, 2, 3, 4, 7,	3 (19. apríl, 23. august, 12. november)	2 (3. jún, 20. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3	DA-5, DA-8, DA-10	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november,)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Lipany (indikatív 59100)	Denné úhrny zrážok	

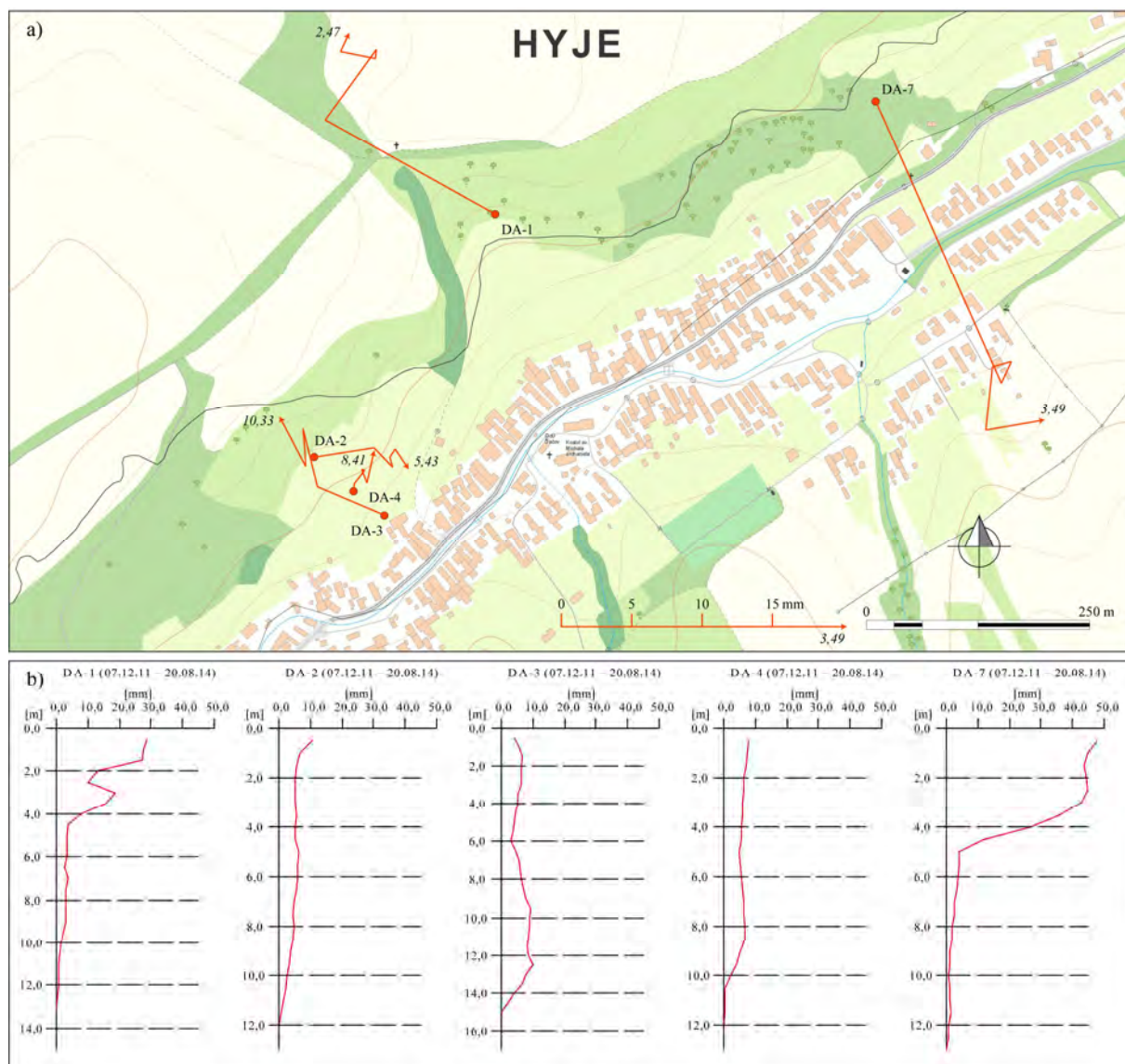
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické meranie sa na lokalite realizujú v 5 vrtoch, z ktorých 3 (DA-2 až DA-4) sú situované v samostatnom profile, v strednej časti zosuvného územia. Vrty DA-1 a DA-7 sú situované severovýchodnejšie (obr. 1.82). V roku 2013 boli na lokalite zrealizované tri etapy meraní a v roku 2014 dve etapy (príl. 1.16).

V roku 2013 počas prvej etapy meraní došlo k výraznej akcelerácii svahového pohybu. Najvyššie hodnoty deformácie v rámci sledovaných šmykových plôch boli dosiahnuté vo vrte DA-7 v hĺbke 2,4 m pod terénom. Počas polročného obdobia veľkosť deformácie v tomto horizonte dosiahla až 34,8 mm s orientáciou na juho-juhovýchod. Pomerne vysoké

deformácie (21,95 mm) boli namerané i v hlbšom horizonte 3,49 m pod terénom (príl. 1.16). Podobne, vysoké hodnoty (nad 20 mm) boli namerané i vo vrte DA-1, ktorý sa nachádza, podobne ako vrt DA-7, v severovýchodnej časti svahovej deformácie. Deformácie namerané vo vrtoch DA-2, 3 a 4 počas prvej etapy len ojedinele presiahli hodnotu 5 mm (obr. 1.82).



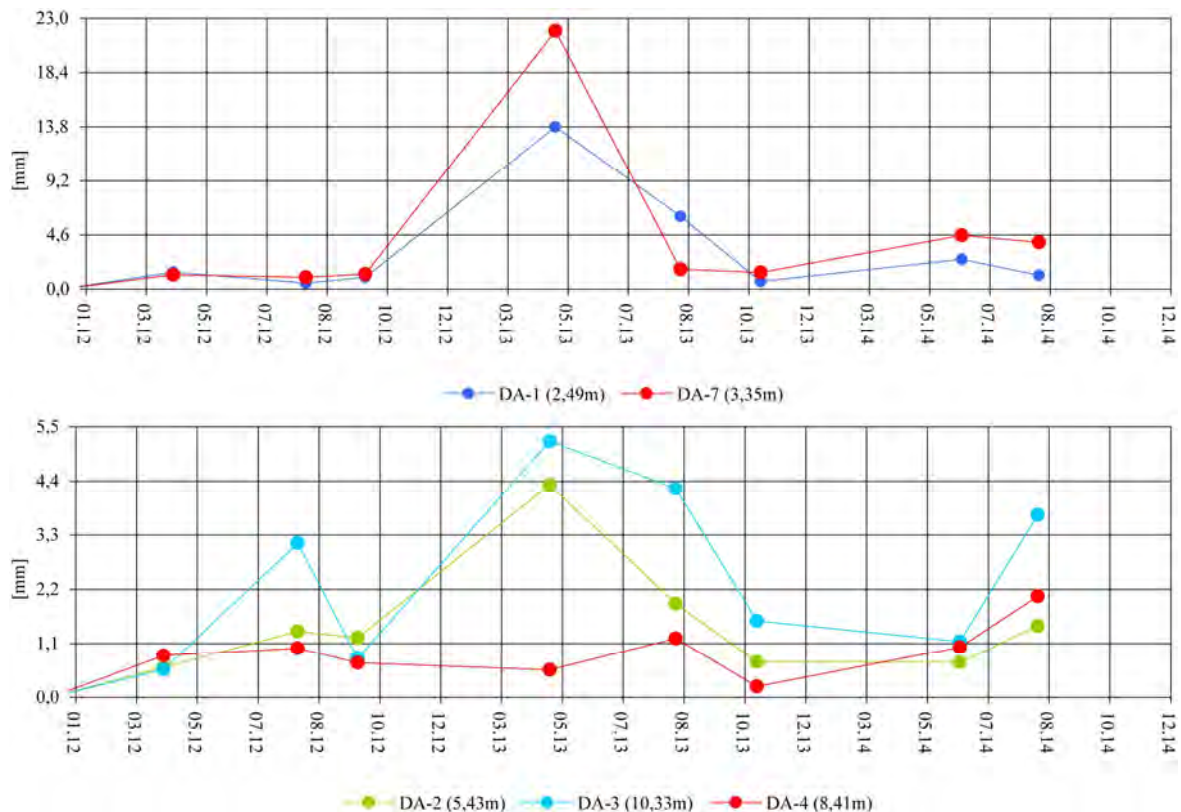
Obr. 1.82. Lokalita Čačov – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.16; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014, podobne, ako i v predchádzajúcom období, bola najvyššia pohybová aktivita nameraná vo vrte DA-7 (obr. 1.82a). Šmyková plocha sa v tomto vrte nachádza v hĺbke 3,50 m pod terénom (obr. 1.82b). Počas prvej etapy merania (za obdobie november 2013 až jún 2014) bola v tejto hĺbke nameraná deformácia 4,56 mm. Deformácia podobného charakteru bola v uvedenom horizonte nameraná i počas augustového merania (príl. 1.16). V ostatných inklinometrických vrtoch neboli monitorovacími meraniami doteraz zachytené prejavy svahového pohybu po šmykovej ploche (obr. 1.82b). Pohybová aktivita v týchto vrtoch sa v sledovaných úrovniach pohybovala v intervale od 0,71 (DA-2) do 3,80 mm (DA-1). Medzi výsledkami meraní zaznamenanými v týchto vrtoch počas jarnej a letnej etapy

nebol pozorovaný výraznejší rozdiel. Mnohé namerané vektory sú orientované inverzne voči spádnici svahu.

Na základe vykonaných meraní v roku 2014 možno konštatovať, že najaktívnejšou zostáva naďalej oblasť vrtnu DA-7. Vo vrtoch DA-1, 3 a 4 sa orientácia vektorov vo väčšine prípadov nezhoduje so spádnicou svahu. Vo vrte DA-2 sú vektory orientované prevažne na východ a veľkosť deformácií dosiahla 1,5 mm.

Z dlhodobejšieho pohľadu bola najvýraznejšia aktivita nameraná v apríli 2013 vo vrte DA-7 (príl. 1.16). Počas tohto merania boli zvýšené hodnoty pozorované aj v ostatných vrtoch.



Obr. 1.83. Prírastky deformácií namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Ďačov počas dlhšieho časového obdobia (2012 – 2014)

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

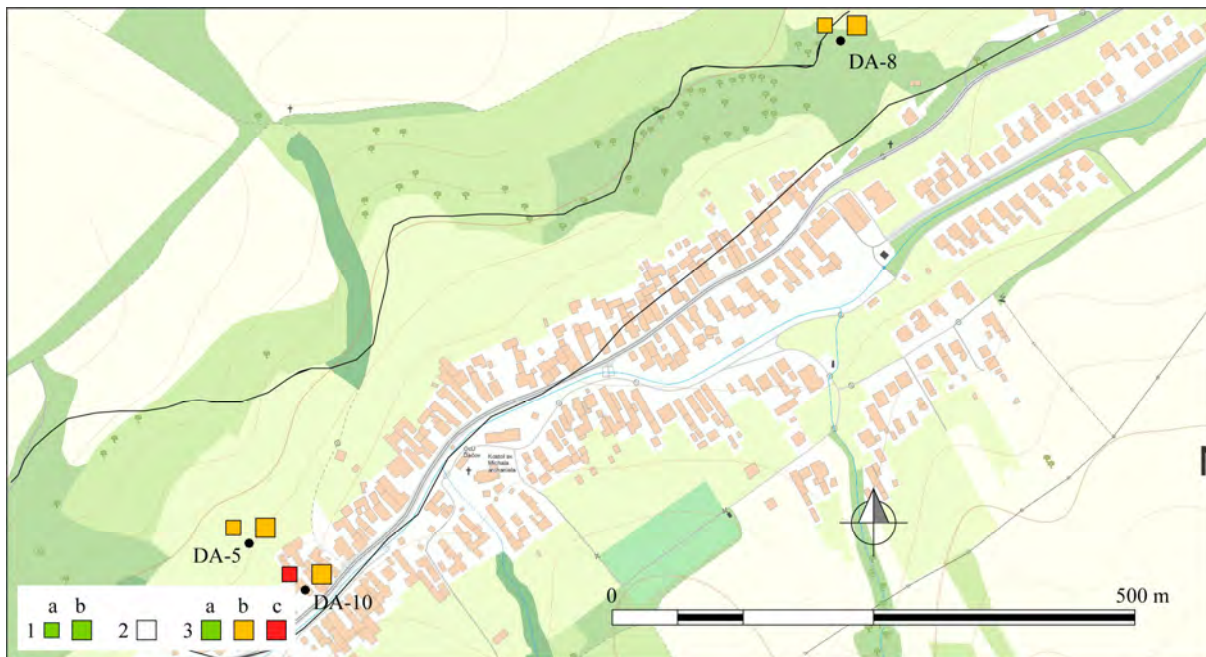
V rokoch 2013 a 2014 boli na zosuvnej lokalite realizované režimové pozorovania v troch vrtoch (DA-5, 8 a 10). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.68.

V roku 2013 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 4,06 m pod úrovňou terénu (obr. 1.85). Veľmi výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte DA-8 (11,44 m). Naopak, jej minimálne zmeny boli namerané vo vrte DA-10 (0,73 m).

Hladiny vo všetkých vrtoch vystúpili počas marca a apríla (obr. 1.85). Pod jej vzostup sa podpísali zrážkové úhrny zimného obdobia, kedy sa cyklicky striedali obdobia kumulácie a topenia snehovej pokrývky. Po dosiahnutí maximálnych stavov hladiny podzemnej vody bol vo všetkých vrtoch pozorovaný jej výrazný pokles. Tento trend pretrval prakticky až do konca roka. Určitú singularitu v zostupnom trende predstavovalo mierne stúpnutie hladiny podzemnej vody na konci júna. Ide o reakciu na intenzívne zrážkové obdobie, počas ktorého (za 30 dní) spadlo na stanici SHMÚ Lipany až 172 mm zrážok.

V roku 2014 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 stúpala o 0,41 m a dosiahla hĺbku 3,64 m pod úrovňou terénu. Vo vrtoch DA-10 a DA-5 hladiny podzemnej vody vystúpili k povrchu terénu; najvyššie vo vrte DA-5 (0,10 m pod terénom) 26. mája. Išlo o výraznejší vzostup hladiny podzemnej vody, ktorý sa prejavil i v ostatných vrtoch. Spôsobený bol intenzívnymi zrážkami, ktoré spadli v prvej polovici mája. Uvedenému vzostupu predchádzalo výraznejšie stúpnutie hladiny podzemnej vody vplyvom zimných zrážok. Hladina podzemnej vody stúpala aj na konci leta v dôsledku vysokých zrážkových úhrnov v mesiacoch august a september. Jej vzostupy striedali pomerne prudké poklesy, teda hladiny podzemnej vody vo vrtoch počas roku 2014 cyklicky kolísali. Najväčšie kolísanie bolo namerané vo vrte DA-8 (4,92 m) a naopak najmenšie, vo vrte DA-10 (0,96 m).

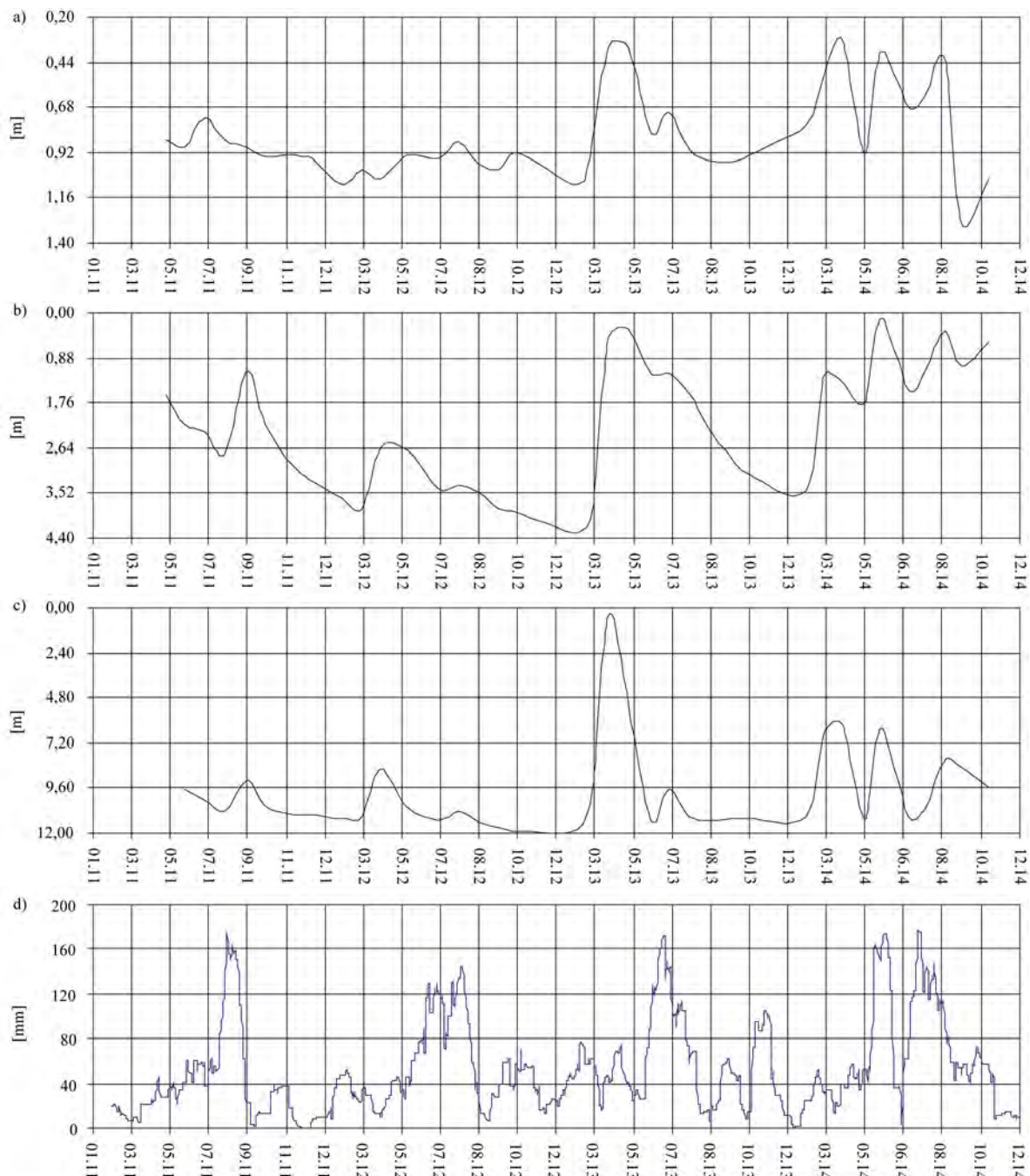
Z dlhodobého hľadiska bolo najvýraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody vo vrtoch namerané v roku 2013. Podobne, hladiny podzemnej vody zaznamenali rekordné úrovne i v aktuálne hodnotenom roku. Vo vrte DA-10 bola nameraná najvyššia (0,33 m pod terénom) a zároveň i najnižšia (1,29 m pod terénom) hladina podzemnej vody za monitorované obdobie. Rovnako, spomenuté maximum hladiny podzemnej vody namerané vo vrte DA-5 predstavuje zároveň i najvyššiu hladinu podzemnej vody za celé obdobie monitoringu.



Obr. 1.84. Lokalita Dačov – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrické vrty merané pozorovateľom, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; mapový podklad: ZBGIS®

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Lipany s indikatívom 59100. Podľa Mapy priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002) možno v danej oblasti očakávať zrážkový úhrn v intervale 600 až 700 mm. V roku 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 694,9 mm, čo je možné v danej oblasti označiť ako normálnu hodnotu. V roku 2014 bol nameraný zrážkový úhrn 754,8 mm, čo je o 59,9 mm viac ako v roku 2013 (nadpriemerná hodnota pre danú oblasť).



Obr. 1.85. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) na lokalite Ďačov. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – DA-10, b – DA-5, c – DA-8, d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Lipany s indikativom 59100)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bola zvýšená pohybová aktivita nameraná len vo vrte DA-7. Vo vrtoch DA-1, 3 a 4 nemajú namerané vektory deformácie priamy súvis so svahovým pohybom. Hladiny podzemnej vody kolísali v závislosti do klimatických pomerov, v dôsledku čoho boli počas roka namerané cyklicky sa opakujúce vzostupy sprevádzané výraznými poklesmi hĺbky hladiny podzemnej vody. Treba však upozorniť na nízku frekvenciu režimových meraní, vďaka čomu nie je možné sledovať závislosť medzi zrážkovými úhrnmi a hladinou podzemnej vody. Pre získanie presnejšieho obrazu o zmenách hĺbky hladiny podzemnej vody by bolo nutné vybaviť vrty automatickými hladinomermi. Táto požiadavka sa týka najmä vrtu DA-8, ktorý sa nachádza v najaktívnejšej oblasti.

V zosuvnom území neboli doposiaľ vykonané žiadne sanačné opatrenia. V súčasnosti je najhoršia stabilitná situácia vo východnej časti územia. Hladina podzemnej vody vo vrte DA-8, ktorý sa tu nachádza, kolíše v závislosti od klimatických pomerov. V roku 2013 vystúpila podzemná voda do blízkosti terénu. V dôsledku týchto nepriaznivých pomerov boli v neďalekom vrte (DA-7) namerané mimoriadne vysoké hodnoty deformácie. K stabilizácii tejto časti obce by prispelo hĺbkové odvodnenie zosuvného územia.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v režimových pozorovaniach (cca 10 krát ročne) a inklinometrických meraniach (1-krát, prípadne 2-krát ročne – podľa potreby).

1.4.18. Lokalita Lenartov

Stručná charakteristika lokality

V obci Lenartov sú od roku 2011 monitorované dve svahové poruchy. Prvá sa nachádza na pravom brehu Večného potoka v strednej časti intravilánu obce, na strmom svahu s kótou Dubnica (648 m n. m.) a druhá vznikla na protiľahlom svahu. Zosuv na pravom brehu, s rozmermi 10 x 16 m, je súčasťou rozsiahlej potenciálnej svahovej poruchy a monitorovanie jeho stabilného stavu je zabezpečené inklinometrickým vrtom lokalizovaným nad odľučnou oblasťou. Svahová deformácia na ľavej strane Večného potoka, nachádzajúca sa nad zástavbou rodinných domov, s rozmermi 55 x 10 m, je monitorovaná jedným piezometrickým vrtom.

Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.24.

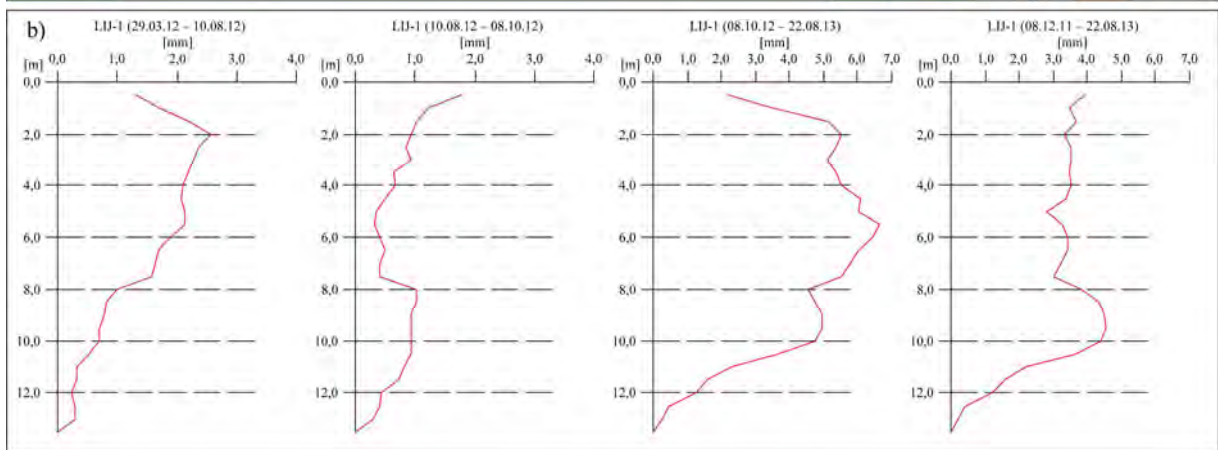
Tab. 1.24 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lenartov v roku 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	LIJ-1	1 (22. august)	0
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	LHJ-1	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Malcov (indikatív 49040)	Denné úhrny zrážok	

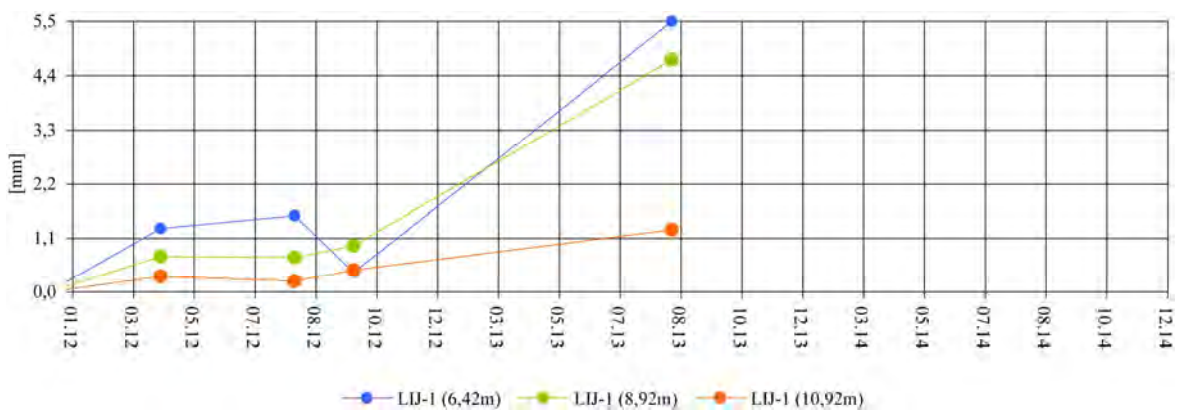
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 bola vo vrte LIJ-1 na predpokladanej šmykovej ploche v hĺbke cca 9 m pod terénom, v druhej polovici augusta, nameraná deformácia 4,73 mm (za cca 11 mesiacov – obr. 1.86a, príl. 1.17). V horizontoch, ktoré sa nachádzajú bližšie k terénu, boli namerané ešte vyššie deformácie. Napríklad v hĺbke 6,42 m pod terénom dosiahla deformácia až 5,5 mm (obr. 1.87). Zvýšené hodnoty deformácie môžu súvisieť so zvýšenou hladinou podzemnej vody, zaznamenanou počas marca. Najbližšie meranie, ktorým sa overí stabilita monitorovaného územia, bude realizované v roku 2015.



Obr. 1.86. Lokalita Lenartov – výsledky inklinometrických meraní. a – vektor deformácie nameranej v roku 2013 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.17; zobrazené číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; ohraničenie zosuvu podľa Havča et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.87. Dlhodobé prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lenartov

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2013 a 2014 sa režimové pozorovania vykonávali vo vrte LHJ-1, ktorý sa nachádza v severozápadnej časti obce, na ľavom brehu Večného potoka. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.13 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.88.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 4,87 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná 22. marca (2,84 m pod terénom) a naopak minimálna 30. októbra (6,12 m pod terénom), a teda celkové kolísanie dosiahlo hodnotu 3,28 m. Pribeh hĺbky hladiny podzemnej vody v období od konca marca do októbra mal výrazne zostupný trend (obr. 1.89).



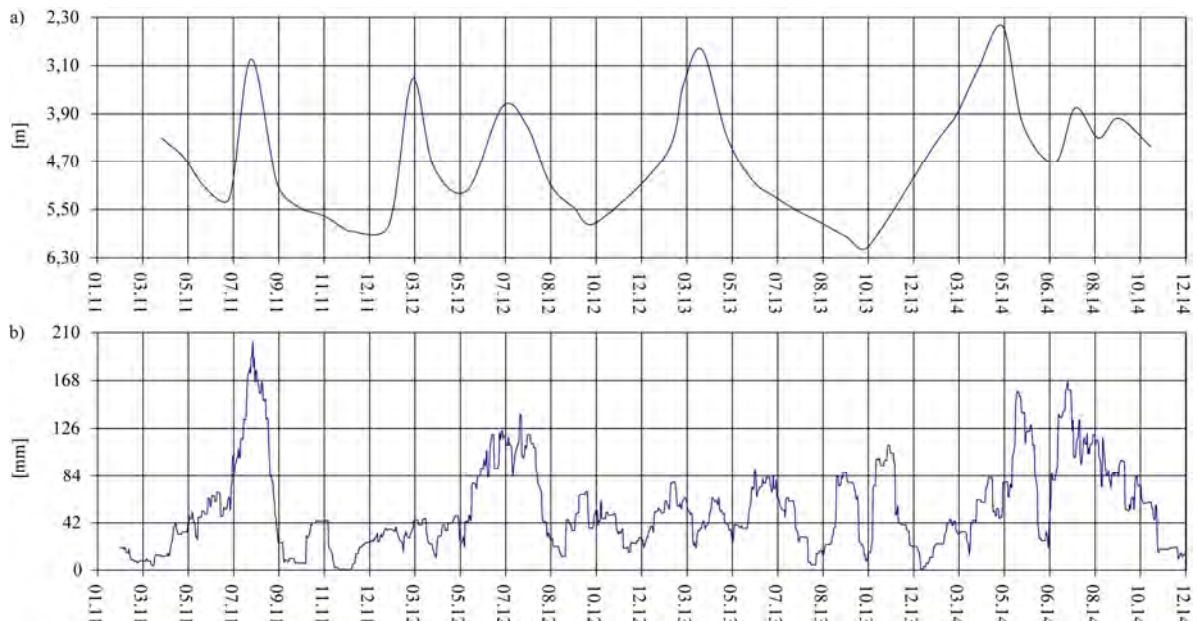
Obr. 1.88. Lokalita Lenartov – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; ohraničenie zosuvu podľa Havča et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 v porovnaní s predchádzajúcim rokom priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody stúpila o 0,94 m a v roku 2014 dosiahla 3,93 m pod terénom. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná 29. apríla (2,45 m pod terénom) a naopak minimálna 8. júna (4,71 m pod terénom). Celková amplitúda zmien hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 2,26 m, teda v porovnaní s predchádzajúcim rokom došlo k ustáleniu.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia, možno konštatovať, že nameraná maximálna hladina podzemnej vody v roku 2014 predstavuje najvyššiu úroveň v období monitorovania.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Malcov s indikatívom 49040. Počas roka 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 618,0 mm a v roku 2014 – 814,9 mm. Porovnaním dosiahnutých úhrnov s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm, je možné rok 2013 považovať za normálny a rok 2014 za nadpriemerný.



Obr. 1.89. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2012 – 2014) vo vrte LHJ-1 na lokalite Lenartov, spoločne so znázornenými zrážkovými úhrnmi v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň, SHMÚ Malcov s indikativom 49040)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pri hodnotení stavu jednotlivých zosuvných území v intraviláne obce Lenartov sú k dispozícii vždy len informácie z jednej monitorovacej metódy. V juhovýchodnej časti obce sú realizované merania metódou presnej inklinometrie a v severozápadnej časti obce je sledovaný režim podzemnej vody. Vzhľadom na vzdialenosť, geologické a morfológické rozdiely, nie je možné získané výsledky korelovať.

V roku 2014 boli zabezpečené len režimové pozorovania vo vrte LHJ-1. V porovnaní s podchádzajúcim rokom došlo k pomerne výraznému stúpnutiu priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody. V aktuálne hodnotenom roku bola zároveň nameraná i najvyššia hladina podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Treba však upozorniť, že monitorovacie merania sú zabezpečované len cca raz mesačne, a teda kolísanie hladiny podzemnej vody môže byť v skutočnosti podstatne väčšie.

Merania metódou presnej inklinometrie boli naposledy realizované v roku 2013.

Súčasný stav pozorovacej siete neumožňuje zabezpečiť plnohodnotné monitorovanie. Navyiac, inklinometrický vrt sa nachádza mimo zosuvného telesa (ktoré sa aktivizovalo v roku 2010), v oblasti, kde rozvoj svahového pochybu by spôsobil len minimálne škody.

V roku 2015 plánujeme realizovať jednu etapu meraní metódou presnej inklinometrie. Režimové merania budú pokračovať v nezmenenom intervale (10 meraní za rok).

1.4.19. Lokalita Lukov

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v strednej časti intravilánu obce. Zosuv vznikol na pôvodne neporušenom svahu pod kostolom. Hrúbka zosuvu dosahuje maximálne 3,5 m (Havčo et al., 2010). Monitorovacie vrty sú situované nad odľučnou oblasťou zosuvu (LKIJ-1 a LKHJ-3 – obr. 1.90 a 1.92). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Havčo et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.25.

Tab. 1.25 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lukov v roku 2013 a 2014

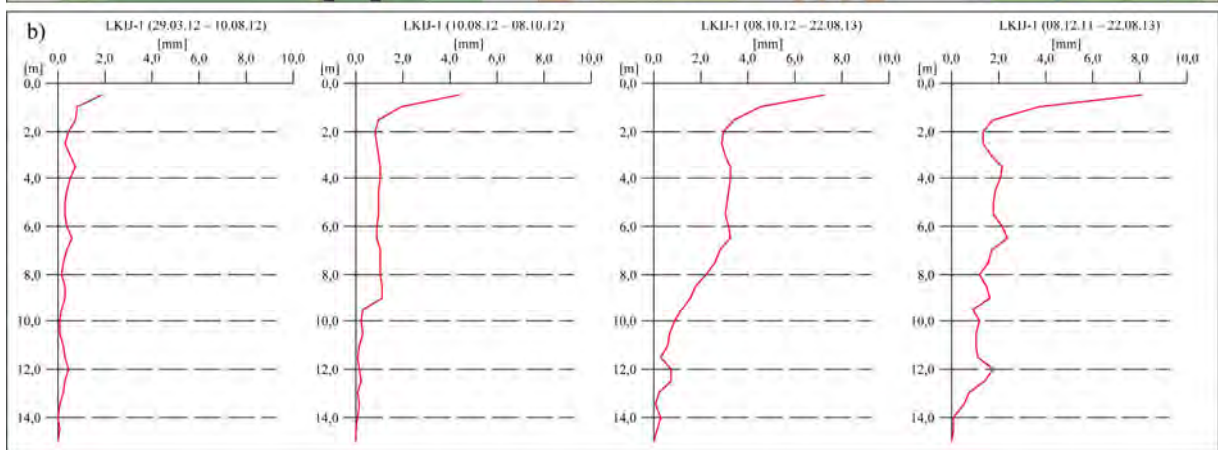
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	LKIJ-1	1 (22. august)	0
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	LKHJ-3	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 24. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 1. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Malcov (indikatív 49040)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

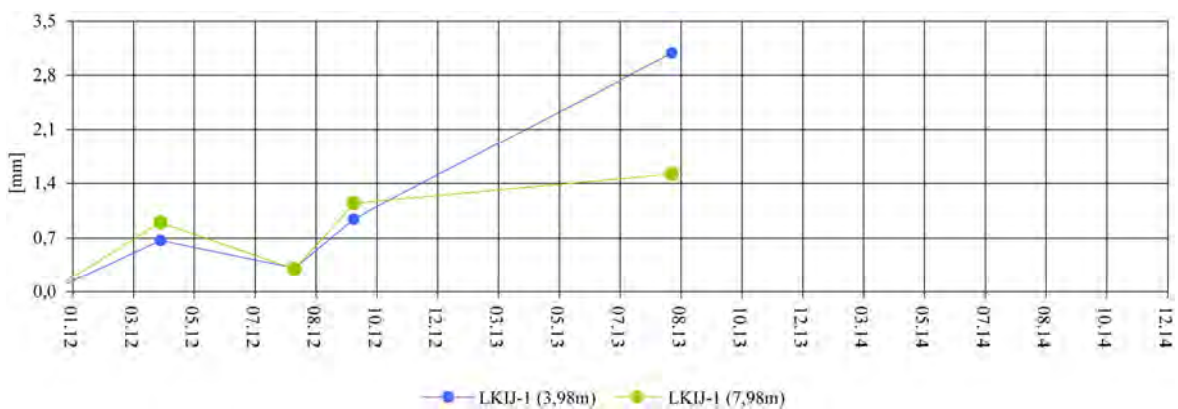
a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa vykonávajú na jednom vrte, ktorý sa nachádza nad odľučnou časťou zosuvu z roku 2010 (obr. 1.90).

V roku 2013 bolo realizované len jedno meranie, a to v druhej polovici augusta, ktoré charakterizuje pohybovú aktivitu územia za obdobie cca 10,5 mesiaca. Z výslednej deformácie (1,52 mm – príl. 1.18) nameranej v hĺbke približne 8 m pod terénom vyplýva, že územie je i napriek pomerne nepriaznivým klimatickým pomerom, ktoré pôsobili prevažne v zimných mesiacoch a začiatkom jarného obdobia, stabilné.



Obr. 1.90. Lokalita Lukov – výsledky inklinometrických meraní. a – vektor deformácie nameranej v roku 2013 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.18; zobrazené číslo označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; ohraničenie zosuvu podľa Havča et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.91. Dlhodobé (2012 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Lukov

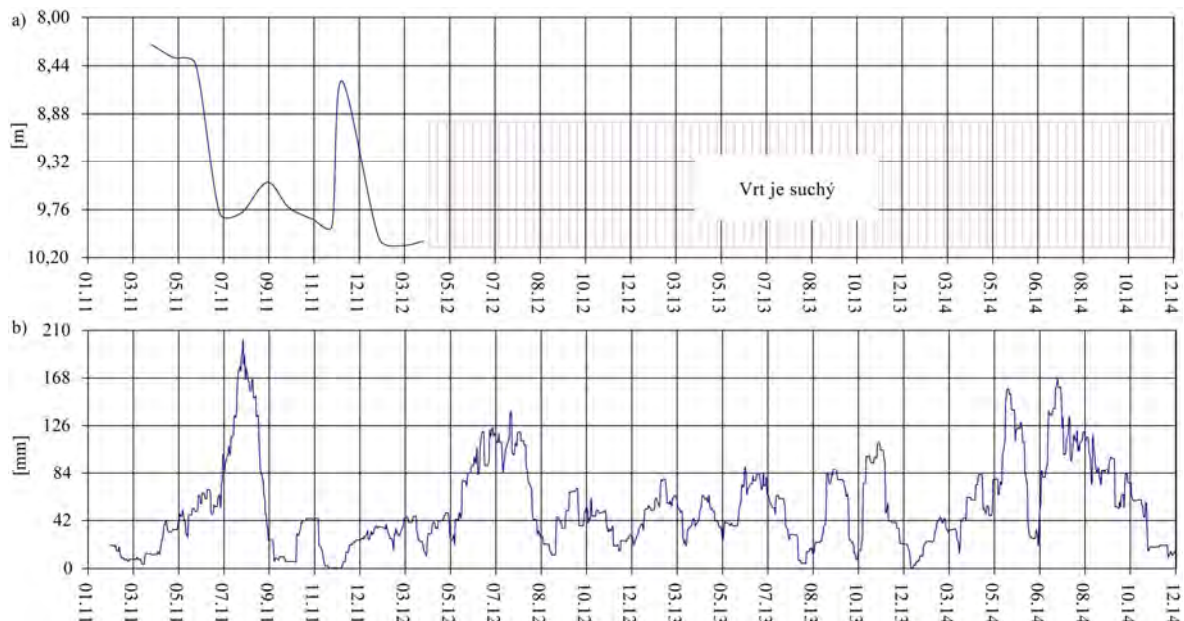
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania sa na zosuvnej lokalite realizujú vo vrte LKHJ-3 (situovanie je znázornené na obr. 1.92). V rokoch 2013 a 2014 bol vrt počas všetkých meraní suchý. K vzostupu hladiny podzemnej vody nedošlo ani v súvislosti s výdatnejšími zrážkami a ani v dôsledku topenia snehovej pokrývky (obr. 1.93). Z hľadiska hodnotenia stability zosuvného územia je možné uvedené skutočnosti považovať za priaznivé.

V monitorovanom období bola hladina podzemnej vody zaznamenaná len počas roku 2011 a prvých mesiacov roku 2012. Počas tohto obdobia mal priebeh zmien hĺbky hladiny podzemnej vody zostupný trend. Výraznejšie stúpnutie bolo pozorované len počas novembrového merania v roku 2011. Maximálna hladina podzemnej vody bola vo vrte nameraná počas úvodného merania (obr. 1.93).



Obr. 1.92. Lokalita Lukov – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrický vrt meraný pozorovateľom (LKHJ-3), 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (nehodnotený – vrt je dlhodobo suchý); ohraničenie zosuvu podľa Havča et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.93. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Lukov. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte LKHJ-3, b – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Malcov s indikativom 49040)

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Malcov s indikativom 49040 sú opísané pri predchádzajúcej lokalite (Lenartov).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 boli monitorovacie aktivity sústredené len na režimové pozorovania v jedinom piezometrickom vrte. Počas všetkých meraní bol vrt suchý.

Inklinometrické meranie bolo na lokalite naposledy realizované v roku 2013. Počas tohto merania bola v hĺbke predpokladanej šmykovej plochy (7,98 m pod terénom) nameraná deformácia 1,52 mm s orientáciou na juhovýchod. Treba však podotknúť, že monitorovaný vrt sa nachádza nad odľučnou hranou zosuvného telesa, a teda získané informácie nemusia byť dostatočne reprezentatívne vo vzťahu k samotnej svahovej poruche.

Realizované režimové pozorovania v roku 2014 potvrdzujú, že v oblasti monitorovaného objektu prevládajú pomerne priaznivé stabilné pomery.

V roku 2015 plánujeme zabezpečiť jednu etapu inklinometrických meraní. Režimové merania ponechávame na pôvodnej úrovni – 10 meraní za rok.

1.4.20. Lokalita Prešov-Horárska ul.

Stručná charakteristika lokality

Zosuvná lokalita sa nachádza v JZ časti Prešova na Horárskej ulici a postihuje severovýchodne orientovaný svah. Zosuv sa aktivizoval v roku 2010 a predstavuje teleso plošného charakteru, ktoré ohrozuje zástavbu západnej časti ulice. Jeho šírka dosahuje cca 375 m a dĺžka cca 300 m. Monitorovacia sieť pozostáva zo štyroch piezometrických a štyroch inklinometrických vrtoch, ktoré sú situované do profilu v južnej polovici svahovej poruchy. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Monitorovacie aktivity sú zamerané predovšetkým na meranie pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Na lokalite sa zároveň vykonávajú aj režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.26.

Tab. 1.26 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Horárska ul. v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	4	JH-1A, JH-2A, JH-3A, JH-4A	3 (18. apríl, 21. august, 12. novembere)	1 (3. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JH-1, JH-2, JH-3, JH-4	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 30. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november,)
	1	JH-3*, JH-4** – automatické hladinomery	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa na lokalite realizujú v štyroch inklinometrických vrtoch (JH-1A, JH-2A, JH-3A, JH-4A – obr. 1.94).

V rokoch 2013 boli realizované tri etapy kontrolných meraní a v roku 2014 jedna etapa (príl. 1.19). V roku 2013 sa prejavil výrazný nárast pohybovej aktivity predovšetkým počas

posledného novembrového termínu merania. Najväčšie deformácie boli namerané vo vrtoch JH-3A a JH-1A, ale vysoké pomerne hodnoty boli namerané aj šmykových plochách v ostatných vrtoch (príl. 1.19 a obr. 1.94a). Počas prvých dvoch etáp inklinometrických meraní, ktoré boli realizované v apríli a auguste, boli deformácie podstatne nižšie. Na obrázku 1.94a je možné pozorovať, ako počas jednotlivých etáp meraní postupne narastajú hodnoty deformácie. Tento trend sa prejavil najmä vo vrtoch JH-3A a JH-4A.



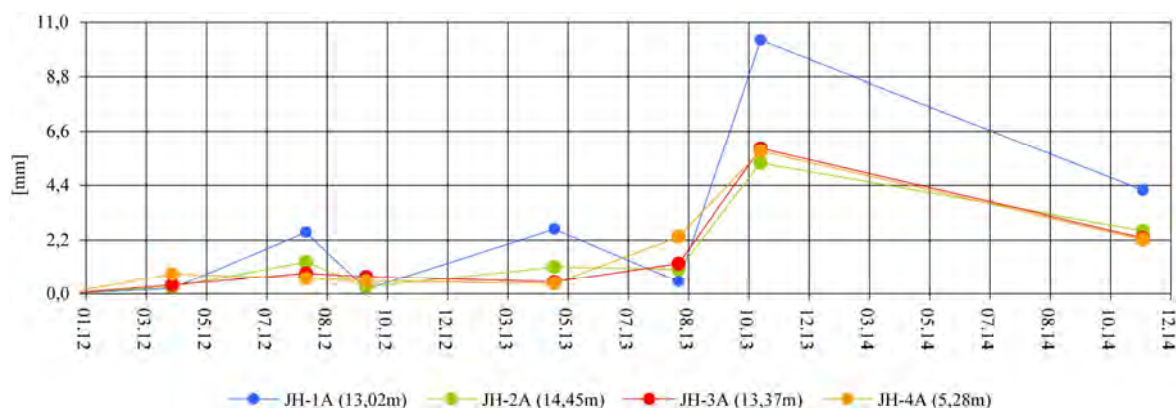
Obr. 1.94. Lokalita Prešov-Horárska ul. – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.19; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k poklesu pohybovej aktivity. Najvyššie prírastky deformácie v rámci sledovaných horizontov boli pozorované vo vrte JH-3A, a to 5,82 mm (v hĺbke 4,87 m pod terénom). Nameraná deformácia charakterizuje obdobie do novembra 2013 do decembra 2014, teda viac ako jeden kalendárny rok. Vrt JH-3A sa nachádza v centrálnej časti zosuvného telesa. Zvýšená pohybová aktivita bola nameraná i vo vrte JH-1A (v hĺbke 13,02 m pod terénom – deformácia 4,2 mm). V ostatných vrtoch (v sledovaných hĺbkových horizontoch) boli namerané prírastky deformácie v rozsahu od 1,06 do 2,57 mm (príl. 1.19).

Azimuty nameraných vektorov mali približne východnú (JH-3A, JH-4A), južnú (JH-1A) a juhovýchodnú orientáciu (JH-2A). Viaceré namerané vektory boli teda v rozpore s predpokladaným vektorom deformácie po spádnicí svahu (orientácie spádnice je na severozápad).

Výsledné deformácie inklinometrických pažníc na obr. 1.94b poukazujú na skutočnosť, že v území sa zosuvný pohyb prejavuje len v malom meradle. Vektory deformácie v sledovaných horizontoch majú počas jednotlivých etáp azimuty s odchýlkou blízku 180°. Z tohto dôvodu došlo k negácii nameraných vektorov, a ani v jednom vrte nie je možné pozorovať jednoznačný priebeh šmykovej plochy. Otázne je, či tento stav súvisí s priaznivým stabilitným stavom svahovej poruchy, alebo nesprávnym spôsobom zabudovania inklinometrických vrto.

Z hľadiska porovnania nameraných vektorov počas dlhšieho obdobia je vidieť, že najväčšie namerané vektory boli zaznamenané na konci roku 2013. Mierne zvýšené hodnoty boli namerané v aktuálne hodnotenom roku 2014. V ostatnom období dosiahnuté deformácie len ojedinele presahovali 2 mm (obr. 1.95).



Obr. 1.95. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Horárska ul.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

b1/ Vyhodnotenie výsledkov meraní uskutočnených pozorovateľom

Režimové merania uskutočnené pozorovateľom sa na lokalite vykonávajú v troch vrtoch. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.19 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.96.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 8,56 m p. t. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JH-3 (7,82 m) a naopak, najmenšie zmeny boli pozorované vo vrte JH-2 (2,77 m; obr. 1.97). Najbližšie k povrchu terénu sa hladina dostala vo vrte JH-1 (0,98 m pod terénom). V septembri bola zabezpečená zámena automatického hladinomeru z vrtu JH-4 do vrtu JH-3, ktorý sa nachádza vyššie vo svahu.

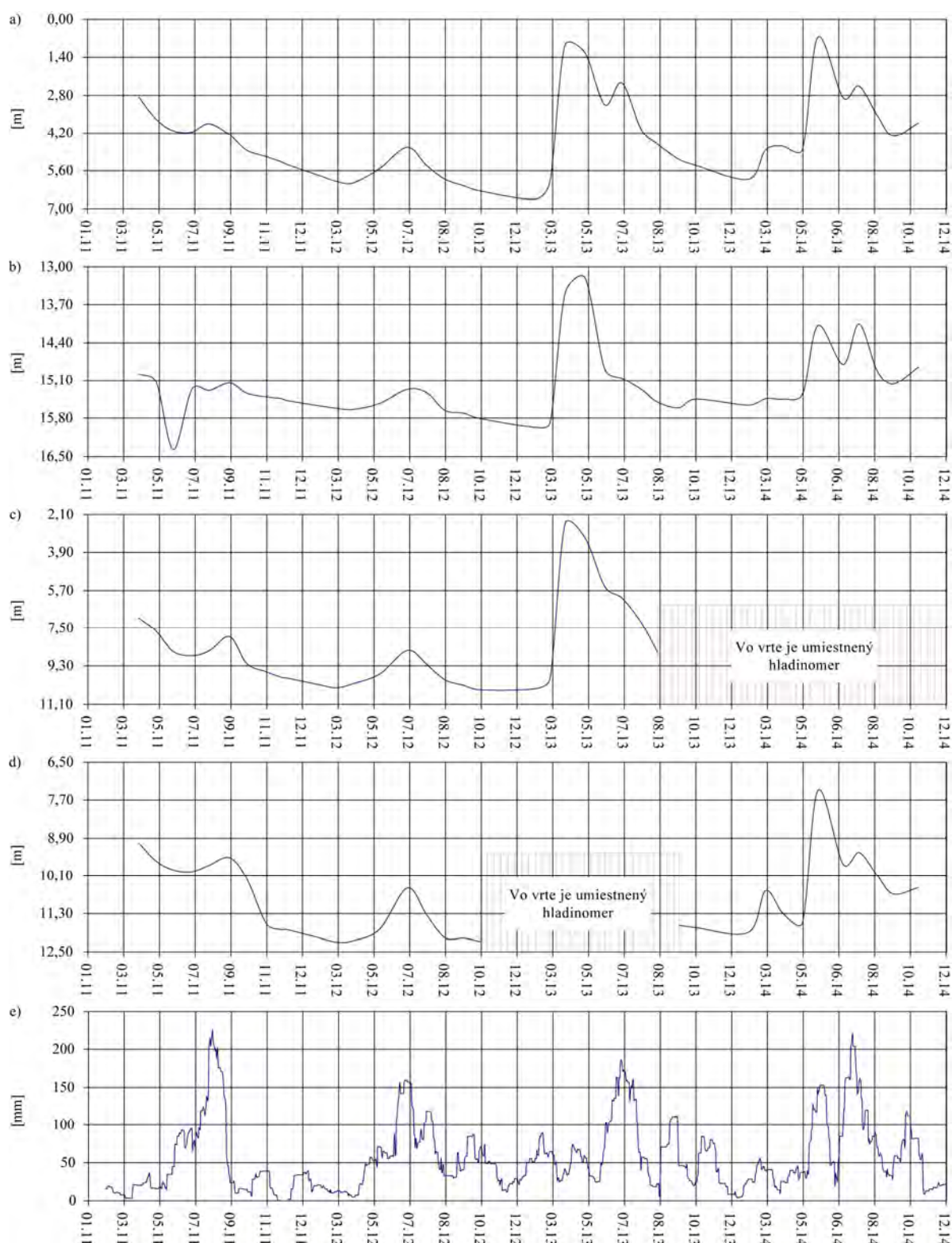
V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 mierne stúpila a dosiahla hĺbku 9,69 m pod terénom. Podľa nameraných záznamov hladina podzemnej vody vystúpila najvyššie, podobne ako v predchádzajúcom roku vo vrte JH-1 (0,67 m pod terénom – príl. 1.19). V tomto vrte bolo v roku 2014 namerané i najväčšie kolísanie podzemnej vody (5,25 m). Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli namerané koncom mája (JH-1 a JH-4) a začiatkom augusta (JH-2). Naopak, minimálne stavy podzemnej vody boli namerané počas prvej etapy – 28. januára (vo všetkých vrtoch).



Obr. 1.96. Lokalita Prešov-Horárska ul. – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – vrty s inštalovanými automatickými hladinomermi, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

Na priebehu hladiny podzemnej vody sa do značnej miery prejavoval vplyv atmosférických zrážok. Z hľadiska časovej distribúcie zrážok (intenzívnych) je možné rok 2014 rozdeliť do samostatných období. Prvé obdobie predstavujú mesiace január a február, počas ktorých dochádzalo ku kumulácii vody v snehovej pokrývke a následne k jej uvoľňovaniu. Po pomerne suchom dvojmesačnom období boli výdatnejšie zrážky zaznamenané postupne v mesiacoch máj, júl a nakoniec i v mesiaci október. Od tohto sa odvíjali i zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody. K miernemu nárastu hladiny došlo už na konci zimného obdobia, čo bolo spôsobené topením snehovej pokrývky. Jej najvýraznejší vzostup bol spôsobený májovými zrážkami. O niečo menší vzostup spôsobili letné zrážky. Posledné meranie bolo vykonané v polovici novembra, počas ktorého hladiny podzemnej vody v monitorovacích vrtoch začali opäť stúpať.

Z dlhodobjšieho hľadiska zmien hĺbky hladiny podzemnej vody je možné za významný považovať rok 2013 a aktuálne hodnotený rok 2014. V roku 2013 hladiny podzemnej vody začali stúpať v druhej polovici februára, čo sa vzápätí vo väčšine prípadov prejavilo jej prudkým vzostupom s maximálnymi nameranými úrovňami v sledovanom období.



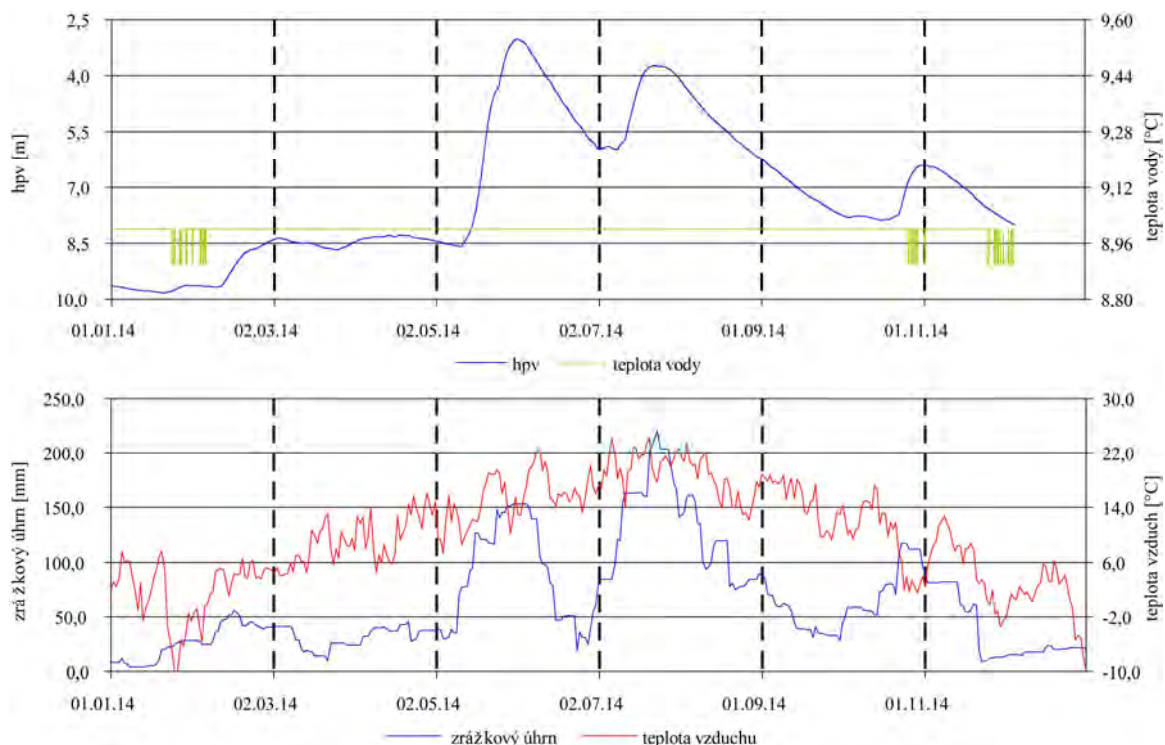
Obr. 1.97. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Prešov-Horárska ul. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JH-1, b – JH-2, c – JH-3, d – JH-4; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prešov-planetárium s indikatívom 59160)

b2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Na zosuvnej lokalite boli automatickým hladinomerom počas obdobia monitoringu vystrojené postupne dva vrty. Vo vrte JH-4 bol automatický hladinomer do 5. decembra 2012 do 30. septembra 2013. Následne, od 30. septembra do súčasnosti sa hladinomer nachádza vo

vrte JH-3. Dôvodom premiestnenia boli stavebné zámery, ktoré by mohli ohroziť činnosť zariadenia.

Z deväťmesačnej prevádzky v roku 2013 je možné konštatovať, že maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá 8. apríla (6,07 m pod terénom – príj. 1.19) a minimálna 18. januára (11,94 m pod terénom). Maximálne kolísanie teda dosiahlo hodnotu 5,87 m. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody za sledované obdobie dosiahla 9,51 m pod terénom.



Obr. 1.98. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Prešov-Horárska ul. a – automatický hladinomer umiestnený vo vrte JH-3, b – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

Hladina podzemnej vody začala vo vrte prudko stúpať začiatkom marca a v priebehu 15 dní (od 1. marca do 15. marca) stúpala až o 4,01 m. Hladina podzemnej vody mala vzostupný trend ešte do prvej polovice apríla, následne začala klesať. Tento trend trval až do konca septembra (kedy bolo ukončené kontinuálne meranie v tomto vrte). Istou singularitou zostupného trendu bol mierny júnový vzostup, ktorý súvisel s intenzívnymi zrážkovými úhrnmi (30 dňové úhrny presahovali 180 mm).

Amplitúda teploty podzemnej vody mala pomerne pravidelný sínusoidálny priebeh s maximálnou hodnotou 9,5 °C, dosiahnutou v mesiacoch marec a apríl a teplotným minimom 8,9 °C, zaznamenaným počas mesiacov jún až august.

V roku 2014 dosiahla priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody 7,13 m pod terénom s maximálnou amplitúdou 6,80 m.

Minimálna hĺbka hladiny podzemnej vody bola nameraná v druhej polovici januára. Od tohto termínu mala hladina podzemnej vody prevažne zostupný trend až do prvej polovice júna, kedy dosiahla maximálnu úroveň (príj. 1.19). Tento vzostup hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný v súvislosti s intenzívnymi májovými zrážkami. Podobne, ako v prípade vývoja zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v ostatných piezometroch, monitorovaných pozorovateľom, aj pre tento vrt bolo príznačné cyklické striedanie vzostupov a poklesov hladiny podzemnej vody v závislosti od klimatických faktorov.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny zo stanice Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výsledky režimových meraní, realizovaných v roku 2014 sú odrazom klimatických faktorov. V závislosti od veľkosti zrážkových úhrnov dochádzalo v pozorovaných vrtoch k zmenám hĺbky hladiny podzemnej vody. Podobný priebeh bol zaznamenaný i automatickým hladinomerom, ktorý vzhľadom na kontinuálny záznam podáva najlepší obraz o vývoji tohto hlavného zosuvotvorného faktora. Maximálne stavy boli zaznamenané v prevažnej miere na konci mája a na začiatku júna.

Na základe výsledkov inklinometrických meraní došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k poklesu pohybovej aktivity. Namerané azimuty vektorov však vytvárajú pochybnosti o dostatočnej stabilizácii inklinometrických pažníc, v dôsledku čoho nie je možné spoľahlivo definovať veľkosť pohybovej aktivity zosuvného územia. Predpokladáme, že vektory, ktorých azimuty sú orientované inverzne voči spádnici svahu, súvisia s technickými nedostatkami vystrojenia inklinometrických vrtoch.

V budúcom roku, vzhľadom na spoločenský význam zosuvnej lokality, sú plánované dve etapy inklinometrických meraní a 10 etáp režimových meraní (s kontinuálnou prevádzkou automatického hladinomeru).

1.4.21. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza v južnej časti mesta Prešov. Ohrozuje viacero rodinných domov a niekoľko záhradných parciel so záhradnými domami. Rozmery sú cca 740 m (šírka) x 350 m (dĺžka). Monitorovacia sieť pozostáva zo štyroch piezometrických a štyroch inklinometrických vrtoch, ktoré sú situované do profilu v južnej časti svahovej poruchy. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, podobne ako v prípade predchádzajúcej lokality, sú zamerané na sledovanie pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie a režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.27.

Tab. 1.27 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou v rokoch 2013 a 2014

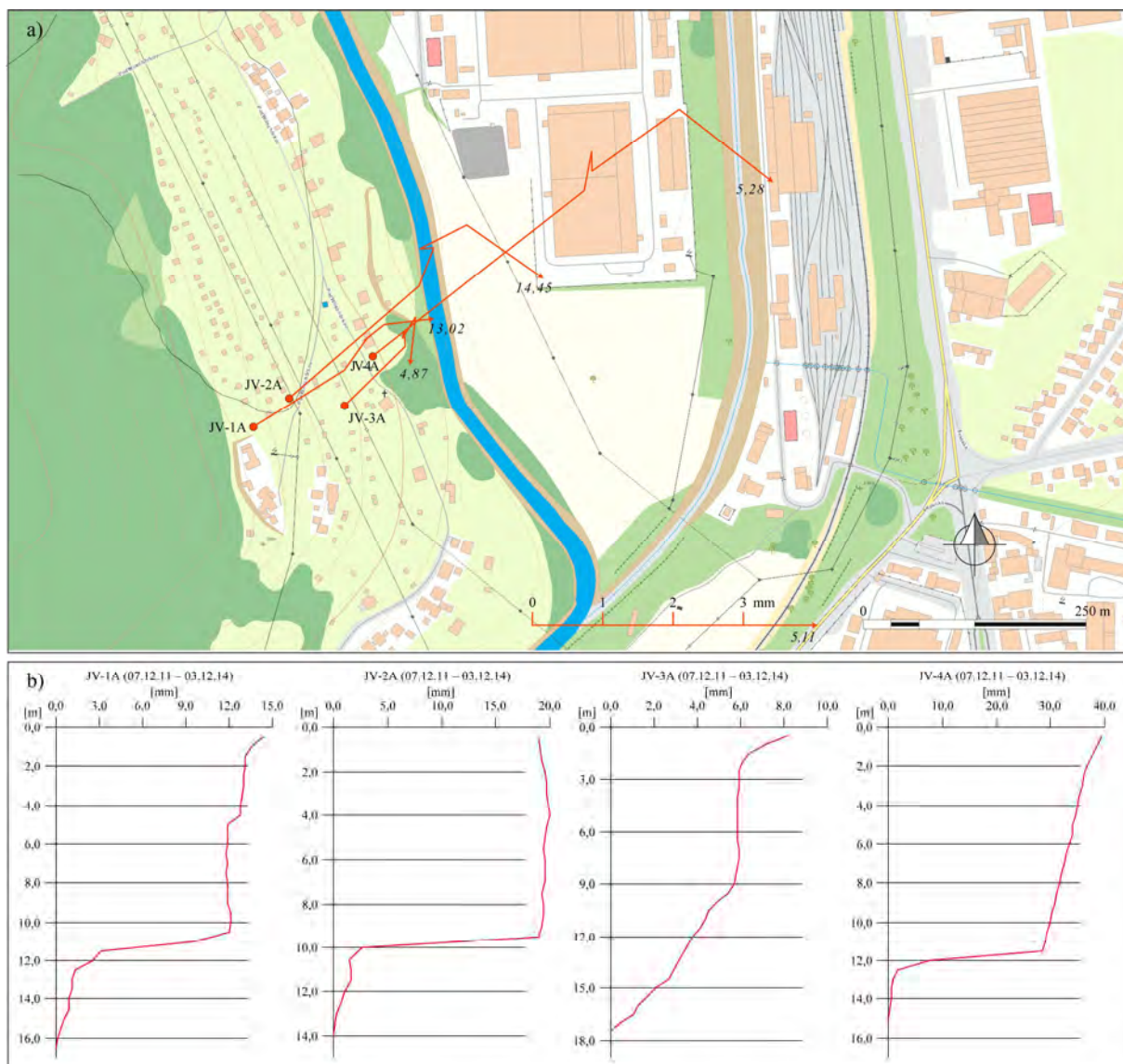
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	4	JV-1A, JV-2A, JV-3A, JV-4A	3 (17. apríl, 21. august, 12. november)	2 (3. jún, 3. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JV-1, JV-2, JV-3, JV-4	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 30. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Prešov-planetárium (indikatív 59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa na lokalite realizujú v štyroch inklinometrických vrtoch (JV-1A, 2A, 3A a 4A – obr. 1.99a). V roku 2013 na sledovaných šmykových plochách bola najvyššia deformácia nameraná počas prvej etapy vo vrte JV-4A, a to pomerne hlboko – v hĺbke 10,94 m pod terénom (19,11 mm za 6 mesiacov – príl. 1.20). Na ostatných šmykových plochách boli namerané deformácie v rozsahu 6 – 12 mm. Uvedené deformácie naznačujú, že zosuvné územie bolo v roku 2013 aktívne. V nasledujúcich dvoch etapách postupne dochádzalo k utišeniu pohybovej aktivity. Počas augustovej etapy prevládali na sledovaných šmykových plochách deformácie do 3 mm a počas poslednej novembrovej etapy len ojedinele presahovali 1 mm.

V roku 2014 boli realizované 2 etapy inklinometrických meraní. Prvá etapa charakterizuje pohybovú aktivitu v období november 2013 až jún 2014 a druhá jún 2014 až december 2014. Vyššia pohybová aktivita bola nameraná počas druhej etapy. Najväčšie deformácie boli namerané vo vrte JV-4A. V hĺbke 10,94 m pod terénom bola počas 6-mesačného obdobia nameraná deformácia 8,18 mm. Vysoké hodnoty deformácie boli počas tejto etapy namerané aj vo vrtoch JV-2A a JV-3A (deformácie na sledovaných šmykových plochách presiahli 6 mm – príl. 1.20). Počas prvej etapy (6-mesačné obdobie) boli výraznejšie deformácie zaznamenané len vo vrte JV-4A (v hĺbke 10,94 m pod terénom – deformácia 7,62 mm). V ostatných vrtoch prírastky deformácie nepresiahli 4 mm (príl. 1.20).

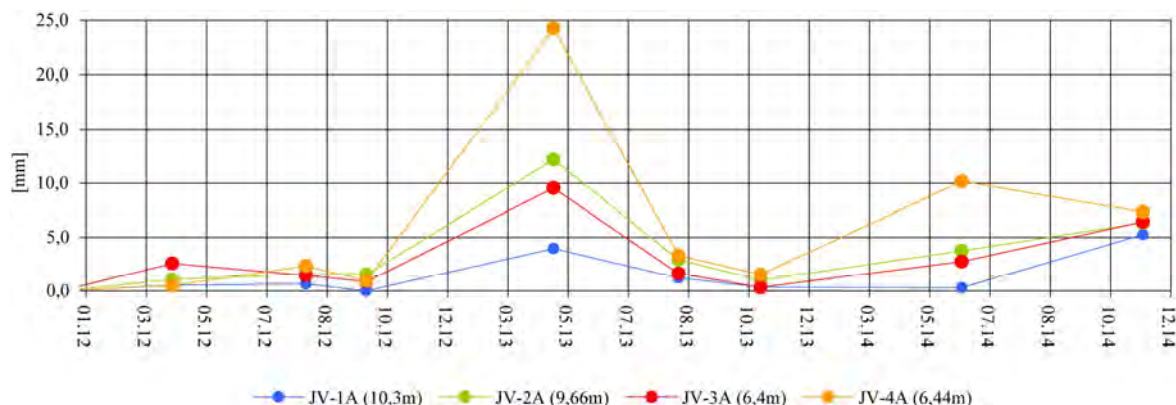


Obr. 1.99. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.20; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®

V porovnaní s predchádzajúcim rokom je možné konštatovať mierne upokojenie aktivity svahového pohybu. Zároveň možno postrehnúť, že aktivita zosuvného pohybu je úzko spätá z klimatickými pomermi. V roku 2013 boli mimoriadne vysoké deformácie namerané po bohatých jarných zrážkach a v roku 2014 po výdatných letných a jesenných zrážkach.

Pri pohľade na obr. 1.99a je vidieť, že pri poslednej etape meraní sa orientácia vektorov zmenila z prevažne severovýchodnej na juhovýchodnú až južnú. Táto skutočnosť pravdepodobne súvisí s nárastom pohybovej aktivity v severnej časti územia. V tomto území však nevykonávame monitorovacie aktivity, na základe ktorých by sme vedeli zhodnotiť veľkosť pohybovej aktivity (monitorované vrty sa nachádzajú v južnej časti rozsiahleho zosuvu). Z obr. 1.99b je zrejmé, že šmyková plocha je v hĺbke 10 m pod povrchom terénu a viac.

Z dlhodobého hľadiska je možné za najaktívnejšie obdobie považovať jarnú etapu 2013 (október 2012 – apríl 2013), kedy na väčšine šmykových plôch boli namerané najväčšie deformácie inklinometrickej pažnice za monitorované obdobie (obr. 1.100).



Obr. 1.100. Dlhodobé (2012 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2013 a 2014 boli režimové pozorovania vykonávané v štyroch piezometrických vrtoch (JV-1, 2, 3 a 4). Ich situovanie, spolu s výsledkami semikvantitatívneho hodnotenia, je znázornené na obr. 1.101. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.20.

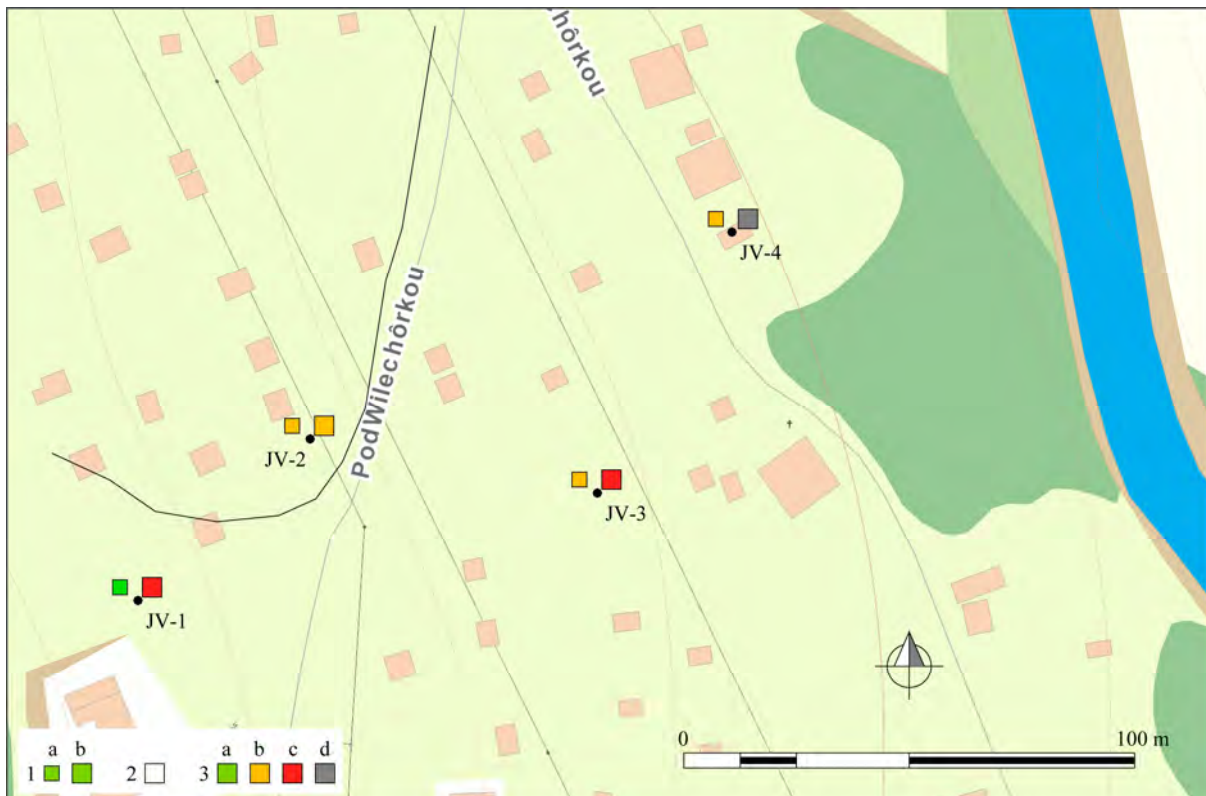
V roku 2013 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 6,27 m pod terénom. Maximálne kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte JV-3 (2,34 m) a naopak, najmenšie zmeny boli namerané vo vrte JV-1 (0,89 m). Najvyššia hladina podzemnej vody (najbližšie k terénu) bola nameraná vo vrte JV-3 (2,49 m pod terénom – obr. 1.92) počas aprílového termínu merania, naopak, najhlbšia hladina podzemnej vody vo vrte JV-1 (10,13 m pod terénom – počas februárového termínu merania – príl. 1.20). Maximálny stav hladiny podzemnej vody nameraný vo vrte JV-3 (počas aprílového merania), predstavujú zároveň i najvyššie hladiny podzemnej vody (v uvedenom vrte) za celé monitorované obdobie.

Počas jarných mesiacov sa vzostup hladiny podzemnej vody prejavil aj vo vrte JV-1 (obr. 1.102), ktorý sa nachádza v najvyššie položenej časti zosuvu. Išlo o mierne stúpnutie hladiny podzemnej vody, čo pravdepodobne súvisí s jej hlbším obehom, ktorý na klimatické faktory reaguje s väčšou retardáciou. Odlišný priebeh hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný vo vrte JV-4. Hladina v tomto vrte začala prudko stúpať ešte počas marca. Jej vysoký stav pretrval až do júna, kedy v dôsledku intenzívnych zrážok opäť stúpala, a to na úroveň 6,97 m pod terénom (príl. 1.20, obr. 1.102). Na základe nameraných výsledkov režimových zmien hĺbky hladiny podzemnej vody je možné konštatovať, že v prechodovej a akumuláčnej časti zosuvu prevládali pomerne nepriaznivé stabilné pomery.

V roku 2014 priemerná úroveň hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpala o 0,28 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 5,99 m pod terénom. Maximálna hladina

podzemnej vody bola nameraná vo všetkých vrtoch zhodne, koncom mája. Najbližšie k terénu sa dostala vo vrte JV-2 (2,64 m pod terénom). Výskyt minimálnych stavov mal väčší rozptyl, a to od januára až do októbra. Najväčšie zmeny boli namerané vo vrte JV-1 (2,63 m) a naopak, najmenšie zmeny vo vrte JV-1 (1,10 m).

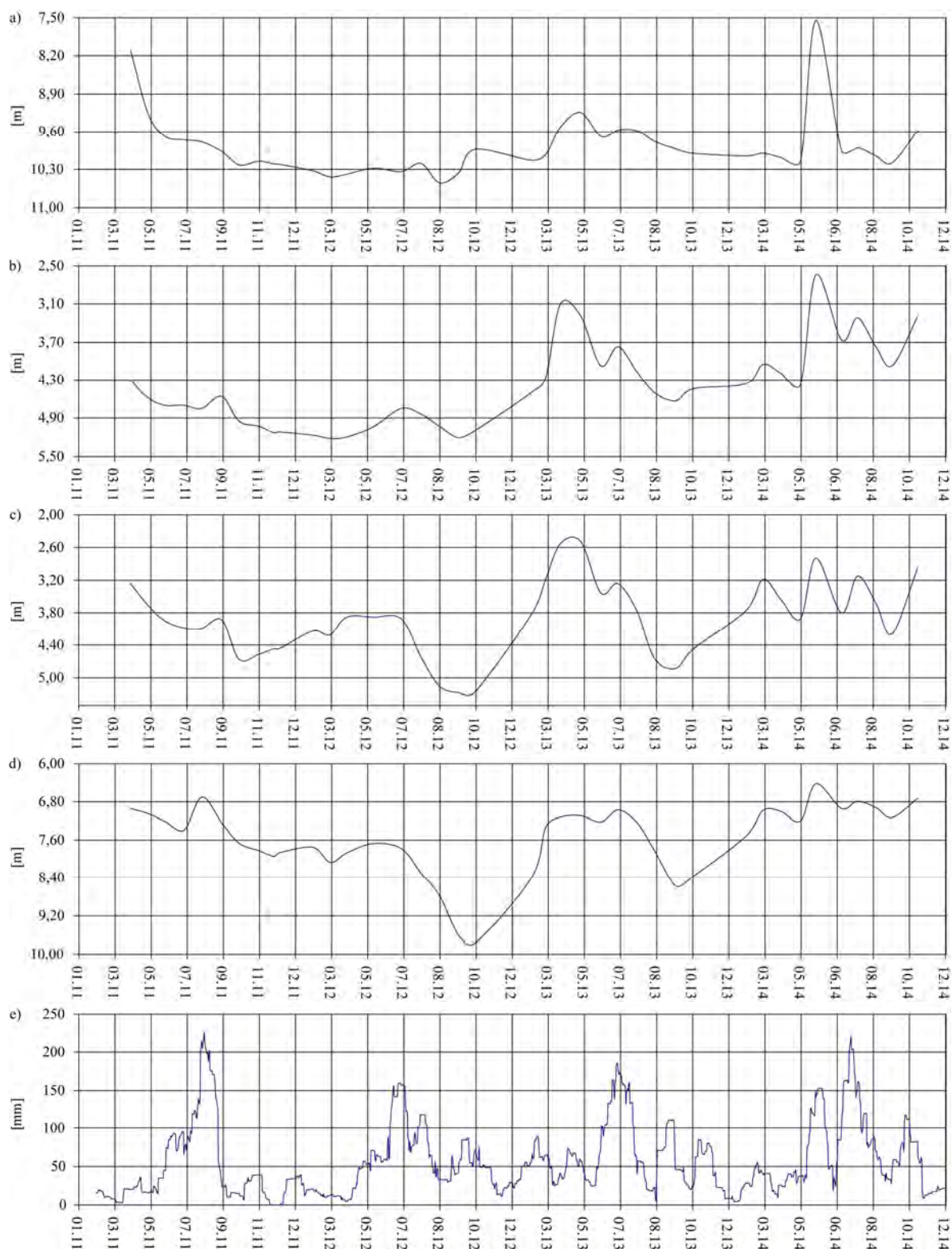
Priebeh hladiny podzemnej vody, podobne ako v prípade lokality Prešov-Horárska ul., bol ovplyvnený striedaním sa období s výdatnejšími zrážkovými úhrnmi a obdobiami s nízkymi úhrnmi. Hladina vo vrtoch cyklicky kolísala, analogicky ako v prípade Prešov-Horárska ul. Vo vrtoch JV-1, 2 a 4 boli v roku 2014 namerané najvyššie hladiny podzemnej vody za celé monitorované obdobie. Jej najväčší vzostup bol pozorovaný vo vrte JV-1, počas ktorého hladina prekonal maximálny stav zo začiatku monitorovacieho obdobia.



Obr. 1.101. Lokalita Prešov-Pod Wilec Hôrkou – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrické vrty merané pozorovateľom, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Tupého et al. (2011b); mapový podklad: ZBGIS®

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri lokalite Fintice.



Obr. 1.102. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtoch na lokalite Prešov-Pod Wilec Hôrkou. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JV-1, b – JV-2, c – JV-3, d – JV-4; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prešov-planetárium s indikativom 59160)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe vykonaných meraní je možné pozorovať pomerne úzky vzťah medzi jednotlivými sledovanými zložkami. Výsledky režimových meraní relatívne dobre

dokumentujú vplyv klimatických faktorov na zmeny hladinu podzemných vôd, a tiež ich dosah na veľkosti pohybovej aktivity, ktorá je sledovaná metódou presnej inklinometrie.

V roku 2014 došlo v porovnaní z rokom 2013 k miernemu poklesu pohybovej aktivity. Nameraná zmena azimutov vektorov na juhovýchod až juh naznačuje aktivizáciu v severnej časti územia. V tejto časti územia nemáme výsledky žiadnych monitorovacích meraní. Prezentované výsledky sa týkajú len relatívne malého územia, v ktorom sa nachádzajú monitorované objekty.

V budúcnosti plánujeme pokračovať v meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody a podpovrchovej deformácie metódou presnej inklinometrie. Rozsah a frekvencia meraní budú upravované podľa potrieb a možností úlohy ČMS – GF.

1.4.22. Lokalita Čirč

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zosuv sa nachádza na ľavom brehu potoka Soliská, približne 120 m juhovýchodne od sútoku s potokom Rakovec. Monitorovacie merania sú výlučne zamerané na režimové pozorovania. Merania sa vykonávajú v dvoch piezometrických vrtoch a zároveň sa sledujú výdatnosti na troch odvodňovacích zariadeniach (obr. 1.103). Podrobnejšie informácie o lokalite sa nachádzajú v správe z monitorovania z predchádzajúceho roku (Ondrejka et al., 2014), ale najmä v správach z prieskumu (Šimeková et al., 2010) a sanácie (Šimeková et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

V rokoch 2013 a 2014 bola na zosuvnej lokalite pozornosť venovaná výhradne režimovým meraniam. Rozsah a frekvencia monitorovacích aktivít sú uvedené v tab. 1.28.

Tab. 1.28 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čirč v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	Č-1 a Č-3	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	Spoločná výdatnosť troch odvodňovacích vrtoV VV-1, VV-2, VV-3	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Lipany (59100); Malcov (49040)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

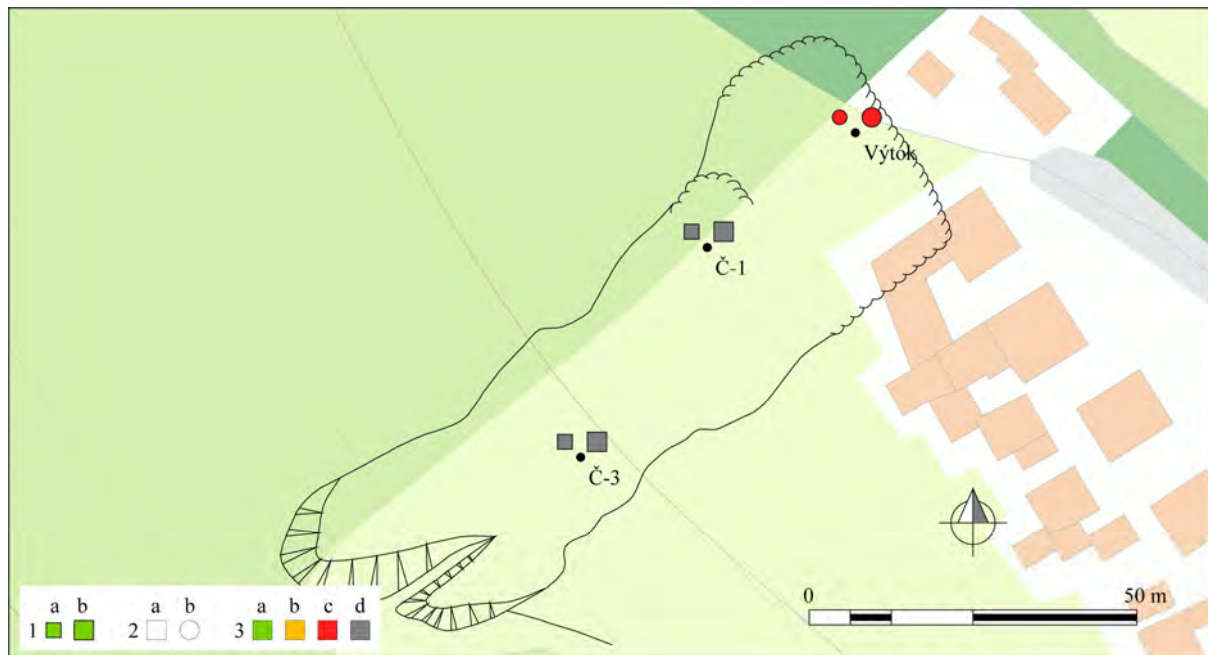
a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Merania sa vykonávajú v dvoch vrtoch (Č-1 a Č-3). V prvom vrte je monitorovaný plytší horizont podzemnej vody (cca 3,6 až 6,0 m pod terénom) a v druhom hlbší približne na úrovni 8,0 m pod úrovňou terénu (údaj o narazenej hladine podzemnej vody počas sanácie geologického prostredia – Šimeková et al., 2012). V roku 2013 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody nachádzala na úrovni 7,38 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie bolo pozorované vo vrte Č-3 (1,35 m – obr. 1.104). Maximálne úrovne hladiny podzemnej vody boli dosiahnuté počas prvého termínu merania. Počas zvyšnej časti roka mal priebeh hladiny podzemnej vody klesajúci trend. K miernemu nárastu hladiny podzemnej vody došlo počas

júlového (Č-1) a augustového (Č-3) merania. Tento vzostup podzemnej vody súvisel s vyšším úhrnom júnových zrážok.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku nepatrne stúpla (o 0,16 m) a dosiahla 7,22 m pod terénom. Výraznejšie zmeny sa prejavili na hladine podzemnej vody vo vrte Č-3 (hlbší horizont). Počas monitorovaného obdobia dosiahlo kolísanie podzemnej vody v tomto vrte 2,22 m. Hladina reagovala vzostupom na všetky intenzívnejšie zrážkové úhrny. Podobne, ako v prípade zmien hĺbky hladiny podzemnej vody na prešovských zosuvov, i tu sa prejavilo jej cyklické kolísanie. Vo vrte Č-1, v ktorom je monitorovaný plytší horizont, mala hladina ustálenejší priebeh. Jej maximálne stavy boli spojené s jarným topením snehovej pokrývky a výdatnými májovými zrážkami. V oboch vrtoch boli maximálne hladiny podzemnej vody namerané na konci mája (príl. 1.21).

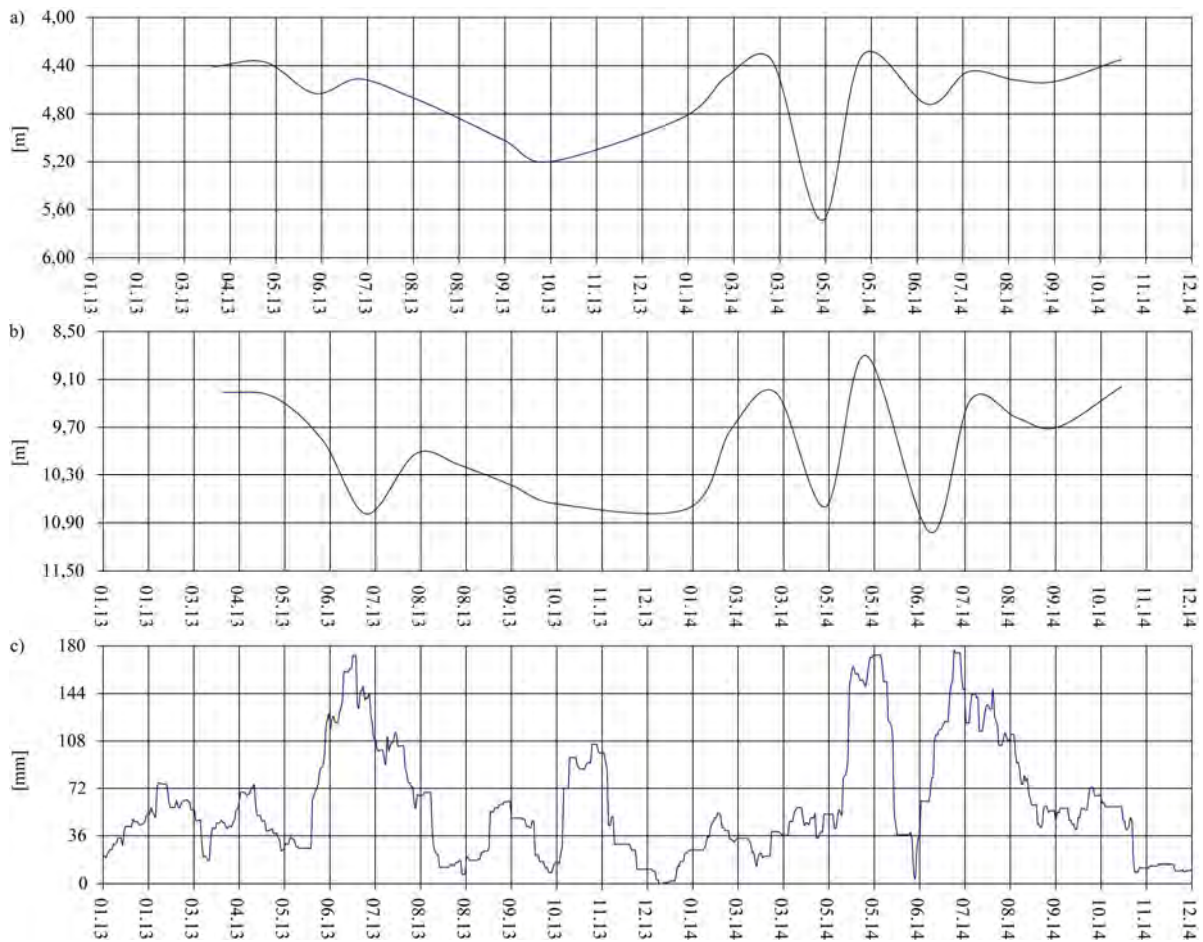
Na lokalite sú režimové merania jedinou informáciou o stave zosuvného územia. Vzhľadom na skutočnosť, že frekvencia meraní je nízka, len 10 meraní za rok, je potrebné upozorniť, že v obdobiach s častejším výskytom intenzívnych zrážok hladiny podzemnej vody môžu vystúpiť i podstatne vyššie, ako sú uvedené namerané maximálne stavy. Overenie skutočného vývoja by umožnila prevádzka automatického hladinomera s pravidelným hodinovým záznamom.



Obr. 1.103. Lokalita Čirč – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Šimekovej et al. (2012), mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania sa realizujú na ústí potrubia, ktoré odvádza vodu z trojice subhorizontálnych vrtoch VV-1 až VV-3. V roku 2013 bola najvyššia hodnota výdatnosti zaznamenaná počas marcového merania ($14,24 \text{ l.min}^{-1}$). Postupne však dochádzalo k jej poklesu a od začiatku októbra boli vrty suché. Celková priemerná výdatnosť dosiahla v roku 2013 hodnotu $4,97 \text{ l.min}^{-1}$.



Obr. 1.104. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Čirč. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – Č-1, b – Č-3, c – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Lipany s indikativom 59100)

V roku 2014 priemerná výdatnosť v porovnaní s predchádzajúcim rokom klesla o $0,41 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Minimálna výdatnosť, resp. nulový prietok bol nameraný počas januárového merania. V nasledujúcich etapách výdatnosť mala vzostupný trend až do konca mája, kedy bol nameraný maximálny stav ($13,2 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$). Aj v tomto prípade treba konštatovať, že mesačná frekvencia režimových pozorovaní nepodáva dostatočný obraz o účinnosti hĺbkového odvodnenia. Treba však podotknúť, že nameraná spoločná výdatnosť odvodňovacích zariadení odráža priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody a so stúpajúcou úrovňou hladiny podzemnej vody stúpa i objem odvádzanej vody.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Lipany, ktoré sú uvedené pri zosuvnej lokalite Ďačov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity sú v zosuvnom území zamerané len na sledovanie najdôležitejšieho zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody (zároveň sa sleduje i efektívnosť odvodňovacích vrtov). Na základe vykonaných meraní možno konštatovať, že zmeny monitorovaných ukazovateľov priamo korelujú s vývojom klimatických faktorov.

Na zosuvnej lokalite plánujeme v roku 2015 pokračovať v monitorovacích meraniach v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v roku 2014.

1.4.23. Lokalita Krajná Poľana

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zosuvný svah sa nachádza v severnej časti obce, na juhovýchodnom svahu s kótou Prokopec (539 m n. m.). Monitorovacie merania sú zamerané výlučne na režimové pozorovania. Merania sa vykonávajú v dvoch piezometrických vrtoch a zároveň sa sledujú výdatnosti na troch odvodňovacích zariadeniach (obr. 1.105). Podrobnejšie informácie o lokalite sa nachádzajú v správe z monitorovania z predchádzajúceho roku (Ondrejka et al., 2014), ale tiež i v správach zo sanácie (Grech, 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

V rokoch 2013 a 2014 boli merania realizované v dvoch piezometrických a troch odvodňovacích vrtoch. Monitorovacie merania začali v marci 2013. Rozsah a frekvenciu monitorovacích aktivít uvádzame v tab. 1.29.

Tab. 1.29 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Krajná Poľana v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	KP-1, KP-2	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)	3 (27. január, 27. marec, 29. apríl)
	1	KP-1 – automatický hladinomer	Kontinuálne (každú hodinu – od 01.októbra)	Kontinuálne (každú hodinu)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	KPH-1, KPH-2, KPH-3	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 02. október, 30. október)	3 (27. január, 27. marec, 29. apríl)

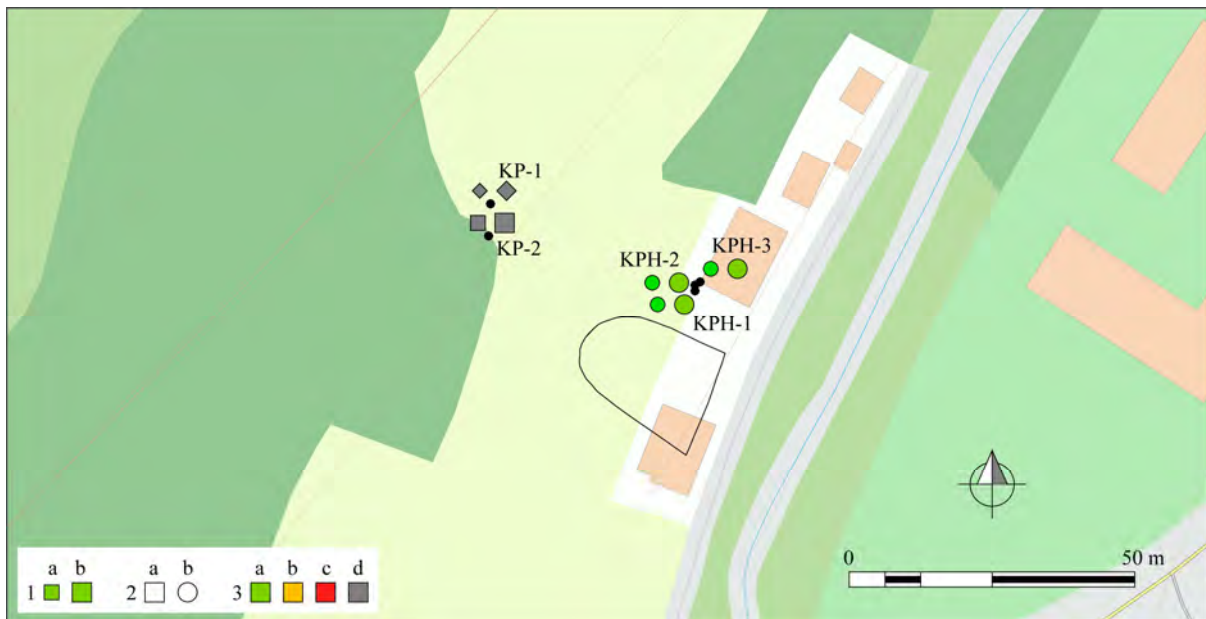
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

a1/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

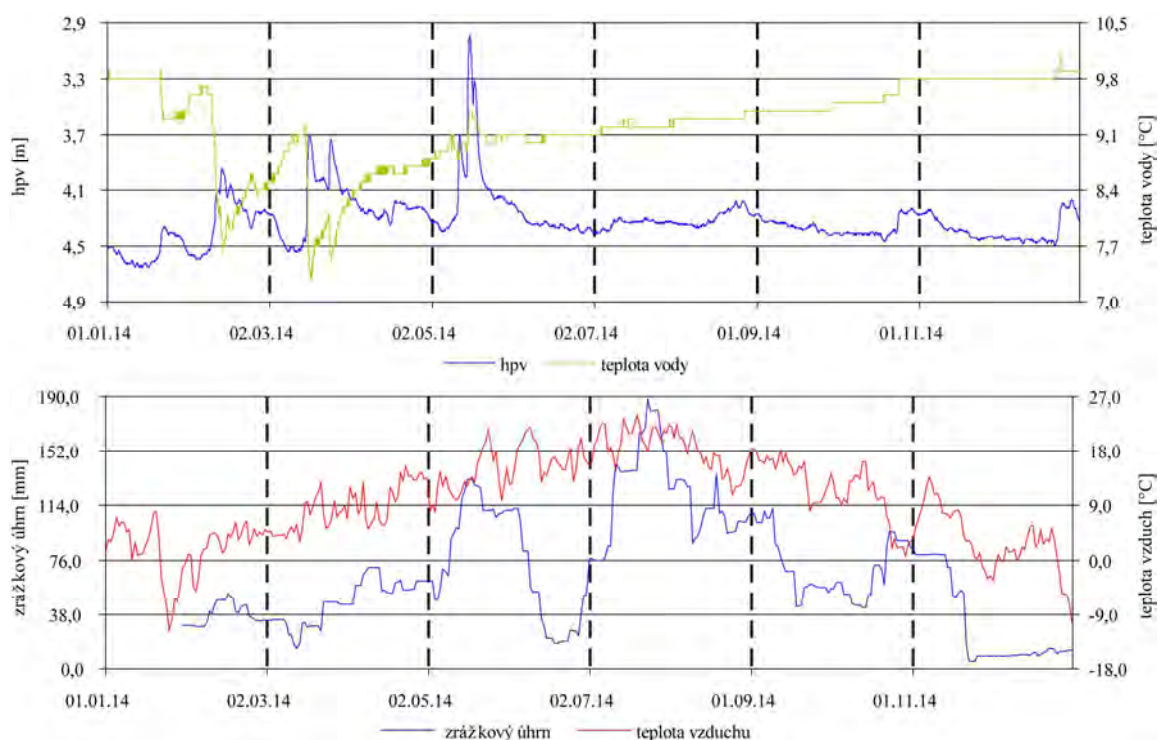
V roku 2013 boli na lokalite režimové merania zabezpečované pozorovateľom. Počas ôsmich etáp merania priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 6,95 m pod terénom. Výraznejšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody bolo pozorované vo vrte KP-2 (1,22 m). V oboch vrtoch boli maximálne úrovne hladiny podzemnej vody dosiahnuté počas marcového merania. V zvyšnej časti roka mali hladiny podzemnej vody prevažne klesajúci charakter. Najbližšie k terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte KP-1 (3,72 m pod terénom).

a2/ Vyhodnotenie výsledkov meraní automatickými hladinomerami

Do vrtu KP-1 bol 1. októbra 2013 inštalovaný automatický hladinomer, ktorý zaznamenáva zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody s hodinovou frekvenciou. Počas roka 2014 priemerná hladina podzemnej vody v tomto vrte dosiahla hĺbku 4,32 m pod terénom. Výraznejšie zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody boli pozorované v zimnom a jarnom



Obr. 1.105. Lokalita Krajná Poľana – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrisy zosuvov podľa Grecha (2012), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.106. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickým hladinomerom na lokalite Krajná Poľana. a – automatický hladinomer umiestnený vo vrte KP-1, b – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) a teploty vzduchu, na zrážkomernej stanici SHMÚ Bardejov)

období. Na vzostupe hladiny podzemnej vody sa prejavovali i nižšie úhrny zrážok (do 10 mm), čo je možné vysvetliť dotáciou vôd uvoľňovaných z topiacej sa snehovej pokrývky. Maximálny stav bol dosiahnutý v súvislosti s intenzívnymi májovými zrážkami 16. mája. V nasledujúcom období došlo k rapídne poklesu hladiny podzemnej vody. V ostatnom

období mala hladina podzemnej vody vyrovnaný priebeh so zostupným trendom. Minimálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá na začiatku kalendárneho roku – 11. januára – 4,65 m pod terénom.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V roku 2013 sa merania výdatnosti vykonávali na trojici subhorizontálnych vrtov. Počas obdobia marec až október 2013 boli 2 vrty suché, resp. vlhké a vo vrte KPV-2 bola najvyššia výdatnosť nameraná 22. marca. Najnižšia výdatnosť bola nameraná 30. októbra (príl. 1.22), kedy bolo vo vrte pozorované len kvapkanie (približne $0,01 \text{ l.min}^{-1}$). Priemerná výdatnosť v jedinom funkčnom vrte dosiahla v roku 2013 len necelých $0,2 \text{ l.min}^{-1}$. Namerané množstvá odvádzanej vody poukazujú na nízku efektívnosť odvodňovacích vrtov.

V roku 2014 bola na odvodňovacích zariadeniach vykonávaná len pravidelná kontrola. Vrty KPH-1 a 3 sú naďalej suché. Funkčný je len vrt KPH-2, z ktorého tieklo v priemere $0,16 \text{ l.min}^{-1}$ vody.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V zosuvnom území boli v rokoch 2013 a 2014 sledované len režimové ukazovatele. Inštaláciou automatického hladinomeru do vrtu KP-1 sa výrazne zvýšila kvalita informácie o kolísaní hĺbky hladiny podzemnej vody. Zmeny jej úrovne súviseli najmä s klimatickými faktormi zimného a jarného obdobia. V letnom a jesennom období mala hladina podzemnej vody ustálený charakter. Pri hodnotení výdatnosti odvodňovacích vrtov môžeme konštatovať, že 2 vrty sú suché a neodvádzali zo zosuvného územia žiadnu vodu.

Na zosuvnej lokalite plánujeme v roku 2015 prerušiť monitorovacie aktivity. Výsledky získané z monitorovacích meraní neumožňujú spoľahlivo zhodnotiť stabilitné pomery zosuvného územia. Navyše, na základe nameraných ukazovateľov získaných počas dvojročného monitorovania môžeme konštatovať, že vybudované hĺbkové odvodnenie je málo efektívne, voda vyteká len z jedného z troch vrtov. Všetky údaje namerané na tejto lokalite sú bezpečne archivované.

1.4.24. Lokalita Čadca-Rieka

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zosuvný svah sa nachádza na úpätí na západ orientovaného svahu s kótou Vrchkoniec (744 m n. m.). Zosuvné teleso má prúdový charakter a postihuje niekoľko parciel so samostatne stojacimi rodinnými domami. Monitorovacie aktivity sú v území nasmerované na sledovanie hlavného zosuvotvorného faktora – hladiny podzemnej vody. Merania sú vykonávané na štyroch piezometrických vrtoch, ktoré sú situované do jedného profilu. V päte svahu sa nachádzajú 4 horizontálne vrty, na ktorý je sledovaná výdatnosť odvádzanej vody do povrchového recipienta (obr. 1.107).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

V rokoch 2013 a 2014 sa merania vykonávali v štyroch piezometrických a štyroch odvodňovacích vrtoch. Rozsah a frekvenciu monitorovacích aktivít na lokalite Čadca-Rieka sú uvedené v tab. 1.30.

Tab. 1.30 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Čadca-Rieka v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	JR-1, JR-2, JR-3, JR-4-2	21 (2x za mesiac)	8 (07. február, 13. marec, 07. apríl, 26. máj, 16. jún, 18. júl, 17. október, 05. december)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	HV-1, HV-2, HV-3, HV-4	21 (2x za mesiac)	8 (07. február, 13. marec, 07. apríl, 26. máj, 16. jún, 18. júl, 17. október, 05. december)
Meranie zrážkových úhrnov	1		Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

a/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013, v porovnaní s obdobím prieskumu (október 2009 – jún 2010) a sanačných prác (marec – máj 2012) hladiny podzemnej vody vo vrtoch JR-2 až JR-4 kolísali okolo priemerných hodnôt, s výnimkou obdobia konca júla až začiatku októbra, kedy sa hladiny blížili k minimálnym hodnotám a vo vrtoch JR-3 a JR-4 boli dokonca zaznamenané ich najnižšie hodnoty za celé monitorované obdobie. Predpokladáme, že tento jav bol spôsobený mimoriadne teplým a suchým letom. Osobitné postavenie má vrt JR-1, v ktorom je hladina podzemnej vody ovplyvnená hĺbkovým odvodnením a jej kolísanie dosahuje minimálne hodnoty. Maximálne stavy boli dosiahnuté v období od konca apríla až do mája (obr. 1.108). Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2013 dosiahla 2,40 m pod terénom.

V roku 2014 sa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku prakticky nezmenila. Klesla len o 0,05 m a dosiahla hĺbku 2,45 m pod terénom. Podobne, ako v predchádzajúcom roku, vo vrtoch JR-2 a JR-4 sa hladiny podzemnej vody nachádzali

v blízkosti terénu. Ich zmeny boli minimálne, maximálne 0,35 m v vrte JR-4. Táto zmena zároveň predstavuje i najväčšie kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody počas celého roka 2014. Maximálne stavy hladiny podzemnej vody boli zaznamenané najmä v jesennom období (vrty JR-2, JR-3, JR-4), výnimkou je len vrt JR-1, v ktorom bola maximálna hladina zaznamenaná v prvej polovici februára.



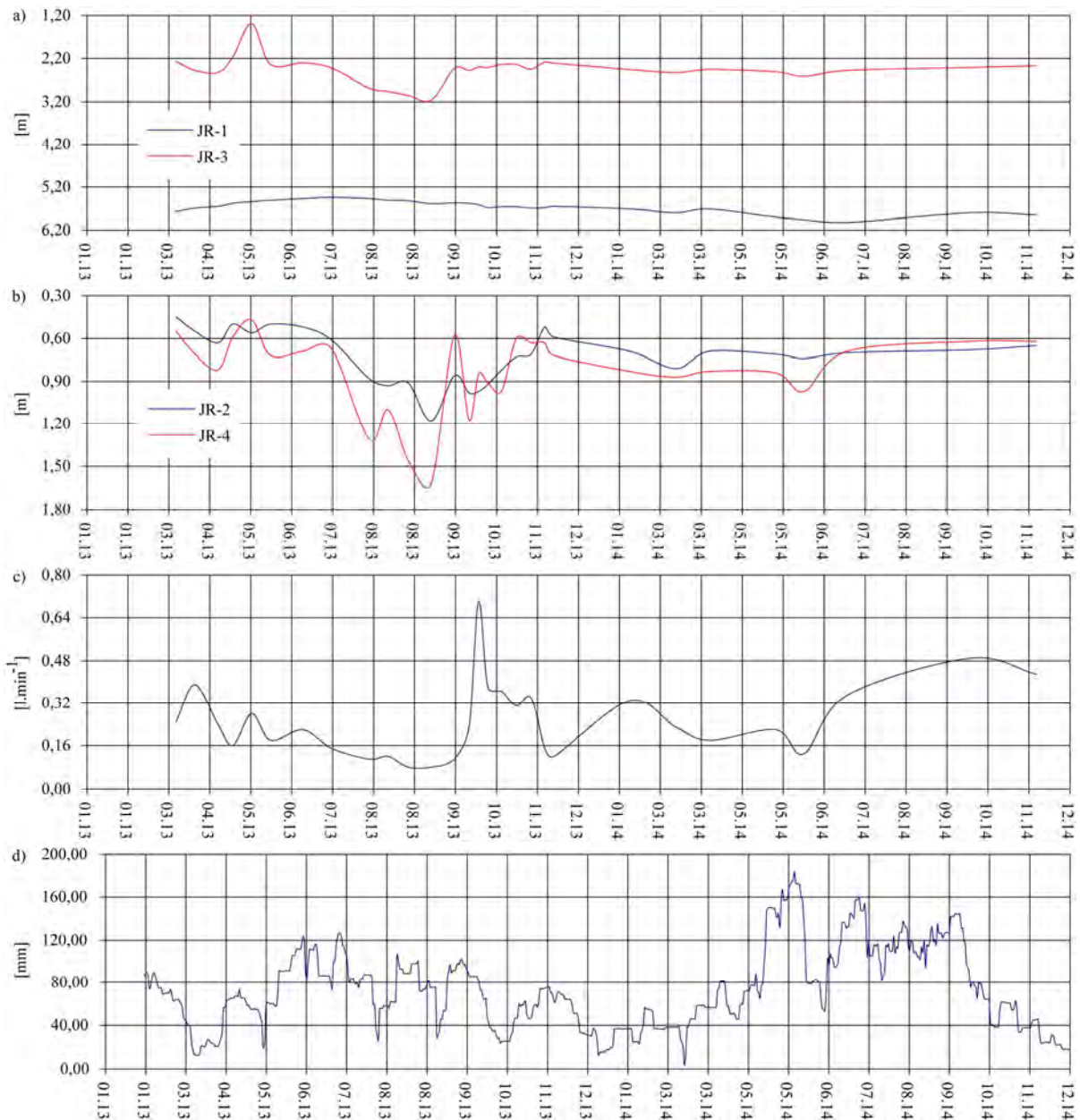
Obr. 1.107. Lokalita Čadca – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrisy zosuvov podľa Novotného a Mišútha (2012), mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 sa merania výdatnosti realizovali na štvorici vrtov. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.23 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.107.

Počas roku 2013 bol 1 vrt suchý. V troch vrtov bolo možné sledovať výdatnosti, ktoré sa pohybovali v intervale od 0,01 až do 0,36 l.min⁻¹. Najvyššia sumárna výdatnosť zo všetkých vrtov bola nameraná 18. októbra (0,7 l.min⁻¹).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,05 l.min⁻¹ a dosiahla 0,29 l.min⁻¹. Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte HV-3 počas 17. októbra (0,45 l.min⁻¹). Vo vrtoch HV-1 a 4 bola maximálna výdatnosť nameraná 18. júla (príl. 1.23). Vrt HV-2 bol i v roku 2014 suchý. Namerané maximálne výdatnosti pravdepodobne súviseli s výdatnejšími zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými v letnom a jesennom období.



Obr. 1.108. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Čadca. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – JR-1 a JR-3, b – JR-2 a JR-4, c – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Čadca s indikativom 25120)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 sa na zosuvnej lokalite pokračovalo v monitorovacích meraniach, ktoré sú bezprostredne orientované na režimové ukazovatele. Na základe režimových pozorovaní v jednotlivých vrtoch boli pozorované len minimálne zmeny hĺbky hladiny podzemných vôd. V dvoch vrtoch sa hladina podzemnej vody drží v blízkosti terénu.

Z odvodňovacích vrtov bol pozorovaný súvislý prietok len v prípade jedného vrtu (HV-3). Z dvoch vrtov voda len kvapká a jeden vrt je suchý. V dôsledku nízkej výdatnosti vrtov nedochádza k efektívnemu znižovaniu hladiny podzemnej vody.

Na zosuvnej lokalite plánujeme v roku 2015 prerušiť monitorovacie merania. Vzhľadom na skutočnosť, že sanácia havarijného zosuvu nebola ukončená ani v roku 2014 (chýba zabezpečenie čela zosuvu proti bočnej erózii potoka Rieka a zabudovanie ústí horizontálnych

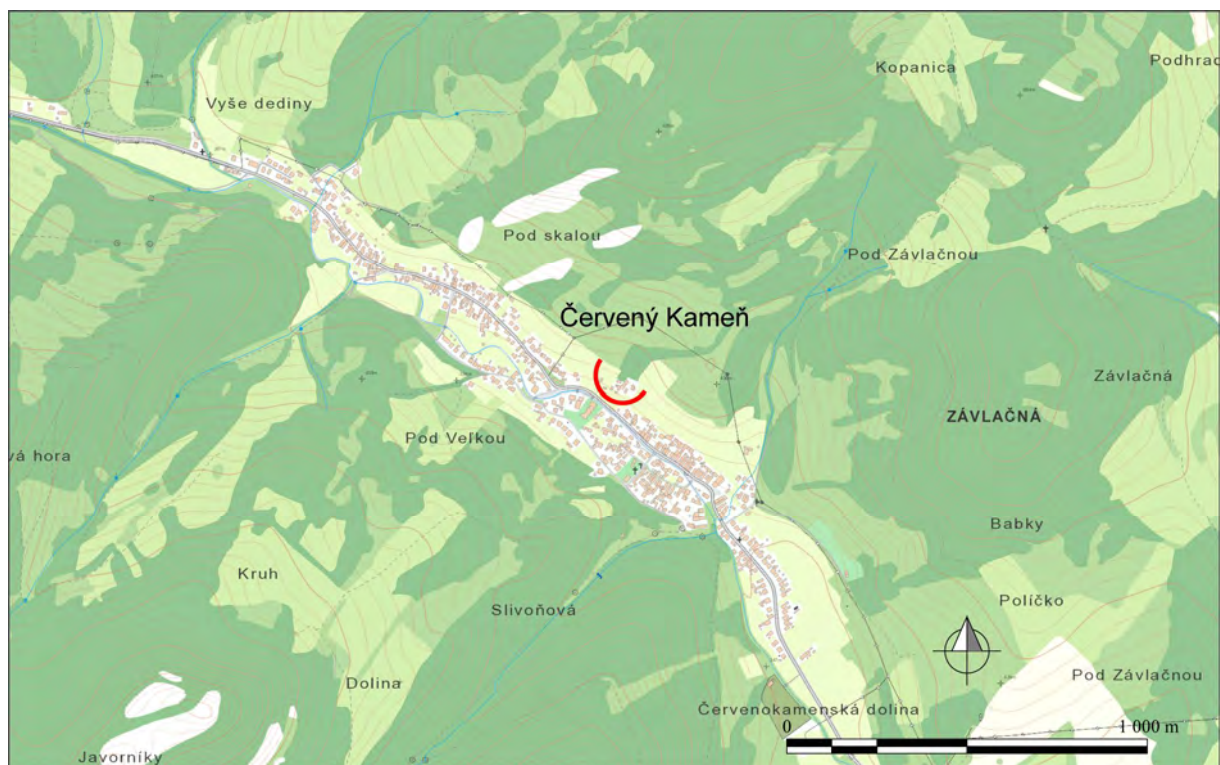
vtov), plánujeme opätovne osloviť miestne zastupiteľstvo s požiadavkou na dobudovanie týchto objektov v zmysle schváleného projektu.

1.4.25. Lokalita Červený Kameň

Stručná charakteristika lokality

Obec Červený Kameň leží v severnej časti Bielych Karpát. Administratívne patrí do okresu Ilava a Trenčianskeho samosprávneho kraja. Na základe regionálneho inžinierskogeologického členenia sa nachádza v regióne karpatského flyšu, subregióne bradlového pásma, oblasti flyšových vrchovín.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú dve alpínske tektonické jednotky – bradlové a flyšové pásmo. Predkvartérne horniny flyšového charakteru (slieňovce, pieskovce, zlepence), tvoria obalové prostredie jurských a kriedových bradiel (skupina Vršatských bradiel – prevažne vápence, menej pieskovce a bridlice). Podľa Mella et al., 2005 ide o Klapskú a Čorštýnsku jednotku bradlového pásma (Fekeč et al., 2014f in Šimeková et al., 2014). V nadloží predkvartérnych sedimentov sa nachádzajú zeminy porušené svahovým gravitačným pohybom – ide o deluviálne sedimenty (miestami zosuvné delúvia) charakteru kamenito-ílovitých a ílovito-kamenitých sutí s variabilným podielom úlomkov vápencov, pieskovcov a slieňovcov (Fekeč et al., 2014f in Šimeková et al., 2014).



Obr. 1.109. Lokalita Červený Kameň – situovanie zosuvného územia. Mapový podklad: ZBGIS®

Monitorovacie práce sa sústreďujú do oblasti zosuvu, ktorý sa reaktivoval v jarnom období roku 2013. Ide o územie na severovýchodnom svahu, približne v strednej časti obce, s rozmermi cca 110 krát 75 m (max. dĺžka a šírka – obr. 1.109). Počas prieskumu Fekeč et al. (2014f in Šimeková et al., 2014) boli v zosuvnom území okrem protihavarijných opatrení vybudované 3 piezometrické vrty (KHG-1, 2 a 3) a jeden inklinometrický vrt (KIN-1).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2014

Na zosuvnej lokalite boli v roku 2014 realizované len výlučne inklinometrické merania. Frekvencia meraní je zhrnutá v tab. 1.31.

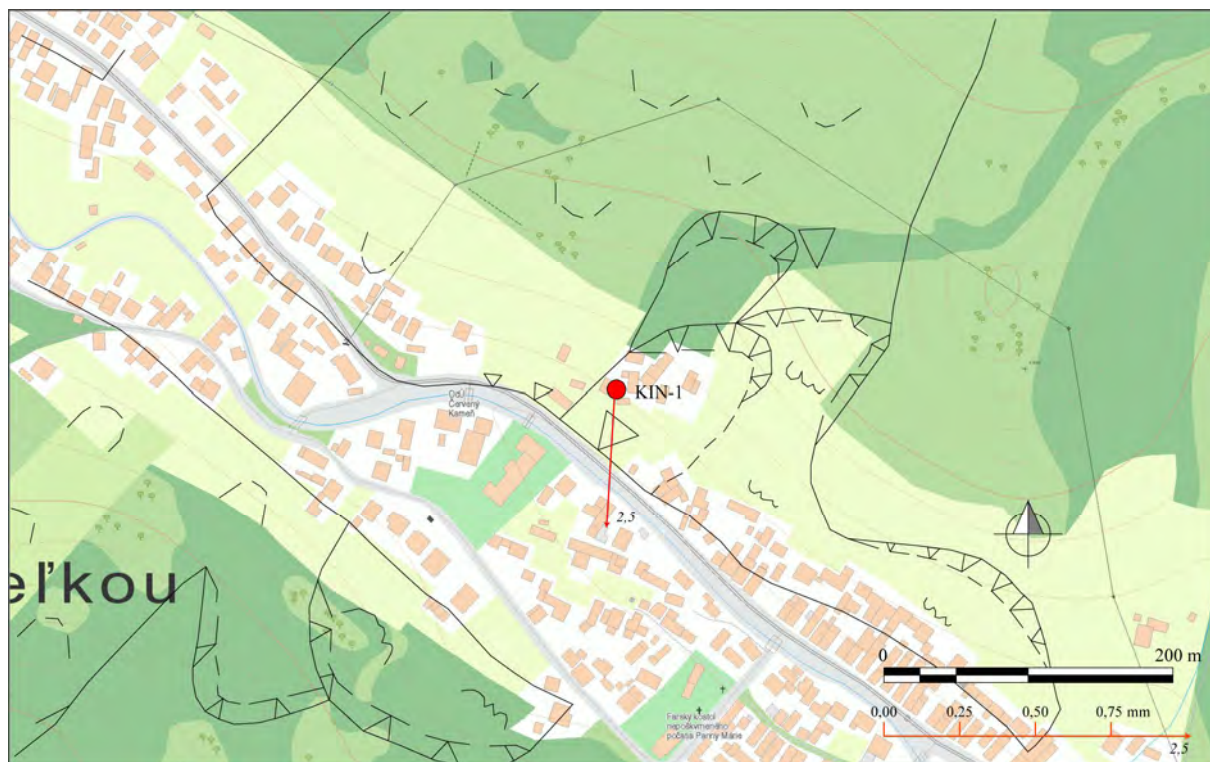
Tab. 1.31 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Červený Kameň v roku 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	2014
Inklinometrické	1	KHI-1	2 (7. október, 24. november)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Horná Maríková (indikatív 26220) Lazy pod Makytou (indikatív 26260)	Mesačné úhrny zrážok

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2014

a/ Inklinometrické merania

Na lokalite boli zabezpečené dve merania (úvodné a prvé etapové). Z nameraných výsledkov v jedinom inklinometrickom vrte vyplýva, že v období medzi 7. októbrom a 24. novembrom došlo v hĺbke 2,5 m k deformácii s veľkosťou 0,45 mm. Priemerná rýchlosť deformácie dosiahla $3,4 \text{ mm.rok}^{-1}$). Azimut nameraného vektora bol 183° .



Obr. 1.110. Lokalita Červený Kameň – výsledky inklinometrických meraní. a – vektor deformácie nameraný v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.24; číslo zobrazené pri vektore označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – deformácia inklinometrickej pažnice; mapový podklad: ZBGIS®

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú prevzaté z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Maríková (indikatív 26220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26260). Namerané zrážkové úhrny z týchto zrážkomerných staníc sa porovnávajú s dlhodobým priemerom za obdobie 1.1.1993 až 31.12.2005 (t. j. za 13 rokov).

Na stanici Horná Mariková je dlhodobý zrážkový priemer 953,46 mm. V roku 2013 bol zrážkový úhrn 865,4 mm (čo predstavuje 90,9 %, teda išlo o normálny rok). V roku 2014 zrážkový úhrn dosiahol hodnotu 1034,2 mm, čo predstavuje 108,47 % dlhodobého priemeru a hodnotí sa tiež ako normálny rok.

Na stanici Lazy pod Makytou je dlhodobý zrážkový priemer 808,84 mm. V roku 2013 bol ročný zrážkový úhrn 745,4 mm, čo je 92,2 % dlhodobého priemeru (normálny rok). V roku 2014 bol zaznamenaný zrážkového úhrnu 819,2 mm (čo predstavuje 101,28 % dlhodobého zrážkového priemeru a je hodnotený ako normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 boli na lokalite zabezpečené dve inklinometrické merania. Z nameraných výsledkov vyplýva, že počas 48 dní (obdobie etapy), došlo na úrovni predpokladanej šmykovej plochy k deformácii 0,45 mm.

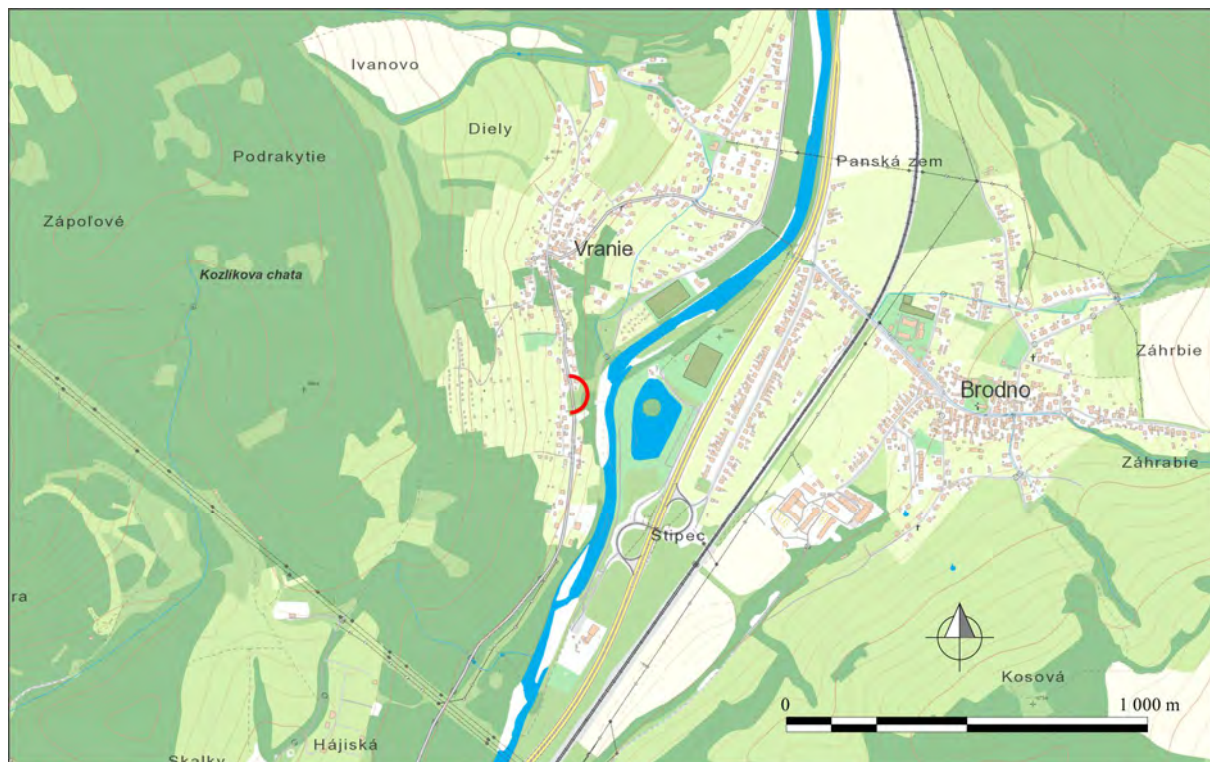
V roku 2015 plánujeme rozšíriť monitorovacie aktivity a okrem inklinometrických meraní budú na zosuve zabezpečené i režimové pozorovania vo vybudovanom piezometrickom vrte. Do vrtu plánujeme inštalovať automatický hladinomer.

1.4.26. Lokalita Vranie

Stručná charakteristika lokality

Obec Vranie je mestská časť mesta Žilina. Leží na pravej strane rieky Kysuca pred Kysuckou bránou. Administratívne sa nachádza v katastrálnom území mestskej časti Žilina-Vranie, okrese Žilina a Žilinskom samosprávnom kraji.

Na geologickej stavbe sa podieľajú horniny stredn-o až vrchnokriedového vývoja bradlového pásma, ktoré sú reprezentované flyšoidnou formáciou vápнитých ílovcov až slieňovcov s lokálnymi polohami tenkodoskovitých a doskovitých pieskovcov. Uvedené horniny sú postihnuté zlomovou tektonikou prevažne v smere SZ-JV.



Obr. 1.111. Lokalita Vranie – situovanie zosuvného územia. Mapový podklad: ZBGIS®

Kvartérny pokryv svahov tvoria deluviálne íly a kamenito-ílovité sute, ktoré sú aj hlavnou zložkou zosuvných delúvií. Kvartérne ílovité zeminy v prípade výskytu podzemnej vody i sezónneho charakteru, spravidla na kontakte s menej priepustnými podložnými ílovcami sa vyznačujú zníženou šmykovou pevnosťou a únosnosťou a preto sú náchylné ku vzniku zosuvných procesov a v prípade pôsobenia stekajúcich povrchových vôd tiež ku vzniku erózných rýh (Fekeč et al., 2014h in Šimeková et al., 2014).

Monitorovacia sieť pozostáva zo šiestich vrtov. Tri vrty sú vybudované ako piezometrické a rovnako tri ako inklinometrické.

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2014

Na zosuvnej lokalite boli v roku 2014 realizované len výlučne inklinometrické merania. Frekvencia meraní je zhrnutá v tab. 1.32.

Tab. 1.32 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Červený Kameň v roku 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	2014
Inklinometrické	3	INV-1, INV-2, INV-3	2 (24. november, 15. december)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2014

Inklinometrické merania

Na lokalite Vranie boli zabezpečené vo všetkých vrtoch dve merania (úvodné a prvé etapové). Z nameraných výsledkov vyplýva, že zosuvné územie je pohybovo aktívne. Deformácie na šmykových plochách počas 21-dňovej etapy dosahovali od 0,57 mm (vo vrte INV-3) do 1,48 mm (vo vrte INV-1 – obr. 1.112a). Priemerná rýchlosť deformácie vo vrte INV-1 dosiahla až $25,66 \text{ mm.rok}^{-1}$. Z realizovaných meraní je možné presne stanoviť i hĺbku šmykových plôch (obr. 1.112b).



Obr. 1.112. Lokalita Vranie – výsledky inklinometrických meraní. a – vektor deformácie nameraný v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.25; číslo zobrazené pri vektore označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – deformácia inklinometrickej pažnice; mapový podklad: ZBGIS®

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bola na lokalite zabezpečená kompletná etapa inklinometrických meraní v troch novovybudovaných vrtoch. Z nameraných výsledkov vyplýva, že na šmykových plochách došlo v pomerne krátkom období (medzi 24. novembrom a 15. decembrom) k deformáciám v rozsahu od 0,57 mm do 1,48 mm. Na základe uvedených výsledkov je možné konštatovať, že zosuvné územie je pohybovo aktívne.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v inklinometrických meraniach s frekvenciou tri merania za rok.

1.4.27. Lokalita Kvašov

Stručná charakteristika lokality

Obec Kvašov leží v severnej časti Bielych Karpát. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú dve alpínske tektonické jednotky – bradlové a flyšové pásmo. Tieto jednotky sú budované mezozoickými a paleogénnymi horninami, na ktorých ležia pokryvné útvary kvartéru.

Monitorovacie práce sa sústreďujú na pozorovanie stavu sanovaného prúdového zosuvu (inklinometrické merania vo vrte KHI-1 a pravidelná obhliadka terénu) a funkčnosti odvodňovacieho systému (režimovými pozorovaniami v tom istom vrte a pozorovaním výtok z odvodňovacieho systému – kvalitatívnym hodnotením).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy a frekvencia monitorovacích meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.33.

Tab. 1.33 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kvašov v rokoch 2013 a 2014

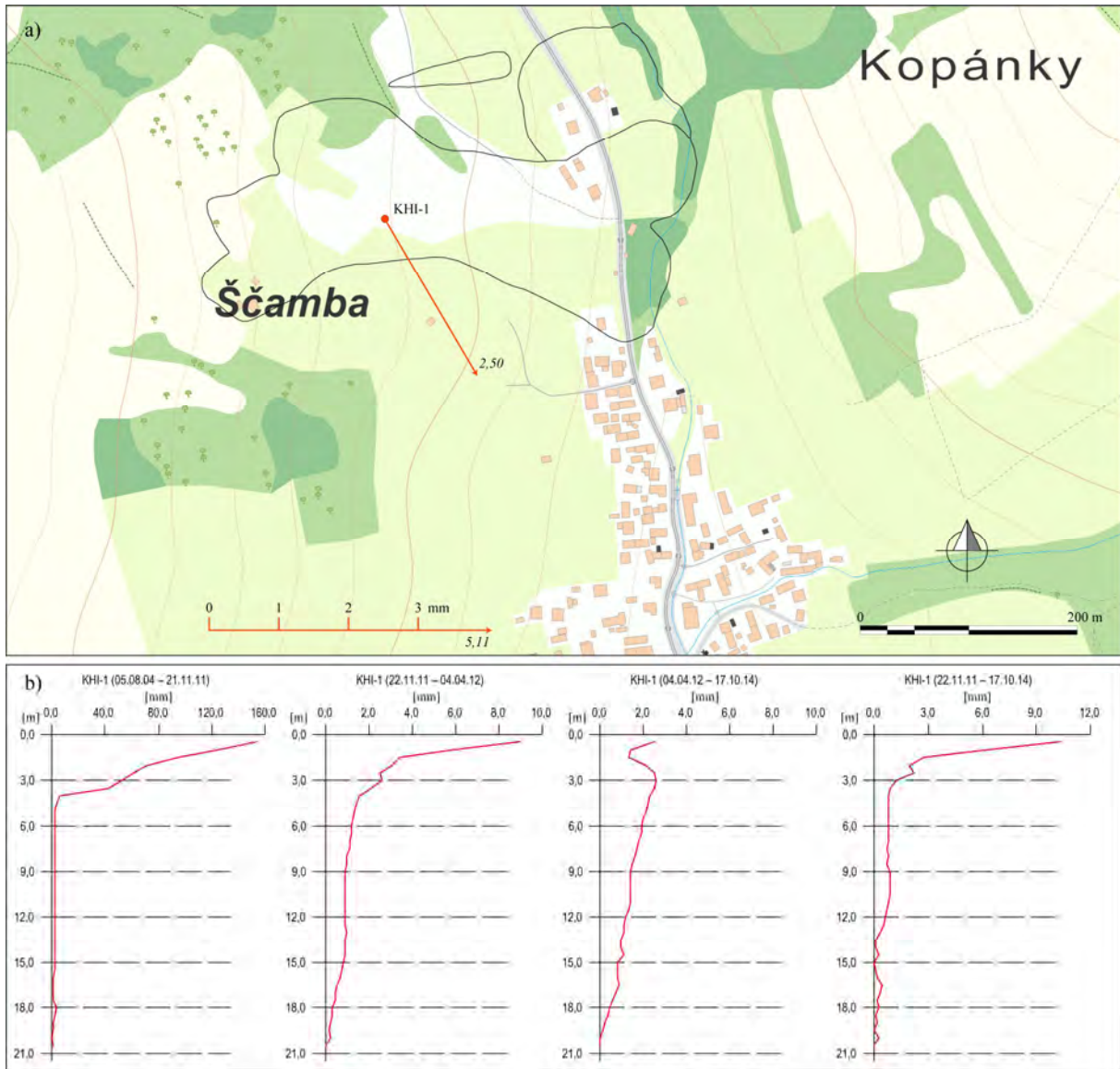
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Inklinometrické	1	KHI-1	0	1 (17. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	1	KHI-1	48 (1x za týždeň)	50 (1x za týždeň)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Horná Maríková (indikatív 26220) Lazy pod Makytou (indikatív 26260)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Na lokalite sú merania vykonávané s dvojročnou frekvenciou. V roku 2014 bolo meranie realizované v polovici októbra. Namerané vektory charakterizujú pohybovú aktivitu územia za približne 31 mesiacov. V sledovanom horizonte 2,5 m pod terénom bola počas tohto merania nameraná deformácia 2,65 mm (čo je priemerná rýchlosť deformácie 1,05 mm.rok⁻¹ – obr. 1.113a). Z priebehu deformácie inklinometrickej pažnice je zrejmé, že najvyššia pohybová aktivita sa prejavuje v najvrchnejšom horizonte (obr. 1.113b). Náznaky šmykovej plochy sa prejavili i v hĺbkovom intervale 11 až 17 m.

Pri hodnotení deformácií zaznamenaných počas dlhšieho časového obdobia (2005 až 2014 – obr. 1.114) boli najvyššie deformácie dosiahnuté v roku 2006. Od tohto obdobia dochádza postupne k poklesu pohybovej aktivity, ktorá v ostatných siedmich rokoch nepresahuje hodnotu 3,0 mm.



Obr. 1.113. Lokalita Kvašov – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.26; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.114. Dlhodobé (2005 – 2013) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Kvašov

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody sa pozoruje pravidelne (raz týždenne) vo vrte KHI-1 (ktorý je primárne vystrojený pre inklinometrické merania). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.26 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.115.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 3,86 m pod úrovňou terénu s amplitúdou ročných zmien 1,97 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola dosiahnutá začiatkom apríla (2,36 m pod terénom) a od tohto termínu prakticky až do konca roka mala zostupný trend.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 stúpila o 0,35 m a dosiahla 3,51 m pod úrovňou terénu. Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná na začiatku kalendárneho roka (1. januára – 4,16 m pod terénom). Od tohto merania mala hladina podzemnej vody výrazný vzostupný trend, ktorý trval až do prvej polovice marca, kedy podzemná voda začala opäť klesať. Maximálny stav bol zaznamenaný 10. septembra (2,46 m pod terénom). Išlo o výrazný vzostup hladiny podzemnej vody, spojený s intenzívnymi augustovými zrážkami. Celkové kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody v roku 2014 dosiahlo hodnotu 1,7 m.

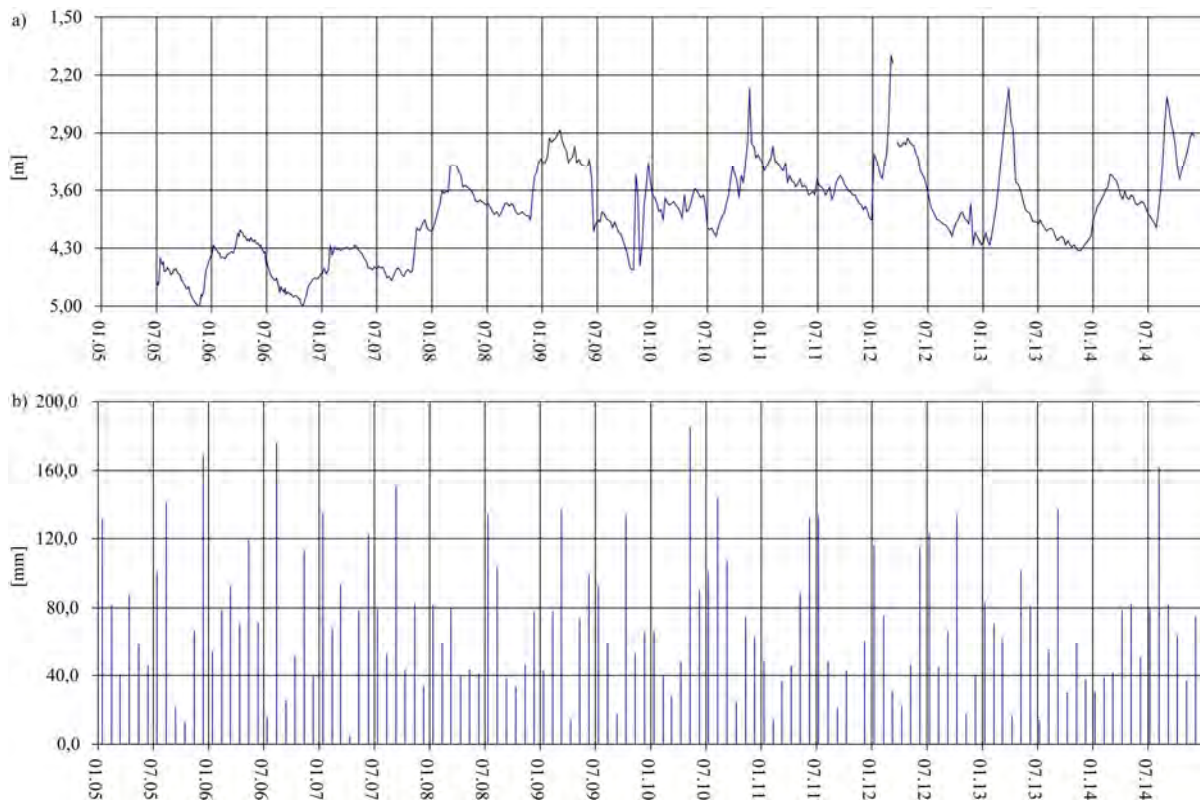
Zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody majú počas jednotlivých rokov relatívne pravidelný cyklus, pričom z dlhodobého hľadiska je možné sledovať mierne vzostupný trend (obr. 1.116).



Obr. 1.115. Lokalita Kvašov – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrický vrt meraný pozorovateľom, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch (mesačné úhrny zrážok) sú prevzaté z dvoch najbližších staníc SHMÚ – Horná Maríková (indikatív 26220) a Lazy pod Makytou (indikatív 26260). Údaje o zrážkových pomeroch sú spracované pri opise lokality Červený Kameň.



Obr. 1.116. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) na lokalite Kvašov. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte KHI-1; b – mesačné úhrny zrážok v mm (SHMÚ Lazy pod Makytou s indikatívom 26260)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Monitorovacie aktivity sú sústredené na jediný funkčný objekt (KHI-1), na ktorom boli v roku 2014 zrealizované kontrolné inklinometrické merania a zároveň sa vo vrte vykonávali pravidelné režimové pozorovania. Počas inklinometrického merania boli namerané vektory, ktoré charakterizujú pohybovú aktivitu v období od apríla 2012 do októbra 2014. Výsledky poukazujú na aktivitu povrchového horizontu (do hĺbky cca 2,5 m). V hlbších horizontoch prejavy deformácie postupne zanikajú.

Trend nárastu hladiny podzemnej vody počas posledných rokov môže súvisieť aj so skutočnosťou, že objekt nie je primárne určený na meranie hladiny podzemnej vody, a teda získané výsledky sú do istej miery skreslené.

Na základe získaných výsledkov je možné sanačné opatrenia z roku 2004 považovať za dostatočne efektívne.

V roku 2015 plánujeme prerušiť monitorovacie merania. Po preukázaní zhoršenia stabilného stavu zosuvného územia bude frekvencia monitorovacích meraní nastavená na úroveň, ktorá zabezpečí efektívny zber najvýznamnejších údajov o stave zosuvnej lokality.

1.4.28. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov

Stručná charakteristika lokality

V území sídliska Dargovských hrdinov je možné vyčleniť tri samostatné zosuvy. Dva zosuvy postihujú svahy údolia Slivník a tretí zosuv sa vyvinul na juhozápadnom svahu s názvom Na hore. Ide o staré zosuvné územie s výskytom plošných až frontálnych zosuvov. Zosuvy ohrozujú rodinné domy postavené v blízkosti päty zosuvného svahu.

Monitorovacie objekty sú sústredené do najcitlivejších oblastí zosuvu. Dvojica vrto (inklinometrický a piezometrický vrt) sa nachádza v odlučnej oblasti zosuvného územia, ktoré postihuje južnú časť údolia Slivník a druhá dvojica vrto sa nachádza nad odlučnou hranou južne situovaného zosuvu. Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.34.

Tab. 1.34 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov v rokoch 2013 a 2014

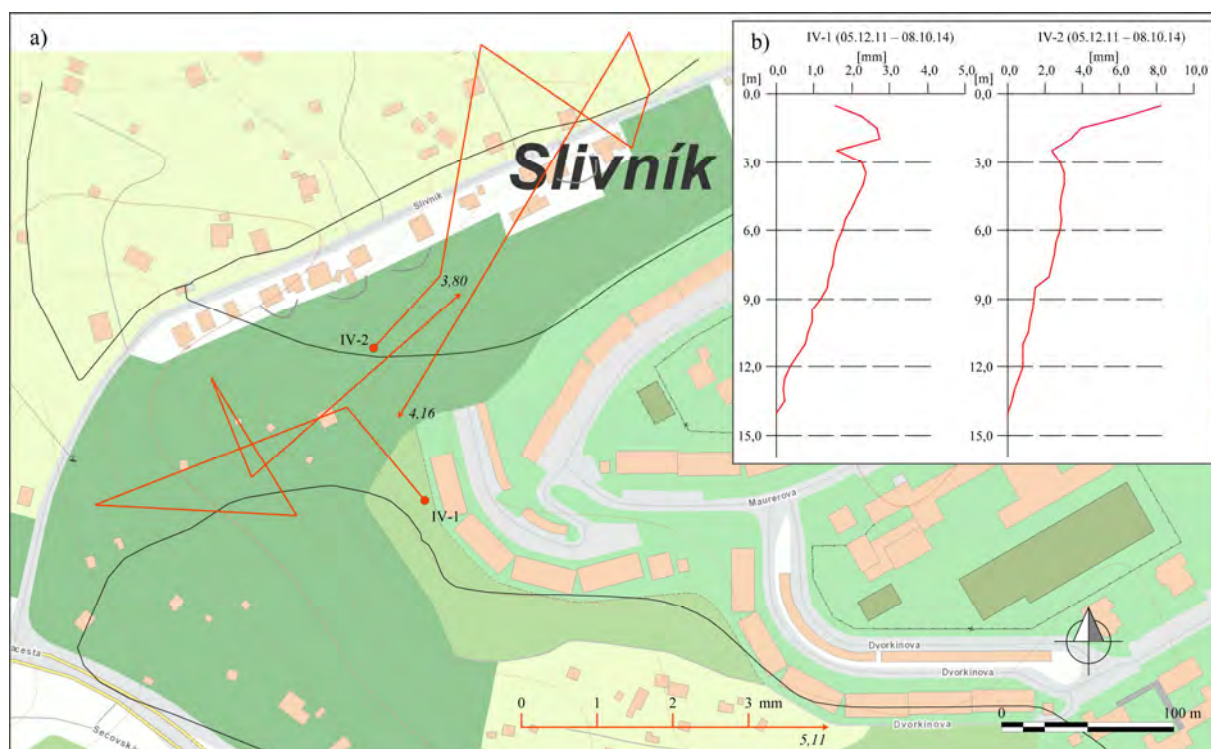
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	2	IV-1, IV-2	2 (16. apríl, 14. november)	2 (2. jún, 19. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	HGV-10, HGV-11	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 30. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	DHSHV-1, DHSHV-2	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 30. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (28. január, 26. február, 28. marec, 30. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 boli zvýšené hodnoty deformácie inklinometrickej pažnice namerané počas novembrovej etapy meraní. Vo vrte IV-2 v hĺbke 4,16 m pod terénom bolo zaznamenaný vektor s hodnotou 3,04 mm (obr. 1.117a) a v hĺbke 9,66 m – 2,40 mm. Vo vrte IV-1 došlo v hĺbke 9,80 m k deformácii s veľkosťou 1,75 mm a v hĺbke 3,80 m pod terénom k deformácii 1,58 mm. Počas aprílového merania vektory deformácií na sledovaných plochách len ojedinele presiahli hodnotu 1,5 mm (vo vrte IV-1 – 1,61 mm). Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že v období medzi aprílovou a novembrovou etapou (7 mesiacov) došlo v zosuvnom území k miernemu nárastu pohybovej aktivity.

V roku 2014 boli v zosuvnom území zabezpečené 3 kontrolné etapy inklinometrických meraní. Prvé meranie zachytáva deformácie počas zimného a jarného obdobia (november 2013 až jún 2014), druhé počas letného obdobia (jún 2014 až august 2014) a nakoniec posledné, tretie, počas jesenného obdobia (august 2014 až október 2014). Počas prvých dvoch etáp vektory deformácií na sledovaných horizontoch nepresiahli ani v jednom prípade 1 mm.

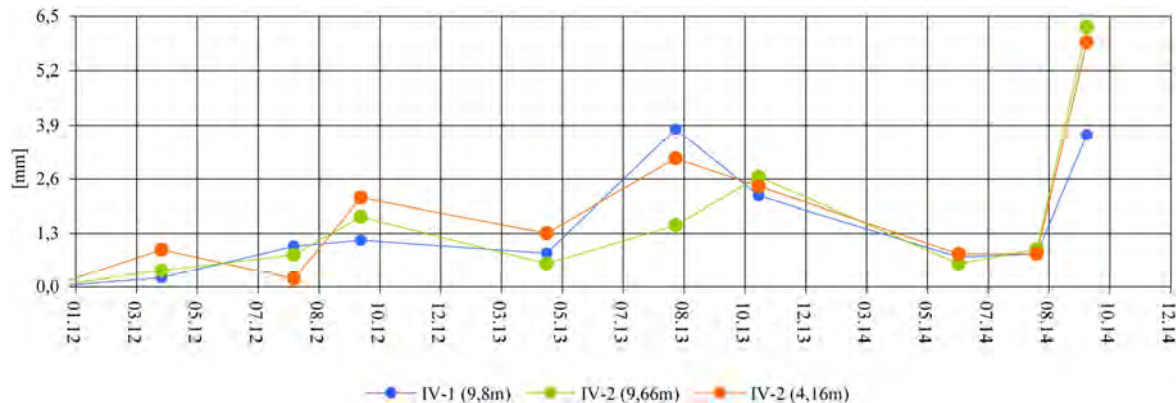


Obr. 1.117. Lokalita Košice-sídliisko Dargovských hrdinov – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.25; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrisy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

Najvyššia pohybová aktivita bola nameraná pri jesennej etape vo vrte IV-2 v hĺbke 9,66 m pod terénom. Počas necelých dvoch mesiacov dosiahla deformácia v tejto hĺbke 6,25 mm, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu $45,63 \text{ mm.rok}^{-1}$. I keď nameraná pohybová aktivita môže do určitej miery súvisieť so zvýšenými augustovými zrážkovými úhrnmi, azimut nameraného vektora je však výrazne odklonený od spádnic svahu (približne 90°), čo signalizuje, že okrem svahového pohybu sa na nameraných hodnotách prejavujú aj iné faktory. Rovnakú situáciu sledujeme počas všetkých meraní aj vo vrte IV-1. Namerané

vektory deformácie majú počas jednotlivých etáp výrazný rozptyl v hodnotách azimutov. Táto skutočnosť sa prejavila i v nepomere medzi trajektóriou sledovaného bodu (počas jednotlivých meracích etáp) a jeho výslednou zmenou určenou medzi nultým a posledným meraním. Napríklad vo vrte IV-1 v hĺbke 3,8 m pod terénom je súčet vektorov zaznamenaných počas deviatich etáp 17,83 mm (trajektória bodu), ale výsledná deformácia inklinometrickej pažnice predstavuje len 2,15 mm (zmena polohy bodu medzi nultým a posledným meraním; obr. 1.117b). Znamená to, že nie všetky hodnoty deformácií, ktoré charakterizujú zvýšenú pohybovú aktivitu, možno považovať za relevantné.

Z dlhodobejšieho hľadiska boli najvyššie namerané deformácie v aktuálne hodnotenom roku (príl. 1.25). Zvýšené hodnoty deformácie boli namerané aj v roku 2013 (obr. 1.118).



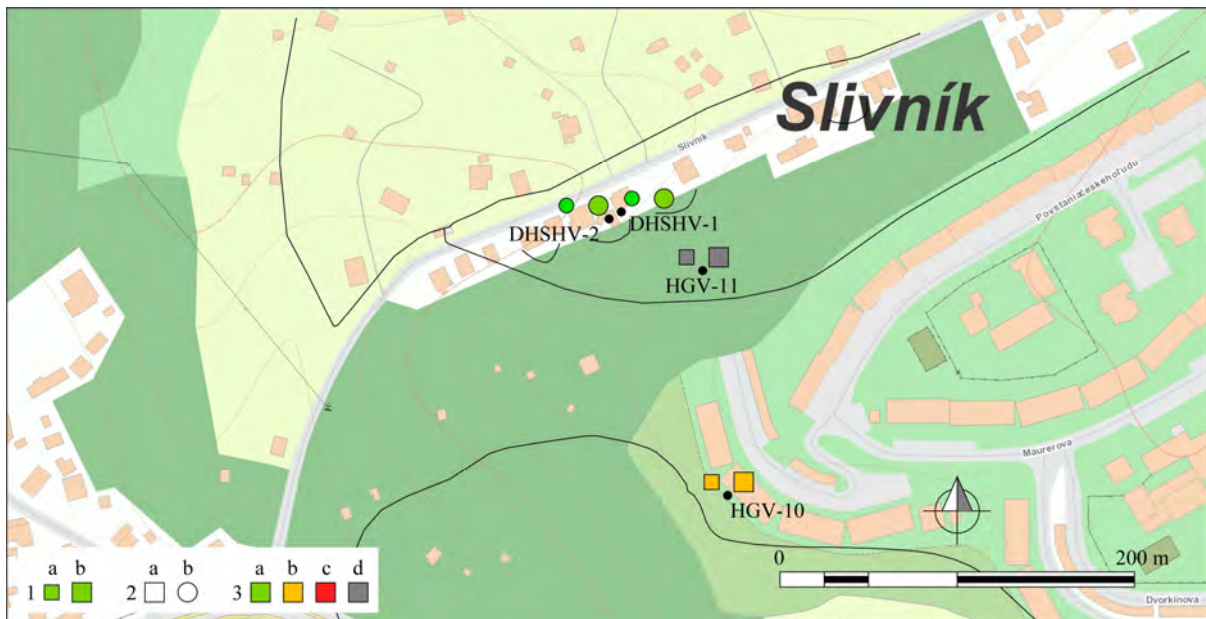
Obr. 1.118. Deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Režimové pozorovania sa počas rokov 2013 a 2014 vykonávali vo vrtoch HGV-10 a 11. Vrt HGV-11 je situovaný nad odľučnou oblasťou zosuvu, ktorý lemuje juhozápadné svahy nad údolím rieky Torysy. Vrt HGV-10 sa nachádza v juhozápadnej oblasti Slivníckeho údolia (obr. 1.104). Hladina podzemnej vody je však pozorovaná len vo vrte HGV-10, pretože vrt HGV-11 je dlhodobo suchý. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.25 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.119.

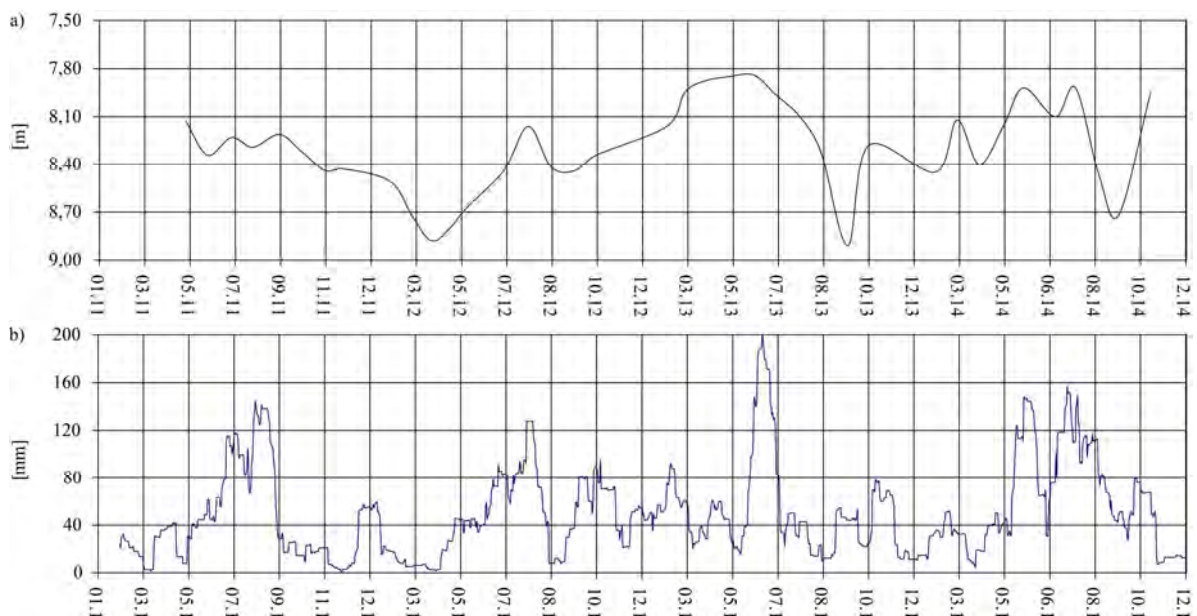
V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 8,13 m pod terénom. Kolísanie hladiny podzemnej vody, stanovené na základe desiatich meraní, predstavovalo 1,07 m. Hladina podzemnej vody mala počas prvej časti roka vzostupný charakter. Dosiahnutý maximálny stav (7,84 m p. t. – najvyšší za celé monitorované obdobie – obr. 1.120) súvisel i s intenzívnymi júnovými zrážkovými úhrnmi (10. júna dosiahol 30 dňový kumulatívny úhrn zrážok až 199,7 mm). Od júla až do začiatku októbra mala hladina zostupný charakter. Na konci októbra začala hladina podzemnej vody opäť stúpať.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku len nepatrne klesla, a to o 0,09 m a v roku 2014 dosiahla 8,22 m pod terénom. Podľa nameraných údajov mala hladina podzemnej vody vo vrte vzostupný trend až do konca mája, kedy dosiahla maximálny stav v hodnotenom roku. Rovnaká hĺbka hladiny bola nameraná aj počas augustového termínu merania. V nasledujúcom období hladina podzemnej vody zaznamenala pomerne výrazný zostup a 1. októbra dosiahla najnižšiu hladinu počas hodnoteného roku. Posledné realizované meranie v polovici novembra poukázalo na jej opätovný vzostup (na úroveň 7,95 m pod terénom).



Obr. 1.119. Lokalita Košice-sídlisko Dargovských hrdinov – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

Z dlhodobého hľadiska, teda od roku 2011, kedy sa začali na lokalite vykonávať monitorovacie merania, majú zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody nepravidelný charakter (obr. 1.120). Ich vzostup je sprevádzaný najčastejšie topením snehovej pokrývky, spojenej so zrážkami v kvapalnej forme. Výraznejšie zmeny hĺbky hladiny sú však späté i s výdatnejšími letnými zrážkami.



Obr. 1.120. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtoch na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte HGV-10; b – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Košice-letisko s indikatívom 60120)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Na lokalite je výdatnosť odvodňovacích zariadení monitorovaná v západnej časti údolia Slivníka na dvoch objektoch. Počas rokov 2013 a 2014 boli však oba odvodňovacie vrty suché. Výtok vody nebol v nich zaznamenaný ani počas obdobia maximálnych stavov hladiny podzemnej vody. Táto skutočnosť súvisí s tým, že vrty nezachytili priepustnejšie piesčité alebo štrkovité polohy v rámci stretavského súvrstvia.

Na základe doterajších meraní je možné konštatovať, že vybudované odvodňovacie zariadenia sa nedokážu podieľať na znižovaní hladiny podzemnej vody.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Košice-letisko s indikatívom 60120. Počas roka 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 616,3 mm. Porovnaním dosiahnutého úhrnu s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm, možno zaznamenaný úhrn považovať za mierne priemerný. V roku 2014 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 714,8mm (o 98,5 mm viac ako v roku 2013) a je ho možné označiť za mierne nadpriemernú hodnotu.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na základe získaných výsledkov v roku 2014, ale aj z poznatkov z predchádzajúceho obdobia, je možné konštatovať, že nameraná pohybová aktivita na sieti inklinometrických vrtov zaznamenala oproti predchádzajúcemu obdobiu výrazný nárast. Výsledky meraní zároveň poukazujú, že namerané deformácie nemusia nutne odzrkadľovať len pohybovú aktivitu zosuvného telesa, ale do istej miery môžu súvisieť s nedokonalým vybudovaním inklinometrických vrtov. Pre stanovenie skutočnej pohybovej aktivity by bolo vhodné vybudovať spoľahlivú sieť inklinometrických vrtov.

Neuspokojivá situácia je i v prípade efektívnosti sanačných opatrení – výdatnosti subhorizontálnych odvodňovacích vrtov. Počas celého monitorovaného obdobia boli vrty suché. Podzemnú vodu neodvádzali ani počas jej maximálnych stavov.

Na základe výsledkov režimových pozorovaní je možné konštatovať, že zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody sú výrazne závislé od klimatických faktorov.

Vzhľadom na skutočnosť, že zosuvy ohrozujú husto zastavané územie, plánujeme pokračovať v monitorovacích aktivitách i v nasledujúcom roku 2015. Rozsah a frekvencia režimových pozorovaní zostane nezmenená (10 meraní). Metódou presnej inklinometrie bude vykonané jedno kontrolné meranie.

1.4.29. Lokalita Košice-Krásna

Stručná charakteristika lokality

Zosuvné územie postihuje ľavý breh Hornádu, nad ulicou 1. mája. Jedná sa o rozsiahle potenciálne zosuvné územie, v ktorom sa v roku 2010 aktivovali tri menšie zosuvy, z ktorých jeden spôsobil i rozsiahlejšie materiálne škody.

Monitorovacie merania sú zamerané na sledovanie režimu hladiny podzemnej vody a prejavy pohybovej aktivity metódou presnej inklinometrie. Monitorovacie objekty sú sústredené do najcitlivejších oblastí zosuvu. V oblasti vzniknutých zosuvov boli vybudované dva piezometrické vrty (KHG-1 a 2) a jeden inklinometrický vrt (KI-1). V päte svahu, ako okamžité protihavarijné opatrenie, bol vybudovaný odvodňovací subhorizontálny vrt (KSHV-1). V roku 2014 bolo počas sanačných prác dobudovaných 5 nových odvodňovacích vrtov a kotvený železobetónový múr (Fekeč et al., 2014e in Šimeková et al., 2014). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania v roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.35.

Tab. 1.35 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košice-Krásna v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie Objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	KI-1	2 (16. apríl, 20. august)	2 (19. august, 8. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	KHG-1, KHG-2	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	6	KSHV-1, až 6	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Košice-letisko (indikatív 60120)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

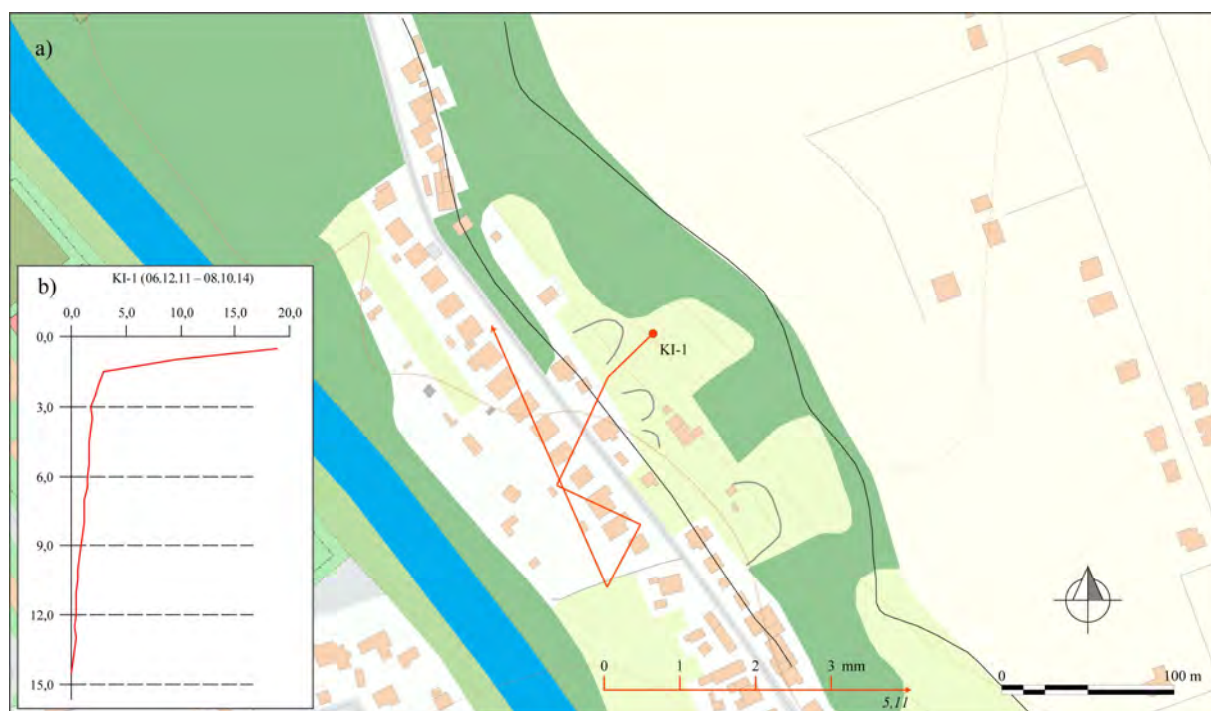
Na zosuvnej lokalite sa inklinometrické merania vykonávajú vo vrte KI-1 (obr. 1.121). V rokoch 2013 boli zabezpečené tri etapy meraní a v roku 2014 dve etapy meraní (príl. 1.28).

Najvyššia deformácia v roku 2013 (nameraná počas augustovej etapy), zaznamenaná na úrovni predpokladanej šmykovej plochy (v hĺbke 5,77 m), dosiahla 1,58 mm.

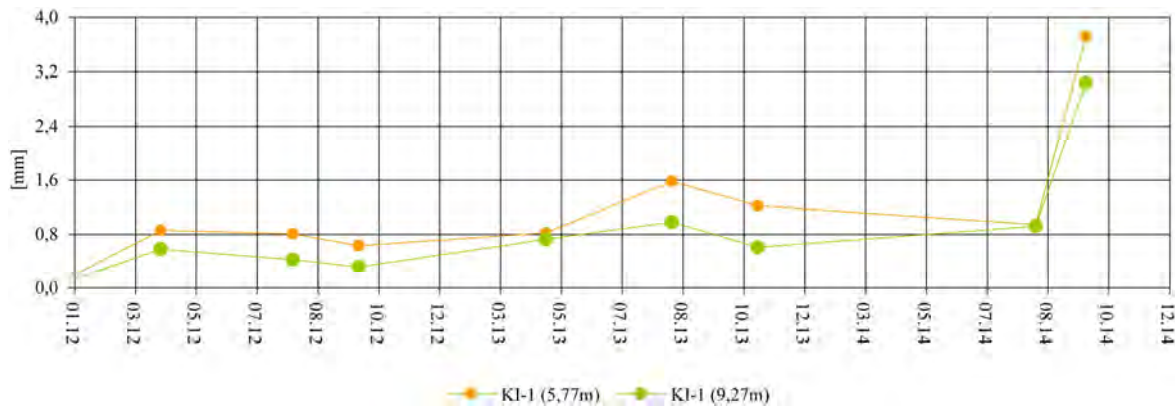
V roku 2014 bola najvyššia pohybová aktivita nameraná počas októbrového merania. V období do 19. augusta do 8. októbra bola v hĺbke 5,77 m pod terénom nameraná deformácia 3,72 mm, čo predstavuje rýchlosť pohybu $27,16 \text{ mm.rok}^{-1}$. Počas letnej etapy bola v tomto horizonte nameraná deformácia 0,94 mm (za deväť mesiacov).

Počas letnej etapy postupovala deformácia v smere spádnicе svahu. Vektor deformácie nameraný počas jesenného merania je orientovaný na severo-severozápad. Táto skutočnosť môže okrem iného súvisieť s nárastom pohybovej aktivity južne od inklinometrického vrtu, čo sa mohlo prejaviť jeho vytlačaním na sever.

I keď namerané deformácie len vzácné presahujú 3 mm, je treba upozorniť na trend postupného nárastu etapových deformácií a tiež na to, že v roku 2014 boli zaznamenané najvyššie hodnoty deformácie za celé monitorované obdobie. Zároveň treba zdôrazniť, že monitorovacie aktivity sú sústredné len do jednej oblasti, ktorá sa aktivizovala roku 2010, v rámci rozsiahleho frontálneho zosuvu, a teda namerané výsledky nie je možné extrapolovať na celé zosuvné územie.



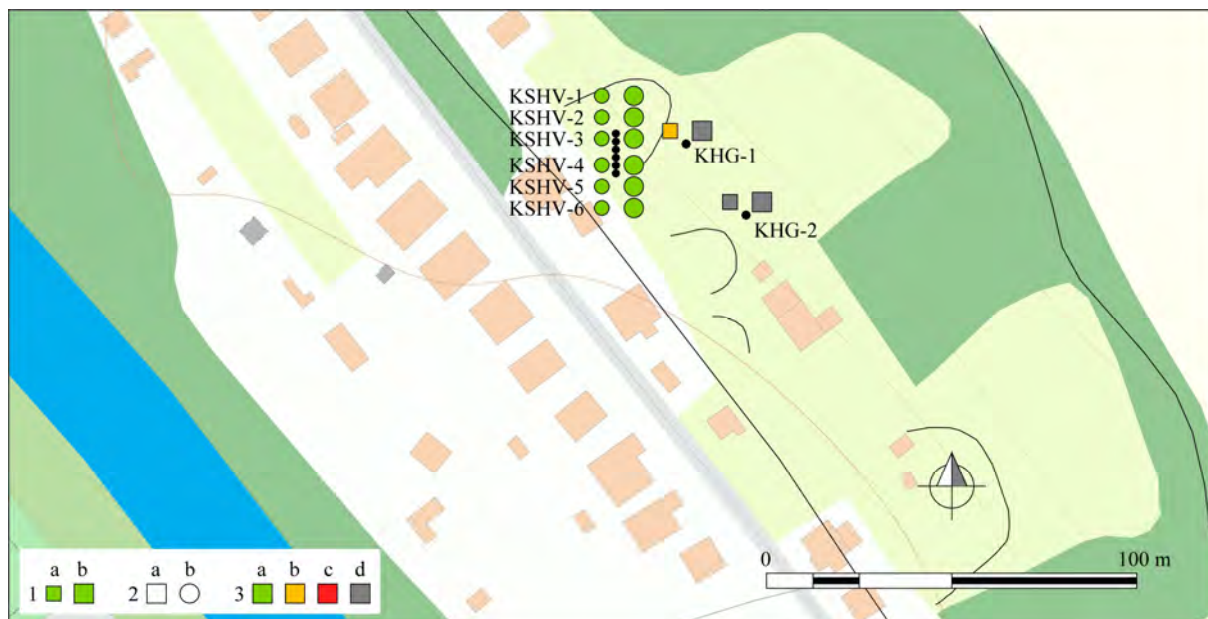
Obr. 1.121. Lokalita Košice-Krásna – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.28; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS[®]



Obr. 1.122. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Košice-Krásna

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V rokoch 2013 a 2014 sa merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody zabezpečovali v dvoch vrtoch (KHG-1 a KHG-2) v približne mesačnom intervale. Vrt KHG-2 bol v rokoch 2013 a 2014 suchý (podzemná voda v tomto vrte bola zaznamenaná len počas prvých meraní v roku 2011). Od roku 2014 je suchý i vrt KHG-1. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.28 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.123.

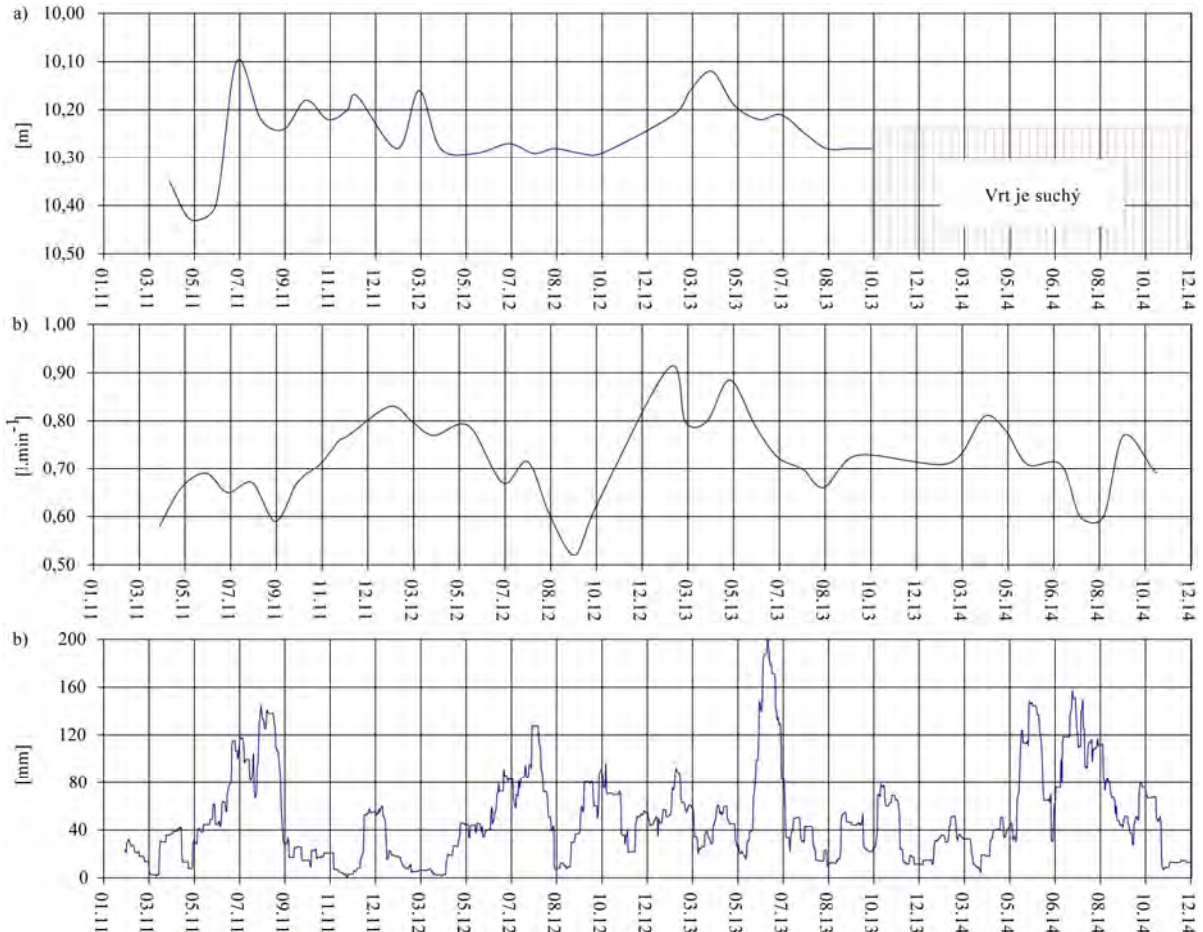


Obr. 1.123. Lokalita Košice-Krásna – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 priemerná hladina podzemnej vody dosiahla hĺbku 10,22 m pod úroveň terénu. Zmeny hladiny podzemnej vody síce odrážali klimatické pomery, avšak maximálna amplitúda v roku 2013 dosiahla len 0,1 m. Na stúpnutiach hladiny podzemnej vody sa odrazilo jarné topenie snehovej pokrývky a intenzívne júnové zrážkové úhrny, ktorých 30 dňový sumárny zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Košice-letisko dosiahol bežmála 200 mm. Od 29. januára 2014 je vrt suchý.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Merania sa realizujú na šiestich odvodňovacích vrtoch, z ktorých jeden (KSHV-1) bol vybudovaný v roku 2011 ako okamžité protihavarijné opatrenie. Ostatné vrty sú staršie (KSHV-2 až 6). Výdatnosti, podobne ako i merania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, sú vykonávané v relatívne pravidelnom mesačnom cykle. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.28 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.123. Priebeh spoločnej výdatnosti všetkých odvodňovacích vrtovej je znázornený na obr. 1.124.



Obr. 1.124. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtovej na lokalite Košice-Krásna. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte KHG-1, b – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtovej, c – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Košice-letisko s indikativom 60120)

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $0,77 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Najvyššia výdatnosť bola nameraná vo vrte KSHV-6 ($0,4 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$) počas aprílového merania. Tento vrt sa vyznačuje pomerne vysokou stálosťou objemu odvádzaných vôd. Naopak, všeobecne najnižšie výdatnosti boli namerané vo vrtovej KSHV-2 a 5 (príl. 1.28). Vrt KSHV-4 je dlhodobo suchý. Celkovo najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte KSHV-1 ($0,12 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Maximálna spoločná výdatnosť dosiahla $0,61 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ (4. apríl). Počas tohto termínu merania bola nameraná najvyššia výdatnosť za celé monitorované obdobie.

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku klesla len nepatrne, a to o $0,06 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $0,71 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Z hľadiska odvodňovania územia majú najväčší význam vrty KSHV-3, KSHV-6. V oboch vrtovej priemerná výdatnosť dosahovala $0,32 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a minimálne hodnoty výdatnosti neklesli pod $0,28 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Vo vrte KSHV-3 bola maximálna výdatnosť zaznamenaná na konci marca ($0,38 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$) a vo vrte

KSHV-6 v druhej polovici mája ($0,39 \text{ l.min}^{-1}$). Z ostatných monitorovaných vrtov je významnejší ešte vrt KSHV-1, v ktorom maximálna výdatnosť dosiahla $0,2 \text{ l.min}^{-1}$. V tomto vrte bolo zaznamenané zároveň i najväčšie kolísanie výdatnosti. Vrty KSHV-2 a KSHV-4 boli počas hodnoteného roka suché a vo vrte KSHV-5 bolo pozorované len kvapkanie.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Košice-letisko s indikatívom 60120 sú opísané pri lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V rozsiahlom zosuvnom území sú monitorovacie aktivity sústredené len na oblasť zosuvu, ktorý sa aktivoval v roku 2010. Z hľadiska režimových ukazovateľov je možné v monitorovanej oblasti vyjadriť pozitívne hodnotenie. Hladina podzemnej vody sa nachádza pomerne hlboko pod terénom (oba monitorovacie piezometrické vrty boli suché) a tri odvodňovacie vrty odvádzajú podzemnú vodu (zo šiestich vrtov sú dva suché a jeden kvapká).

Z hľadiska hodnotenia nameraných deformácií metódou presnej inklinometrie, patrí rok 2014 medzi najaktívnejšie. Počas jesennej etapy (19. august až 8. október) bola vo viacerých hĺbkach nameraná deformácia nad 3,0 mm. Ide o najvyššie deformácie namerané v tomto vrte za celé monitorovacie obdobie (počas 9 meracích etáp). Pri poslednom meraní sa vektor deformácie odklonil z pôvodného smeru (generálne orientovaného na juhozápad až juh), na severozápad až sever. Táto skutočnosť môže okrem iného súvisieť i s aktivizáciou pohybovej aktivity územia, situovaného južnej od monitorovacieho vrtu.

V zosuvnom území bolo v roku 2014 v rámci riešenia geologickej úlohy „Realizácia inžinierskogeologického prieskumu a sanácie havarijných zosuvov v meste Košice“ (Fekeč et al., 2014e in Šimeková et al., 2014) vybudovaných 5 subhorizontálnych vrtov (KR-1 až KR-5 o celkovej dĺžke 400 m) a kotvený železobetónový múr o dĺžke 25,4 m.

V roku 2014 je plánované pokračovať v monitorovacích meraniach v podobnom rozsahu a frekvencii ako v predchádzajúcom roku. Režimové pozorovania budú zabezpečené v približne mesačnej frekvencii a inklinometrické meranie jedenkrát za rok. Zároveň budeme vyvíjať snahu o rozšírenie monitorovacích aktivít na merania výdatnosti novovybudovaných odvodňovacích vrtov.

1.4.30. Lokalita Nižná Hutka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle zosuvné územie postihuje značnú časť intravilánu obce. Monitorovacie aktivity sa sústreďujú prevažne na zosuv, ktorý vznikol v roku 2010 v severnej časti obce a ohrozoval početnú zástavbu rodinných domov, ako aj miestny kostol.

Celá monitorovacia sieť je rozdelená do troch samostatných častí v rámci intravilánu obce. Od roku 2014 sa merania vykonávajú na šiestich inklinometrických, dvoch piezometrických a troch odvodňovacích objektoch. Dva odvodňovacie vrty sa nachádzajú v severnej časti obce a jeden v južnej časti obce. Monitorovacia sieť bola na lokalite dobudovaná v roku 2014 v rámci riešenia geologickej úlohy „Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Nižná Hutka“ (nové piezometrické vrty: VNH-1 až VNH-5; nové inklinometrické vrty: VNI-1 až VNI-3 – Fekeč et al., 2014g in Šimeková et al., 2014). Podrobnejšie informácie o zosuvnej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu a sanácie (Grman et al., 2010, Grman et al., 2012, Fekeč et al., 2014g in Šimeková et al., 2014), ako aj z monitorovania z roku 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.36.

Tab. 1.36 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Nižná Hutka v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	6	NHI-1, 2, 3 VNI-1, 2, 3	2 (16. apríl, 20. august)	2 (2. jún, 8. október*, 3. december)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	NHG-1, 2	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	5	NHSHV-1 až 5	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100)	Denné úhrny zrážok	

* – etapové meranie na skupine starších vrtoch, označených ako „NHI“ a úvodné meranie na skupine nových vrtoch, označených ako VNI; ** – etapové meranie len na vrtoch VNI

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 sa pokračovalo v etapových meraniach v starších vrtoch (NHI-1, 2 a 3 – obr. 1.125) a zároveň od roku 2014 boli zabezpečené merania i v novovybudovaných vrtoch z roku 2014 (Fekeč et al., 2014g in Šimeková et al., 2014).

V roku 2013 boli zvýšené hodnoty deformácie zaznamenané vo viacerých vrtoch. K najväčšiemu nárastu deformácie došlo vo vrte NHI-3. Počas aprílového merania bola v hĺbke 4,63 m nameraná deformácia 4,98 mm (za 6 mesačné obdobie; obr. 1.125). O niečo nižšie hodnoty boli namerané počas augustového merania vo vrtoch a NHI-2 (v hĺbke 5,26 m p. t. – 4,98 mm) a NHI-1 (v hĺbke 8,43 m pod terénom – 2,06 mm). Okrem viacerých prípadov nárastu deformácie, priniesli merania i pozitívne výsledky. Na šmykovej ploche, ktorá je sledovaná vo vrte NHI-1 v hĺbke 2,43 m pod terénom, došlo k výraznému poklesu deformácie. V predchádzajúcom roku tu boli dvakrát po sebe namerané deformácie nad 9 mm (príl. 1.29) a v roku 2013 bola na identickej šmykovej ploche nameraná maximálna hodnota 2,95 mm (počas augustovej etapy merania). Vrt sa nachádza v severnej časti obce.

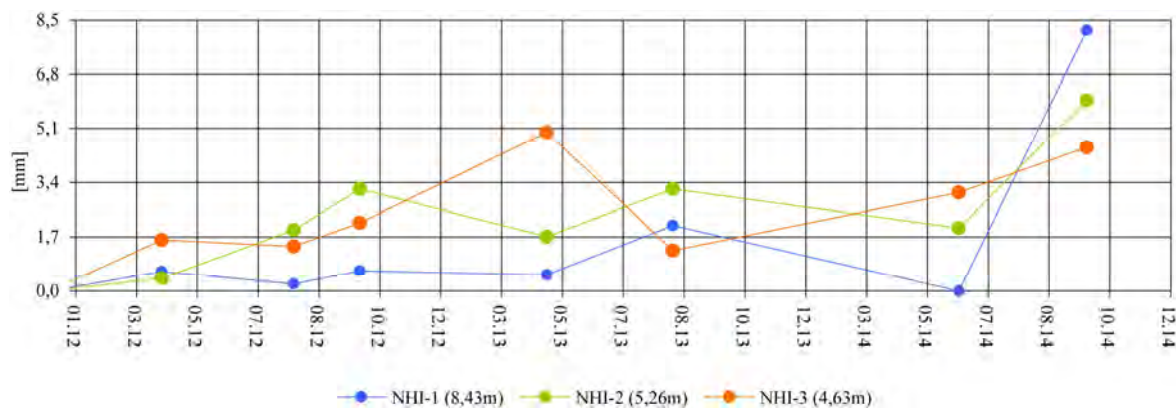


Obr. 1.125. Lokalita Nižná Hutka – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.29; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 boli vykonané dve kontrolné etapy meraní. V skupine starších vrtoch označených ako NHI-1 boli zvýšené hodnoty deformácie zaznamenané počas druhej etapy (8. október). K najväčšiemu nárastu deformácie došlo vo vrte NHI-1. V období do 2. júna do 8. októbra bola v hĺbke 8,43 m pod terénom nameraná deformácia 8,18 mm. Vysoké prírastky deformácie inklinometrickej pažnice boli v tomto období namerané i vo vrtoch NHI-2 (v hĺbke 5,26 m pod terénom – deformácia 5,99 mm) a NHI-3 (v hĺbke 4,63 m pod terénom – deformácia 4,50 mm). Vektory namerané vo vrte NHI-1 boli orientované na juhozápad (v

smere spádnice svahu). Vektory v ostatných vrtoch mali prevažne juhovýchodnú až východnú orientáciu.

V troch novovybudovaných vrtoch boli počas októbrovej etapy zabezpečené úvodné a následne 3. decembra prvé etapové merania. Počas 56-dňovej etapy boli najväčšie deformácie namerané na predpokladanej šmykovej ploche vo vrte VNI-2 v hĺbke 8,5 m (1,03 mm s azimutom 299°). Na ostatných šmykových plochách nepresiahli namerané deformácie 1 mm.



Obr. 1.126. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Nizná Hutka

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Na lokalite sú zmeny hladiny podzemnej vody pozorované v dvoch vrtoch (obr. 1.127) v relatívne pravidelných mesačných intervaloch. Od roku 2013 sa režimové merania sústreďujú len na zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte NHG-1. Z vrtu NHG-2 majiteľ pozemku čerpá podzemnú vodu, čím dochádza k skresleniu jej prirodzeného kolísania.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody zaznamenaná vo vrte NHG-1 dosiahla hĺbku 3,68 m pod terénom. Zmeny hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahli 2,67 m. Minimálna hladina podzemnej vody bola zaznamenaná počas októbrového merania (4,99 m pod terénom – obr. 1.128) a naopak, maximálna počas aprílového merania (2,32 m pod terénom).

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody (vo vrte NHG-1) oproti predchádzajúcemu roku pomerne výrazne klesla, a to až o 1,09 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 4,59 m pod terénom. Pribeh hladiny podzemnej vody mal v hodnotenom roku zostupný trend. Na začiatku roka hladina podzemnej vody mierne stúpala a na konci marca dosiahla maximálny stav (3,70 m pod terénom). Na približne rovnakej úrovni sa udržala až do konca mája. Od tohto obdobia až do polovice novembra, kedy bolo vykonané posledné meranie (5,66 m pod terénom – minimálny stav hladiny podzemnej vody v roku 2014), mala hladina podzemnej vody prevažne klesajúci charakter. Celková amplitúda zmien dosiahla 1,96 m.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

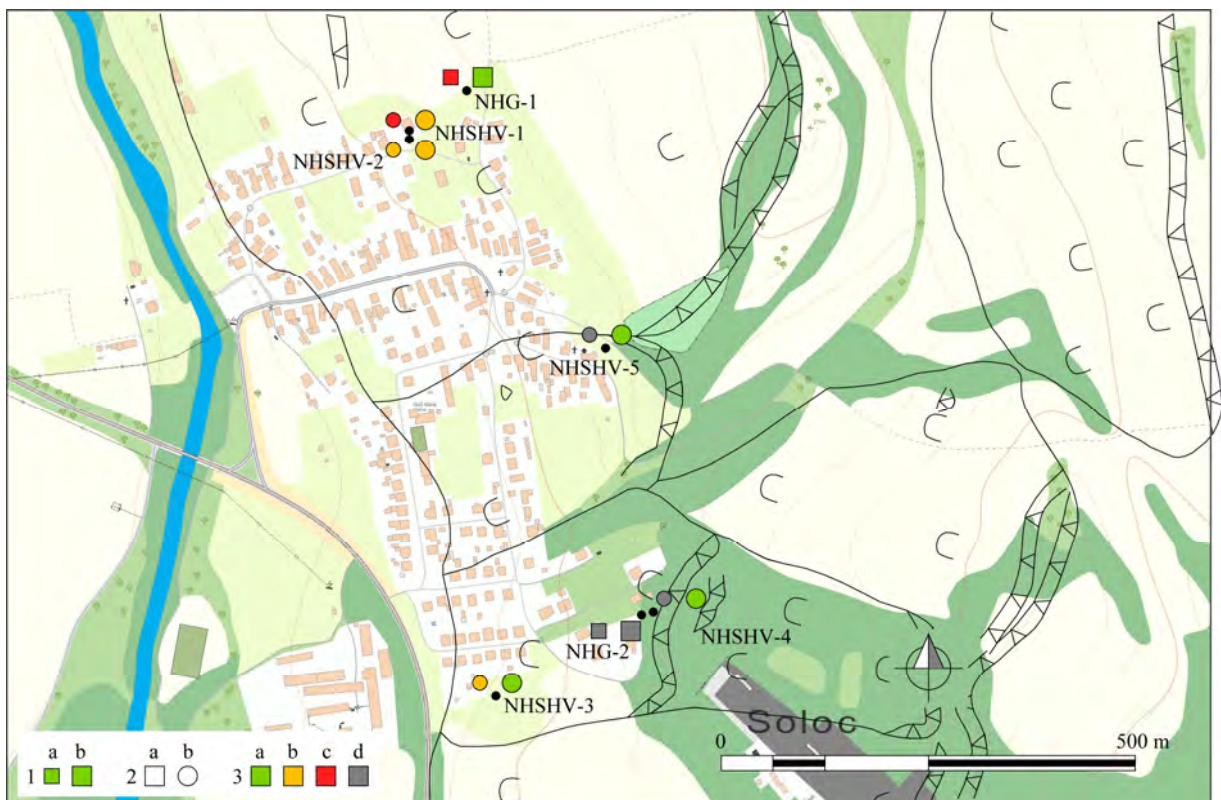
Merania výdatnosti sa realizujú na dvoch samostatných stanoviskách, ktoré sú od seba vzdialené cca 700 m. Na prvom stanovisku, v severnej časti obce, sú vybudované dva odvodňovacie vrty (NHSHV-1 a 2), ktoré odvádzajú podzemnú vodu zo severovýchodnej časti (z odľučnej oblasti) zosuvu (ktorý sa aktivizoval v roku 2010).

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu 12,45 l.min⁻¹. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo namerané vo vrte NHSHV-2 (5,64 l.min⁻¹) a najvyššia priemerná

výdatnosť vo vrte NHSHV-1 ($4,34 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Najvyššia sumárna výdatnosť bola zaznamenaná počas aprílového termínu.

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku 2013 výrazne klesla, a to až o $8,08 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a v roku 2014 dosiahla len $4,37 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Maximálne kolísanie výdatnosti ($2,56 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$), ako aj najvyššia priemerná hodnota ($2,68 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$) boli zaznamenané vo vrte NHSHV-1. Vrty NHSHV-4 a 5 boli počas roka suché, príp. bolo z nich pozorované kvapkanie. Najvyššia sumárna výdatnosť bola zaznamenaná počas májového termínu (obr. 1.128).

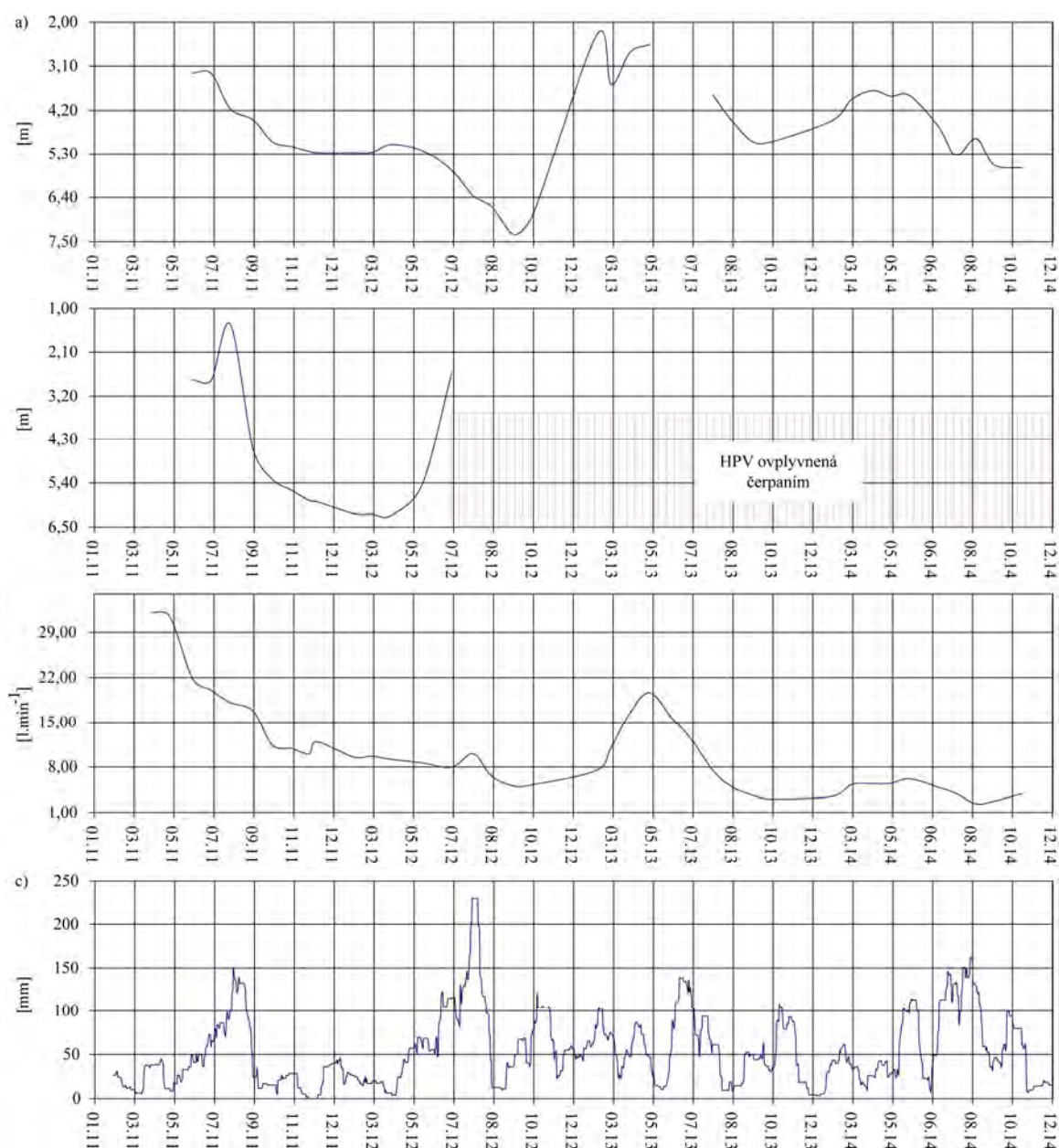
Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia je možné pozorovať postupný trend poklesu nameraných hodnôt výdatnosti. V roku 2014 bol namerané najnižšie sumárne prietoky odvádzanej podzemnej vody za celé monitorované obdobie (obr. 1.128).



Obr. 1.127. Lokalita Nižná Hutka – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Čaňa s indikatívom 60140. Pre porovnanie dosiahnutých úhrnov sú použité údaje z Mapy priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovený interval 550 až 600 mm. V roku 2013 bol na stanici Čaňa zaznamenaný zrážkový úhrn 631,1 mm, čo možno považovať za nadpriemerný úhrn. Počas roku 2014 úhrn zrážok dosiahol 611,9 mm (čo je o 19,2 mm menej ako v predchádzajúcom roku) a je ho možné, podobne ako v predchádzajúcom roku, považovať za mierne nadpriemerný.



Obr. 1.128. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Nižná Hutka. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – NHG-1, b – NHG-2, c – spoločná výdatnosť všetkých horizontálnych vrtov; d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Výšný Čaj s indikativom 60100)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Režimové pozorovania sa vykonávajú v jednom piezometrickom vrte. Priebeh hladiny podzemnej vody mal počas hodnoteného roka zostupný trend. V porovnaní s vlnajším rokom došlo vo vrte k poklesu priemernej hĺbky hladiny podzemnej vody.

V roku 2014 bol pozorovaný i pokles výdatnosti odvodňovacích vrtov. Z hľadiska hodnotenia dlhodobého vývoja tohto ukazovateľa je možné konštatovať, že v aktuálnom hodnotenom roku boli namerané najnižšie sumárne prietoky odvádzanej podzemnej vody za celé monitorované obdobie. K zvýšeniu množstva odvádzaných vôd môžu prispieť dva nové vrty vybudované počas prieskumu Fekeč et al., 2014g in Šimeková et al., 2014.

Inklinometrické merania, zabezpečované na pôvodnej sieti vrtov, vykázali zvýšenú pohybovú aktivitu počas októbrovej etapy meraní. Vo vrte NHI-1, ktorý sa nachádza v severnej časti obce, bola na šmykovej ploche nameraná najväčšia deformácia za celé

monitorované obdobie. Vysoké prírastky deformácie inklinometrickej pažnice boli počas tejto etapy namerané i vo ostatných vrtoch.

V novovybudovaných vrtoch boli v roku 2014 zabezpečené dve merania. Z výsledkov kontrolného merania vyplýva, že čase 56-dňovej etapy bola najvyššia pohybová aktivita v oblasti vrtu VNI-2. Vrt sa nachádza vo východnej časti intravilánu obce, približne 145 m južne od staršieho vrtu NHI-3.

V roku 2015 plánujeme zachovať rovnaký sortiment monitorovacích metód ako v roku 2014. Merania budú vykonávané na rozšírenej sieti inklinometrických a piezometrických vrtoch. Zároveň bude snaha o zabezpečenie merania výdatností na vybudovaných subhorizontálnych odvodňovacích vrtoch (z roku 2014). Frekvencia meraní zostane v porovnaní s rokom 2014 nezmenená.

1.4.31. Lokalita Varhaňovce

Stručná charakteristika lokality

Svahy v obci Varhaňovce postihujú svahové deformácie rôzneho charakteru. V roku 2010 sa aktivizovali zosuvy v dvoch častiach obce; na ľavom a na pravom brehu potoka Olšavec, vo východnej časti obce. Pozornosť je venovaná zosuvu, ktorý sa nachádza v juhovýchodnej časti katastra obce a ohrozuje miestnu kolóniu. Zosuv má prúdový tvar s dĺžkou cca 535 m a šírkou cca 270 m.

Monitorovacie merania sa vykonávajú na sieti pozorovacích vrtov (VV-4A, 6A a 7A – inklinometrické; VV-4, 6 a 7 – piezometrické), ktoré sú situované priamo do oblasti ohrozenej kolónie. Bližšie informácie o lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Tupý et al., 2010a), ako i monitorovania za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.37.

Tab. 1.37 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Varhaňovce v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	2	VV-4A, VV-5A	3 (17. apríl, 23. august, 14. november)	0*
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3**	VV-4, VV-6, VV-7	10 (1. február, 25. február, 22. marec, 25. apríl, 29. máj, 27. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 5. november)	10 (28. január, 25. február, 27. marec, 30. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Ploské (indikatív 59340)	Denné úhrny zrážok	

* – inklinometrické merania neboli realizované v dôsledku nepriechodnosti vrtov, ** – v roku 2014 bol funkčný len jeden vrt

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V rokoch 2013 a 2014 bola pozornosť venovaná meraniam v dvoch vrtoch – VV-4 a 5. Ostatné vrty boli z monitorovacích meraní vyradené v dôsledku porušenia kritickou deformáciou a v dôsledku technických nedostatkov zabudovania inklinometrickej pažnice. Výsledky inklinometrických meraní sú zhrnuté v príl. 1.29, a graficky prezentované na obr. 1.129.

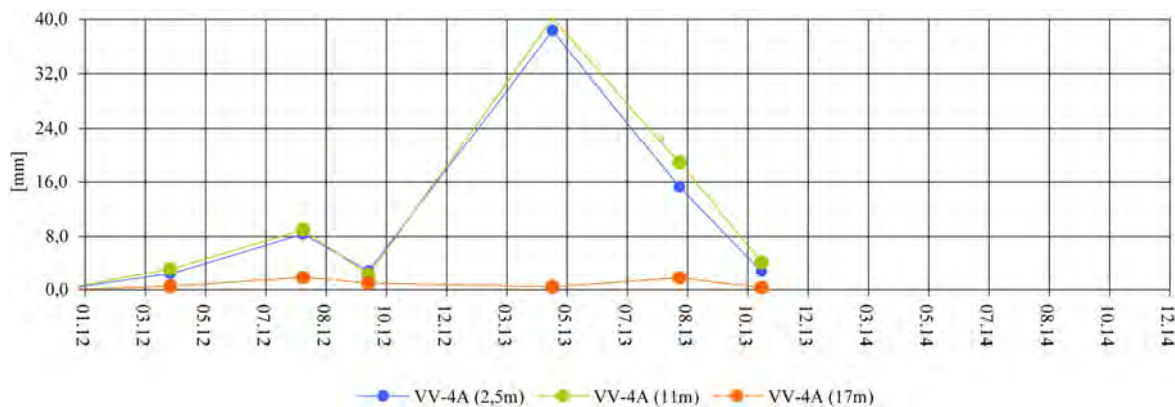
V roku 2013 bol inklinometrickými meraniami dokumentovaný aktívny svahový pohyb. Najvyššie hodnoty boli namerané v období medzi októbrom (2012) a aprílom (2013)

meraním. V hĺbke 11,0 m pod terénom boli namerané deformácie, ktoré jednoznačne dokumentujú aktivitu zosuvného pohybu (40 mm za cca 6 mesiacov). Nasledujúce merania, realizované v období, kedy hladiny podzemnej vody začali klesať, preukázali postupný pokles deformácií na šmykových plochách, ale namerané vektory jednoznačne potvrdzujú skutočnosť, že zosuvné územie je mimoriadne nestabilné.

V roku 2014 bolo plánované prvé meranie v júni. Z dôvodu porušenia inklinometrickej pažnice extrémnou deformáciou meranie nebolo možné zrealizovať. Vrt VV-4, v ktorom sme už dlhšie obdobie sledovali mimoriadne vysoké hodnoty deformácie, sa stal nepriechodný v hĺbke cca 11,0 m pod terénom. Porušenie inklinometrickej pažnice potvrdzuje pretrvávajúcu pohybovú aktivitu zosuvného telesa, na ktorom sa nachádza husto obývaná kolónia. V tejto súvislosti boli o výsledkoch monitorovacích aktivít upovedomení i zástupcovia miestnej samosprávy.



Obr. 1.129. Lokalita Varhaňovce – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.29; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrisy zosuvov podľa Tupého et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.130. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Varhaňovce

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

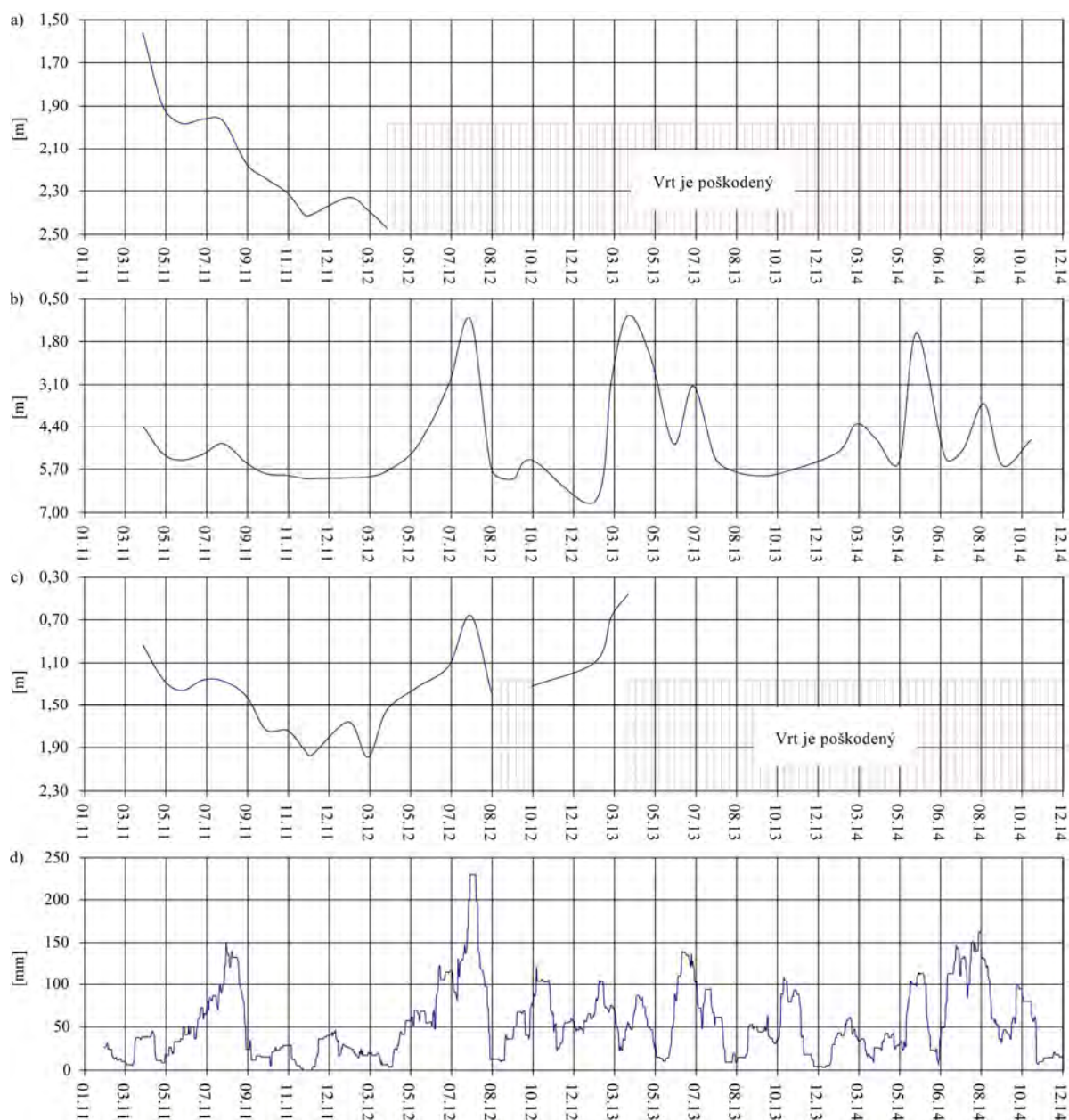
Na zosuvnej lokalite boli počas prieskumu v roku 2010 (Tupý et al., 2010a) vybudované 3 piezometrické vrty. V súčasnosti je z nich funkčný len jeden. Ostatné vrty boli poškodené – zapchaté. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.29 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.131.

V roku 2013 bolo možné kompletnú sériu meraní vykonať len vo vrte VV-6. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody vo v tomto vrte dosiahla 4,38 m pod úrovňou terénu a maximálna amplitúda dosiahla 5,64 m. Najvyššia hladina podzemnej vody bola dosiahnutá počas marcového merania (1,01 m pod terénom) a naopak, najnižšia počas februárového merania (6,65 m pod terénom). Prudký nárast hladiny medzi spomenutými meraniami bol spôsobený topením snehovej pokrývky, spojeným so zrážkami (v kvapalnej forme).

Vrty VV-4 a VV-7 boli v roku 2013 (počas celého monitorovaného obdobia, príp. počas niekoľkých meraní) zapchané, resp. zahádzané rôznymi predmetmi. V dôsledku tohto stavu nebolo možné zabezpečiť sledovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody.



Obr. 1.131. Lokalita Varhaňovce – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – piezometrické vrty merané pozorovateľom, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (nehodnotený – vrty sú poškodené); ohraničenie zosuvu podľa Tupého et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®



Obr. 1.132. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2005 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Varhaňovce. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – VV-4, b – VV-6, c – VV-7, d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Ploské s indikatívom 59340)

V roku 2014 sa realizácia režimových pozorovaní sústredila už len na meranie vo vrte VV-6. Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 klesla o 0,20 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 4,58 m pod úrovňou terénu. Celková amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahla 4,04 m. Maximálna hladina podzemnej vody bola nameraná počas májového termínu merania (1,54 m pod terénom), a naopak, minimálna v prvej polovici januára (5,58 m pod terénom).

Hladina vo vrte kolísala v závislosti od klimatických faktorov. Okrem májového vzostupu boli pozorované výraznejšie stúpnutia hladiny podzemnej vody aj na konci februára a tiež i začiatkom septembra (obr. 1.132).

Pri hodnotení záznamov dlhšieho časového obdobia je pozorovateľná periodicitu výskytu náhlych vzostupov hladiny podzemnej vody. Vyskytujú sa nepravidelne v jarnom až letnom období, v závislosti do klimatických ukazovateľov.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach, preberané zo stanice SHMÚ Ploské s indikatívom 59340. V Mape priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002) je pre danú oblasť stanovená veľkosť zrážkového úhrnu v intervale 600 až 700 mm. Počas roku 2013 spadlo na tejto stanici 665,9 mm zrážok, čo možno považovať za priemerný zrážkový úhrn. V roku 2014 bolo nameraných 711,5 mm zrážok, čo je o 45,6 mm viac ako v roku 2013 a dosiahnutý úhrn možno hodnotiť ako mierne nadpriemerný.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bolo možné režimové merania vykonávať len vo vrte VV-6. Ostatné vrty sú v dôsledku vandalizmu trvalo poškodené. Vo funkčnom vrte bolo počas hodnoteného roka pozorované cyklické kolísanie hladiny podzemnej vody. Zmeny súviseli s klimatickými faktormi, podobne ako v prípade ostatných zosuvných lokalít v okrese Prešov.

Merania metódou presnej inklinometrie v roku 2014 nebolo možné realizovať, v dôsledku kritickej deformácie inklinometrických pažníc. V oboch monitorovaných vrtoch k porušeniu inklinometrických pažníc, čo indikuje pretrvávajúcu mimoriadne vysokú pohybovú aktivitu v husto obývanej oblasti. Na túto skutočnosť boli listami už niekoľkokrát upozornení zástupcovia miestnej samosprávy. Navyiac treba podčiarknuť, že v území absentujú akékoľvek sanačné opatrenia.

V roku 2015, vzhľadom na extrémne vysokú pohybovú aktivitu zosuvného svahu, a teda i vysoký stupeň ohrozenia obyvateľstva, plánujeme naše monitorovacie aktivity rozšíriť o metódou diaľkového prieskum – InSAR. Metóda InSAR sa vo svete už dlhšiu dobu používa ako efektívny nástroj celoplošného monitorovania svahových deformácií. Výhodnou monitorovacej metódy InSAR je, že nevyžaduje budovanie novej monitorovacej siete. Pre monitoring pohybovej aktivity budú využité „odrážače“ predstavujúce existujúce obytné objekty. Zároveň plánujeme pokračovať v režimových meraniach v poslednom funkčnom piezometrickom vrte. V roku 2015 plánujeme o našich aktivitách informovať i miestne zastupiteľstvo.

1.4.32. Lokalita Vyšný Čaj

Stručná charakteristika lokality

V obci, ktorá prakticky celá leží na viacerých potenciálnych svahových poruchách staršieho veku, sa v roku 2010 aktivizovali štyri zosuvy. Tri menšie zosuvy sa nachádzali v okrajových častiach katastra mimo obývaného územia. Najväčší a najvážnejší zosuv sa aktivizoval v severozápadnej časti intravilánu obce. Zosuv ohrozuje miestnu infraštruktúru, cintorín a časť zástavby. Rozmery zosuvu sú 390 m (dĺžka) krát 400 m (šírka).

Monitorovacie merania sa vykonávajú na sieti inklinometrických a piezometrických vrtoch. Zároveň sa sledujú aj výdatnosti subhorizontálnych odvodňovacích vrtoch. Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.38.

Tab. 1.38 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšný Čaj rokoch 2013 a 2014

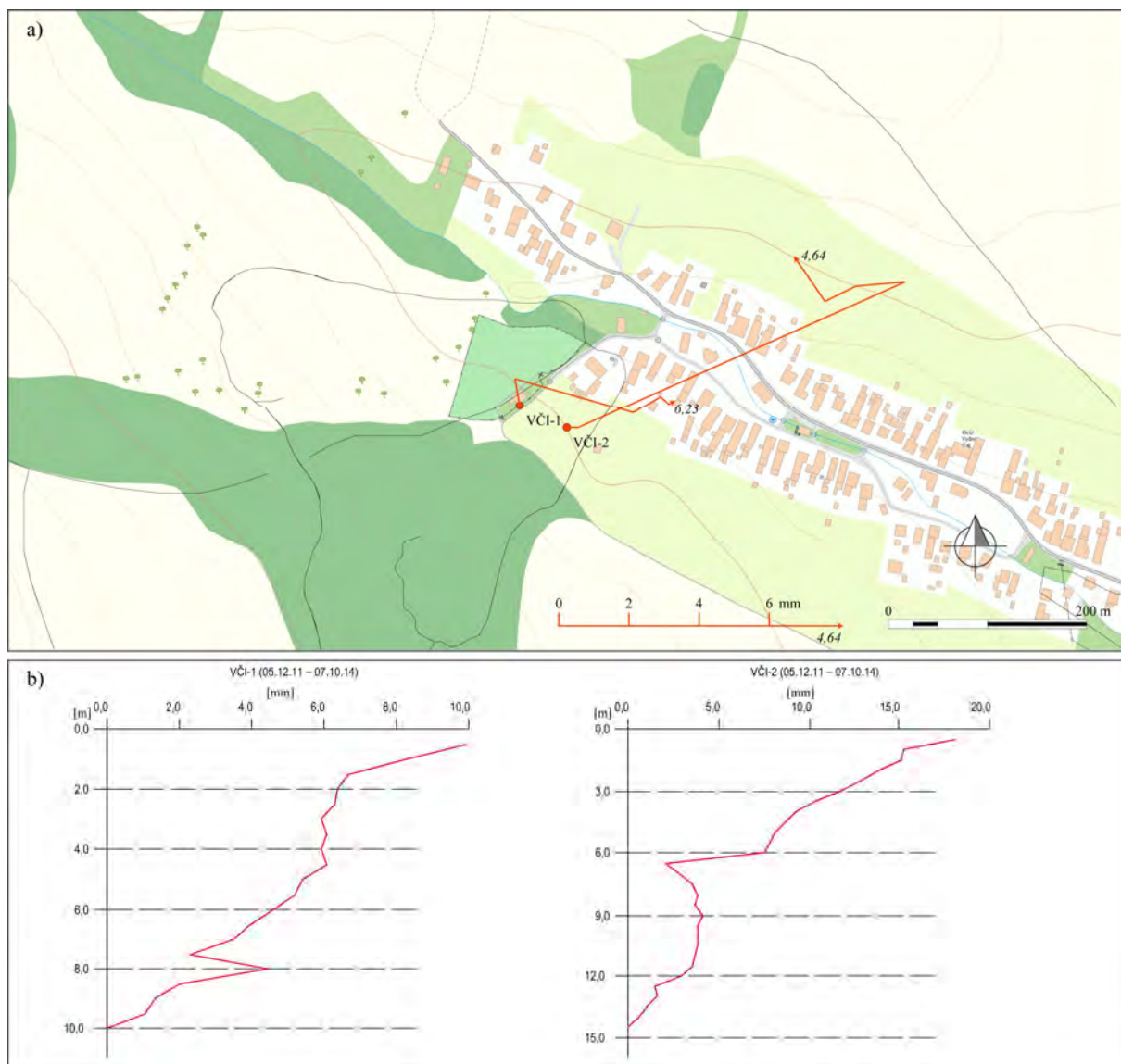
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	2	VČI-1, VČI-2	2 16. apríl, 20. august)	2 2. jún, 7. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	VČHG-2, VČHG-3	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	4	VČSHV-1 až 4	9 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa realizujú v dvoch vrtoch (VČI-1 a 2; obr. 1.133), ktoré sú situované neďaleko miestneho cintorína. Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.30.

V roku 2013 bola zvýšená pohybová aktivita pozorovaná vo vrte VČI-2. Počas aprílového merania bola v hĺbke cca 4,5 m pod terénom nameraná deformácia 10,21 mm (za obdobie 6 mesiacov). Opakované augustové meranie však potvrdilo zlepšenie stabilitných pomerov zosuvného územia (obr. 1.133 a 1.134). Zvýšená hodnota pohybovej aktivity bola nameraná i vo vrte VČI-1. V hĺbke 6,23 m pod terénom bola počas aprílovej etapy zaznamenaná deformácia 3,51 mm. Počas augustového merania bol aj v tomto vrte zaznamenaný pokles pohybovej aktivity.

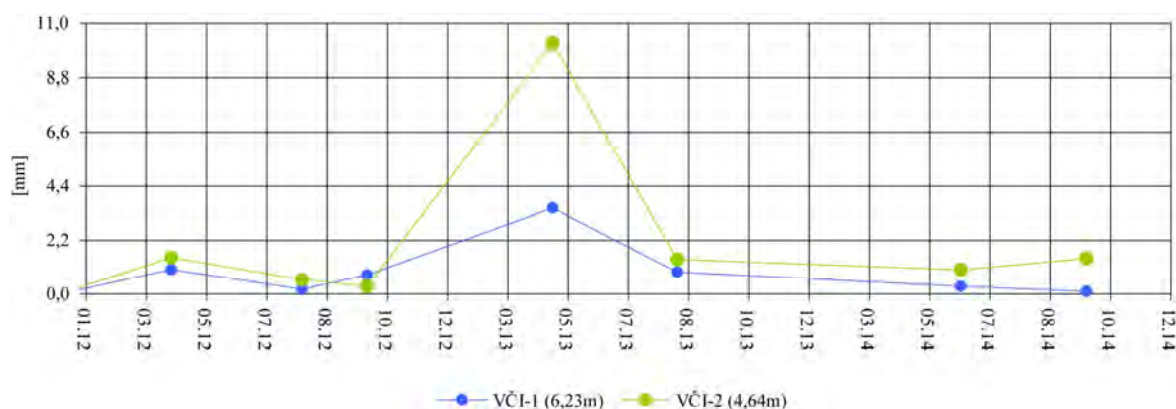


Obr. 1.133. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.30; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 sa pohybová aktivita v sledovaných horizontoch pohybovala do 1,5 mm, čo teda znamená, že oproti predchádzajúcemu roku došlo k jej utlmeniu. Najvyššia deformácia bola nameraná vo vrte VČI-2 počas októbrového merania v hĺbke 4,64 m pod terénom. Počas štvormesačnej etapy (2. jún až 7. október) dosiahla 1,46 mm, čo predstavuje priemernú rýchlosť deformácie $4,20 \text{ mm.rok}^{-1}$. Počas jarnej etapy bola v uvedenom vrte na sledovanej šmykovej ploche (obr. 1.133b) nameraná deformácia 0,98 mm, čo predstavuje priemernú

deformácie $1,25 \text{ mm.rok}^{-1}$. V jarnej etape bol azimut vektoru orientovaný na juhozápad a počas októbrovej etapy na severozápad, pričom azimut spádnice svahu je na severovýchod. Vo vrte VČI-1 namerané deformácie len ojedinele presiahli hodnotu 0,3 mm. Namerané deformácie v oboch vrtoch poukazujú na zlepšenie stabilitných pomerov.

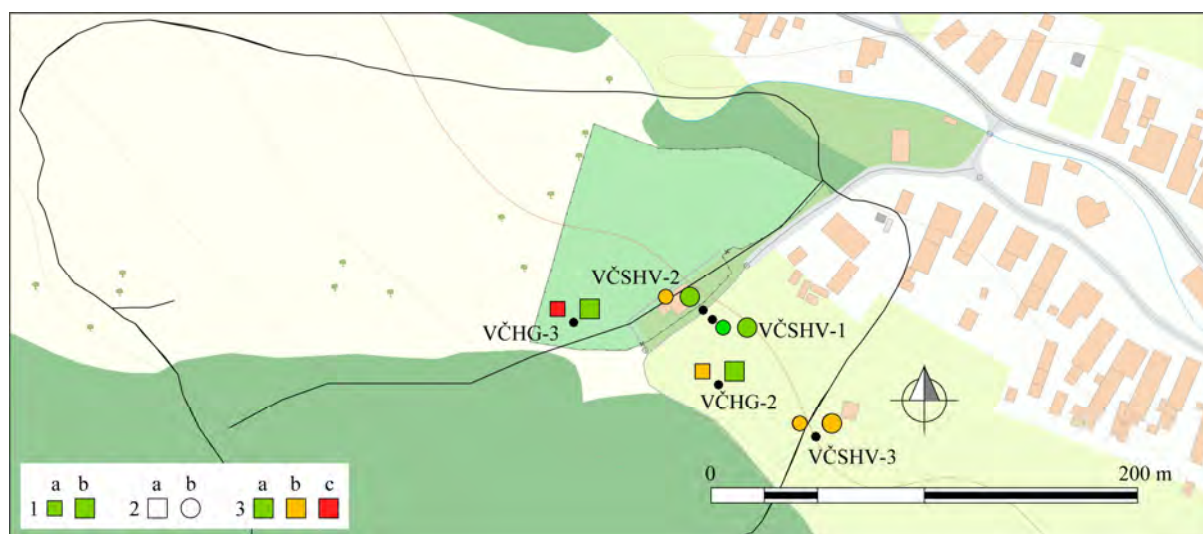
Vývoj deformácie na sledovaných šmykových plochách, prezentovaných na obr. 1.134, naznačuje, že najvyššia pohybová aktivita bola nameraná počas februárovej etapy v roku 2013. Počas tejto jarnej etapy bola vo vrte VČI-2 nameraná deformácia 10,21 mm, ktorá charakterizuje pohybovú aktivitu osemmesačného obdobia (od októbra 2012 do apríla 2013), a teda priemerná rýchlosť deformácie dosiahla hodnotu $19,93 \text{ mm.rok}^{-1}$. Azimut vektoru nameranej deformácie bol orientovaný na severovýchod (čo je v súlade s orientáciou spádnice svahu).



Obr. 1.134. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšný Čaj

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

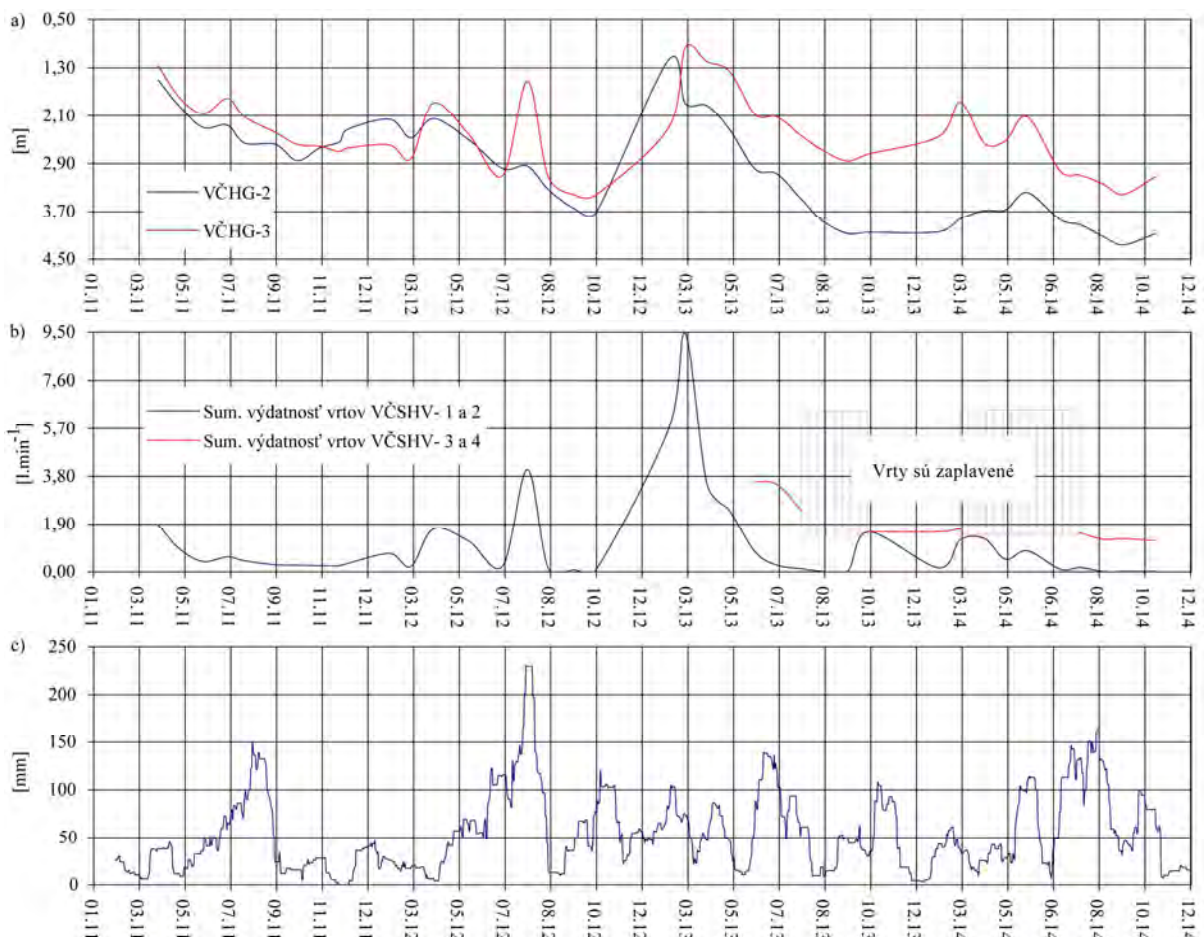
Režimové merania sa na lokalite vykonávajú v dvoch vrtoch (VČHG-2 a 3), ktoré sú situované do severovýchodnej oblasti aktívneho zosuvu (v oblasti miestneho cintorína – obr. 1.135). Výsledky meraní sú zhrnuté v príl. 1.30 a semikvantitatívne vyjadrené na obr. 1.135.



Obr. 1.135. Lokalita Vyšný Čaj – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6; obrisy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hĺbku 2,48 m pod úrovňou terénu. Väčšie zmeny hladiny podzemnej vody boli namerané vo vrte VČHG-2 (2,90 m). Najbližšie k terénu hladina podzemnej vody vystúpila vo vrte VČHG-3 (0,97 m pod terénom) počas 26. februára. Naopak, najhlbšie hladina podzemnej vody klesla počas septembrového termínu merania vo vrte VČHG-2 (4,07 m pod terénom). Hladina podzemnej vody začala stúpať ešte v roku 2012 a v tomto trende pokračovala i počas zimných mesiacov 2013. Po dosiahnutí maximálnych stavov počas februárových termínov meraní hladiny podzemnej vody začali klesať. Tento trend trval až do konca roka.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,83 m a v roku 2013 dosiahla hĺbku 3,31 m pod úrovňou terénu. Výraznejšia amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody bola pozorovaná vo vrte VČHG-3 (1,53 m). V tomto vrte bola nameraná i najvyššia hladina podzemnej vody v roku 2014 (1,88 m pod terénom). Jej priebeh je reakciou na klimatické pomery zaznamenané na stanici SHMÚ Vyšný Čaj (obr. 1.136). V porovnaní s priebehom na ostatných zosuvných lokalitách v danom regióne je zaujímavé, že pomerne výdatné letné zrážky sa na zmene hladiny prejavili len minimálne. Jej vzostup bol spôsobený až jesennými intenzívnejšími zrážkami. Podobný priebeh bol pozorovaný i v hlbšom horizonte podzemnej vody vo vrte VČHG-2.



Obr. 1.136. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtoch na lokalite Vyšný Čaj. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – VČHG-2 a VČHG-3, b – spoločná výdatnosť horizontálnych vrtoch VČSHV-1 a 2 a VČSHV-3 a 4; c – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Vyšný Čaj s indikatívom 60100)

Pri pohľade na dlhodobý vývoj hladín podzemnej vody v jednotlivých vrtoch na obr. 1.136 je vidieť, že po odvrtní vrty, resp. na začiatku monitorovania sa nachádzali približne v jednej hĺbkovej úrovni. K diferenciacii hĺbok došlo až neskôr (čo môže súvisieť

s vybudovaným hĺbkovým odvodnením). V oboch prípadoch však možno sledovať podobný vývoj. Maximálne stavy boli namerané v zimných mesiacoch roku 2013 (príl. 1.31), od kedy majú prevažne zostupný trend.

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

V rokoch 2013 a 2014 sa monitorovacie merania realizovali na štyroch vrtoch, ktoré sú situované v blízkosti cintorína v severovýchodnej časti zosuvu (obr. 1.120).

V roku 2013 sa pozornosť pri meraní výdatnosti sústredila prevažne na vrty VČSHV-1 a 2. Je to z dôvodu, že v zbernej šachte, do ktorej ústia vrty VČSHV-3 a 4, sa hromadí drénovaná voda a odvodňovacie vrty boli prevažnú časť roka zaplavené.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $5,74 \text{ l.min}^{-1}$. Najväčšie kolísanie výdatnosti bolo zaznamenané vo vrte VČSHV-2 ($8,09 \text{ l.min}^{-1}$). Maximálna hodnota výdatnosti v tomto vrte dosiahla $8,10 \text{ l.min}^{-1}$ a naopak, minimálna $0,01 \text{ l.min}^{-1}$ (príl. 1.30). Najvyššia hodnota výdatnosti bola zaznamenaná, podobne ako pri hladinách podzemnej vody, počas februára. Po tomto termíne až do septembra výdatnosti odvodňovacích vrtovej postupne klesali. Počas októbrového merania zaznamenali opäť mierny vzostup.

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť oproti predchádzajúcemu roku 2013 klesla až o $3,84 \text{ l.min}^{-1}$ a dosiahla hodnotu $1,90 \text{ l.min}^{-1}$ (merania sú však ovplyvnené, drénovaná podzemná voda zatápa kontrolnú šachtu, čo znemožňuje vykonávanie režimových pozorovaní). Pri porovnaní sumárnych priemerných výdatností nameraných vo vrtoch VČSHV-1 a 2, kde sa takéto problémy nevyskytujú, došlo v porovnaní s predchádzajúcim rokom k poklesu o $1,93 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššia spoločná výdatnosť odvodňovacích vrtovej VČSHV-1 a 2 bola nameraná na konci marca, pričom vyššia výdatnosť je pozorovaná vo vrte VČSHV-2. V uvedenom vrte bola zároveň pozorovaná i najvyššia amplitúda zmien výdatnosti v hodnotenom roku ($1,15 \text{ l.min}^{-1}$).

Na dvojici vrtovej VČSHV-3 a 4 bolo možné zrealizovať len 6 meraní. V čase najvyšších prietokov, teda v období do marca do júla, boli ústia vrtovej zaplavené vodou, vytekajúcou zo samotných drenážnych zariadení. Štatisticky spracované údaje z tejto dvojice odvodňovacích vrtovej sú súčasťou prílohy 1.30.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia je možné konštatovať, že maximálna výdatnosť bola nameraná v roku 2013. Na základe porovnania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a zmien výdatnosti odvodňovacích zariadení je možné usúdiť, že veľkosť objemu odvádzanej vody je úmerná výške hladiny podzemnej vody. Z tohto hľadiska je možné drenážne objekty hodnotiť ako vysoko efektívne. Vážny nedostatok však predstavuje zle dimenzované potrubie, ktorého úlohou je odvádzanie vôd zo zbernej šachty. Tento nedostatok sa prejavuje kumuláciou vody v zbernej šachte, čím sa znižuje efektívnosť odvodňovacích vrtovej (VČSHV-3 a 4).

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o hydrogeologických pomeroch územia dopĺňujú údaje o zrážkach preberané z miestnej stanice SHMÚ s indikatívom 60100. Počas roka 2013 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn $654,6 \text{ mm}$. Porovnaním dosiahnutého úhrnu s Mapou priemerných ročných úhrnov zrážok (Faško a Šťastný in Atlas krajiny SR, 2002), v ktorej je pre danú oblasť stanovené množstvo zrážok v intervale 600 až 700 mm , možno zaznamenaný úhrn považovať za normálny. V roku 2014 bol zaznamenaný zrážkový úhrn $657,9 \text{ mm}$, čo je len o $3,3 \text{ mm}$ viac ako v roku 2013, a v zmysle uvedenej mapy je ho možné tiež považovať za normálny ročný úhrn zrážok.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pri porovnaní nameraných výsledkov z prechádzajúcim rokom, došlo v roku 2014 k pozitívnemu vývoju sledovaných parametrov. Hladiny podzemnej vody zaznamenali vzostup len v súvislosti s topením snehovej pokrývky a výdatnejšími zrážkami, generálne mali však zostupný trend. Pokles hladiny podzemnej vody sa prejavil i na objeme odvádzaných vôd drenážnymi vrtmi. Najpodstatnejší je ale pokles pohybovej aktivity na šmykových plochách. Namerané deformácie inklinometrickej pažnice len ojedinele presiahli 1 mm.

Pri hodnotení hĺbkovej drenáže, ktorá výraznou mierou ovplyvňuje stabilitu zosuvného územia, opakovane upozorňujeme, že vďaka nevhodne dimenzovanému potrubiu, ktoré odvádza vodu do recipienta, dochádza k jej kumulácii v zbernej šachte a tým pádom i k strate účinnosti tohto sanačného opatrenia. O tejto skutočnosti boli v minulosti listom, v ktorom bola požadovaná súčinnosť pri riešení tohto problému, oboznámení i zástupcovia miestnej samosprávy.

V roku 2015 je plánované pokračovať v monitorovacích meraniach. Rozsah a frekvencia režimových pozorovaní a inklinometrických meraní bude zachovaná ako v roku 2014.

1.4.33. Lokalita Vyšná Hutka

Stručná charakteristika lokality

V obci je značná časť intravilánu ohrozená rozsiahlymi potenciálnymi svahovými poruchami. V roku 2010 sa vo viacerých častiach obce aktivizovali zosuvy, ktoré spôsobili značné škody (poškodenie rodinných domov a miestnej infraštruktúry).

Monitorovacie aktivity sú v tomto rozsiahlom zosuvnom území sústredené do troch oblastí. V severnejšej časti intravilánu, kde došlo k poškodeniu miestnej komunikácie, sa vykonávajú inklinometrické merania (VHI-1) a režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (VHG-1) a výdatnosti odvodňovacích objektov (HVSHV1 a 2). V strednej časti obce, kde boli pozorované prejavy svahového pohybu najmä na rodinných domoch, sú monitorovacie merania zamerané na sledovanie podpovrchovej deformácie (VHI-2) a zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody (VHG-2). Poslednou monitorovanou oblasťou je Mikov majer, východne od intravilánu obce.

V roku 2014 v rámci riešenia geologickej úlohy „Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Vyšná Hutka“ (Fekeč et al., 2014d in Šimeková et al., 2014) bola v zosuvnom území rozšírená monitorovacia sieť o 6 nových piezometrických vrtov a 2 nové inklinometrické vrty. Zároveň bolo zosuvné územie doplnené o tri subhorizontálne odvodňovacie vrty.

Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Grman et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.39.

Tab. 1.39 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vyšná Hutka v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	5	VHI-1, 2, 3, VHI-1n, 2n*	2 (16. apríl, 20. august)	2 (2. jún, 7. október, 3. december**)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	4	VHG-1 až 4	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	VHSHV-1, VHSHV-2	10 (4. február, 26. február, 27. marec, 26. apríl, 30. máj, 28. jún, 31. júl, 28. august, 30. september, 28. október)	10 (29. január, 27. február, 31. marec, 28. apríl, 27. máj, 10. júl, 5. august, 5. september, 2. október, 14. november)
Meranie zrážkových úhrnov	2	Stanice SHMÚ: Vyšný Čaj (indikatív 60100)	Denné úhrny zrážok	

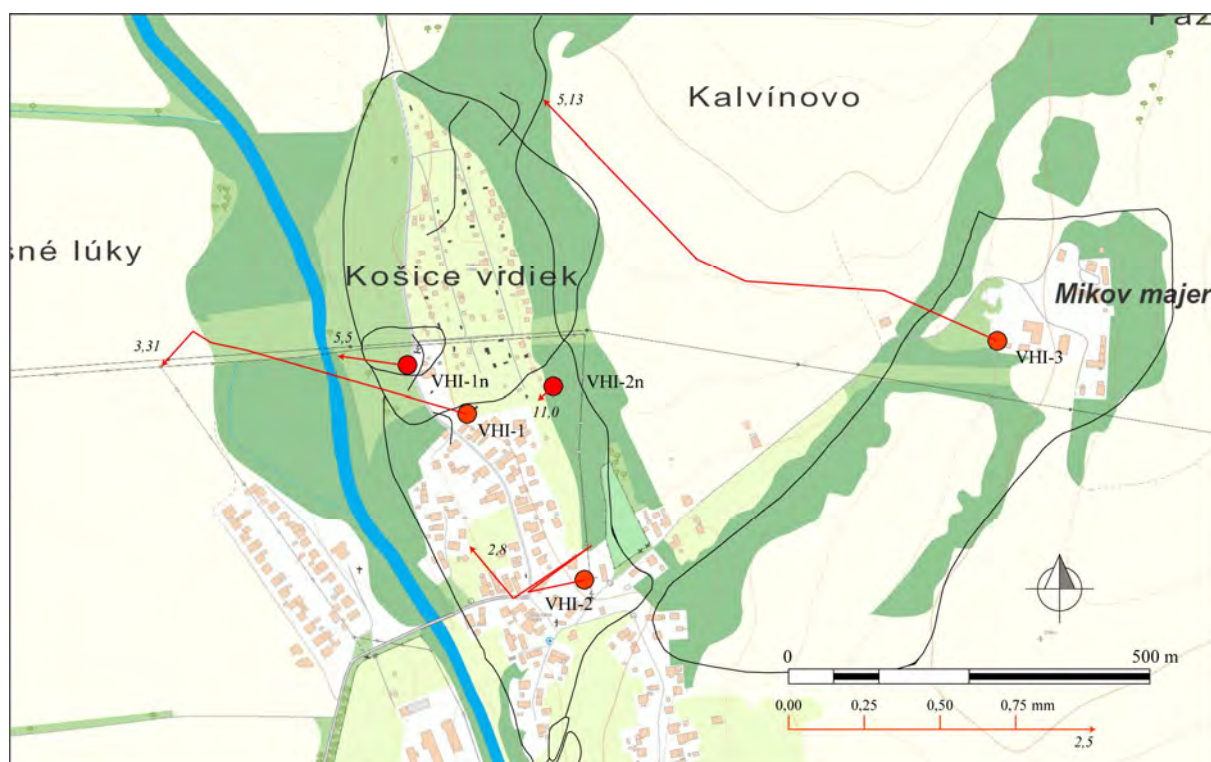
* – vrty vybudované v roku 2014, na ktorých bolo 7. októbra vykonané úvodné meranie (v správe Fekeč et al., 2014d in Šimeková et al., 2014 označené ako VHI-1, 2), ** – meranie bolo realizované len na vrtoch VHI-1n, 2n

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 boli vykonané dve meracie etapy, pričom hneď počas prvej – aprílovej – boli na sledovaných šmykových plochách zaznamenané veľmi vysoké prírastky deformácie. Vo vrte VHI-1 v hĺbke 3,31 m pod terénom dosiahla deformácia 15,16 mm (obr. 1.122) a v hĺbke 8,31 m pod terénom 9,61 mm (obr. 1.123). Vysoká hodnota deformácie bola nameraná i vo vrte VHI-3 (7,62 mm).

Počas augustovej etapy sa situácia vyvíjala nasledovne: pohybová aktivita vo vrte VHI-1 sa do značnej miery upokojila, vysoké hodnoty však pretrvali vo vrte VHI-3 (8,94 mm). Deformácie namerané na sledovaných šmykových plochách vo vrte VHI-2 nepresiahli dvojmilimetrovú hranicu.



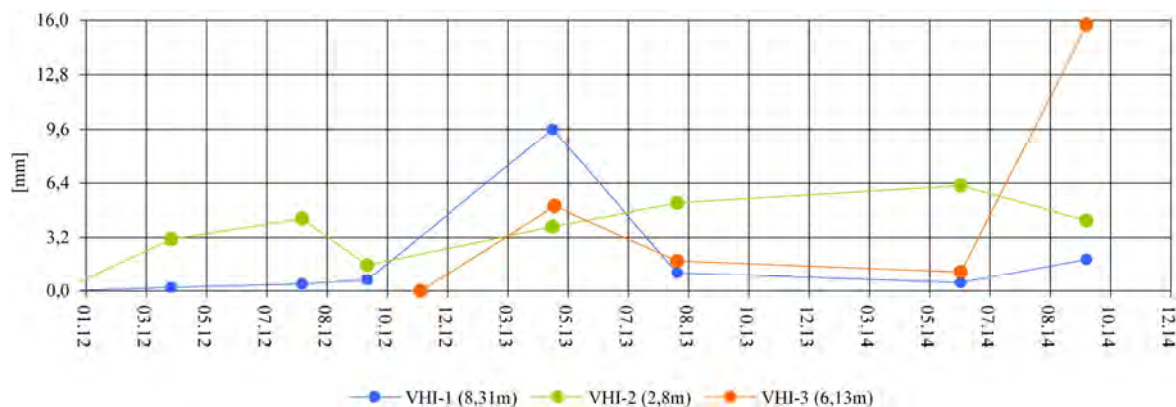
Obr. 1.137. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.31; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 boli na pôvodnej sieti inklinometrických vrtov zabezpečené 2 kontrolné merania. Jarné meranie charakterizuje obdobie od druhej polovice augusta 2013 do začiatku júna 2014. Počas tohto merania bola v rámci sledovaných horizontov najvyššia deformácia inklinometrickej pažnice (6,24 mm) nameraná vo vrte VHI-2, v hĺbke 2,80 m pod terénom.

Podstatne vyššie hodnoty deformácie boli namerané vo vrte VHI-3 počas jesenného kontrolného merania, ktoré charakterizujú pohybovú aktivitu územia od začiatku júna do 7. októbra. V hĺbke 6,13 m pod terénom bola nameraná deformácia 15,73 mm, čo predstavuje priemernú rýchlosť pohybu $45,21 \text{ mm.rok}^{-1}$. Vrt sa nachádza v oblasti Mikovho majera, východne od intravilánu obce. Toto zosuvné územie sa svojou aktivitou odlišuje od ostatných častí zosuvného územia v obci Vyšná Hutka.

V ostatných vrtoch boli namerané nižšie deformácie. Mierne zvýšená hodnota deformácie bola opakovane nameraná vo vrte VHI-2 v hĺbke 2,80 m pod terénom (príl. 1.32)

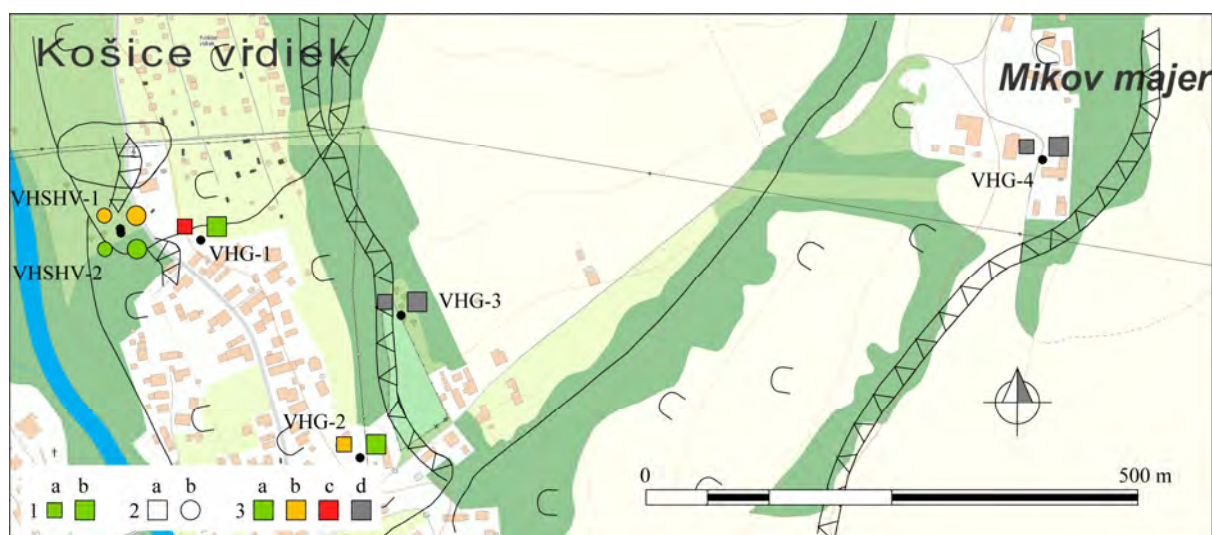
V skupine nových vrtov (VHI-1n a VHI-2n) bolo zabezpečené úvodné (7. októbra) a prvé kontrolné meranie (3. decembra). Počas tejto 55-dennej etapy bola vo vrte VHI-1n na predpokladanej šmykovej ploche (v hĺbke 5,5 m) nameraná deformácia 4,34 mm s azimutom 278°. Vrt sa nachádza v severnej časti obce (obr. 1.137). V druhom vrte (VHI-2n) bola v hĺbke 11,0 m nameraná deformácia 1,06 mm (s azimutom 229°). Aj tento vrt sa nachádza v severnej časti obce (200 m východne od vrtu VHI-1n).



Obr. 1.138. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Vyšná Hutka

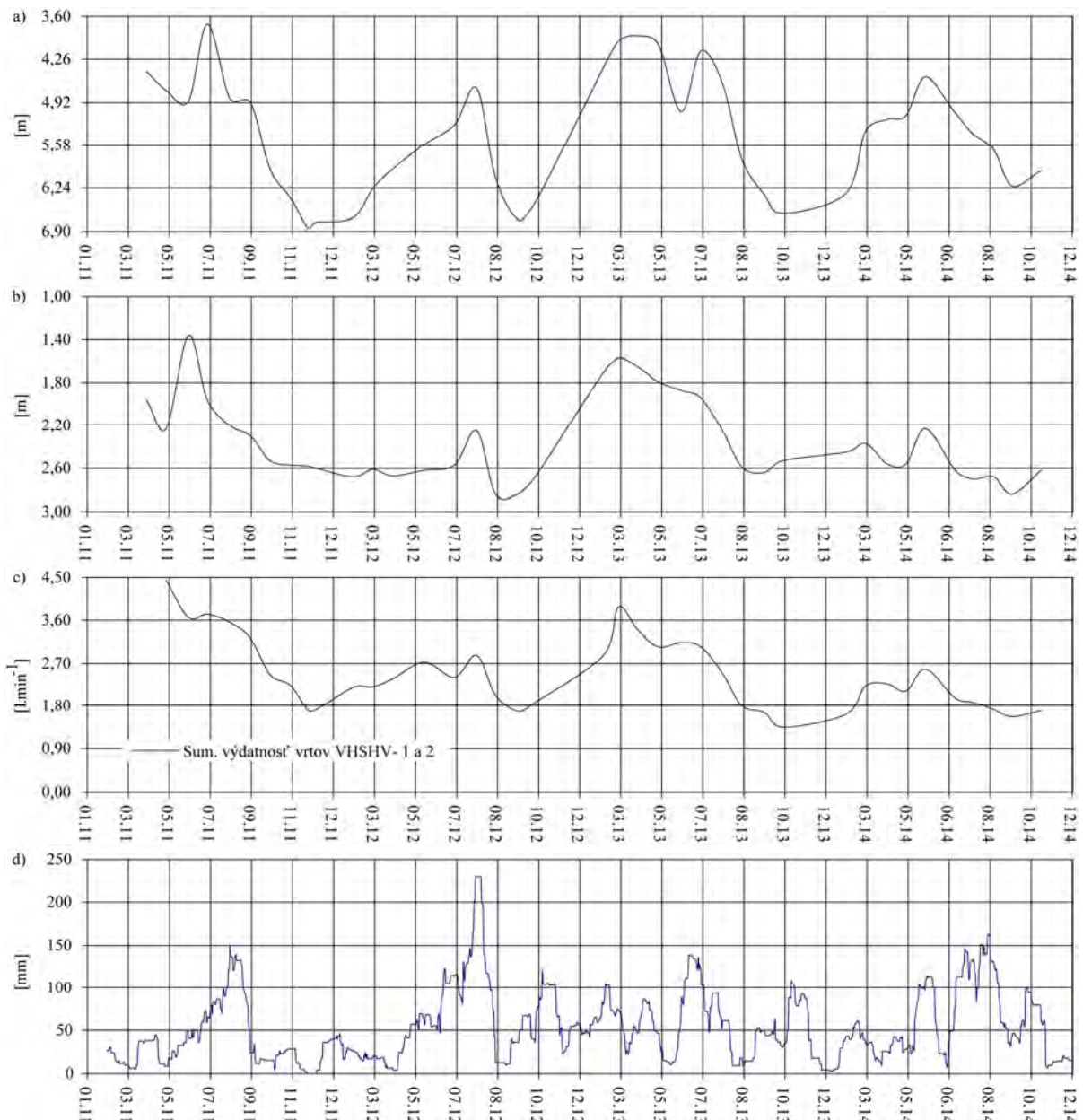
b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla hodnotu 4,75 m pod úrovňou terénu. Najvýraznejšia amplitúda zmien bola dosiahnutá vo vrte VHG-4 (4,72 m; príl. 1.31). Najvyššia hladina podzemnej vody bola v tomto vrte nameraná 26. apríla (3,90 m pod terénom) a naopak, najnižšia, 28. októbra (10,45 m pod terénom). Vrt sa nachádza v oblasti Mikovho majera. Najbližšie k terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte VHG-2 počas 26. februára (1,57 m p. t.). Vrt HVG-3 bol počas roka suchý.



Obr. 1.139. Lokalita Vyšná Hutka – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); obrysy zosuvov podľa Grmana et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti roku 2013 klesla o 1,13 m a v roku 2014 dosiahla hĺbku 5,88 m pod úroveň terénu. Opätovne bolo najväčšie kolísanie hladiny podzemnej vody namerané vo vrte VHG-4 (2,20 m). V porovnaní s predchádzajúcim rokom ide však o výrazný útlm jej rozkvyvu. Podobný trend bol pozorovaný i v prípade dosiahnutých maximálnych stavov hladiny podzemnej vody. Najbližšie k povrchu terénu vystúpila vo vrte VHG-2 (2,23 m pod terénom). Naopak, dosiahnuté minimálne stavy hladiny podzemnej vody, v porovnaní s predchádzajúcim rokom, boli namerané vo väčších hĺbkach. Z uvedeného vyplýva, že výsledky režimových ukazovateľov v porovnaní s predchádzajúcim rokom možno hodnotiť priaznivo.



Obr. 1.140. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2011 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Vyšná Hutka. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – VHG-1, b – VHG-2, c – spoločná výdatnosť horizontálnych vrtov; d – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Vyšný Čaj s indikativom 60100)

Zmeny hĺbky hladiny sa počas roka prejavovali prevažne v súvislosti so zimnými, ale najmä jarnými intenzívnejšími zrážkovými úhrnmi. Podstatne menší efekt pri dopĺňaní zásob podzemnej vody bol zaznamenaný pri intenzívnych letných zrážkach (obr. 1.140).

Z dlhodobého hľadiska mali na stabilitu zosuvného územia najväčší vplyv hladiny podzemnej vody zaznamenané v rokoch 2011 a 2013. Ide o najvyššie úrovne hladiny podzemnej vody namerané za celé monitorované obdobie.

Zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody sú v prevažnej miere zákonité (najmä vo vrte VHG-1) a súvisia s ročným cyklom. Maximálna hladina býva nameraná spravidla na konci jarného, príp. na začiatku letného obdobia. Minimálny stav je typický pre jesenné a zimné obdobie. Vo vrte VHG-2 sa dopĺňanie zásob podzemnej vody prejavuje s väčšou retardáciou ako v prípade vrtu VHG-1, prípadne sa neprejavuje vôbec (obr. 1.140).

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Monitorovacie merania sa na zosuvnej lokalite realizujú na dvoch odvodňovacích vrtoch (VHSHV-1 a 2) s približne mesačnou frekvenciou.

V roku 2013 sumárna priemerná výdatnosť dosiahla hodnotu $2,67 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššie výdatnosti boli namerané v jarnom, ale čiastočne i v zimnom období (príl. 1.32). V zvyšnej časti roka mali hodnoty nameranej výdatnosti prevažne klesajúci charakter. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti sa prejavili vo vrte VHSHV-1 (kolísanie výdatnosti – $1,67 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť oproti roku 2013 klesla, a to o $0,7 \text{ l.min}^{-1}$, a v roku 2014 dosiahla hodnotu $1,97 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššia výdatnosť bola nameraná v súvislosti s výdatnejšími májovými zrážkovými úhrnmi, ktoré sa prejavili aj vzostupom hladiny podzemnej vody (27. mája – $2,33 \text{ l.min}^{-1}$). Počas tohto termínu boli namerané maximálne hodnoty výdatnosti i vo vrte VHSHV-2. Všeobecne je možné pozorovať paralelu medzi vývojom hladiny podzemnej vody a výdatnosťou odvodňovacích vrtov.

Pri posudzovaní dlhšieho časového obdobia, podobne ako v prípade aktuálne hodnoteného roka, zmeny výdatnosti priamo súvisia s kolísaním hladiny podzemnej vody. Maximálna hodnota spoločnej výdatnosti bola zaznamenaná na začiatku monitorovania (28. apríl 2011 – $4,44 \text{ l.min}^{-1}$; VHSHV-1 – $4,02 \text{ l.min}^{-1}$; VHSHV-2 – $0,42 \text{ l.min}^{-1}$). Naopak, najnižšia hodnota výdatnosti bola nameraná v roku 2013 počas októbrového merania (28. október 2013 – $1,35 \text{ l.min}^{-1}$; VHSHV-1 – $1,18 \text{ l.min}^{-1}$; VHSHV-2 – $0,17 \text{ l.min}^{-1}$). Z nameraných hodnôt vyplýva, že odvodňovacie vrty sa na znižovaní hladiny podzemnej vody podieľajú i počas suchých období.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici SHMÚ Vyšný Čaj s indikatívom 60100 sú opísané pri zosuvnej lokalite Vyšný Čaj.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Z nameraných ukazovateľov v roku 2014 možno za alarmujúcu považovať mimoriadne vysokú hodnotu deformácie inklinometrickej pažnice vo vrte VHI-3 (v hĺbke 6,13 m pod terénom). Ide o samostatnú zosuvnú oblasť, situovanú vo východnej časti intravilánu obce, označenú ako Mikov majer. Zvýšené hodnoty deformácie v tomto vrte boli pozorované i v predchádzajúcich monitorovacích etapách, avšak deformácia nameraná počas poslednej etapy indikuje výraznú akceleráciu svahového pohybu. O niečo nižšie hodnoty deformácie boli namerané i počas jarnej etapy meraní vo vrte VHI-2.

Režimovými pozorovaniami bol v porovnaní s predchádzajúcim rokom zaznamenaný pokles všetkých hodnotených ukazovateľov, z čoho vyplýva, že rok 2014 bol zo stabilitného hľadiska priaznivejší ako predchádzajúci. Zmeny hĺbky hladiny súviseli so zimnými, ale

najmä s jarnými intenzívnejšími zrážkovými úhrnmi. Minimálny efekt pri dopĺňaní zásob podzemnej vody mali intenzívne letné zrážky.

Meraniami výdatnosti odvodňovacích vrtov boli namerané prietoky v intervale od $0,17 \text{ l.min}^{-1}$ (min. vo vrte VHSHV-2) do $2,33 \text{ l.min}^{-1}$ (max. vo vrte VHSHV-1). Z uvedeného vyplýva, že odvodňovacie vrty počas celého roka participujú na znižovaní hladiny podzemnej vody.

V roku 2015 je plánované pokračovanie v monitorovacích meraniach s frekvenciou režimových pozorovaní v mesačnom intervale (desať meraní za rok) a meraní metódou presnej inklinometrie dvakrát za rok. Zároveň plánujeme monitorovacie aktivity rozšíriť i na nové objekty monitorovacej siete, vybudovanej v roku 2014.

1.4.34. Lokalita Šenkvice

Stručná charakteristika lokality

Zosuv sa nachádza na severovýchodnom svahu na pravom brehu Stoličného potoka v miestnej časti Malé Šenkvice a postihuje značnú časť Ružovej ulice. Monitorovacie aktivity sú sústredené do najviac ohrozenej časti, kde zosuv priamo ohrozuje viaceré rodinné domy. Monitorovacia sieť pozostáva z dvoch inklinometrických vrtov (INKZS-1 a 2), ktoré sú situované nad odlučnou hranou zosuvu a troch piezometrických vrtov. Tieto vrty sú vybavené automatickými hladinomerami. Jeden sa nachádza v odlučnej oblasti v blízkosti vrtu INKZS-1 a dva vrty (PVZS-2 a 3) sa nachádzajú v prechodovej oblasti zosuvu (obr. 1.128).

Podrobnejšie informácie o monitorovanej lokalite sú súčasťou správy z prieskumu (Žabková et al., 2010), ako aj z monitorovania za rok 2011 (Ondrejka et al., 2012).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.40.

Tab. 1.40 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Šenkvice v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	2	INKZS-1, INKZS-2	3 (13. marec, 15. október, 6. november)	3 (3. apríl, 3. júl, 2. október)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	3	PVZS-1, PVZS-2, PVZS-3	Kontinuálne (každú hodinu)	
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Modra (indikatív 18060)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa vykonávajú v dvoch vrtoch, ktoré sa nachádzajú priamo na Ružovej ul. Vo vzťahu k svahovej deformácii im možno pripísať kontrolnú funkciu, pretože sa nachádzajú niekoľko metrov nad odlučnou hranou aktívneho zosuvu.

V roku 2013 boli zabezpečené tri kontrolné etapy meraní (vo vrte INKZS-2 z dôvodu technických problémov nebolo možné marcové meranie vyhodnotiť). Najvyššia deformácia bola nameraná vo vrte INKZS-1 počas októbrovej etapy. V sledovanom horizonte 4,27 m pod terénom jej hodnota dosiahla až 21,7 mm (za 7 mesiacov – obr. 1.141). Vysoké deformácie boli namerané aj v horizonte 18,77 m pod terénom 15,65 mm. Opakovaným meraním v novembri bol na oboch pozorovaných šmykových plochách pozorovaný výrazný pokles pohybovej aktivity. Vo vrte INKZS-2 bola najvyššia deformácia (v rámci sledovaných horizontov) dosiahnutá v hĺbke 2,5 m pod terénom (2,16 mm) počas októbrového merania. V ostatných sledovaných horizontoch tohto vrtu boli namerané nižšie deformácie (príl. 1.33).

V roku 2014 pokračovali merania tromi etapami. Najvyššia nameraná deformácia inklinometrických pažníc bola vo vrte INKZS-1, v hĺbke 6,77 m pod terénom počas jarného merania (od 15. októbra 2013 do 3. apríla 2014 dosiahla deformácia 14,59 mm, čo

predstavuje priemernú rýchlosť deformácie $31,33 \text{ mm.rok}^{-1}$). V ostatných sledovaných horizontoch namerané vektory počas tejto etapy len vzácné prekročili hodnotu 1 mm.

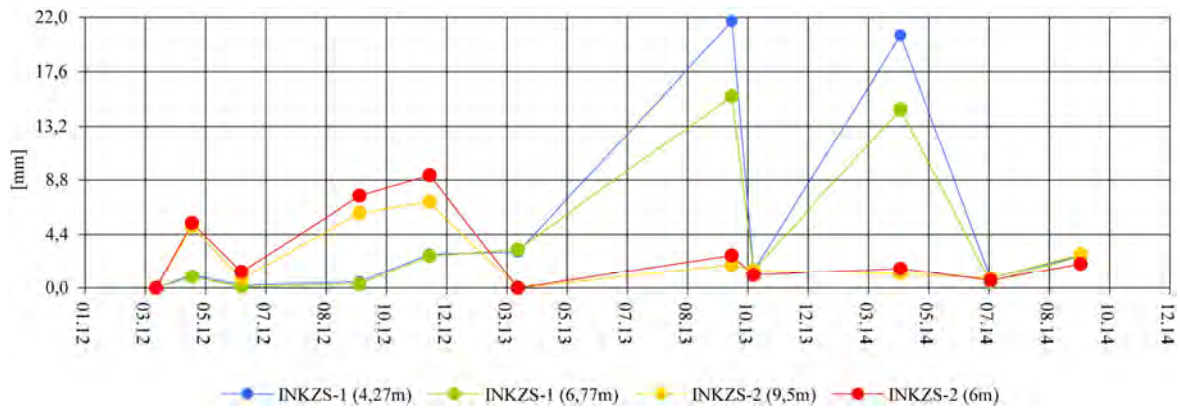


Obr. 1.141. Lokalita Šenkvice – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.33; čísla zobrazené pri jednotlivých vektoroch označujú hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrysy zosuvov podľa Žabkovej et al. (2010), mapový podklad: ZBGIS®

Namerané výsledky počas nasledujúcej etapy sú charakteristické pre stabilný stav. Prevažná väčšina vektorov nepresiahla hodnotu 1 mm. Najvyššia deformácia počas tejto etapy bola pozorovaná vo vrte INKZS-2 v hĺbke 17,50 m pod terénom (1,56 mm).

Počas poslednej etapy došlo k miernemu nárastu deformácie. Vo viacerých sledovaných horizontoch boli dosiahnuté vektory väčšie ako 2 mm (najväčší opäť vo vrte INKZS-2 – 2,28 mm).

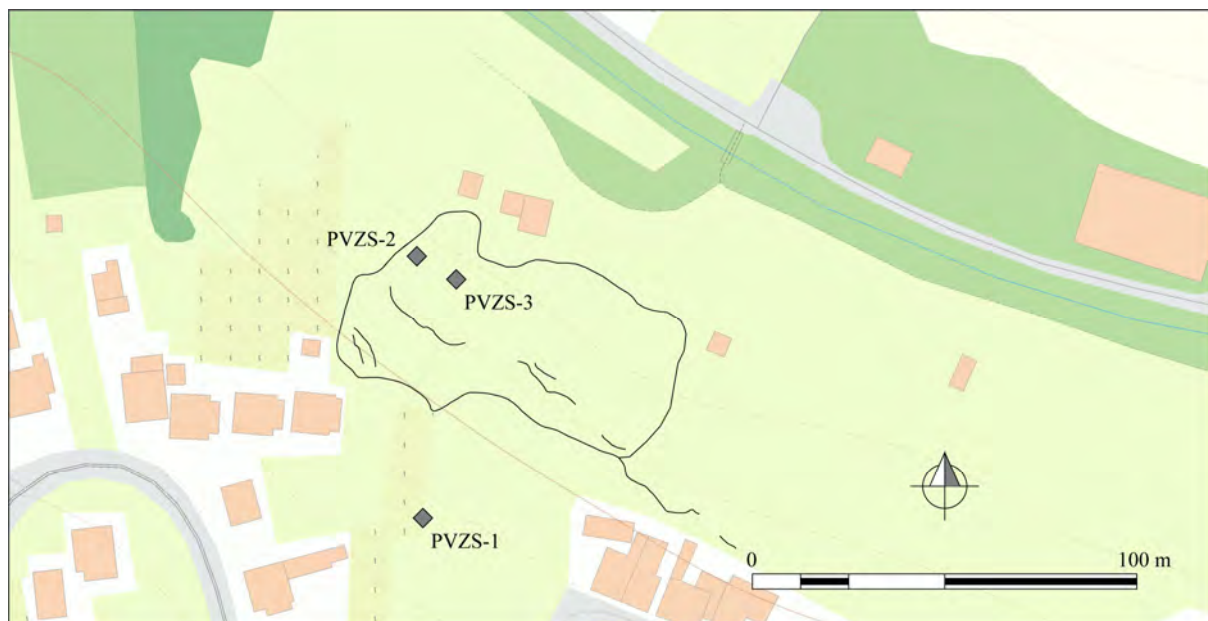
Azimuty deformácií, nameraných počas jednotlivých etáp v roku 2014, mali relatívne veľký rozptyl. Skutočnosť, že spádnica svahu je orientovaná na severovýchod a namerané azimuty vektorov dosahovali postupne hodnoty od 4 do 358° , vzbudzuje pochybnosť o relevantnosti nameraných výsledkov. Podobne, neistotu vzbudzujú i výsledné deformácie inklinometrickej pažnice v období monitorovania (obr. 1.141b). Odhliadnuc od deformácií najplytšieho horizontu, ktorý je spôsobený nestabilitou nadzemnej ochrannnej pažnice, sú napr. vo vrte INKZS-1 zvýšené hodnoty deformácie pozorované len v hĺbke 18,77 m pod terénom. Za celé monitorované obdobie výsledná deformácia v tomto horizonte dosiahla 1,84 mm, pričom sledovaný bod počas 11 etáp zaznamenal trajektóriu 10,66 mm. Výsledný azimut v opisovanom horizonte má orientáciu na juhovýchod, teda rozpore so spádnicou svahu (odklonený o viac ako 90°). Veľmi podobná situácia je i vo vrte INKZS-2. Z uvedenej analýzy vyplýva, že inklinometrické vrty v súčasnosti nepodávajú dostatočne vierohodné informácie o pohybovej aktivite zosuvného územia. Ich význam je možné vnímať s retrográdnym rozvojom svahového pohybu do vyšších častí svahu, spojeným s vznikom výraznej šmykovej plochy.



Obr. 1.142. Dlhodobé (2012 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Šenkvice

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody automatickými hladinomermi

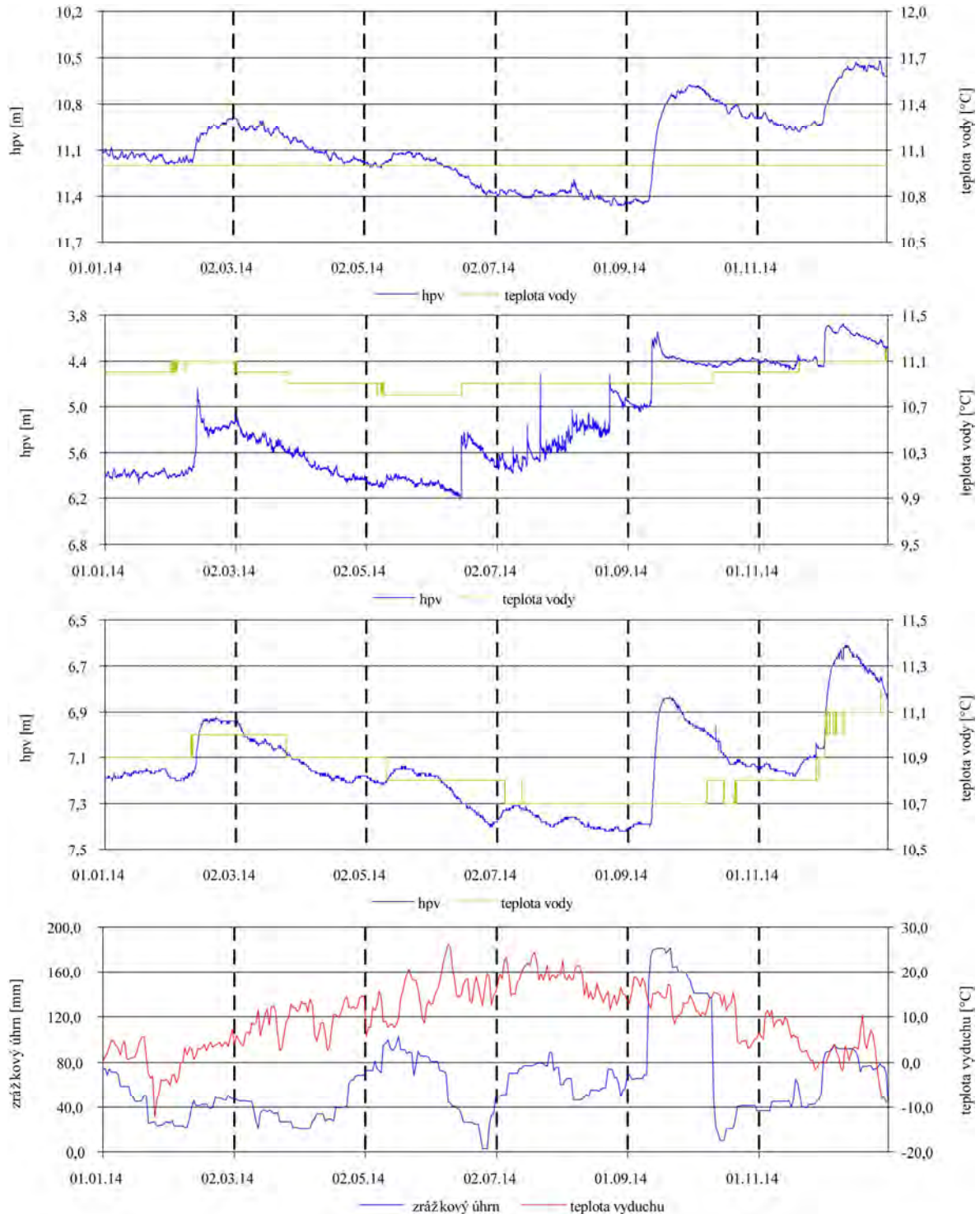
Od roku 2012 sa hladiny pozemnej vody monitorujú vo všetkých vrtoch automatickými hladinomermi. Vrt PVZS-1 sa nachádza v južnej časti zosuvného územia nad odľučnou oblasťou svahovej poruchy. Vrty PVZS-2 a 3 sa nachádzajú v prechodovej časti zosuvu, pričom umožňujú sledovať zmeny hladiny podzemnej vody v dvoch odlišných zvodnených horizontoch. Vrt PVZS-2 zaznamenáva zmeny hladiny podzemnej vody v plyšom a vrt PVZS-3 v hlbšom zvodnenom horizonte (obr. 1.143).



Obr. 1.143. Lokalita Šenkvice – monitorovacia sieť piezometrických vrtov. Mapový podklad: ZBGIS®

Vo vrte PVZS-1 v roku 2013 dosiahla priemerná hladina podzemnej vody hodnotu 10,52 m pod terénom. Podzemná voda v tomto vrte kolísala v rozsahu od 8,27 m pod terénom (12. apríl) do 11,49 m pod terénom (3. január), a teda celková amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody dosiahla 3,22 m. Vývoj hladiny podzemnej vody je možné rozdeliť do troch fáz. V období od začiatku januára až do marca hladina podzemnej vody stúpala s priemerným gradientom $2 \text{ cm} \cdot \text{deň}^{-1}$. Následne došlo k výraznému stúpnutiu hladiny podzemnej vody, kedy v priebehu 13 dní došlo k nárastu jej úrovne až o 1,53 m. V ostatnom období mala hladina podzemnej vody klesajúci, resp. vyrovnaný charakter. Zmeny teploty boli v tomto vrte minimálne ($0,1 \text{ }^\circ\text{C}$), čo poukazuje na jej hlbší obeh.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,55 m a v roku 2014 dosiahla hodnotu 11,07 m pod terénom. Amplitúda zmien hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahla len 0,94 m. Počas prvých deviatich mesiacov kolísala bez výraznejších zmien (obr. 1.144); v intervale od 10,89 – [28. február] do 11,46 m pod terénom – [26. august]). K výraznému vzostupu hladiny podzemnej vody došlo až



Obr. 1.144. Priebeh zmien úrovne hladiny podzemnej vody a teploty vody, zaznamenaný v roku 2014 automatickými hladinomermi na lokalite Šenkvice. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – PVZS-1, b – PVZS-2, c – PVZS-3; d – znázornenie denných zrážkových úhrnov v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň – SHMÚ Modra s indikativom 18060) a teploty vzduchu, na stanici SHMÚ Modra-Piesok (indikativ 18050)

v súvislosti s intenzívnymi zrážkami na začiatku septembra. Dňa 13. septembra hladina podzemnej vody v priebehu 12 hod. stúpila o 0,08 m a v priebehu 24 hod. až o 0,15 m. Vďaka tomuto gradientu dosiahla v priebehu 5 dní vzostup až 0,52 m. V mesiacoch október a november mala hladina podzemnej vody v tomto vrte mierne zostupný trend, ktorý bol prerušený decembrovými zrážkovými úhrnmi. Dňa 1. decembra spadlo väčšie množstvo zrážok (na stanici SHMÚ Modra – 29,5 mm za 24 hod.), ktoré sa okamžite prejavili prudkým vzostupom hladiny podzemnej vody. Záver roka bol spojený i s maximálnou hladinou podzemnej vody (27. december – 10,52 m pod terénom). Prudké zmeny hladiny podzemnej vody v mesiaci december poukazujú na pomerne vysokú nasýtenosť zóny aerácie, ako aj na vysoký podiel efektívnych zrážok v rámci nameraného zrážkového úhrnu.

Vo vrte PVZS-2 v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 5,43 m pod terénom a celkové kolísanie 2,73 m. Hladina podzemnej vody počas prvých troch mesiacov mala vzostupný charakter. Charakteristickou črtou pre toto obdobie boli zmeny hladiny podzemnej vody s viacerými intenzívnymi stúpnutiami. V niektorých prípadoch v priebehu 24 hodín stúpila aj niekoľko desiatok centimetrov. K najvýraznejšiemu vzostupu došlo 31. marca, kedy v priebehu 24 hodín hladina podzemnej vody stúpila až o 0,82 m (tento termín predstavoval zároveň aj maximálnu nameranú hladinu podzemnej vody v danom vrte). V zvyšnej časti roka mala hladina podzemnej vody prevažne klesajúcu tendenciu, resp. ustálený režim (od septembra do konca roka). Teplota podzemnej vody kolísala v intervale od 10,1 do 11,2 °C. Jej pokles, ktorý trval od marca až do mája, pravdepodobne súvisí s infiltráciou vôd z topenia snehovej pokrývky.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku stúpila o 0,2 m a dosiahla hĺbku 5,23 m pod terénom. Maximálne zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody v tomto vrte dosiahli 2,32 m.

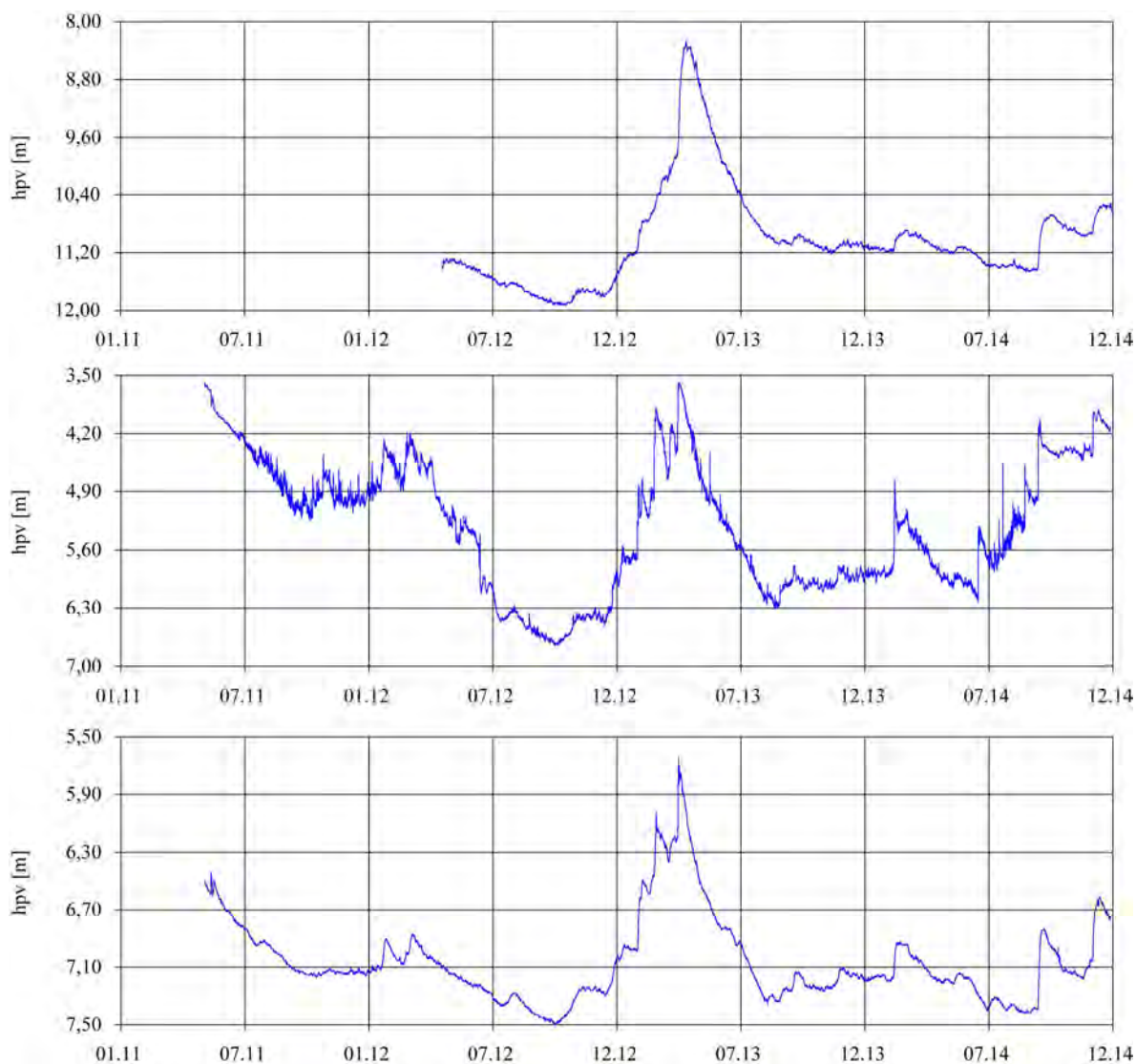
Automatickým hladinomerom bol výraznejší vzostup hladiny podzemnej vody zaznamenaný počas prvej polovice februára, a to v súvislosti s topením snehovej pokrývky, sprevádzaného zrážkami v kvapalnej forme. Od tohto termínu až do polovice júna, hladina podzemnej vody plynule klesala, kedy 15. júna dosiahla minimálny stav – 6,23 m pod terénom. V nasledujúcom období mala naopak vzostupný charakter. Počas tohto obdobia, vplyvom intenzívnejších zrážkových udalostí, dochádzalo k náhlym krátkodobým stúpnutiam hladiny podzemnej vody (obr. 1.144). Najvýraznejší takýto vzostup bol nameraný 12. septembra, kedy v priebehu 12 hodín stúpila hladina podzemnej vody až o 0,78 m. Podobne, výrazné stúpnutie bolo spôsobené i 1. decembra a následne o desať dní neskôr bola dosiahnutá maximálna hladina podzemnej vody (3,91 m pod terénom).

Vo vrte PVZS-3 v roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti dosiahla 6,88 m pod terénom a celkové zmeny jej úrovne predstavovali 1,72 m. Priebeh hladiny podzemnej vody mal podobný charakter ako vo vrte PVZS-2, ktorý zachytáva zmeny hladiny podzemnej vody v plytšom horizonte. Počas zimných mesiacov boli aj v tomto vrte namerané veľmi intenzívne vzostupy hladiny podzemnej vody. Po dosiahnutí maximálneho stavu (31. marec) hladina začala klesať. Tento trend pretrval až druhej polovice augusta. Zmeny teploty podzemnej vody indikujú úzke prepojenie medzi atmosférickými zrážkami a hladinou podzemnej vody.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku klesla o 0,26 m, vďaka čomu dosiahla hĺbku 6,88 m pod terénom. Celkové zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody predstavovali 0,81 m, čo v porovnaní s rokom 2013 znamená ustálenie režimu (obr. 1.145). Priebeh hladiny podzemnej vody je analogický ako vo vrte PVZS-1. Výraznejšie vzostupy boli zaznamenané najmä v druhej polovici roka. Maximálny vzostup počas roka bol pozorovaný v prvej polovici septembra. Počas päť dnového intervalu hladina podzemnej vody vystúpila až o 0,53 m (v období od 11. do 16. septembra).

Maximálna hladina bola dosiahnutá až 11. decembra. Naopak, minimálna hladina bola nameraná 22. augusta (7,42 m pod terénom).

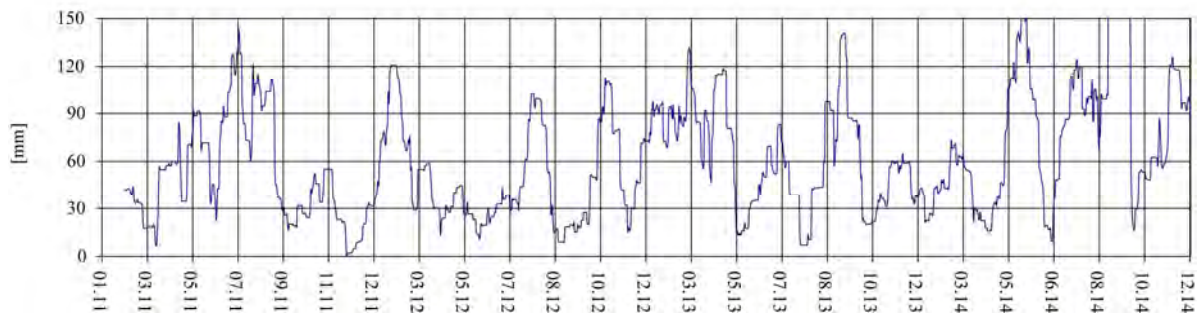
Celkovo možno konštatovať, že na zmenách hladiny podzemnej vody v jednotlivých vrtoch sa najvýraznejšie prejavili zimné a jarné zrážky v roku 2013. Intenzívne zrážkové úhrny namerané počas septembra 2014 sa na dopĺňaní zásob podzemnej vody prejavili najmä vo vrte PVZS-2.



Obr. 1.145. Dlhodobé (2011 – 2014) zmeny úrovne hladiny podzemnej vody, zaznamenané automatickými hladinomermi na lokalite Šenkvice. Automatické hladinomery sú umiestnené vo vrtoch: a – PVZS-1, b – PVZS-2, c – PVZS-3

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Informáciu o režimových pozorovaniach dopĺňujú údaje o zrážkových úhrnoch preberané zo stanice SHMÚ Modra (indikatív 18060 – obr. 1.146). Na stanici je dlhodobý zrážkový priemer 694,89 mm. V roku 2013 bol zaznamenaný zrážkový úhrn 749,6 mm, čo predstavuje 107,9 % dlhodobého priemeru a rok je hodnotený ako normálny. V roku 2014 bol na tejto stanici zaznamenaný zrážkový úhrn 734,2 mm, čo predstavuje 105,66 % dlhodobého priemeru (normálny rok).



Obr. 1.146. Dlhodobé (2011 – 2014) úhrny denných zrážok v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň) zo stanice SHMÚ Modra (indikatív 18060)

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 bol pozorovaný pokles priemernej ročnej hladiny podzemnej vody v dvoch z troch monitorovaných vrtov. Hladiny podzemnej vody reagovali najmä na výdatnejšie zrážky z prvej polovice septembra. Maximálne stavy boli zaznamenané v súvislosti s intenzívnejšími zrážkovými úhrnmi na začiatku decembra (stanica SHMÚ Modra – 1. december – 29,5 mm).

Realizovanými inklinometrickými meraniami boli síce zaznamenané zvýšené hodnoty deformácií (marcové meranie vo vrte INKZS-1), ale po vykonanej analýze ich nemožno považovať za dostatočne preukazné.

V roku 2014 bolo počas realizácie sanačných prác (geologická úloha „Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Šenkvice“ – Fekeč et al., 2014a in Šimeková et al., 2014) vybudovaný kotvený oporný múr, ktorý zabezpečuje severozápadnú časť odľučnej hrany. V roku 2015 je plánované vybudovanie drenážno-stabilizačného rebra, ktoré bude zabezpečovať teleso zosuvu.

I napriek realizovaným sanačným opatreniam, stále nie je definitívne vyriešené hospodárenie so splaškovými vodami. Tieto vody vytekajú do vybudovaného drenážneho potrubia a sú odvádzané do povrchového recipienta. Na túto skutočnosť, boli upozornení i zástupcovia miestnej samosprávy.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v režimových pozorovaniach. Zároveň plánujeme redukovať inklinometrické merania, ktoré v súčasnej dobe nepodávajú dostatočne vierohodné informácie o pohybovej aktivite zosuvného územia.

1.4.35. Lokalita Ruská Nová Ves

Stručná charakteristika lokality

Obec Ruská Nová Ves leží v severovýchodnej časti Košickej kotliny v doline Hradného potoka. Aktívny zosuv, ktorý sa nachádza SV od Ruskej Novej Vsi, vznikol po extrémnych zrážkach zaznamenaných v máji a júni roku 2010. Výsledkom pokračujúcej aktivity v roku 2011 bolo poškodenie vyše 20 chat, niekoľkých obytných budov, prístupových ciest, ihriska, inžinierskych sietí, studní, plotov, lesného porastu a pod. (Petro et al., 2012). Na geologickej stavbe zosuvného územia sa podieľajú neogénne morské íly a ílovce, miestami prachovité a vápnite (Kaličiak et al., 1991). V nadloží týchto hornín vystupujú svahové (deluviálne) sedimenty (ílovito-úlomkovité zeminy s premenlivým obsahom ostrohranných úlomkov andezitov; íly sú stredno- a vysokoplastické – Petro et al., 1984).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.41.

Tab. 1.41 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Ruská Nová Ves v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	RS-6	2 (19. apríl, 22. august)	1 (21. august)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	2	RS-3, RS-4	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	RVH-1, RVH-2	8 (22. marec, 25. apríl, 28. máj, 26. jún, 29. júl, 27. august, 2. október, 30. október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Prešov-planetárium (59160)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

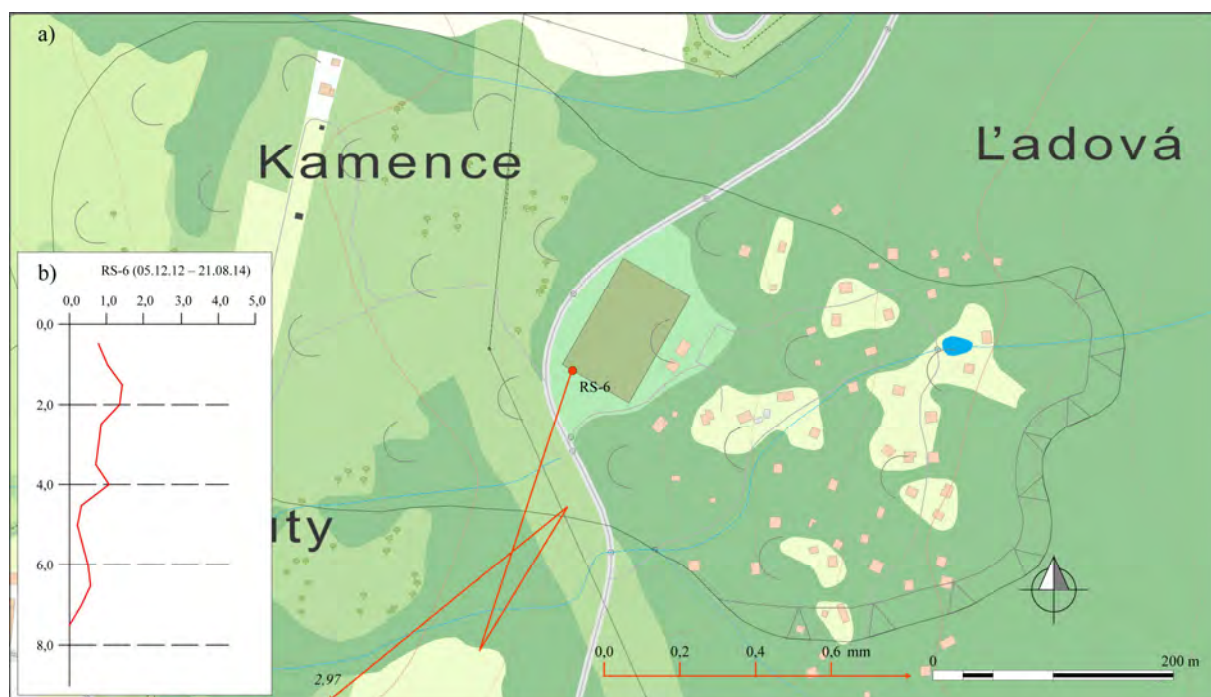
a/ Inklinometrické merania

Inklinometrické merania sa na lokalite do roku 2013 vykonávajú len v jednom vrte RS-6. Pôvodne boli na lokalite vybudované dva inklinometrické vrty, avšak v dôsledku vysokej pohybovej aktivity bol vrt RS-5 „ustrihnutý“ krátko po jeho vybudovaní.

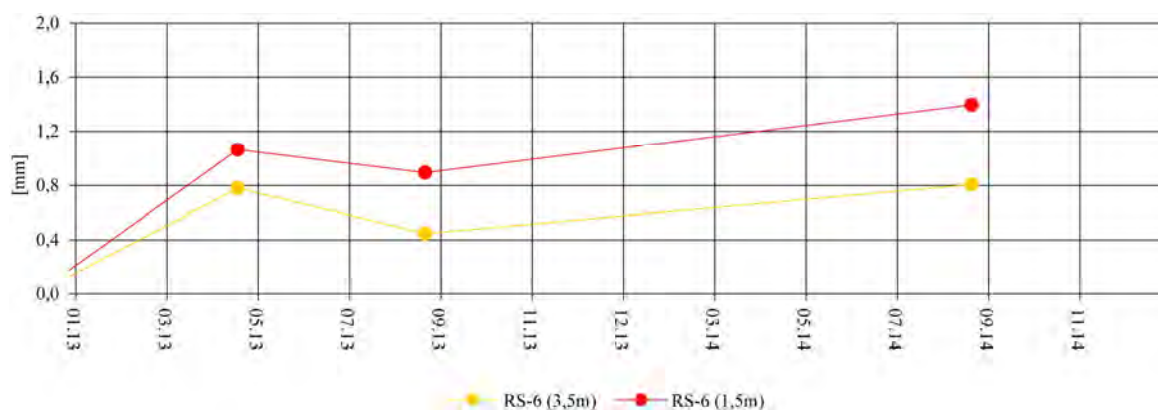
V roku 2013 bol vo vrte RS-6 preukázaný priaznivý stabilitný vývoj. V monitorovacom objekte boli namerané pomerne nízke hodnoty deformácie (najvyššia bola pozorovaná len

v najvyššom horizonte – tesne pod úrovňou terénu). V hlbších častiach zosuvného telesa nameraná pohybová aktivita ani v jednom prípade nedosiahla hodnotu 1 mm (obr. 1.147).

V roku 2014 bola zabezpečená realizácia jednej kontrolnej etapy. Počas ročného obdobia (august 2013 – august 2014) bol dokumentovaný stabilný stav. Deformácia nad 1 mm bola nameraná len v najplytšom horizonte (0,97 m pod terénom príl. 1.34). Treba však upozorniť na malú hĺbku vrtu. Predpokladáme, že (bazálna) šmyková plocha sa nachádza vo väčšej hĺbke a realizované merania nezachytili skutočnú pohybovú aktivitu zosuvného územia.



Obr. 1.147. Lokalita Ruská Nová Ves – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.34; číslo zobrazené pri vektore označuje hĺbku zaznamenananej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; obrisy zosuvov podľa Grecha (2012), mapový podklad: ZBGIS[®]

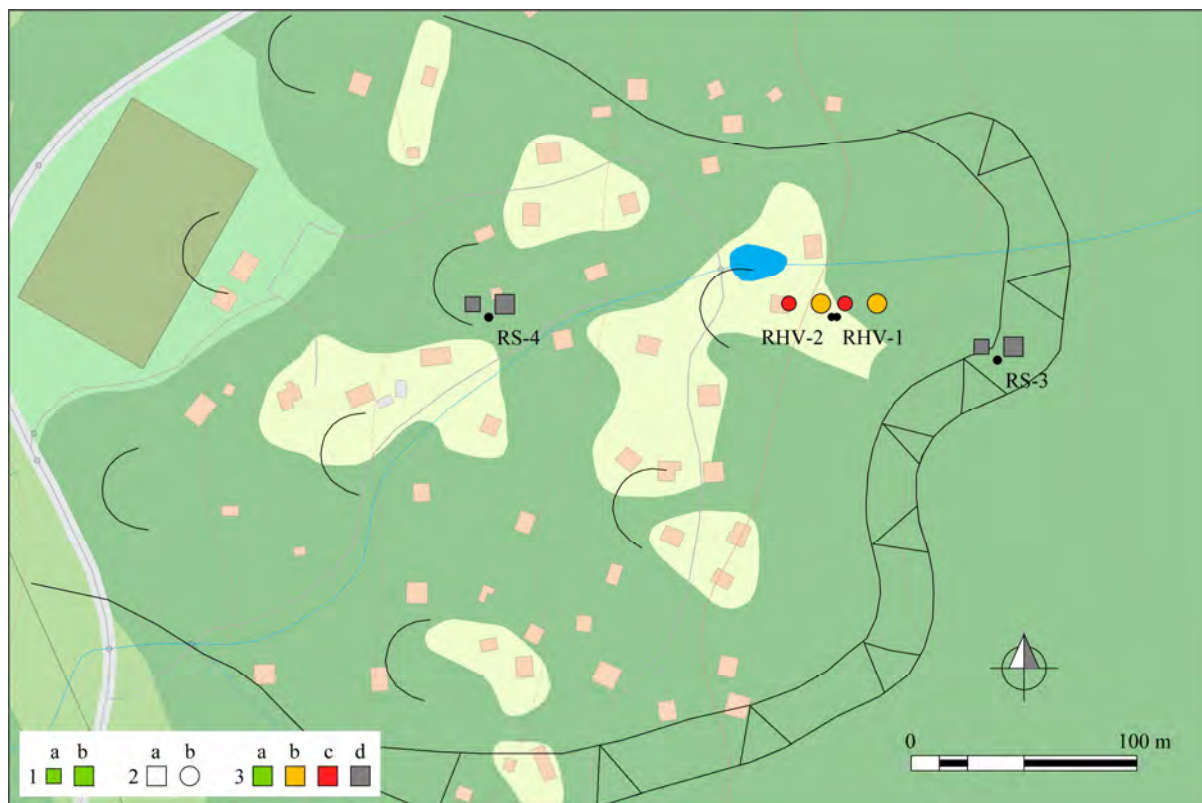


Obr. 1.148. Dlhodobé (2013 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite. Hĺbky sú uvádzané do ústia pažnice.

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

Hladiny podzemnej vody sa monitorujú v dvoch piezometrických vrtoch, z ktorých jeden (RS-3) sa nachádza v odľučnej a druhý (RS-4) v prechodovej oblasti (obr. 1.149).

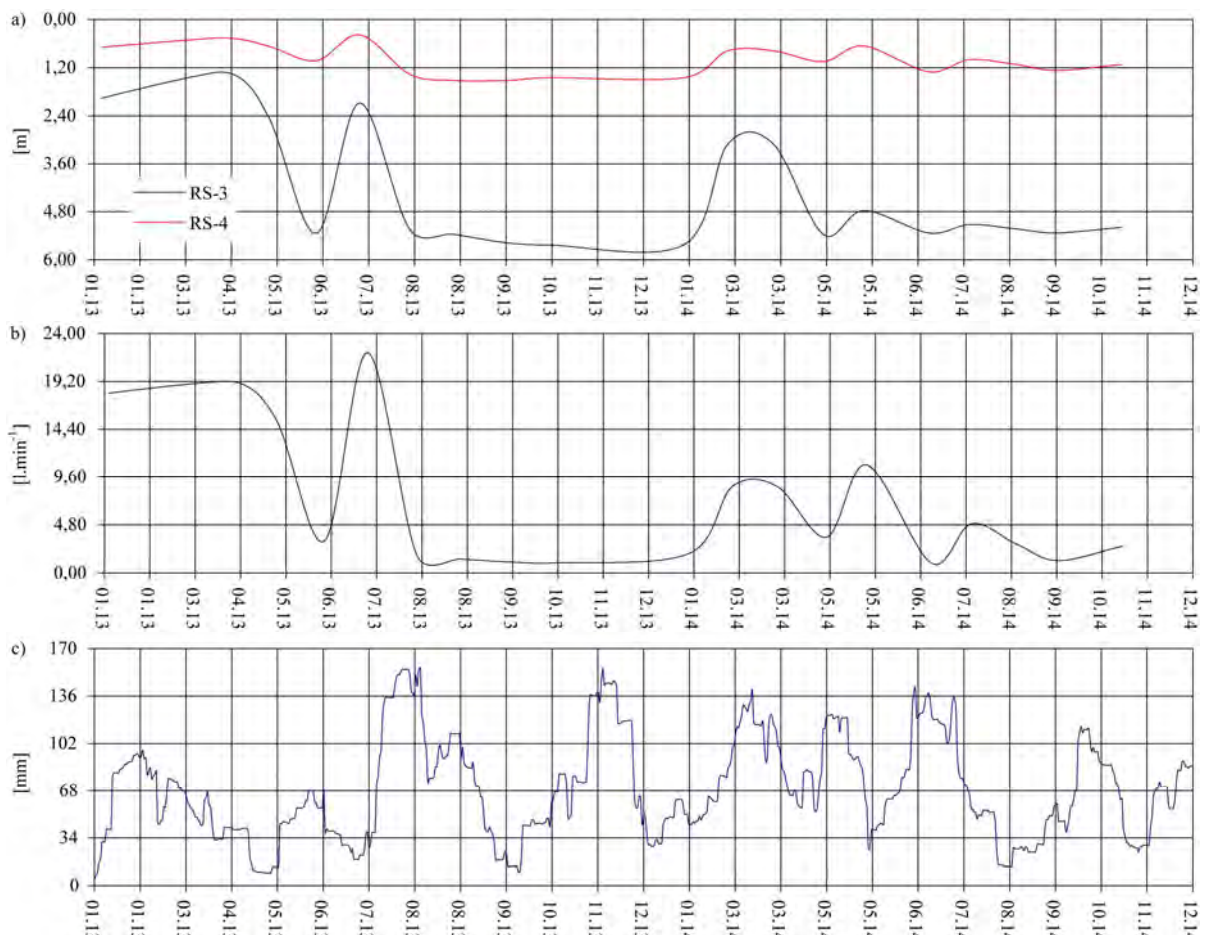
Priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2013 dosiahla hodnotu 2,78 m pod úrovňou terénu. Výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody bolo zaznamenané vo vrte RS-3 (4,31 m – obr. 1.150). Najvyššie, teda najbližšie k povrchu terénu, vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte RS-4 počas júnového merania (len 0,38 m pod terénom). V tomto vrte sa hladina podzemnej vody nachádzala relatívne blízko terénu prakticky počas celého monitorovaného obdobia.



Obr. 1.149. Lokalita Ruská Nová Ves – výsledky režimových meraní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (nehodnotený); ohraničenie zosuvu podľa Grecha (2012), mapový podklad: ZBGIS®

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 klesla o 0,16 m a dosiahla hodnotu 2,78 m pod úrovňou terénu. Opäť bolo výraznejšie kolísanie hladiny podzemnej vody zaznamenané vo vrte RS-3 (2,52 m). Hladina podzemnej vody v tomto vrte dosiahla maximálny stav na konci februára a minimálny stav na konci januára (príl. 1.34). Vo vrte RS-4 bola počas roka nameraná pomerne malá amplitúda zmien (len 0,79 m). Priemerná hladina podzemnej vody sa počas roku nachádzala v hĺbke 1,05 m pod terénom, teda relatívne plytko. Maximálna hladina podzemnej vody v tomto vrte bola nameraná na konci mája, po výdatnejších zrážkach z prvej polovice mesiaca. Vysoké zrážkové úhrny zaznamenané na stanici SHMÚ Prešov-planetárium počas júna a júla, ale aj v jesenných mesiacoch, sa na zmenách hladiny prejavili len nepatrne. Za uvedenou skutočnosťou je možné vidieť i veľmi nízku frekvenciu meraní (10 meraní za rok).

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia (posledné dva roky) je možné pozorovať, že na začiatku monitorovacích meraní sa hladiny podzemnej vody nachádzali v oboch vrtoch v blízkosti terénu. Na konci jarného obdobia 2013 však došlo vo vrte RS-4 k poklesu (obr. 1.150).



Obr. 1.150. Výsledky spracovania dlhodobých režimových pozorovaní (2013 – 2014) na lokalite Ruská Nová Ves. a – priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch RS-3 a RS-4, b – spoločná výdatnosť horizontálnych vrto; c – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Prešov-planetárium s indikatívom 59160)

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla hodnotu $8,17 \text{ l.min}^{-1}$. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte RS-4 ($12,26 \text{ l.min}^{-1}$). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná počas júnového termínu merania (až $22,08 \text{ l.min}^{-1}$).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť odvodňovacích vrto v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2013 klesla o $3,55 \text{ l.min}^{-1}$ a v roku 2014 dosiahla hodnotu $4,62 \text{ l.min}^{-1}$. Najvyššia výdatnosť bola v oboch vrtoch nameraná počas mesiaca máj (príl. 1.34). Ich spoločná výdatnosť počas tohto termínu dosahovala $10,82 \text{ l.min}^{-1}$ (obr. 1.150). Najnižšie hodnoty výdatnosti boli v oboch vrtoch namerané 8. júla.

Výraznejšie kolísanie výdatnosti bolo pozorované vo vrte RHV-2, a to až $6,0 \text{ l.min}^{-1}$. Podobne, ako pri meraniach hĺbky hladiny podzemnej vody, i v tomto prípade frekvencia meraní neumožňuje vykonať dôkladnú koreláciu medzi zaznamenanými zrážkovými úhrnmi a výdatnosťou odvodňovacích zariadení.

Pri hodnotení dlhšieho časového obdobia je možné na obr. 1.150 vidieť, že v roku 2013 bol zaznamenaný pokles výdatnosti odvodňovacích vrto. Od augusta do novembra 2013 výdatnosti dosahovali veľmi nízke hodnoty. Mierny nárast spoločnej výdatnosti spôsobilo zimné a jarne topenie snehovej pokrývky, spojené s pomerne výdatnými zrážkami v roku 2014. Za pozitívne je možné považovať, že vrty permanentne, i počas suchého obdobia, odvádzajú podzemné vody.

d/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri zosuvnej lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Meranie výdatnosti potvrdilo, že vybudované odvodňovacie vrty sú funkčné – počas všetkých meraní bol z nich pozorovaný výtok podzemnej vody. Koreláciou medzi nameranými hĺbkami hladiny podzemnej vody a veľkosťami výdatnosti sa ukázal pomerne úzky vzťah, čo znamená, že prietok odvodňovacích vrtoch kolíše v závislosti do výšky hladiny podzemnej vody.

V oblasti jediného funkčného inklinometrického vrtu neboli počas meraní zaznamenané žiadne významnejšie deformácie. Vzhľadom na rozsah zosuvného územia treba však podotknúť, že získané informácie o pohybovej aktivite nepodávajú komplexný obraz o celom zosuvnom území, ale len o jeho prechodovej oblasti. Navyše predpokladáme, že aktívna šmyková plocha sa nachádza vo väčšej hĺbke ako je samotná hĺbka inklinometrického vrtu, v ktorom sú sledované podpovrchové deformácie. Pre spoľahlivé posúdenie stability, resp. pohybovej aktivity je potrebné rozšíriť monitorovaciu sieť o nové inklinometrické vrty, ktoré budú siahať do väčšej hĺbky.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v monitorovacích aktivitách v nezmenenej frekvencii a rozsahu. Znamená to, že bude zabezpečených 10 etáp režimových pozorovaní a 1 kontrolné inklinometrické meranie.

1.4.36. Lokalita Petrovany

Stručná charakteristika lokality

Obec Petrovany leží v severnej časti Košickej kotliny, na východnom brehu Torysy. Zosuv sa aktivizoval v júni 2010 a ohrozuje niekoľko rodinných domov. Prevažná časť obce leží na kvartérnych (holocénnych) uloženinách rieky Torysy. Západne orientované svahy (východný okraj obce) sú budované neogénnymi sedimentmi (miocén) kladzianskeho súvrstvia. Ide o pestré ílovce, pieskovce, hality a anhydrity (Kaličiak et al., 1991). Na svahu vystupujú relikt akumulácií vrchných terás (pleistocén), ktoré sú tvorené štrkami a piesčitými štrkami. Na predmetnom zosuvnom území vystupujú však hlavne deluviálne a deluviálno-eluviálne sedimenty, tvorené ílmi, miestami siltami a piesčitými ílmi.

Monitorovacie aktivity sa vykonávajú na jednom inklinometrickom vrte, ktorý je situovaný nad odľučnou hranou aktívneho zosuvu (obr. 1.151) a na odvodňovacích objektoch.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v roku 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.42.

Tab. 1.42 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Petrovany v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Inklinometrické	1	PJ-7	3 (16. apríl, 21. august, 14. november)	1 (19. august)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	3	PHV-1, PHV-2, PHV-3	7 (25.apríl, 28.máj, 26.jún, 29.júl, 27.august, 2.október, 30.október)	10 (27. január, 25. február, 27. marec, 29. apríl, 26. máj, 8. júl, 4. august, 4. september, 1. október, 13. november,)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Prešov-planetárium (59160)	Denné úhrny zrážok	

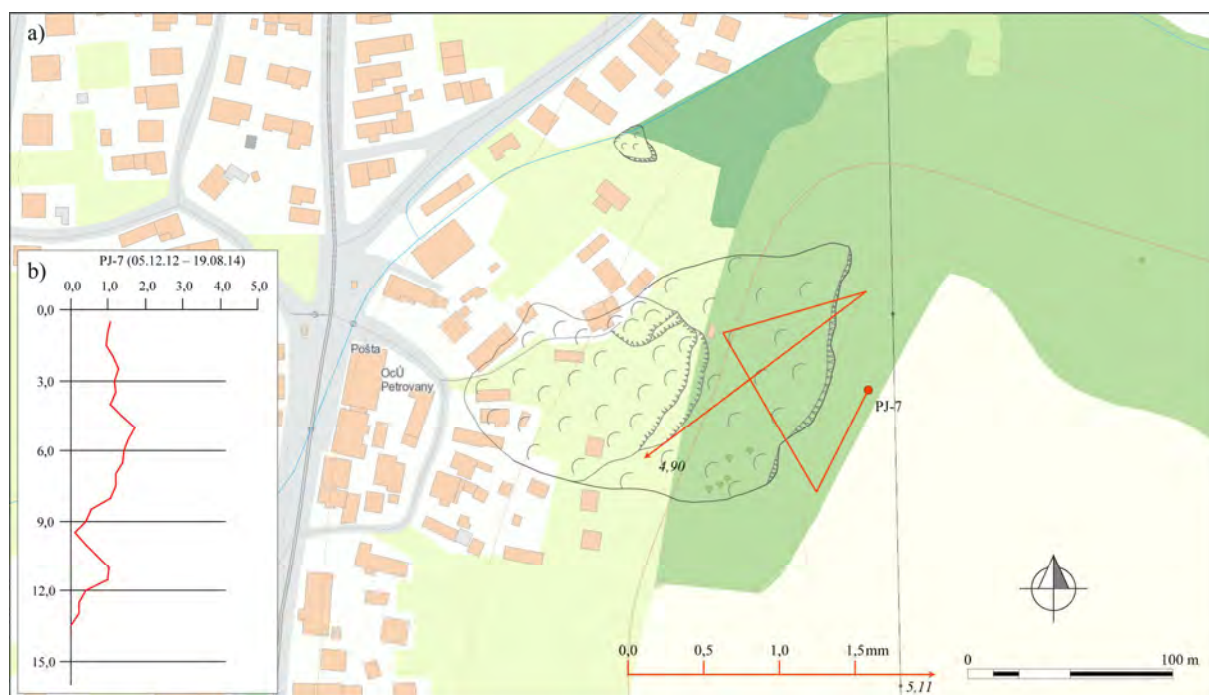
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014

a/ Inklinometrické merania

V roku 2013 boli vykonané tri etapy meraní. Z výsledkov vyplýva, že zvýšené hodnoty pohybovej aktivity boli namerané počas augustového a novembrového merania v hĺbke 5,5 m pod úrovňou terénu. Počas augustovej etapy nameraná deformácia dosiahla veľkosť 1,22 mm a počas novembrovej etapy 0,98 mm. Nižšie hodnoty boli dosiahnuté v apríli (približne za štvormesačné obdobie), kedy hodnota deformácie v horizonte 5,5 m pod terénom dosiahla 0,67 mm (obr. 1.151, príl. 1.35).

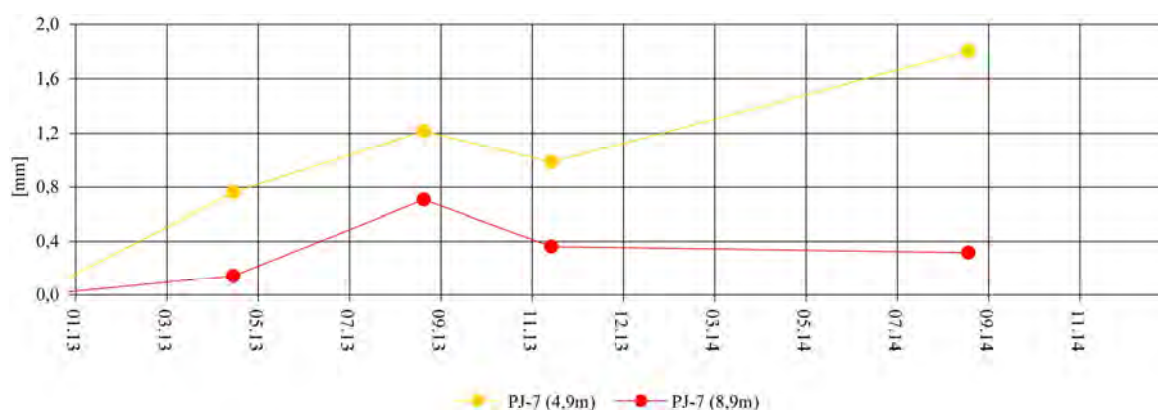
V roku 2014 bolo v auguste zrealizované jedno kontrolné meranie, ktoré charakterizuje pohybovú aktivitu predchádzajúceho deväťmesačného obdobia. V sledovanej hĺbke 4,9 m pod terénom bola nameraná deformácia inklinometrickej pažnice s hodnotou 1,8 mm a v hĺbke

8,9 m pod terénom 0,32 mm. Azimut nameraného vektora v plyšom horizonte má orientáciu na juhozápad a v hlbšom horizonte na juhovýchod, pričom spádnica svahu je orientovaná na severozápad.



Obr. 1.151. Lokalita Petrovany – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácií namerané v rokoch 2013 a 2014 (obdobia jednotlivých meracích etáp sú v súlade s prílohou 1.35; číslo zobrazené pri vektore označuje hĺbku zaznamenatej deformácie od povrchu terénu v m), b – výsledná deformácia inklinometrickej pažnice za dlhšie časové obdobie; mapový podklad: ZBGIS®

Dlhodobé striedanie azimutov nameraných deformácií sa prejavuje i na celkovom priebehu deformácií inklinometrickej pažnice, vďaka čomu je problematické stanovenie hĺbky šmykovej plochy (obr. 151b). Krivka, ktorá charakterizuje vertikálnu deformáciu vrtnu naznačuje, že v oblasti monitorovaného vrtnu prevládajú relatívne priaznivé stabilné pomery.



Obr. 1.152. Dlhodobé (2013 – 2014) prírastky deformácie namerané na šmykových plochách metódou presnej inklinometrie na lokalite Petrovany

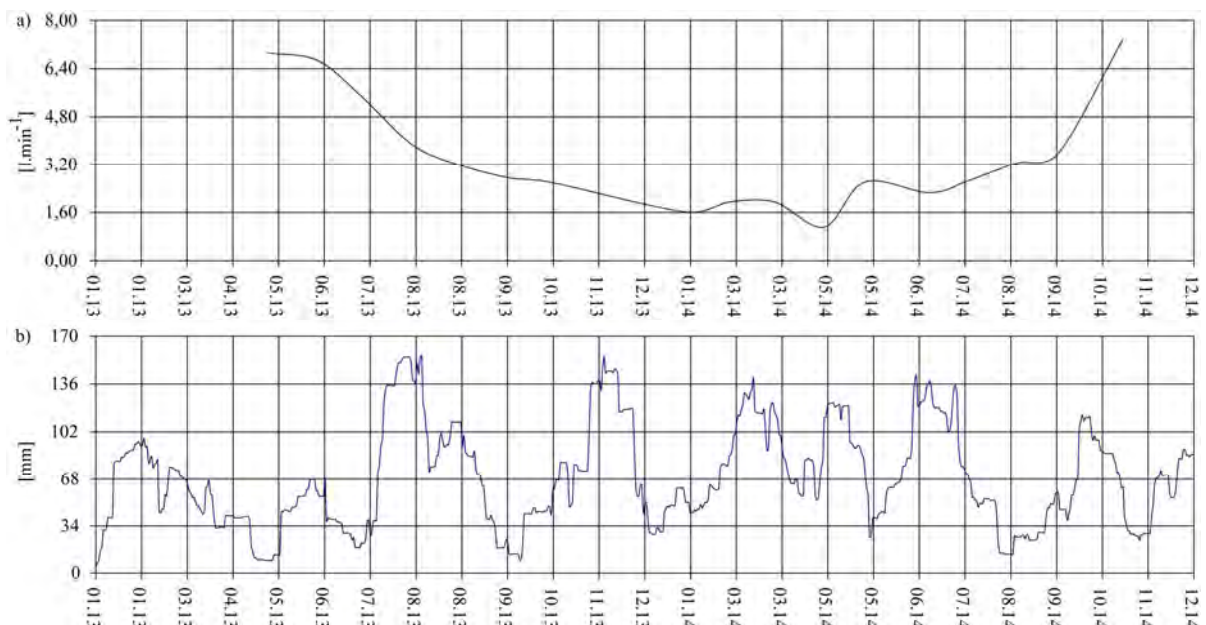
Reprezentatívnosť výsledkov nameraných v tomto vrte spochybňuje pomer medzi absolútnou zmenou bodu, sledovaného v jednotlivých hĺbkach (meraných v 0,5 m intervaloch) a trajektóriou bodu, ktorá bola počas 5 etáp nameraná. Napríklad v hĺbke 4,9 m pod terénom je absolútna zmena medzi nultým a ostatným meraním len 1,52 mm, ale

nameraná trajektória dosahuje až 4,77 mm. Uvedené skutočnosti môžu do značnej miery súvisieť so situovaním monitorovacieho objektu do oblasti nad odlučnou hranou zosuvu.

Skutočnú pohybovú aktivitu zosuvného územia nie je možné inklinometrickými meraniami stanoviť.

b/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 dosiahla hodnotu $4,52 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte PHV-1 ($2,5 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ – obr. 1.134). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná 25. apríla ($6,93 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$) a naopak, najnižšia 30. októbra ($2,6 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Počas celého monitorovaného obdobia bol pozorovaný postupný pokles objemu odvádzanej vody. Nárast výdatnosti nebol pozorovaný ani po intenzívnejších zrážkových úhrnoch v mesiacoch júl a august.



Obr. 1.153. Výsledky spoločnej výdatnosti odvodňovacích zariadení na lokalite Petrovany znázornené spoločne so zrážkovými úhrnmi, zaznamenanými na stanici SHMÚ Prešov-planetárium (indikatív 59160)

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť v porovnaní s predchádzajúcim rokom 2013 klesla o $1,68 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a v roku 2014 dosiahla hodnotu $2,84 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Najvýraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte PHV-2 ($5,04 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ – príl. 1.35). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná v polovici novembra ($7,37 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$), čo predstavuje i najvyššiu spoločnú výdatnosť, nameranú za celé monitorované obdobie. Počas uvedeného termínu bola vo vrte PHV-2 nameraná výdatnosť $5,60 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Naopak, najnižšia výdatnosť bola nameraná 29. apríla ($1,12 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$). Počas celého hodnoteného roka bol pozorovaný postupný vzostup objemu odvádzanej vody. Pokles výdatnosti bol pozorovaný len na konci apríla. Na základe uvedených skutočností je možné vybudované odvodňovacie vrty hodnotiť ako efektívne, pretože i počas relatívne suchého obdobia sa podieľali na znižovaní úrovne hladiny podzemnej vody.

c/ Meranie zrážkových úhrnov

Zrážkové úhrny na stanici Prešov-planetárium s indikatívom 59160 sú opísané pri zosuvnej lokalite Fintice.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Merania výdatnosti počas roka 2014 poukazujú na vzostupný trend odvádzaných množstiev podzemnej vody zo zosuvného územia. Metódou presnej inklinometrie bol v porovnaní s predchádzajúcim rokom pozorovaný nárast pohybovej aktivity. Vierohodnosť nameraných výsledkov, vzhľadom na situovanie inklinometrického vrtu, je nízka. Vrt sa totiž nachádza mimo telesa zosuvu. Pre získanie spoľahlivých informácií o pohybovej aktivite zosuvného územia je potrebné doplniť pozorovaciu sieť o nové inklinometrické vrty, ktoré by boli situované priamo v telese zosuvu. V súčasnej situácii sa nevieme vyjadriť k skutočnej pohybovej aktivite zosuvného telesa.

V roku 2015 plánujeme pokračovať v monitorovacích meraniach v rovnakom rozsahu a frekvencii ako v predchádzajúcom roku.

1.4.37. Lokalita Vinohrady nad Váhom

Stručná charakteristika lokality

V obci sú monitorované dve zosuvné územia. Prvé z nich sa nachádza v miestnej časti Kamenica a je monitorované od roku 2013. Druhé územie, monitorované už dlhšie obdobie, nachádzajúce sa v miestnej časti Paradič, bolo v minulosti prezentované ako súčasť rozsiahleho frontálneho zosuvu, ktorý sa tiahne od Serede až po Hlohovec, pod označením Hlohovec-Posádka.

V súčasnosti sú monitorovacie aktivity na lokalite Kamenica zamerané na sledovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v oblasti zosuvu, ktorý sa aktivizoval v roku 2011. V časti Paradič sú monitorované západné svahy Nitrianskej pahorkatiny, ktoré boli v minulosti vystavené laterálnemu podrezávaniu riekou Váh a v súčasnosti sú mimoriadne náchylné na zosúvanie. Do roku 2013 boli v tejto časti monitorovacie aktivity zamerané na sledovanie pohybovej aktivity metódou GNSS. Dôvodom monitorovania stability tejto časti územia je projektovaná výstavba Vodného diela Sered' – Hlohovec.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.43.

Tab. 1.43 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Vinohrady nad Váhom v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Geodetické (GNSS)	6	GA-6, GPL-1, GPL -2, HSJ-97, HSJ-98 P-35 (pevný bod)	2 (9. júla, 6. novembra)	0 (nemerané)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	5	V-4, V-5S, V-5H, V-6, V-7	23 (2 x mesačne)	16 (1 – 2 x mesačne)
Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení	2	VSI-1, VH-8	23 (2 x mesačne)	16 (1 – 2 x mesačne)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V roku 2013 bolo vykonané len jedno kontrolné meranie. Najvýraznejšia polohová zmena bola nameraná v bode HSV-50 (46,77 mm). Zmeny polohy bodu nad 10 mm boli namerané aj na bodoch HSJ-98 a HSJ-38. Na ostatných pozorovacích bodoch vektory posunov nepresiahli chybu merania.

Na základe analýzy dlhšieho radu záznamov možno dospieť k záveru, že namerané vektory sú do značnej miery ovplyvnené nedostatkami v technickom zabezpečení monitorovacej siete. Body nie sú dostatočne stabilizované a preto predpokladáme, že vo

výslednom etapovom posune je zahrnutá i zložka, ktorá nesúvisí so samotným zosuvným pohybom.

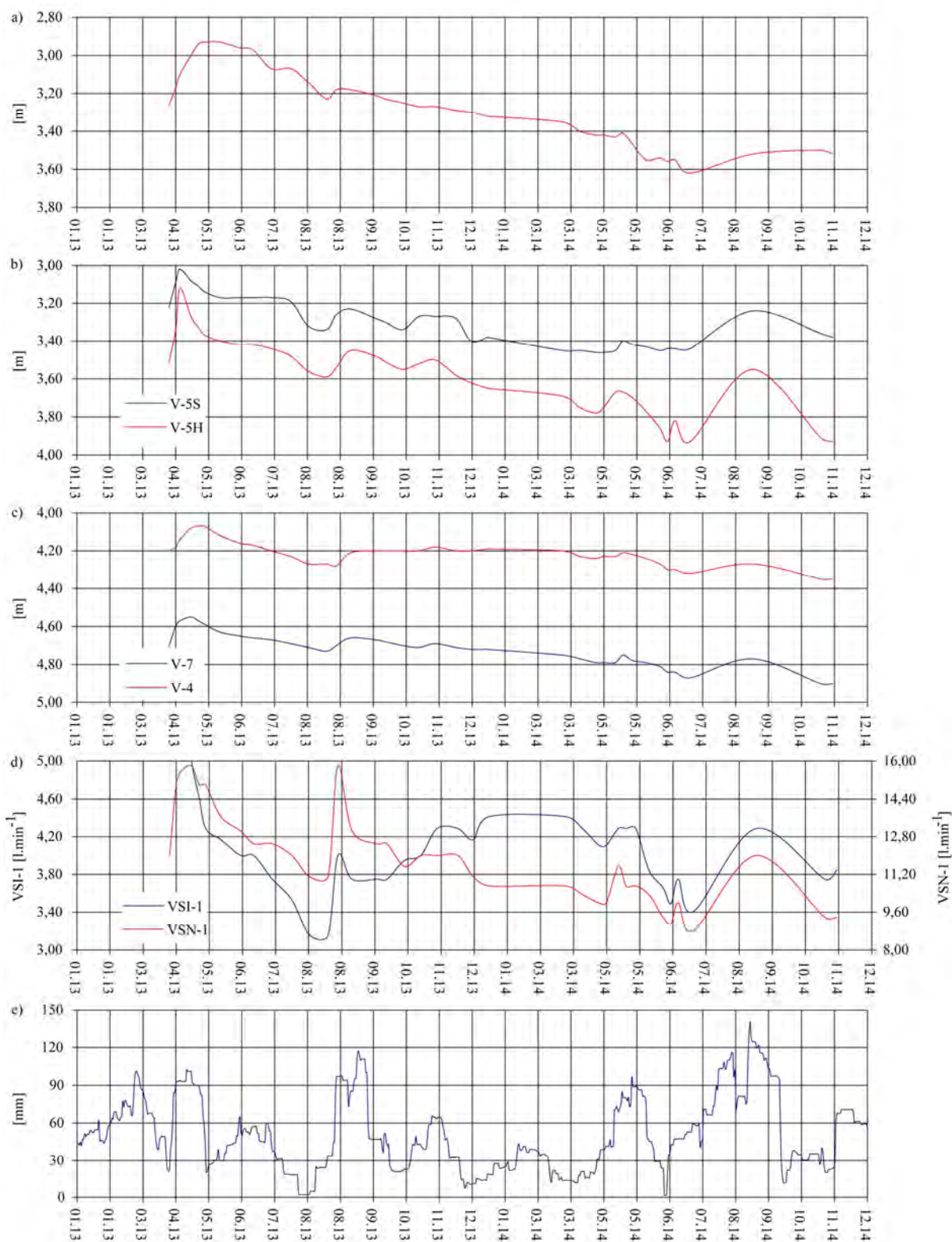


Obr. 1.154. Lokalita Vinohrady nad Váhom, miestna časť Kamenica – výsledky režimových pozorovaní. 1 – režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatností odvodňovacích zariadení v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – monitorovacie objekty: a – piezometrické vrty merané pozorovateľom, b – odvodňovacie subhorizontálne vrty, 3 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

b/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

V roku 2013 sa režimové merania vykonávali od druhej polovice marca. Za obdobie cca 10 mesiacov dosiahla priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody 3,71 m pod terénom. Zmeny hladiny podzemnej vody boli počas monitorovaného obdobia minimálne. Maximálna amplitúda zmien vo vrte V-5H dosiahla 0,5 m (obr. 1.154, príl. 1.36). Počas jarných mesiacov bolo možné prakticky vo všetkých vrtoch sledovať určitý nárast hladiny podzemnej vody (vo vrtoch V-7 a V-4 však len minimálny) a zhruba od mája do konca roka dochádzalo k poklesu hladiny podzemnej vody, resp. bol sledovaný jej vyrovnaný priebeh.

V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody v porovnaní s predchádzajúcim rokom klesla o 0,23 m a v roku 2014 dosiahla 3,94 m pod terénom. Pre všetky monitorované hladiny podzemnej vody v rámci lokality je typické minimálne kolísanie. Najväčšia amplitúda bola nameraná vo vrte V-5H, a to 0,38 m. V ostatných vrtoch boli zmeny ešte menšie. Z priebehov hladín na obr. 1.155 je vo väčšine prípadov pozorovateľný zostup hladiny podzemnej vody. Kolísanie, resp. jej vzostup nepatrne ovplyvňovali intenzívne zrážky.



Obr. 1.155. Výsledky spracovania režimových pozorovaní (2013 – 2014) z vybraných vrtov na lokalite Vinohrady nad Váhom, miestna časť Kamenica. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrtoch: a – V-6, b – V-5S a V-5H, c – V-7 a V-4; d – výdatnosť horizontálnych vrtov VSI-1 a VSN-1; e – zrážky v mm (súčet za 30 dní s postupom 1 deň; SHMÚ Siladice s indikativom 18540)

V rámci monitorovaných vrtov sa najbližšie k povrchu terénu dostala hladina podzemnej vody v oblasti vrtu V-5S (3,24 m pod terénom počas 15. septembra). Naopak, najnižšia hladina bola nameraná vo vrte V-7 (4,90 m pod terénom).

c/ Merania výdatnosti odvodňovacích zariadení

Meranie výdatnosti sa vykonáva na dvoch odvodňovacích vrtoch. Sumárna priemerná výdatnosť v roku 2013 (od marca do decembra) dosiahla hodnotu 17,04 l.min⁻¹. Výraznejšie zmeny vo výdatnosti boli zaznamenané vo vrte VSN-1 (5,08 l.min⁻¹) s maximálnou hodnotou v auguste (15,79 l.min⁻¹) a minimálnou hodnotou v januári (10,71 l.min⁻¹). Najvyššia sumárna výdatnosť bola nameraná 16. apríla (20,79 l.min⁻¹).

V roku 2014 sumárna priemerná výdatnosť v porovnaní s predchádzajúcim rokom klesla o 2,83 l.min⁻¹ a v roku 2014 dosiahla 14,21 l.min⁻¹. Podobne ako v predchádzajúcom roku, najvyššia výdatnosť bola pozorovaná vo vrte VSN-1. Maximálne výdatnosti v tomto vrte boli počas roka namerané v súvislosti s septembrovými zrážkami. Naopak, najnižšie hodnoty výdatnosti boli namerané po dlhšom bezzrážkovom období (od 28. mája do 28. júna dosiahol sumárny zrážkový úhrn 1,7 mm) v letných mesiacoch (obr. 1.155). Na základe realizovaných meraní je vidieť, že kolísanie výdatnosti korešponduje so zrážkovými úhrnmi, teda vybudované hĺbkové odvodnenie z roku 2011 sa pri znižovaní hladiny podzemnej vody prejavuje ako efektívne.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 boli monitorovacie aktivity zamerané výlučne len na meranie hĺbok hladín podzemných vôd a výdatností drenážnych zariadení v časti Kamenica.

Výsledky režimových meraní poukazujú na veľmi ustálený vývoj hladiny podzemnej vody. Maximálna amplitúda počas hodnoteného roka dosiahla len 0,38 m.

V prípade sledovania výdatnosti odvodňovacích zariadení bol pozorovaný uspokojivý stav. Objemy meranej výdatnosti pomerne dobre korelujú so zrážkovými úhrnmi. Najmä v prípade vrtu VSN-1 je možné konštatovať, že jeho situovanie, ale predovšetkým zachytenie zvodnených piesčitých polôh, má vplyv na výslednú stabilitu v najkritickejšej oblasti zosuvného územia (prieme ohrozenie rodinného domu).

V roku 2015 plánujeme na lokalite prerušiť monitorovacie aktivity. Pozorovacia sieť, využívaná na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody nebola vybudovaná pre účely dlhodobého monitorovania. Na základe výsledkov z predchádzajúcich meraní predpokladáme, že režimové pozorovania zabezpečované vo vybudovaných piezometrických vrtoch nepodávajú objektívne informácie o zmenách hĺbky hladiny podzemnej vody. Vrty sú podľa nášho názoru zakolmatované a pozorované hladiny v nich nekorešponujú s hladinami podzemnej vody v zosuvnom území. Obnovenie monitorovacích meraní bude možné po dobudovaní monitorovacej siete.

1.4.38. Lokalita Hlohovec-Posádka

Stručná charakteristika lokality

Rozsiahle frontálne zosuvy medzi Hlohovcom a Sereďou sa vytvorili v prostredí neogénnych sedimentov v dôsledku abrázie rieky Váh, komplikovaných hydrogeologických pomerov (striedanie nepriepustných a priepustných polôh sedimentov s viacerými tlakovými horizontmi vody), ako aj neotektonickej aktivity územia. Celková šírka zosuvného územia je až 18 km, dĺžka zosuvov nepresahuje 700 až 800 m (Otepka et al., 1983). V súvislosti s projektom vodného diela Sereď – Hlohovec boli obnovené monitorovacie aktivity v tej časti územia, ktorá sa môže dostať do priameho kontaktu s projektovaným dielom. Z pôvodnej monitorovacej siete sa využívajú zachované funkčné vrty, ktoré umožňujú na lokalite aplikovať merania vrtným variantom metódy PEE. Ochranné pažnice viacerých vrtov boli použité ako stabilizované body pri sledovaní pohybovej aktivity zosuvného územia prostredníctvom geodetických meraní.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.44.

Tab. 1.44 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Hlohovec-Posádka v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Geodetické (GNSS)	6	HSJ-37a, 38, 39, 49, 50, P-15 (pevný bod)	2 (9. júla, 6. novembra)	0
Inklinometrické	1	LP-1	1 (10. október)	0
PEE	12	HSJ-25, 26, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 46, 49, HSV-35, 40	6 (6. marec, 11. apríl, 21. máj, 19. júl, 20. september, 19. november)	5 (4. marec, 17. apríl, 26. jún, 7. august, 29. september)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Siladice (indikatív 18540)	Mesačné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Geodetické merania

V zosuvnom území sa geodetické merania realizovali od roku 2010 do roku 2013. V roku 2013 bola najvýraznejšia polohová zmena nameraná v bode HSV-50 (46,77 mm). Zmeny polohy bodu nad 10 mm boli namerané aj na bodoch HSJ-98 a HSJ-38. Na ostatných pozorovacích bodoch vektory posunov nepresiahli chybu merania. Celkovo možno konštatovať, že v území prevláda pomerne vyrovnaný režim pohybovej aktivity. I keď vo vertikálnom smere je možné v určitých etapách pozorovať náznaky zvýšenej pohybovej aktivity, vo väčšine prípadov, keď dôjde k takémuto prejavu, počas nasledujúcej etapy je

nameraný posun opačného charakteru, a teda z dlhodobejšieho hľadiska (marec 2010 až júl 2013) body nevykazujú zásadnejšie zmeny. Absolútne zmeny v oboch smeroch sú relatívne malé. Namerané vektory v jednotlivých etapách naznačujú, že namerané zmeny do značnej miery súvisia s nedostatkami v technickom zabezpečení monitorovacej siete, najmä pri bodoch, ktoré predstavujú ochranné pažnice vrtoch, vybudovaných pre účely režimových pozorovaní a geoakustických meraní.

b/ Inklinometrické merania

V roku 2013, na základe realizovaného merania, možno v horizonte 4,3 m pod terénom pozorovať nárast pohybovej aktivity (na rozdiel od predchádzajúceho roku 2012). Za 18,5 mesiaca dosiahla deformácia hodnotu 6,44 mm. Vektor väčší ako 2 mm bol nameraný aj v (sledovanom) horizonte 8,3 m pod terénom.

Azimuty nameraných vektorov sú však orientované južným, resp. juhovýchodným smerom, čo je približne 180° od spádnice svahu. Z výsledkov meraní metódou PEE predpokladáme, že bazálna šmyková plocha je vo väčšej hĺbke ako skutočná báza vrtu. Z tohto dôvodu je možné vysloviť určitú hypotézu, že hlavný pohyb sa uskutočňuje vo väčších hĺbkach a namerané hodnoty sú pravdepodobne iba čiastočným obrazom reálneho svahového pohybu.

c/ Merania poľa pulzných elektromagnetických emisií

V roku 2013 počas jarných a letných mesiacov (marec, máj a jún) bola pomerne vysoká hodnota aktivity poľa PEE nameraná vo vrtoch HSJ-37 (v hĺbke od 15 do 25 m pod terénom – obr. 1.141), HSJ-38 (v hĺbke do 15 m p. t.) a HSJ-39 (v hĺbke do 20 m pod terénom). Počas jesenných meraní došlo vo všetkých vrtoch k upokojeniu poľa až na úroveň dlhodobého normálu. Zmeny hodnôt poľa PEE vo vrtoch HSJ-37, HSJ-38 a HSJ-39 (v intervale 0 – 37 m pod terénom) súvisia s výraznými zmenami úrovne hladiny podzemnej vody. Relatívne vysoká aktivita poľa PEE je trvalo v okolí vrtu HSJ-33 a LP-1 (Vybíral, 2013).

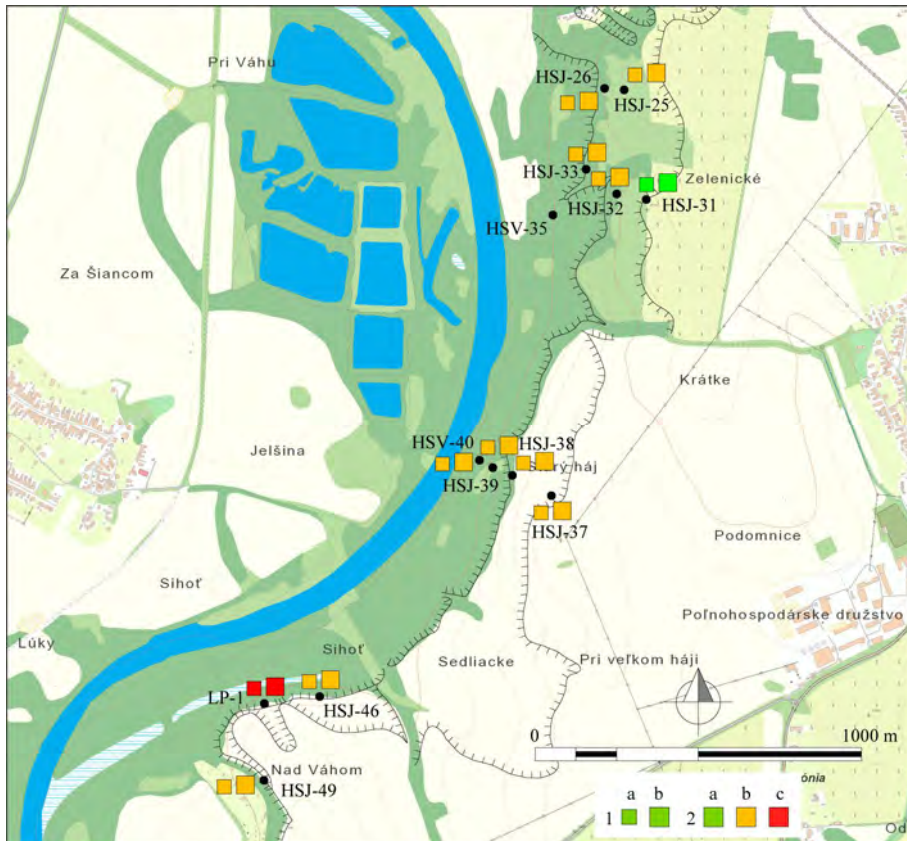
V roku 2014, podobne ako v predchádzajúcom období, boli namerané charakteristicky nerovnomerné a kontrastné úrovne hodnôt poľa PEE. Rozdielne hodnoty boli zistené v priebehu roka v jednotlivých vrtoch a tiež v samostatných oblastiach monitorovaného územia (Vybíral, 2014).

Výrazný nárast poľa PEE, signalizujúci zvýšenú napätostno-deformačnú aktivitu na bazálnej šmykovej ploche, bol zaregistrovaný v prvých jarných mesiacoch vo vrtoch v severnej a južnej časti územia. Maximálne anomálne nárasty poľa PEE boli namerané prakticky v celej hĺbke vrtoch HSJ-25 a 26 v severnej časti územia. Vo vrtoch HSJ-32 a 33 v tejto časti sa aktivizácia prejavila skôr, v hlbších horizontoch.

V južnej časti bola zaznamenaná aktivizácia iba vo vrchných horizontoch. Podľa priebehu nameraných hodnôt išlo o charakteristický prejav povrchového plazenia.

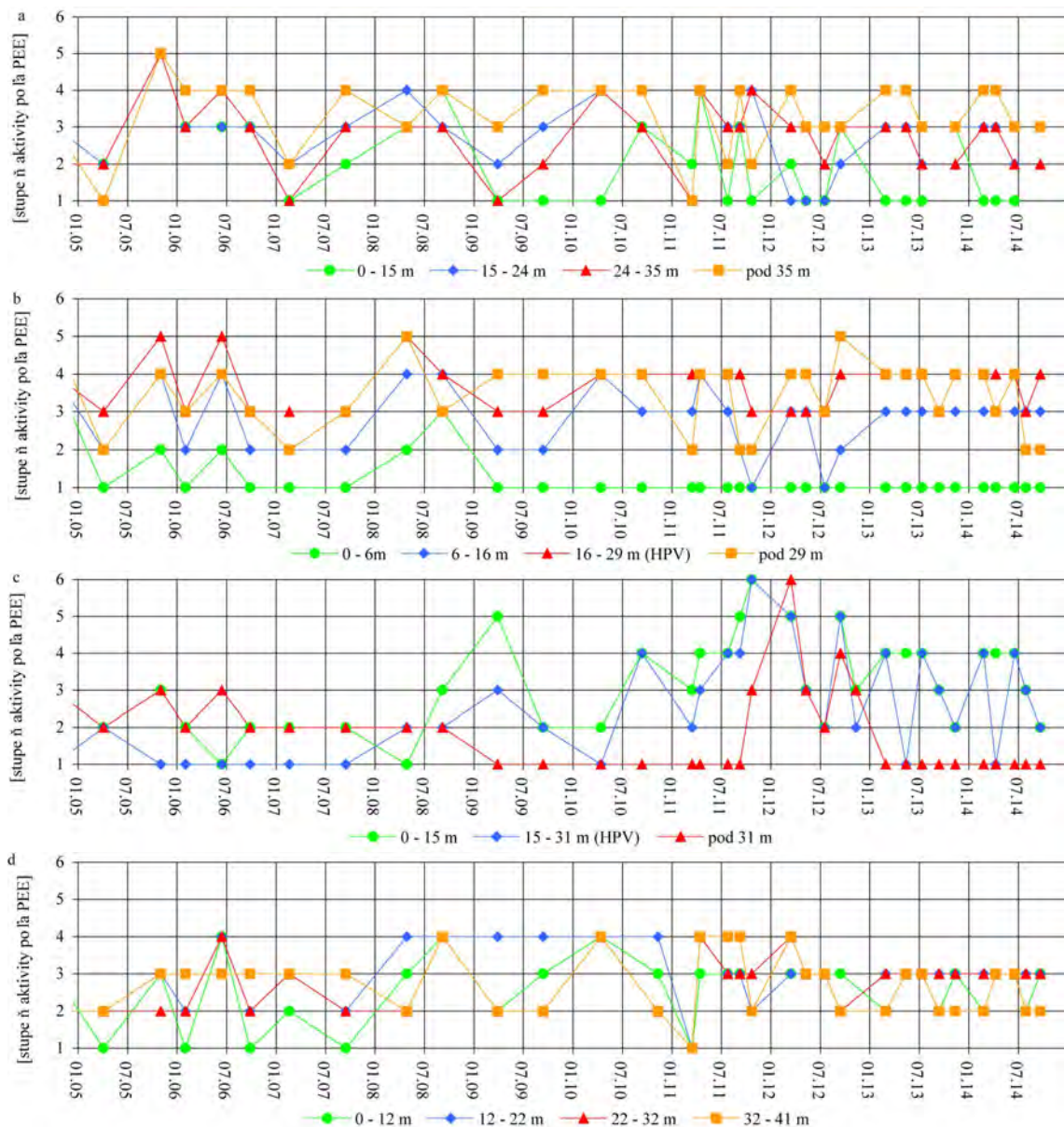
V strednej časti územia – vo vrtoch HSJ-37, 38 a 39 neboli v tomto časovom intervale zaznamenané žiadne zvýšené hodnoty poľa PEE. Predpokladáme, že aktivita územia oproti predchádzajúcemu obdobiu mierne poklesla.

V letných mesiacoch došlo v celej sledovanej oblasti k evidentnému poklesu úrovne poľa PEE. Dá sa z toho usudzovať, že nastal útlm napätostno-deformačnej aktivity zosuvného územia. Iba vo vrte HSJ-39, v čele parciálneho zosuvu v strednej časti územia, dochádzalo k postupnému doznievaniu aktivizácie.



Obr. 1.156. Lokalita Hlohovec-Posádka – výsledky merania aktivity poľa PEE. 1 – aktivita poľa PEE v rokoch: a – 2013, b – 2014, 2 – hodnotenie poľa PEE podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.5: a – priaznivý stav (stupeň 1), b – náznaky nepriaznivého stavu (stupeň 2), c – stav nepriaznivý (stupeň 3); ohraničenie zosuvu podľa Otepku et al. (1986), mapový podklad: ZBGIS®

Analýza dlhodobějších meraní aktivity poľa PEE (obr. 1.141) poukazuje na skutočnosť, že v severnej časti hodnoteného územia je napätostný stav prostredia vyšší ako v južnej časti. Avšak od roku 2008 dochádza k nárastu aktivity i v južnej a strednej časti územia. V severnej časti územia sú vo vrtoch HSI-26 a HSI-33 zaznamenávané stredné, prípadne pomerne vysoké hodnoty aktivity poľa PEE.



Obr. 1.157. Dlhodobé (2005 – 2014) zmeny hodnôt aktivity poľa PEE na lokalite Hlohovec-Posádka. Aktivita poľa PEE pozorovaná vo vrtoch: a – HSJ 26, b – HSJ-33, c – HSJ-37, d – HSJ-49

d/ Merania zrážkových úhrnov

Meranie zrážkových úhrnov sa vykonáva na stanici SHMÚ Siladice. Zhodnotenie zrážkových úhrnov na tejto stanici je uvedené pri lokalite Vinohrady nad Váhom.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2014 sa pokračovalo v meraní poľa PEE. Z nameraných výsledkov vyplýva, že v období jarných mesiacov došlo v severnej a južnej časti územia k nárastu poľa PEE, čo indikuje zvýšenú napätostno-deformačnú aktivitu na bazálnej šmykovej ploche. Následne, počas letných mesiacov, došlo v celej sledovanej oblasti k poklesu úrovne poľa PEE. Dá sa z toho usudzovať, že nastal útlm napätostno-deformačnej aktivity zosuvného územia.

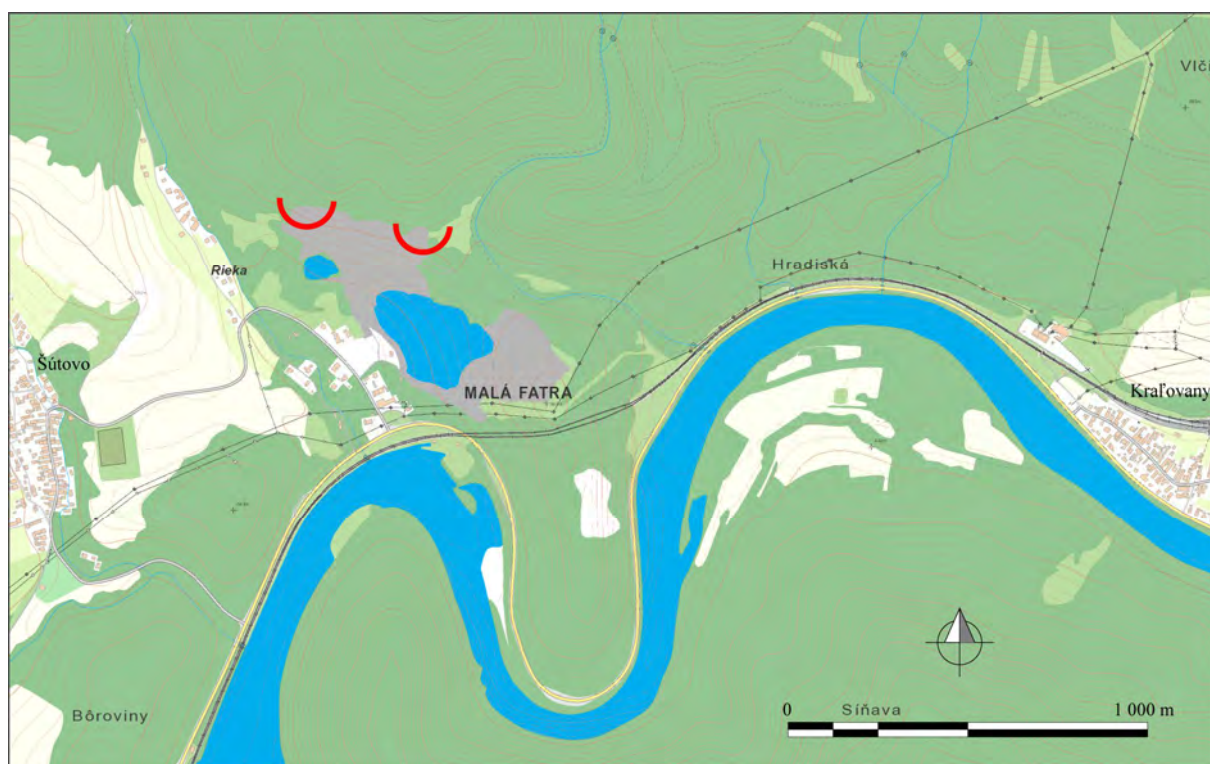
V roku 2015 plánujeme prerušiť monitorovanie tejto lokality.

1.4.39. Lokalita Kraľovany

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zosuv sa nachádza v katastri obce Kraľovany, miestnej časti Kraľovany-Rieka, v priestore kameňolomu (Kraľovany II).

Lom, v ktorom sa aktivizoval zosuv, je založený vo wettersteinských dolomitoch a gutensteinských vápencoch hronika. Vo východnej časti zosuvu ide o svetlosivé celistvé a organodetritické (riasové) dolomity stredného triasu hronika. V západnej hornej časti zosuvného územia boli v odľučnej oblasti identifikovali tmavosivé vápence gutensteinského typu (stredný trias). Najvyššie oblasti svahovej poruchy sú tvorené kremennými dioritmi až granodioritmi kryštalinika Malej Fatry, ktoré sú v dôsledku polyfázového tektonického prepracovania a následného zvetrávania intenzívne alterované až na tektonický íl, prípadne mylonitizované. Ide o úsek, v ktorom prebieha násunová línia medzi kryštalinikom Malej Fatry a hronikom (Liščák et al., 2013). Citovaní autori usudzujú, že odľučná oblasť v hrubých rysoch kopíruje túto strižnú zlomovú poruchu, pozdĺž ktorej bolo vyzdvihnuté granitoidné kryštalické podložie.



Obr. 1.158. Lokalita Kraľovany – situovanie zosuvného územia. Mapový podklad: ZBGIS®

Monitorovacie aktivity v roku 2014 boli zabezpečované v sieti inklinometrických vrto, ktoré boli vybudované počas doplnkového prieskumu pre Národnú diaľničnú spoločnosť a. s. (V-2/INK, V-3/INK, V-4/INK a V-5/INK) a tiež počas protihavarijných opatrení (V-6/INK – Liščák et al., 2014).

Prehľad monitorovacích aktivít v roku 2014

Na zosuvnej lokalite boli v roku 2014 realizované len výlučne inklinometrické merania. Frekvencia meraní je zhrnutá v tab. 1.45.

Tab. 1.45 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Kraľovany v roku 2014

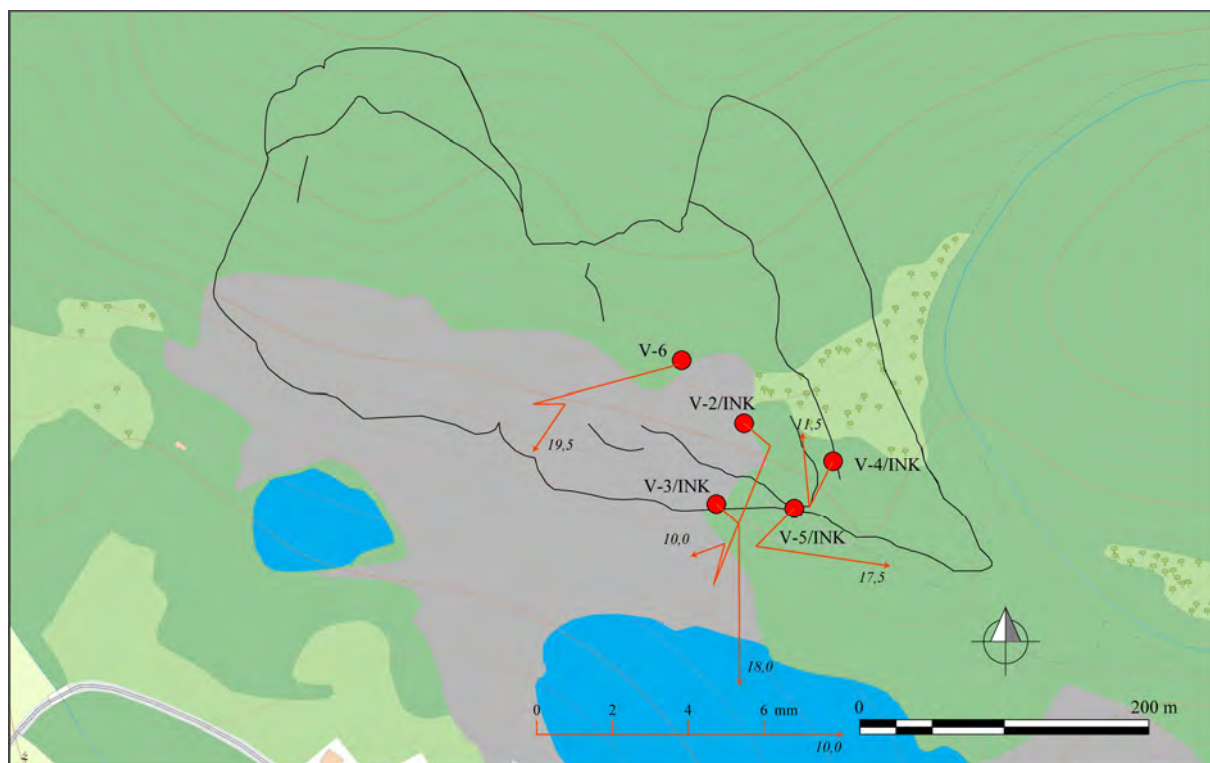
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	2014
Inklinometrické	5	V-2/INK, V-3/INK, V-4/INK, V-5/INK, V-6/INK	5 (17. júl, 29. júl, 27. október, 18. november, 5. december)

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za rok 2014

Inklinometrické merania

Na lokalite Kraľovany boli počas jednotlivých monitorovacích etáp namerané prírastky deformácie v rozsahu od 0,3 mm – do 4,75 mm. Najvyššia uvedená deformácia bola zaznamenaná v jesennom období (od 27. októbra – 18. novembra) vo vrte V-6/INK (v hĺbke 12,0 m), ktorý je situovaný na vyššie položenom stupni severovýchodnej lomovej steny. Vysoké deformácie boli namerané aj na aj vo vrte V-3/INK (v hĺbke 18,0 m), ktorý sa nachádza v čele skalného zosuvu (ohraničenie zosuvu z roku 2013 – obr. 1.159). Podobne, v tejto oblasti boli zvýšené hodnoty deformácie namerané i vo vrte V-5/INK (príl. 1.38). Namerané deformácie signalizujú, že bazálna šmyková plocha presahuje vymapované zosuvné územie z roku 2013 (publikované v správe – Liščák et al., 2013).

Zvýšená pohybová aktivita bola nameraná aj vo vyššie položenom vrte V-2/INK. Počas obdobia od 29. júla do 27. októbra dosiahla deformácia v horizonte približne 10,0 m pod terénom veľkosť 3,99 mm. Ostatné namerané deformácie len vzácné prekročili 2,0 mm.



Obr. 1.159. Lokalita Kraľovany – výsledky inklinometrických meraní. a – vektory deformácie namerané v roku 2014 (obdobie meracej etapy je v súlade s prílohou 1.38; číslo zobrazené pri vektoroch označuje hĺbku zaznamenananej deformácie v m), b – deformácia inklinometrickej pažnice; mapový podklad: ZBGIS®

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

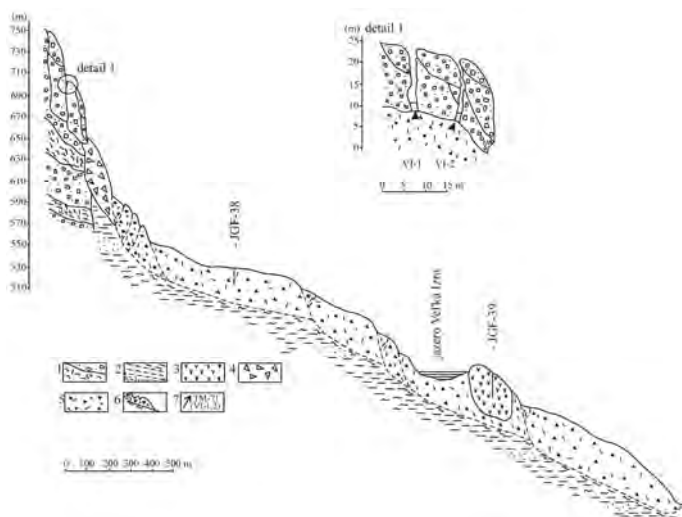
V roku 2014 boli na lokalite zabezpečené štyri etapy inklinometrických meraní v piatich novovybudovaných vrtoch. Z nameraných výsledkov vyplýva, že na šmykových plochách došlo v pomerne krátkom období k výrazným deformáciám. Najvyššia aktivita bola pozorovaná na vrtoch V-6/INK, V-3/INK, V-5/INK, V-2/INK. Vysoké deformácie v oblasti vrtoch V-3/INK, V-5/INK naznačujú, že južné ohraničenie – čelo zosuvu pravdepodobne zasahuje až do svahu nad jazerom.

V zosuvnom území boli v ostatnom roku riešené dve samostatné geologické úlohy. Okrem už spomenutej úlohy, zameranej na okamžité protihavarijné opatrenia (Liščák et al., 2014), bol v zosuvnom území súbežne vykonávaný aj doplnkový inžinierskogeologický prieskum (Fekeč a Ilkanič, 2014b in Šimeková et al., 2014), počas ktorého bolo o. i. realizované kontrolne fotogrametrické monitorovanie zosuvu. Z tohto dôvodu plánujeme v roku 2015 rozšíriť pôvodný sortiment monitorovacích aktivít o metódu fotogrametrie. Frekvenciu inklinometrických meraní plánujeme zabezpečiť v rozsahu 1 (vrty: V-3/INK, V-4/INK, V-5/INK) až 3 (vrty: V-2/INK, V-6/INK) merania za rok. Fotogrametrické meranie bude vykonané v jarnom až letnom období.

1.4.40. Lokalita Veľká Izra

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná na okraji stratovulkánu Veľký Milič (južná časť Slanských vrchov) na J od obce Slanská Huta. Do dvoch paralelných trhlín medzi okrajovými blokmi, tvorenými striedajúcimi sa andezitmi a brekciami lávových prúdov s autochtónnymi pyroklastikami, ležiacimi na plastických ílovitých sedimentoch (obr. 1.160), boli v lete roku 1992 situované dva dilatometre typu TM-71 (VI-1 a VI-2). Horná trhlina (VI-1) reprezentuje styk bloku s kvázi neporušeným masívom, dolná (VI-2) styk okrajového bloku s predchádzajúcim blokom.



Obr. 1.160. Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Veľká Izra s vyznačením osadenia dilatometrov VI-1 a VI-2. 1 – striedanie andezitov a brekcií lávových prúdov s polohami autochtónnych pyroklastík, 2 – íl s polohami ílovitého piesku, 3 – ryolit (zosunutý blok), 4 – morfológicky nečlenené blokové pole, 5 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 6 – priebeh šmykovej plochy, 7 – lokalizácia dilatometrov TM-71 (VI-1 a VI-2)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Veľká Izra sa v roku 2013 aj 2014 uskutočnili tri odčítania hodnôt deformácií, zaznamenaných prístrojmi TM-71 (tab. 1.46, príl. 1.39). Aj v roku 2014 pokračoval zber údajov o zrážkach zo stanice SHMÚ Slanská Huta.

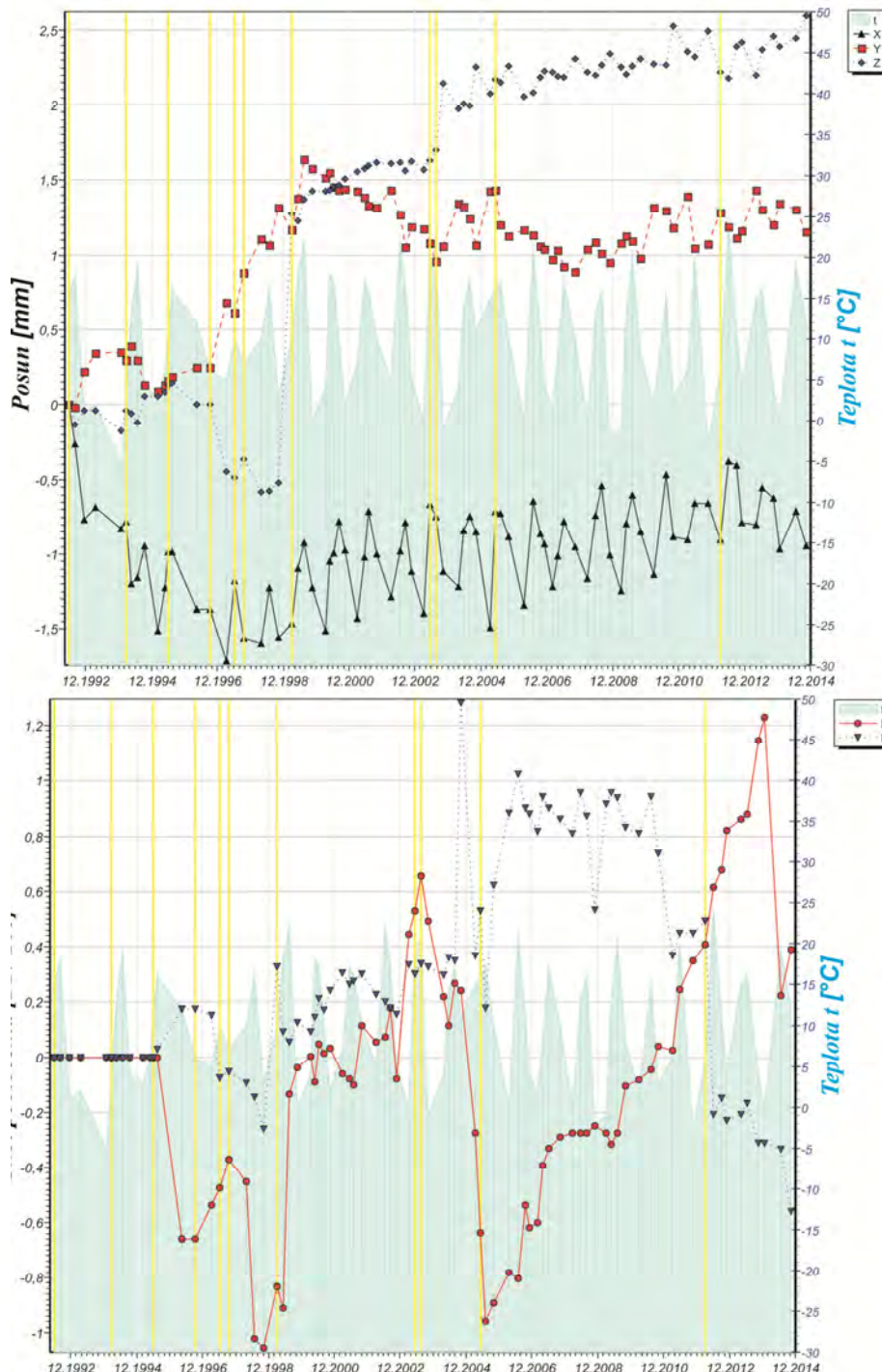
Tab. 1.46 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Veľká Izra v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	VI-1 (horný)	2013 – 3x (26. apríl, 4. júl, 4. november)
			2014 – 3x (22. január, 16. júl, 7. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

Kým merania prístrojom VI-1 v rokoch 2013 preukázali stagnáciu pohybu vrchného monitorovaného bloku vo všetkých troch osiach (x – rozširovanie trhliny, y – šmykový posun pozdĺž trhliny, z – pokles bloku voči masívu), v roku 2014 stagnoval jeho pohyb len v smere osi y (obr. 1.161). Šmykový posun stagnoval na hodnote okolo 1,14 mm. Celkové otvorenie

trhliny narástlo z 0,625 mm v roku 2013 na 0,948 mm v roku 2014. Jej zužovanie (pohyb v smere osi x) do konca roku 2012 bolo spôsobované pravdepodobne odkláňaním hornej časti bloku od masívu, resp. jeho miernou rotáciou v rovine xz . Blok v roku 2014 klesol v porovnaní s predošlým rokom o 0,14 mm a dosiahol celkovú hodnotu 2,595 mm. Priemerná hodnota ročného poklesu za 22 rokov monitorovania dosiahla 0,018 mm.



Obr. 1.161. Výsledky dlhodobého merania posunov horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Veľká Izra (prístroj VI-1). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x , y a z v mm); Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ gradov). Žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

b/ Merania zrážkových úhrnov

Dlhodobý zrážkový priemer za obdobie od 1.1.2001 do 31.12.2005 na stanici SHMÚ v Slanskej Hute (indikatív 51160) je 725,7 mm. V roku 2013 bol zrážkový úhrn 793,9 mm (čo predstavuje 109,4 % dlhodobého úhrnu a charakterizuje normálny rok). V roku 2014 ročný zrážkový úhrn stúpol na hodnotu 706,5 mm, čo predstavuje 97,35 % (ide o normálny rok).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

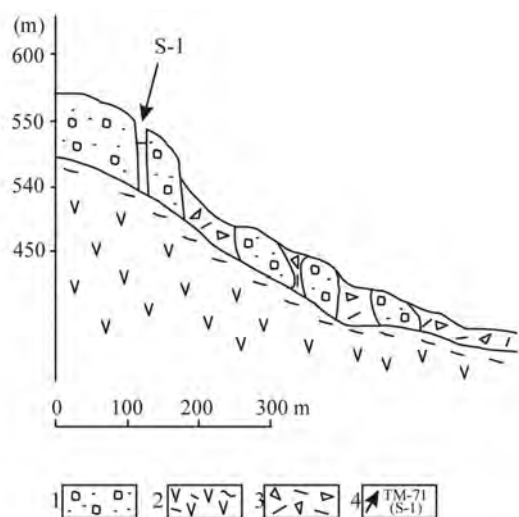
Výsledky doterajších meraní potvrdzujú pozvoľné poklesávanie vrchného monitorovaného bloku voči masívu (celkovo cca 2,595 mm), stagnáciu, resp. veľmi pomalý šmykový pohyb od roku 2010, opätovné pomalé otváranie trhliny od roku 2013. Priestorový pohyb vrchného bloku oproti masívu je v porovnaní s pohybom spodného bloku (monitorovaný do roku 2009) výrazne pomalší.

Hlavným cieľom pokračujúcich meraní je prognóza potenciálnych náhlych pohybov, predovšetkým deštrukcie okrajového bloku, ktorý tvorí súčasť prírodnej pamiatky Miličská skala. Na zistenie ďalšieho vývoja plazivého pohybu je potrebné pokračovať v odčítavaní hodnôt na dilatometri s frekvenciou 3 až 4-krát ročne.

1.4.41. Lokalita Sokol

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Sokol, ktorá sa nachádza na okraji centrálnej vulkanickej zóny stratovulkánu Strechový vrch v doline Bačkovského potoka (východný okraj Slanských vrchov na S od obce Dargov), boli koncom roku 1990 inštalované dva dilatometre TM-71 (S-1 a S-2). Prístroje boli osadené v trhlinách medzi okrajovými blokmi (bloková rozpadlina) budovanými andezitmi lávového prúdu, striedajúcimi sa s autochtónnymi pyroklastikami. Podložie uvedených hornín tvoria propylitizované a silno brekciovité andezity (obr. 1.162).



Obr. 1.162. Inžinierskogeologický rez svahovou deformáciou na lokalite Sokol s vyznačením osadenia dilatometra S-1. 1 – striedanie andezitov lávových prúdov a autochtónnych pyroklastík, 2 – andezit propylitizovaný a silno zbrekciovaný, 3 – balvanité a úlomkovito-ílovité svahové sedimenty (sute), 4 – lokalizácia dilatometra TM-71 (S-1)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014 a ich celkové zhodnotenie

Hodnoty posunov zaznamenaných prístrojmi TM-71 sa v roku 2013 (1x prestavenie) aj 2014, odčítali trikrát (tab. 1.47, príl. 1.40). V oboch rokoch pokračoval aj zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Dargov.

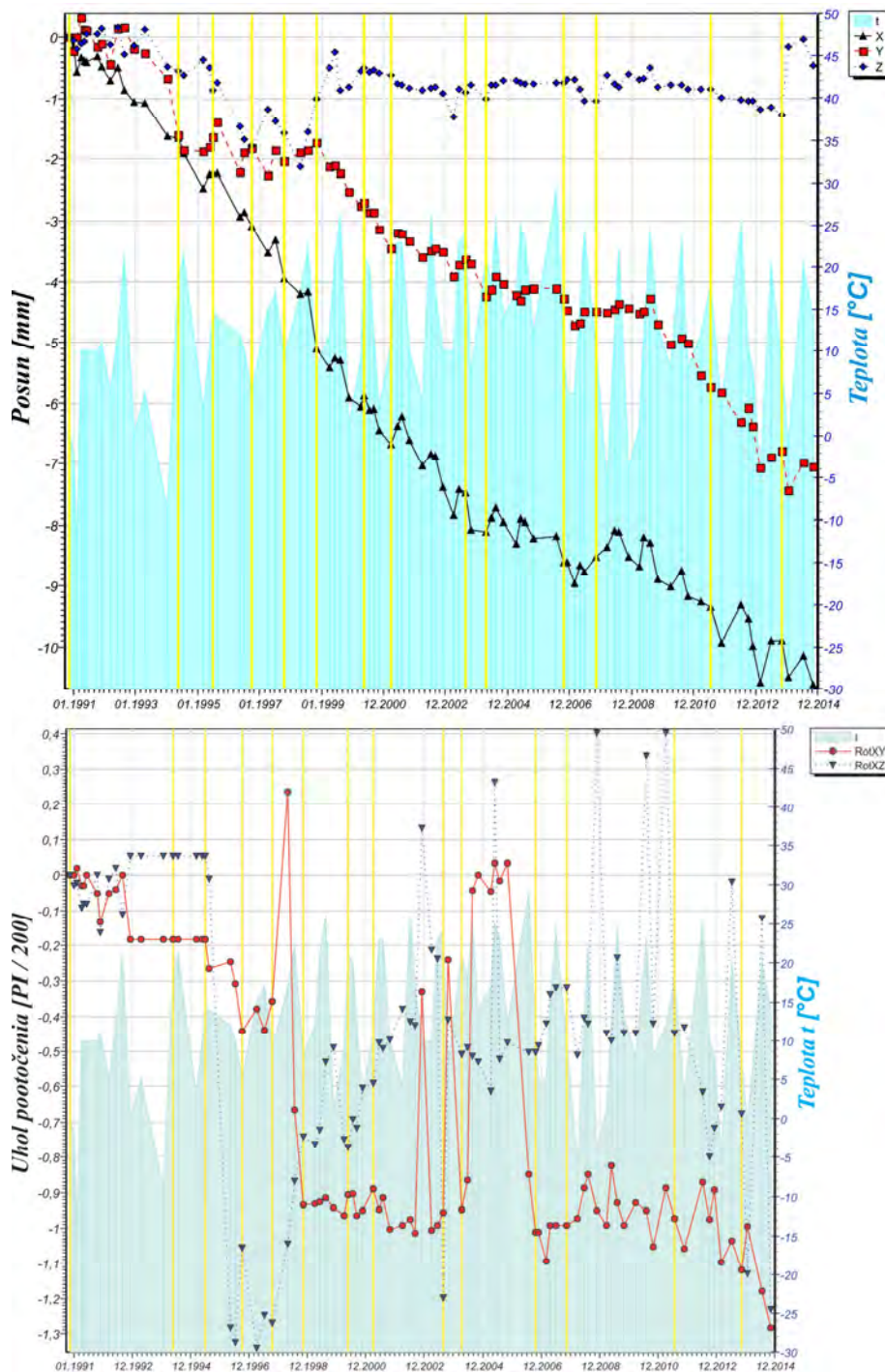
Tab. 1.47 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Sokol v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	S-1	2013 – 3x (28. február, 4. júl, 4. november)
			2014 – 3x (22. január, 16. júl, 7. november)

a/ Meranie deformácií dilatometrom

Trend narastania pohybu sa v rokoch 2013 a 2014 nepreukázal vo všetkých troch meraných smeroch. Pomalý pokles bloku voči masívu (v smere osi z) v roku 2013 o 0,237 mm vystriedala v roku 2014 stagnácia na úrovni cca 0,2 mm (obr. 1.163). Šmykový pohyb bloku pozdĺž trhliny (v smere osi y) pokračoval v oboch rokoch a dosiahol celkovo 7,049 mm. Nárast v roku 2014 bol asi 0,1 mm. Dlhodobý trend rozširovania trhliny (pohyb v smere osi x) pokračoval aj v rokoch 2013 a 2014. Tento posun narástol v roku 2014 asi

o 0,5 až 0,6 mm. Rotácia bloku vo vodorovnej rovine (xy) pozvoľne narastala aj v posledných dvoch rokoch a celkovo dosiahla hodnotu 1,28 gr. Vo vertikálnej rovine (xz) sa prejavili pomerne značné oscilácie (obr. 1.163).



Obr. 1.163. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Sokol (prístroj S-1). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ grádov). Žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

b/ Merania zrážkových úhrnov

Zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Dargov v roku 2013 dosiahol 666,9 mm a v roku 2014 klesol o 54,9 mm na 612,0 mm.

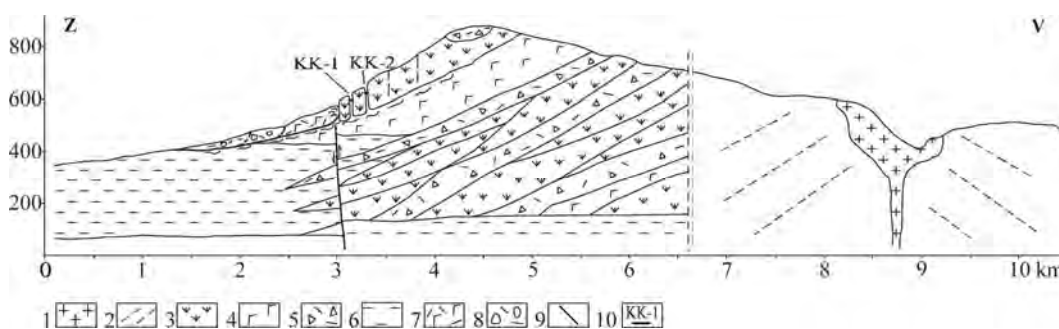
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V roku 2013 pokračoval pomalý pokles bloku voči masívu a v roku 2014 pohyb stagnoval. Dlhodobý trend šmykového posunu bloku pozdĺž trhliny, ako aj jej otváranie, pokračovalo v rokoch 2013 aj 2014. Celkový posun dosiahol ku koncu roka 2014 7,049 mm (ročný priemer 0,352 mm), celkové otvorenie trhliny 10,495 mm (ročný priemer 0,523 mm). Posuny zistené vo všetkých troch smeroch sú pomerne významné, takže hrozba odtrhnutia bloku od masívu je stále reálna. Keďže lokalita je súčasťou národnej prírodnej rezervácie (Bačkovská dolina) a na skale nad monitorovaným blokom hniezdi vzácny sokol sťahovavý, je potrebné zachovať jej monitorovanie i v budúcnosti v rovnakom rozsahu, to znamená odčítavanie posunov na dilatometri aspoň 3 až 4-krát ročne.

1.4.42. Lokalita Košický Klečenov

Stručná charakteristika lokality

Na lokalite Košický Klečenov, ktorá sa nachádza v okrajovej časti stratovulkánu Strechový vrch (západný okraj Slanských vrchov na S od obce Košický Klečenov), boli v roku 1990 a 1995 inštalované dva dilatometry TM-71. Prvý z nich bol označený KK-1, druhý KK-2. Prístroje sú situované v hlbokých trhlinách na okraji andezitového lávového prúdu, presnejšie v hornej časti rozsiahlej svahovej deformácie, ktorá má charakter blokovej rozpadliny (obr. 1.164).



Obr. 1.164. Inžinierskogeologický rez stratovulkánom Strechový vrch so svahovou deformáciou a vyznačením osadenia dilatometrov TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroje KK-1 a KK-2). 1 – intrúzia dioritového porfyritu, 2 – striedanie lávových prúdov a pyroklastík, 3 – andezitový lávový prúd, 4 – pyroklastiká (nečlenené), 5 – redeponované andezitové pyroklastiká, 6 – neogénne íly, 7 – redeponované andezitové tufy, 8 – ílovito-úlomkovitá suť, 9 – aktívny zlom, 10 – lokalizácia dilatometrov KK-1 a KK-2

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014 a ich celkové zhodnotenie

V uvedených rokoch sa na lokalite vykonalo šesť odčítaní deformácií na oboch dilatometroch (KK-1 3-krát v roku 2013 a 3-krát s dvomi prestaveniami v roku 2014; KK-2 3-krát s jedným prestavením v roku 2013 a 3-krát v roku 2014 – tab. 1.48, príl. 1.41). V rokoch 2013 a 2014 pokračoval zber údajov zo zrážkomernej stanice SHMÚ Herľany.

Tab. 1.48 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Košický Klečenov v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	2	KK-1 (dolný)	2013 – 3x (29. apríl, 3. júl, 5. november)
			2014 – 3x (22. január, 16. júl, 7. november)
		KK-2 (horný)	2013 – 3x (29. apríl*, 3. júl*, 5. november)
			2014 – 3x (22. január, 16. júl, 7. november)

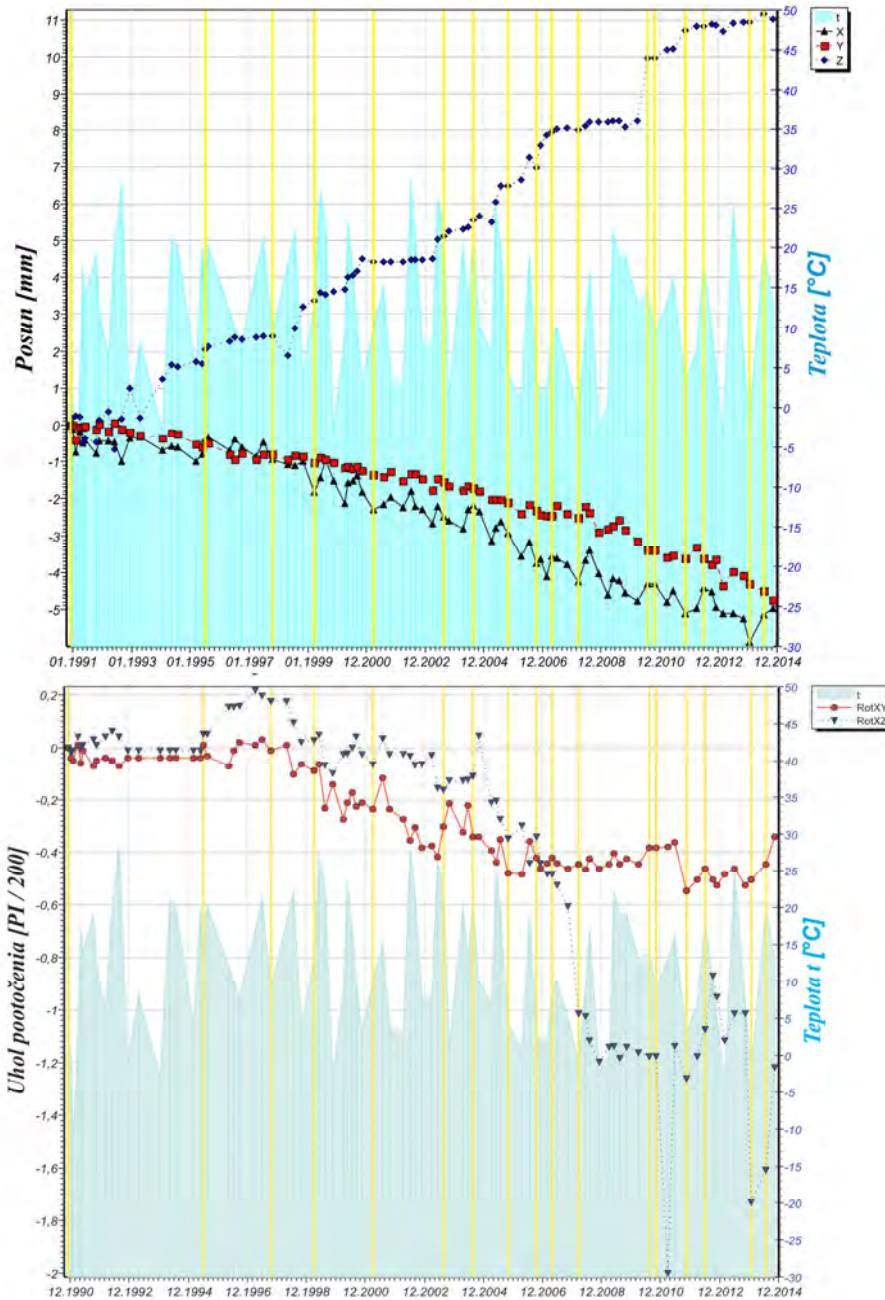
* – prestavenie prístroja

a/ Meranie deformácií dilatometrami

V roku 2013 prístroj KK-1 (dolný) preukázal pokračujúci trend pohybu spodného (okrajového) bloku vo všetkých troch osiach, avšak s rozdielnou intenzitou, v roku 2014 len v smere osí *y* a *z* (obr. 1.165). Najvýraznejším bol šmykový posun pozdĺž spodnej trhliny, ktorý narástol za posledné dva roky o 1,1 mm (z toho 0,666 mm v roku 2014) na celkových 4,738 mm. Za rovnaké obdobie sa spodná trhlina rozšírila na celkových 5,245 mm. Rozšírenie

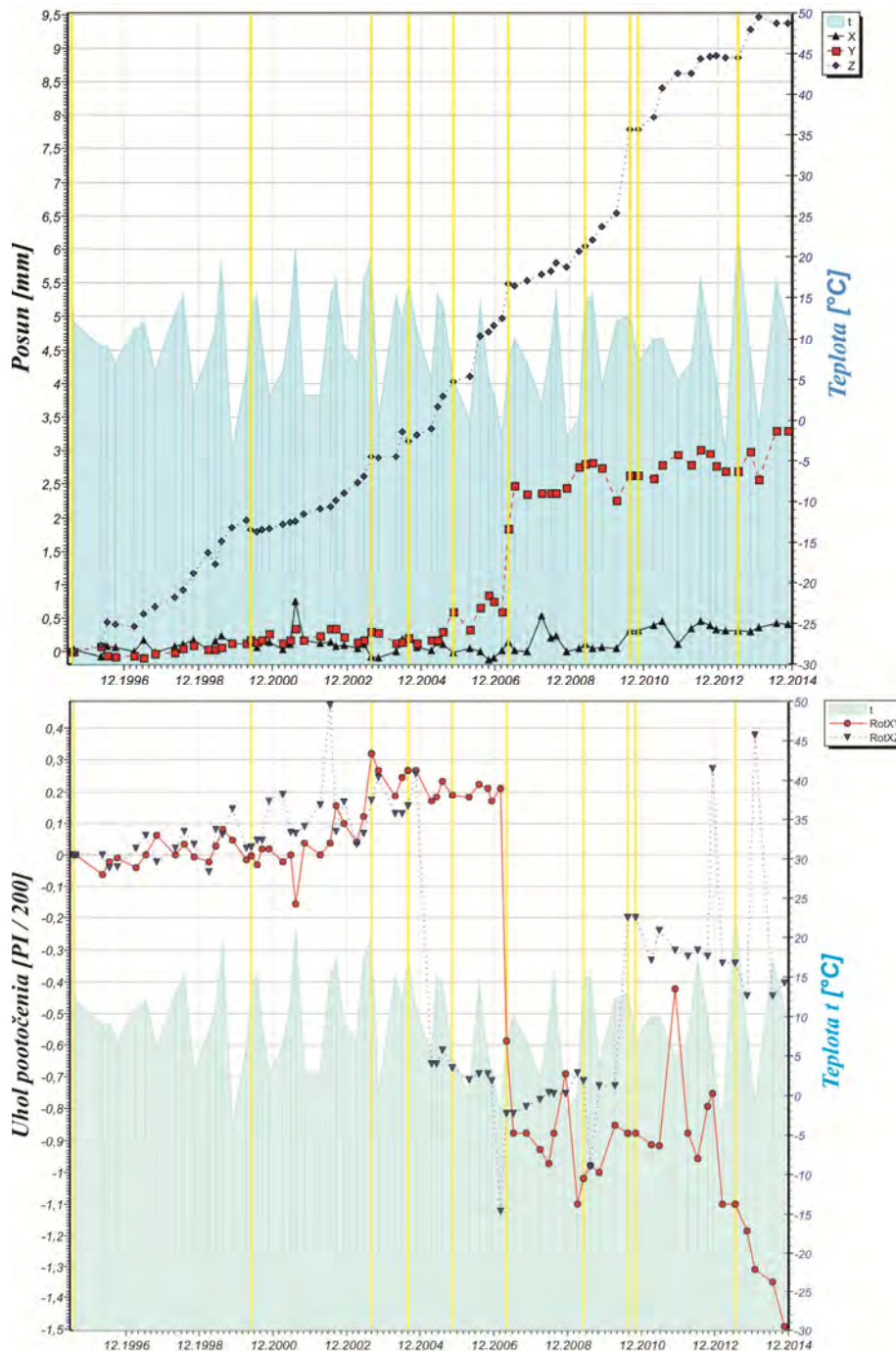
trhliny sa v roku 2013 zväčšilo o 0,316 mm, v roku 2014 stagnovalo približne na hodnote 5 mm (celkový doterajší posun). Najmenej výrazný bol pokles spodného bloku (v smere osi z), ktorý za posledné dva roky dosiahol 0,155 mm, z toho v roku 2014 0,073 mm. Celkový pokles od roku 1990 už presiahol 1,1 cm (11,002 mm).

Merania prístrojom KK-2 v posledných dvoch rokoch preukázali významnejší pohyb len v smere osí z a y (obr. 1.166). Pokles vrchného bloku po počiatkovej stagnácii narástol v druhej polovici roka 2013 o 0,395 mm, v roku 2014 len o 0,098 mm na celkových 9,376 mm. Šmykový pohyb pozdĺž trhliny (v smere osi y) v roku 2013 narástol o 0,214 mm, v roku 2014 o 0,304 mm na celkových 3,293 mm. Rozširovanie trhliny za posledné dva roky sa zvýšilo len o 0,1 mm na celkových 0,414 mm.



Obr. 1.165. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-1). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ grádov). Žltými zvislými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

Z dlhodobého hľadiska obidva prístroje TM-71 (KK-1 a KK-2) preukazujú kontinuálny vertikálny pohyb voči sebe i voči masívu (obr. 1.165 a 1.166). V absolútnom ponímaní obidva bloky klesajú, vyšší blok však o niečo rýchlejšie. Pri vzájomnom porovnaní sa preto vertikálny pohyb okrajového bloku voči susednému (vyššiemu) javí ako zdvih. Vyšší blok voči masívu celkovo vykazuje stály pokles.



Obr. 1.166. Výsledky dlhodobého merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Košický Klečenov (prístroj KK-2). Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm), Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ grádov). Žltými zviskými čiarami sú vyznačené dátumy prestavenia prístroja

b/ Merania zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Herľany v roku 2013 predstavoval hodnotu 695,4 mm a v roku 2014 stúpol na 759,3 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

V prípade spodného bloku bol najvýraznejším šmykový posun, ktorý dosiahol za posledné dva roky 1,1 mm, pričom išlo o približne rovnaký ročný posun. Celkový šmykový posun sa pomaly približuje k hodnote 4,8 mm. Rozšírenie trhliny v roku 2013 oproti roku 2012 narástlo o 0,316 mm, v roku 2014 stagnovalo. Najmenej výrazným pohybom bol pokles spodného bloku (v smere osi z), ktorý za posledné dva roky narástol iba o 0,155 mm (z toho v roku 2014 o 0,073 mm). Celkový pokles od roku 1990 už presiahol 1,1 cm (11,002 mm), čo predstavuje priemerne 0,458 mm za rok.

Pokles horného bloku po stagnácii sa v druhej polovici roku 2013 zvýšil o 0,395 mm, v roku 2014 narástol len o 0,098 mm. Celkový pokles na konci roku 2014 predstavoval 9,376 mm, čo je priemerne 0,391 mm za rok. Šmykový pohyb za posledné dva roky narástol o 0,516 mm na celkových 3,293 mm. Rozširovanie trhliny v rokoch 2013 a 2014 bolo minimálne (nárast len o 0,1 mm na celkových 0,414 mm).

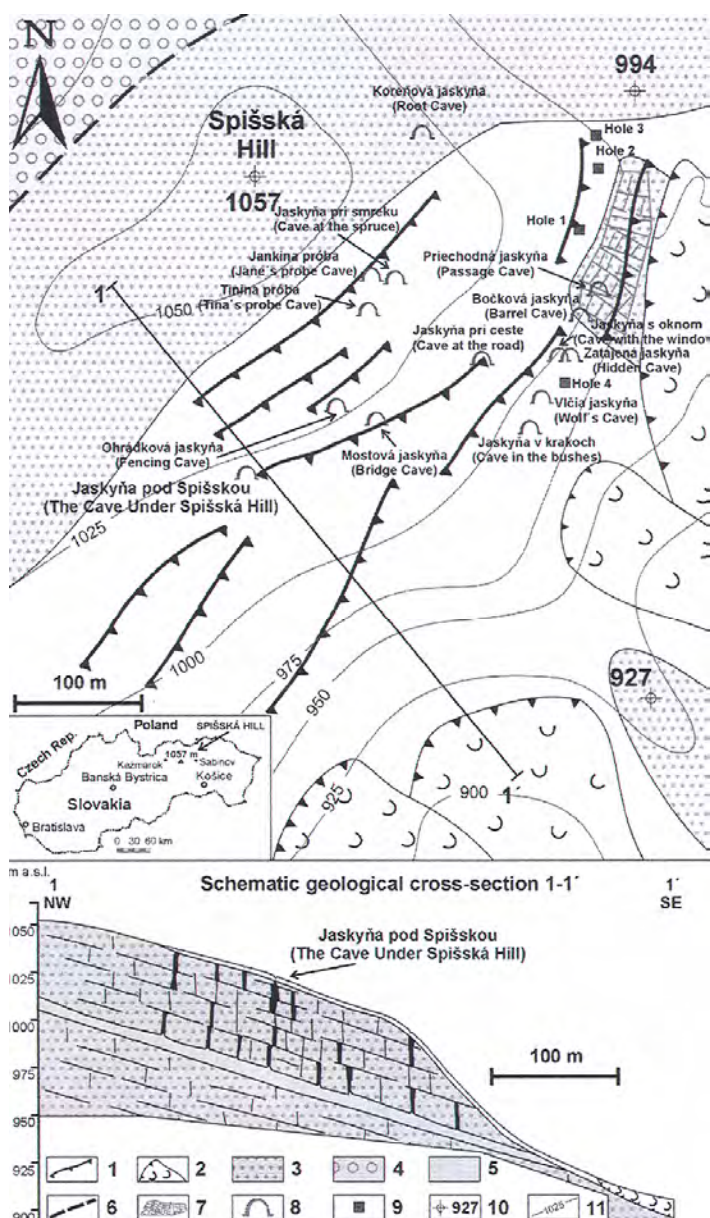
Najpravdepodobnejším vysvetlením recentnej aktivity oboch blokov je kombinovaný vplyv tektoniky (zdvih masívu pozdĺž S – J okrajového zlomu) a plazivého pohybu blokov, ktorý sa prejavuje ich nerovnomerným zabáraním, resp. vytláčaním. Merania v nasledujúcom období (vykonávané aspoň 4-krát ročne) môžu prispieť spolu s ďalšími poznatkami, získanými štúdiom neotektonickej aktivity širšieho okolia lokality a niektorými geodetickými meraniami k objasneniu recentného vývoja územia a dotvárania jeho reliéfu.

1.4.43. Jaskyňa pod Spišskou

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná na severovýchodnom okraji Levočských vrchov, SSV od obce Brutovce, asi 300 m južne od kóty Spišská (1056,5 m n. m.) v nadmorskej výške 1022 m n. m.

Jaskyňa vznikla v paleogénnych pieskovecch bielopotockého súvrstvia. Hrubé polohy pieskovec sa tu striedajú s tenkými (cm až dm) polohami ílovcov, miestami zvetraných na íl. Pomalým plazením blokov po vrstevných plochách sa vytvorila jaskynná sieť chodieb (obr. 1.167). V hlavnej chodbe severovýchodnej (spišskej) časti jaskyne bol v apríli 2007 inštalovaný jeden dilatometer TM-71.



Obr. 1.167. Geologická mapa blízkeho okolia Jaskyne pod Spišskou s vyznačením ďalších jaskýň a pričný rez 1 – 1' jaskyňou (podľa Gross a kol., 1999, resp. Antonická a Fussgänger, 1998, upravili Imrich a kol., 2007). Kvartér: 1 – morfológicky výrazné prejavy rozpadávania blokov (terénne stupne, pozdĺžne trhliny a depresie vyplnené ílovito-úlomkovitými sutinami), 2 – zosuv; Paleogén: 3 – hrubolavicovitý flyš (pieskovec s tenkými polohami ílovcov), 4 – hrubolavicovitý flyš s konglomerátmi, 5 – predpokladaná poloha tenkolavicovitého flyšu, 6 – predpokladaný zlom, 7 – skalný odkryv, 8 – jaskyňa, 9 – povrchový otvor (prieduch), 10 – bod s udaním nadmorskej výšky, 11 – vrstevnica

Hlavným dôvodom pri výbere tejto lokality bola skutočnosť, že zosuvná štruktúra je obdobná, ako na lokalite Tichý potok (dolina Torysy na S od kóty Spišská), v ktorej sa uvažuje s výstavbou vodného diela. Poznanie mechanizmu a charakteru pohybu blokov môže poskytnúť cenné informácie pri návrhu protizosuvných opatrení v prípade realizácie vodnej nádrže.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014 a ich celkové zhodnotenie

Na lokalite Jaskyňa pod Spišskou sa v roku 2013 aj v roku 2014 uskutočnili tri odčítania hodnôt posunov zaznamenaných prístrojom TM-71 (tab. 1.49, príl. 1.42). V roku 2014 sa pokračovalo v preberaní údajov o mesačných úhrnoch zrážok zo stanice SHMÚ Brezovica nad Torysou.

Tab. 1.49 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)
	Počet	Označenie	
Dilatometer TM-71	1	JS-1	2013 – 3x (29. apríl, 3. júl, 5. november)
			2014 – 3x (8. apríl, 9. júl, 29. október)

a/ Meranie deformácií dilatometrami

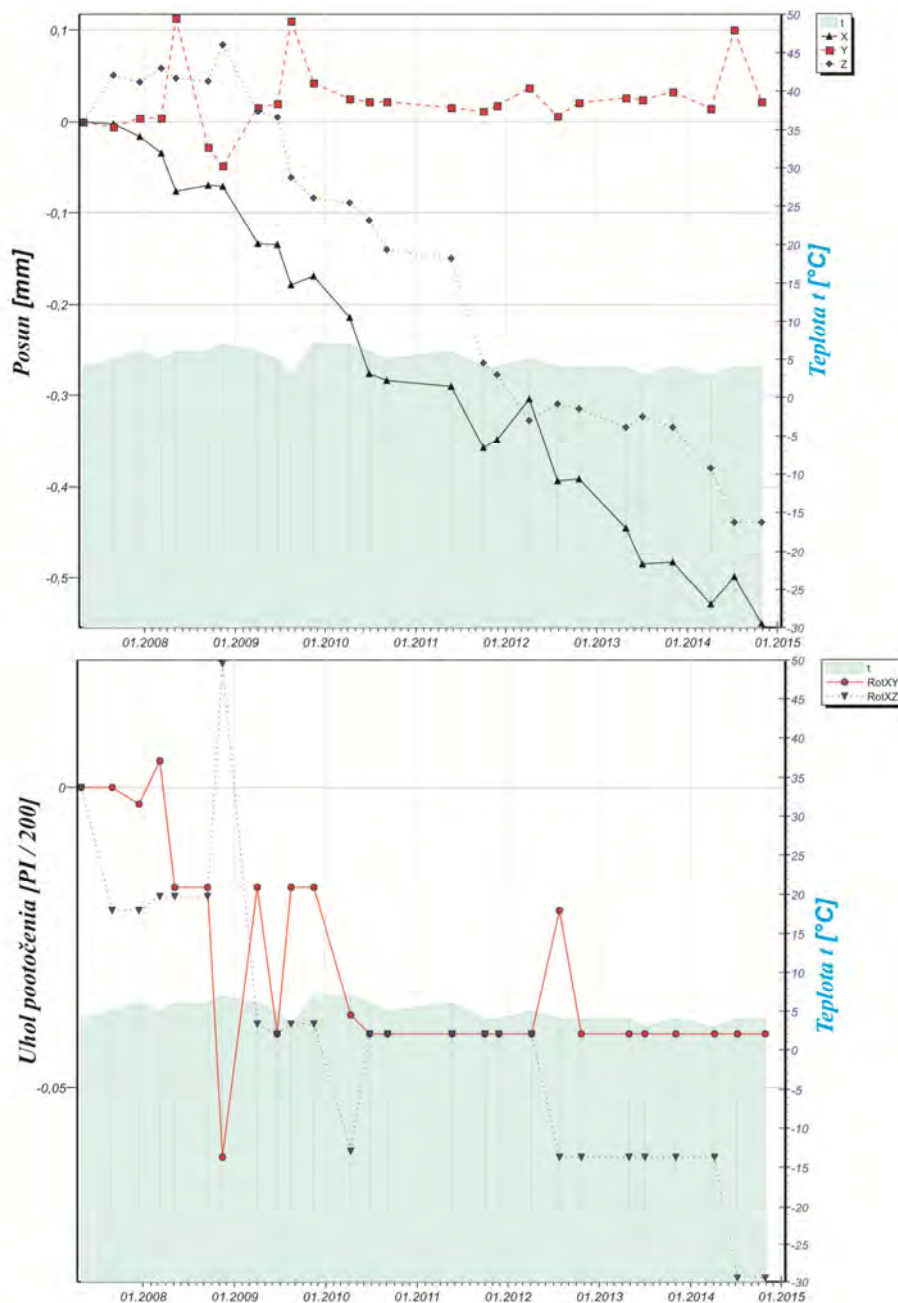
Merania v rokoch 2013 aj 2014 preukázali doterajší trend pohybu v smere osi x (otváranie trhliny) aj v smere osi z (pokles bloku). Otvorenie v roku 2013 vzrástlo o 0,092 mm, v roku 2014 o 0,067 mm a celkovo za 7 rokov meraní dosiahlo 0,55 mm. Priemerne sa trhlina rozširuje rýchlosťou 0,079 mm za rok. Celkový pokles ku koncu roka 2014 dosiahol 0,439 mm. Pokles bloku v roku 2013 dosiahol 0,020 mm, v roku 2014 0,105 mm. Poklesávanie pokračuje priemerne o 0,063 mm ročne. Doterajší šmykový pohyb (os y) stagnuje od roku 2010, rotácie bloku nie sú zatiaľ významné (obr. 1.168).

b/ Meranie zrážkových úhrnov

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Brezovica nad Torysou (indikatív 59040) dosiahol v roku 2013 785,3 mm, v roku 2014 klesol na 746,4 mm.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Napriek pomerne krátkej dobe monitorovania (7 rokov) bol meraniami potvrdený trend pomalého poklesávania monitorovaného bloku a rozširovania trhliny. Vzhľadom na podobnosť tejto lokality a zosuvnej štruktúry na lokalite Tichý Potok (Židova jaskyňa), kde sa uvažuje s výstavbou vodného diela, majú merania posunu blokov v Jaskyni pod Spišskou praktický význam. Analýza vývoja plazivých pohybov v ďalších rokoch môže preto priniesť nielen viacero nových teoretických, ale i praktických poznatkov. Na ich získanie bude potrebný pravidelný zber údajov z inštalovaného dilatometra, a to 3 až 4-krát ročne. Predbežné výsledky monitorovania lokality (do polovice roku 2011) boli publikované formou článku v časopise Mineralia Slovaca, výsledky meraní do konca roku 2012 formou prednášky (Petro et al., 2013).



Obr. 1.168. Výsledky merania posunu horninových blokov dilatometrom TM-71 na lokalite Jaskyňa pod Spišskou. Hore: graf posunov (posun monitorovaných blokov v smere osí x, y a z v mm); Dolu: graf rotácií (rotácia monitorovaných blokov v rovine xy a xz v $\pi/200$ grádov)

1.4.44. Lokalita Banská Štiavnica

Stručná charakteristika lokality

Monitorovaný zárez sa nachádza nad cestou II. triedy č. 524 medzi Banskou Štiavnicou a Štiavnickými Baňami v dĺžke cca 80 m s výškou do 12 m. Na lokalite sa od roku 1995 vykonávajú monitorovacie pozorovania metódami fotogrametrie, ktoré sa od roku 2000 doplnili geodetickými i dilatometrickými meraniami vo vybraných úsekoch východnej steny zárezu. Podrobnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia (napr. Iglárová et al., 2011).

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.50.

Tab. 1.50 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Banská Štiavnica v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Fotogrametrické merania	8	PF1 až PF8	1 (30. september)	0 (nerealizované)
Metóda Optického skenovania	3	Meranie vybraných blokov B1 až B3	1 (30. september)	0 (nerealizované)
	1	Celá plocha skalného zárezu, PF1 až PF8	1 (30. september)	0 (nerealizované)
Geodetické Terestrické merania (priestorová polárna metóda)	13	Meranie vybraných bodov (oplotenie hornej hrany zárezu) 3003, 3031, 3032, 3051, 3007, 3071, 3008, 3081, 3009, 3091, 2002, 2003, 2004	1 (30. september)	0 (nerealizované)
Dilatometrické merania: - Dilatometer Somet - Meradlo posuvov	5	B1, B2, B3, B4, B5	2 (15. máj, 12. november)	2 (7. júl, 16. október)
	4	S1, S2, S3, S4	2 (15. máj, 12. november)	2 (7. júl, 16. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260)	Mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 11901)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

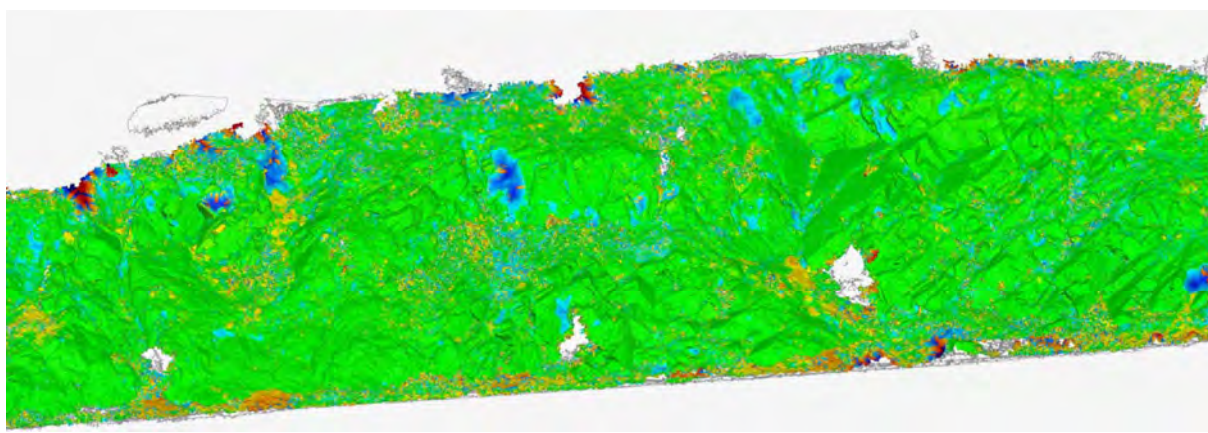
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Fotogrametrické a geodetické terestrické merania

a1/ Metóda optického skenovania – fotogrametrické merania

Fotogrametrické merania realizované v roku 2013 na lokalite boli zamerané na vyhodnotenie zmien polohy vybratých terénnych prvkov. Zvolená bola metóda optického skenovania, nakoľko experimenty potvrdili vysokú dosiahnuteľnú priestorovú presnosť určenia skalnej plochy $m_{XYZ} < \pm 5$ mm. Skenovanie bolo realizované zo snímok v rozlíšení GSD 1 pixel = 4 mm (Fraštia, 2013). Snímky boli vytvorené digitálnou strednoformátovou kamerou (Leaf Aptus Mamyia). Pre optické skenovanie bola zabezpečená geometria snímkovania približne pre normálny prípad pozemnej stereofotogrametrie, snímkové základnice sú približne rovnobežné so zárezom. Nevhodný sklon povrchu horniny, vegetácia a nahromadená suť majú stále nepriaznivý vplyv na presnosť meraných profilov, resp. identifikáciu „holej“ skaly.

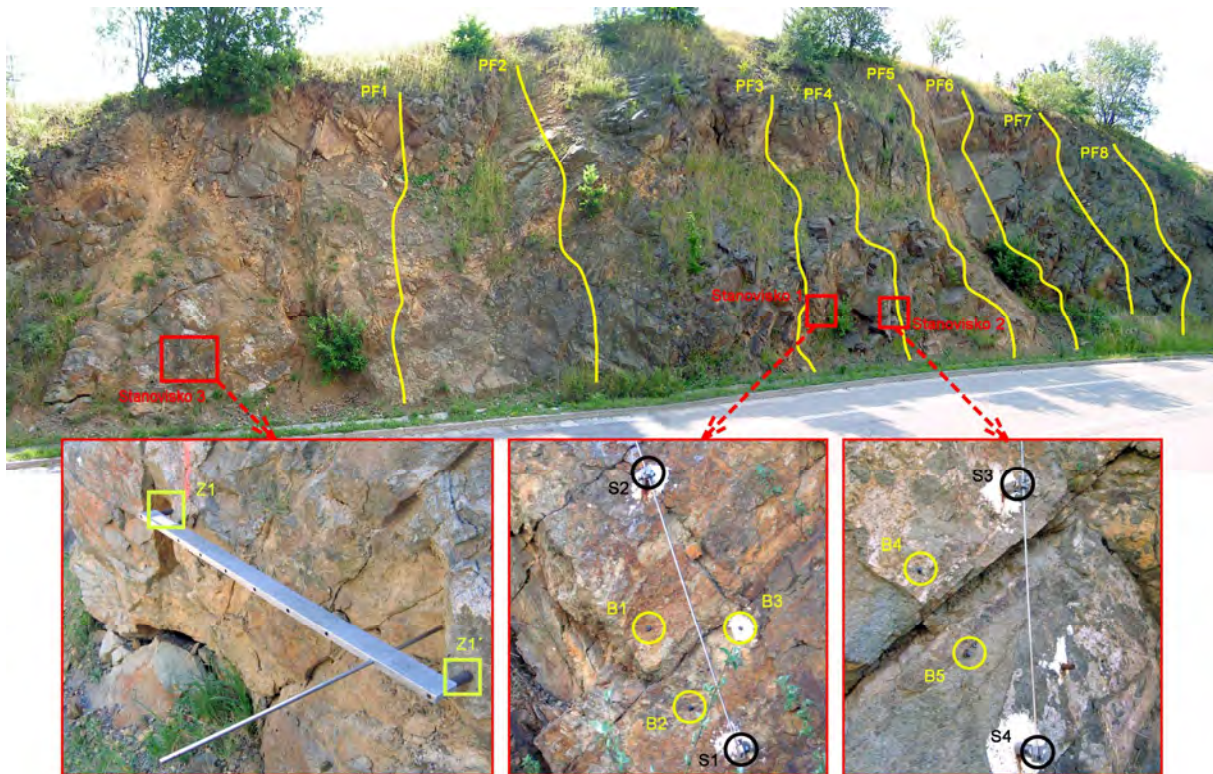
Výsledkom optického skenovania je tzv. orientované mračno bodov s údajmi o textúre každého bodu a rekonštrukcia povrchu zárezu. Pre určenie vypadnutých blokov bola vypočítaná rozdielová mapa medzi epochami 2011 – 2013 v kroku 2,5 cm, kde na základe vzdialeností oboch modelov medzi sebou sú farebne prezentované veľkosti týchto rozdielov – modrá farba určuje väčšie zmeny (do niekoľko decimetrov), červená farba indikuje prírastok materiálu (napr. suť, alebo vegetáciu), zelená farba vyjadruje rozdiel plôch v intervale ± 5 mm. Výsledky čiastočne skresľuje vegetácia, predovšetkým tráva, ktorá nie je v mape filtrovaná (červená a modrá). Rozdielová mapa potvrdzuje pokračujúci efekt rozvolňovania horniny a následného zrútenia blokov o veľkosti až 0,5 m (obr. 1.169).



Obr. 1.169. Rozdielová mapa (porovnávací model za obdobie 2011 – 2013 v smere kolmom na zárez) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. zelená farba – zmeny v intervale ± 5 mm, modrá farba – úbytok materiálu do 0,5 m, červená farba – prírastok materiálu

V roku 2013 bolo spracovaných osem reprezentatívnych profilov (obr. 1.170), ktoré boli porovnané s profilmi z roku 2011 a z roku 2004 (Fraštia, 2013). Zmeny reliéfu boli detegované v profiloch PF1 vo výške 14,6 – 16,0 m, PF4 vo výške 13,6 – 14,4 m, PF5 vo výške 17,5 – 18,6 m a PF6 vo výške 18,3 – 18,7 m (obr. 1.171). Ostatné rozdiely sú identifikované ako prípady nevhodného sklonu reliéfu alebo prítomnosť vegetácie na povrchu odkryvu.

Na pozorovaných vybraných blokoch B1 – B3 (obr. 1.172) boli v rokoch 2011 a 2013 generované mračná bodov a následne boli tieto dáta očistené a porovnávané v smere osi Y, teda v predpokladanom smere možných posunov. Vzhľadom na presnosť merania neboli detegované na vybraných blokoch štatisticky významné rozdiely.



Obr. 1.170. Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. PF1 až PF8 – profily pre stereofotogrametrické merania (od roku 2011 zostavované na základe údajov z optického skenovania).

Stanovisko 1: pozorovacie body B1, B2 a B3 pre merania dilatometrom Somet; pozorovacie body S1 a S2 pre merania meradlom posuvov;

Stanovisko 2: pozorovacie body B4 a B5 pre merania dilatometrom Somet; pozorovacie body S3 a S4 pre merania meradlom posuvov;

Stanovisko 3: body Z1 a Z1' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny – po vypadnutí skalného bloku sa od jari 2009 nemeria

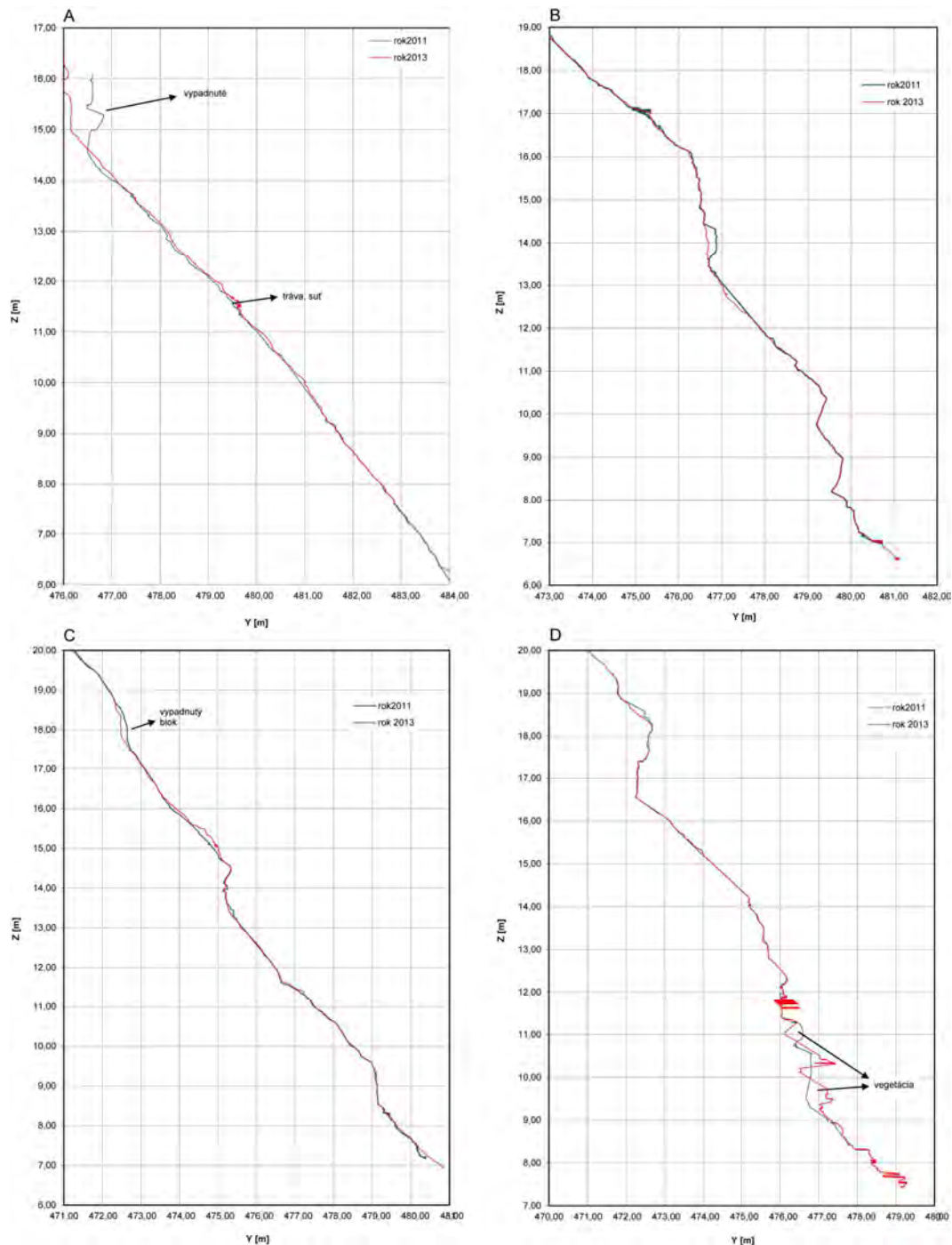
a2/ Priestorová polárna metóda – geodetické terestrické merania

Pozorovanie hornej hrany zárezu bolo zamerané na body signalizované odrazovými fóliami na stĺpkoch plotu na hornej hrane zárezu. Všetky pozorované body boli merané univerzálnou meracou stanicou Leica TS30 v móde merania na odrazovú fóliu. Všetky body boli merané z jedného stanoviska, čo zabezpečilo vysokú homogénnosť siete. Z parametrov prístroja a samotných meraní boli odhadnuté stredné chyby určených priestorových súradníc m_{XYZ} 1 mm. Významnejšia zmena bola pozorovaná na stĺpiku s označením 3007 (medzi profilmi PF5 a PF6 – obr. 1.173), kde bol odmeraný posun v horizontálnom smere 16,3 mm, ostatné merania nevykazujú významné zmeny.

b/ Dilatometrické merania

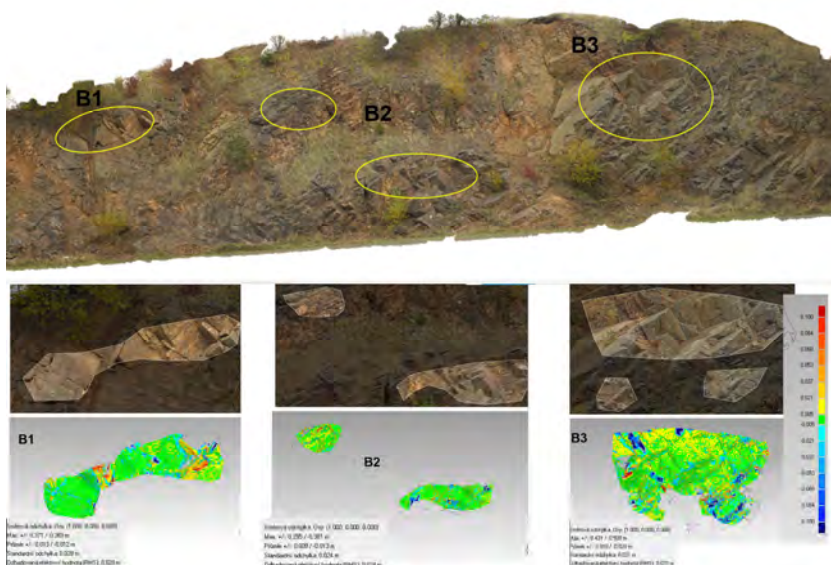
b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na dvoch stanovištiach, inštalovaných v južnej časti svahu (horninový blok s nainštalovanými bodmi tretieho stanoviska sa zrútil). Na prvom stanovišti sa premeriavajú body, umiestnené na blokoch, oddelených výraznou diskontinuitou s orientáciou smeru sklonu 326° a sklonom 44° (bod B1 je na jednom bloku a body B2 a B3 na druhom). Na druhom stanovišti sa meria pohyb bodov B4 a B5, umiestnených na blokoch, oddelených puklinou so smerom sklonu 350° a sklonom 50° (obr. 1.170).

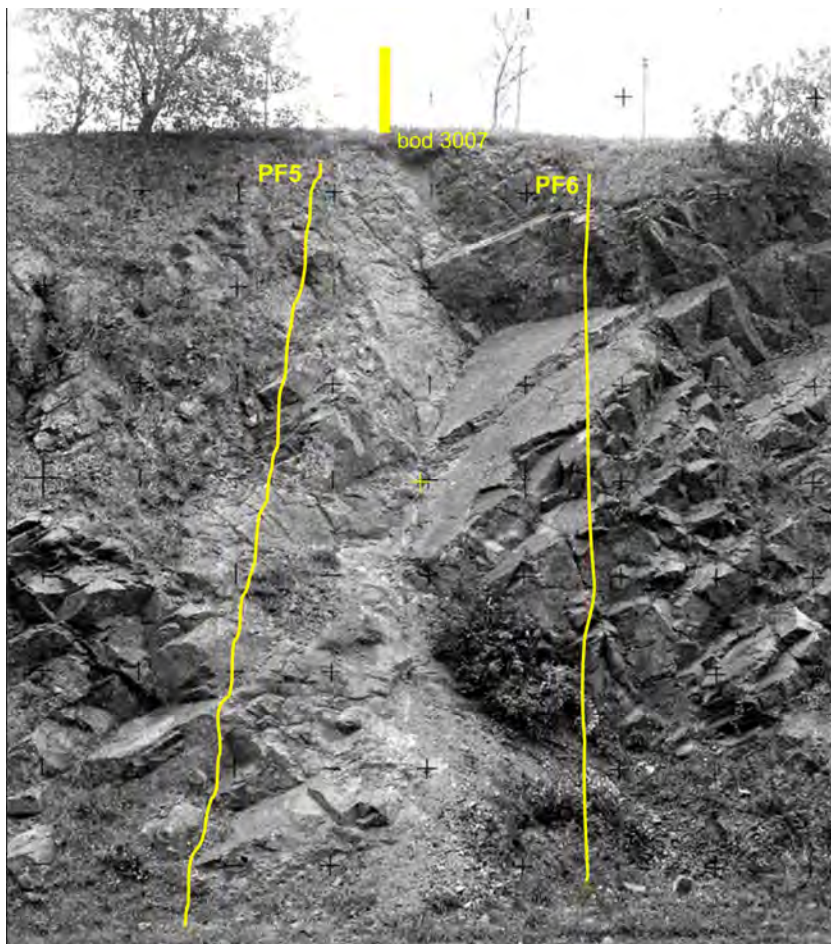


Obr. 1.171. Porovnanie konfigurácie skalnej steny (2011 – 2013) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici. A – PF1, B – PF4, C – PF5, D – PF6 (pozícia profilov je v súlade z obr. 1.152)

V roku 2014 pokračovalo rozvoľňovanie pozorovaných horninových blokov. Počas ročného cyklu monitorovania (od roku 2013) najväčší relatívny posun blokov bol zaznamenaný medzi bodmi B1 a B2 (príl. 1.43). V tomto profile (B1-B2) bol medzi jarným meraním 2013 a jesenným meraním v roku 2014 zaznamenaný posun (rozšírenie diskontinuity) o 0,2 mm, pričom progres rozširovania diskontinuity, ktorý bol zistený v období jar 2013 až jar 2014, dosiahol 0,29 mm, ale jesenné meranie roku 2014 zaznamenalo zúženie relatívnej šírky diskontinuity o 0,09 mm. Pozorované horninové bloky na stanovišti č. 2 sa v priebehu ročného cyklu monitorovania nepatrne rozvoľnili. Merania medzi bodmi B4 a B5 v období jar 2013 až jeseň 2014 zaznamenali celkový posun 0,06 mm, pričom medzi jesenným meraním z roku 2013 a jarným meraním z roku 2014 sa šírka



Obr. 1.172. Ortofotomozaika (vrchná snímka) monitorovaného úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici a porovnávaci model vo vybraných častiach zárezu (samostatné bloky) za obdobie 2011 – 2013 (spodná časť obrázku). červená farba – prírastok materiálu, modrá farba – úbytok materiálu (podľa stupnice na obrázku)

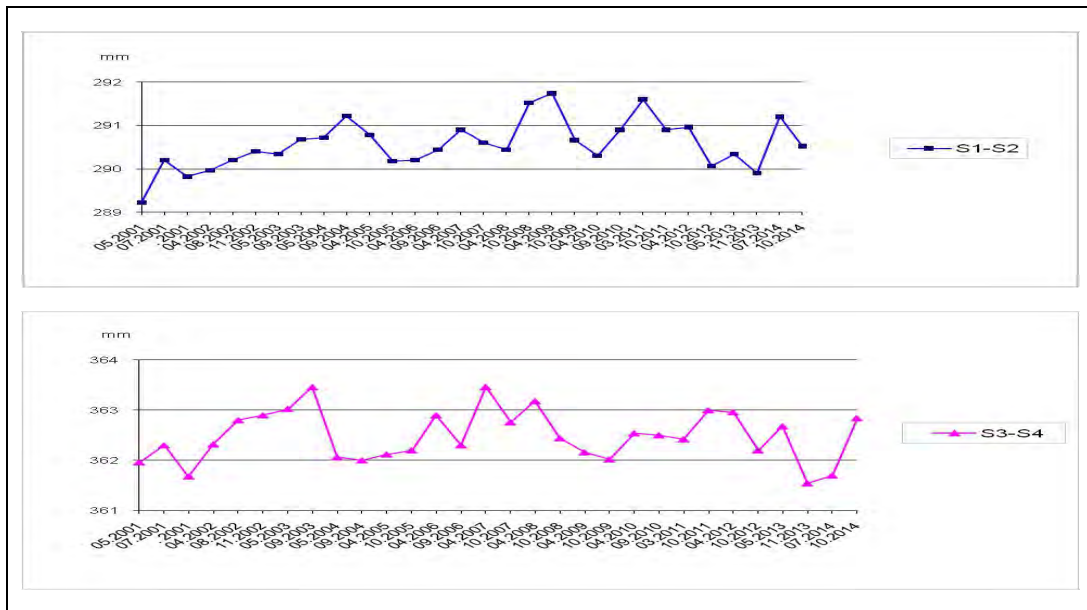


Obr. 1.173. Rozmiestnenie pozorovaných profilov (PF5 a PF6) a sledovaného bodu č. 3007 na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Banskej Štiavnici

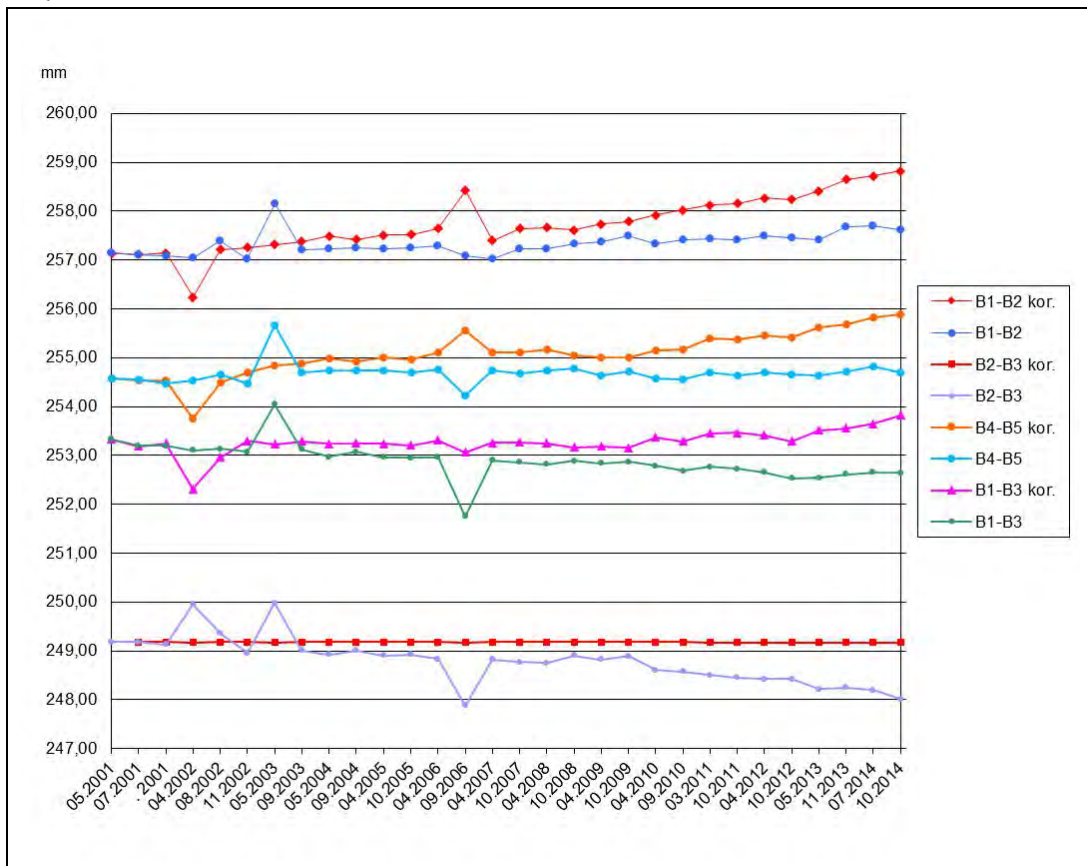
pozorovanej diskontinuity rozšírila o 0,18 mm, následne nastala korekcia šírky diskontinuity medzi jarným a jesenným meraním v roku 2014 – zúženie pozorovanej diskontinuity o 0,12 mm. Vzhľadom na výsledky meraní od počiatku monitorovania možno konštatovať, že

na oboch stanovišti je pozorovaný trend rozvolňovania skalných blokov (obr. 1.174, príl. 1.43).

A.



B:



Obr. 1.174. Výsledky dlhodobého merania posunu blokov na lokalite Banská Štiavnica. A – meradlom posunov, B – dilatometrom Somet. Grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi B2-B3, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

b2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na rovnakých horninových blokoch, ako body pre meradlo Somet.

Počas roku 2014 bol pozorovaný pohyb horninových blokov na oboch stanoviskách. Z dlhodobého merania však hodnoty meraní vykazujú značný rozptyl hodnôt v dôsledku vplyvu teplotných zmien, významne vplývajúcich na konštrukčný materiál meradla a tým aj presnosť meraní. Oproti jarnému meraniu z roku 2013 bol na stanovišti č. 1 zaznamenaný relatívny posun medzi bodmi S1 – S2 o 0,18 mm. Meraním relatívnej vzdialenosti medzi bodmi S3 – S4 (stanovisko 2) bol zistený posun o 0,14 mm. Z dlhodobého hľadiska možno na obidvoch stanovištiach pozorovať veľmi nevýrazný trend rozširovania puklín, a teda zväčšovania vzdialenosti medzi bodmi (obr. 1.174 a príl. 1.43).

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Štiavnica (indikatív 40260) v roku 2013 dosiahol hodnotu 907,6 mm, v roku 2014 mierne klesol (o 6,4 mm) na hodnotu 901,2 mm. Priemerný počet mrazových dní za zimné obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008 je 110,5 (podľa meraní stanice SHMÚ Banská Štiavnica, indikatív č. 11901). V zime 2012/2013 predstavoval 136 dní (123,1 % dlhodobého priemeru) a v zime 2013/2014 70 dní (63,35 % dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Fotogrametrické a terestrické geodetické merania, ktoré poskytujú lepšiu detekciu nestabilných častí a tým prispievajú k zefektívneniu monitoringu, v roku 2014 neboli realizované.

Dilatometrickými meraniami bolo zaznamenané pomalé rozvoľňovanie horninových blokov. Pri meraniach meradlom Somet bola maximálna hodnota zaznamenaná medzi bodmi B1 a B2 (medzi jarným meraním 2013 a jesenným meraním 2014). Pri použití meradla posuvov boli získané merania značne skreslené vplyvom teplotného faktora. Výsledky tejto metódy je vhodné, z dôvodu citlivosti prístroja na chyby merania, vyhodnocovať predovšetkým z dlhodobého hľadiska vývoja trendov pohybu.

Vzhľadom na skutočnosť, že stále pretrváva hrozba uvoľnenia horninových blokov, a tým pádom i ohrozenia premávky na frekventovanej komunikácii, je potrebné pokračovať v monitorovacích pozorovaniach i v budúcnosti predovšetkým metódami pozemnej fotogrametrie.

1.4.45. Lokalita Handlová-Baňa

Stručná charakteristika lokality

Celé údolie Handlovky na južnom okraji mesta je postihnuté svahovými pohybmi, ktoré sa iniciovali na oboch svahoch rieky. Vzhľadom na to, že jednou z príčin vzniku a aktivizácie pohybov je tlak nadložných vulkanických hornín, ku komplexnej informácii o stave prostredia patrí i poznanie vývoja zvetrávania a porušovania nadložných skalných a poloskalných hornín. Z uvedených dôvodov sa vybuďovalo pozorovacie stanovisko pre monitorovanie rýchlosti zvetrávania na svahu oproti svahu katastrofálneho handlovského zosuvu, asi 800 m východne od Bane Handlová v odkrytej skalnej stene.

Sledovaná lokalita má pravidelný priamkový tvar (obr. 1.175), výška steny dosahuje okolo 25 m. Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú epiklastické vulkanické pieskovce s polohami brekcií a tufov kamenského súvrstvia (báden – Šimon et al., 1997). Monitorovacie aktivity na tejto lokalite boli zahájené v máji roku 2001.



Obr. 1.175. Situovanie meradla mikromorfologických zmien povrchu horniny na skalnej stene oproti katastrofálnemu handlovskému zosuvu (lokalita Handlová-Baňa)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Posledné realizované meranie mikromorfologických zmien bolo na jednotlivých lokalitách v roku 2014. V roku 2013 boli sledované len klimatické faktory (tab. 1.51).

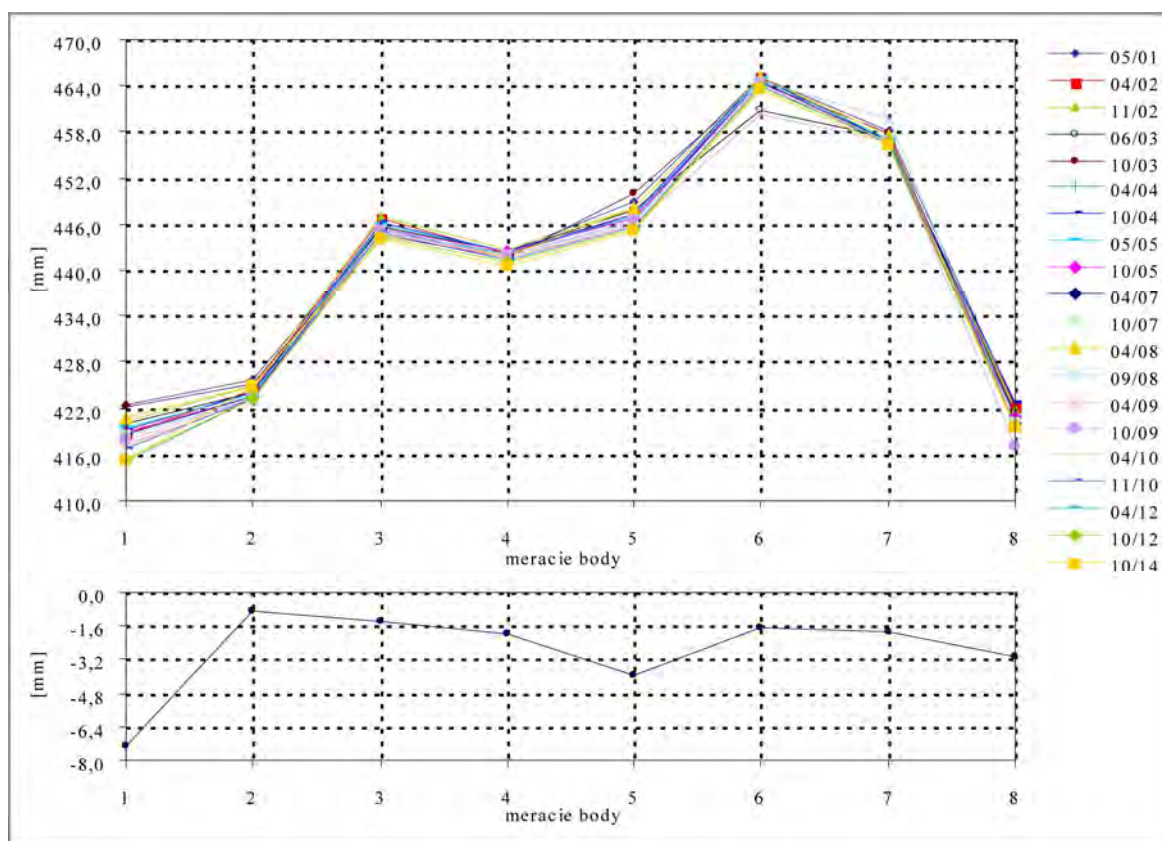
Tab. 1.51 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Baňa v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	8	1 Stanovište MZ	0 (nerealizované)	1 (27. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

Merania boli v roku 2014 realizované 27. októbra. V bode 2 bola zaznamenaná výrazná zmena v konfigurácii meraného profilu (číslovanie bodov je vždy zľava od 1 do 8 pri orientácii čelom k masívu) 1,5 mm za obdobie jeseň 2012 až jeseň 2014 (obr. 1.176). Indikuje to stav vyvetrania väčšieho fragmentu a bude zrejme nasledovať jeho vypadnutie zo steny. Celkový priemerný ročný úbytku dosiahol -0,15 mm. Priemerný úbytok za celé monitorované obdobie (13 rokov) predstavuje -2,76 mm. Z obr. 1.176 i z príl. 1.44 vyplýva, že v rámci celého sledovaného profilu je ústup masívu relatívne rovnomerný, iba v bode 1 dosiahol ústup masívu hodnotu -7,28 mm.



Obr. 1.176. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (2001 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Handlová-Baňa (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny 2001 – 2014)

b/ Merania zrážkových úhrnov

Informácie o zrážkových pomeroch na lokalite sú spracované pri opise lokalít Handlová-Morovnianske sídlisko a Handlová-Kunešovská cesta.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Výraznejší úbytok materiálu bol zaznamenaný v roku 2014 na ľavom okraji meraného profilu, v dôsledku čoho došlo k zmene jeho konfigurácie. Aj keď uvedený odkryv bezprostredne neohrozuje žiadny objekt infraštruktúry, odporúčame pokračovať v hodnotení zvetrávania a rozvoľňovania, keďže ide o jedinou lokalitu tufov, pozorovanú v rámci monitoringu.

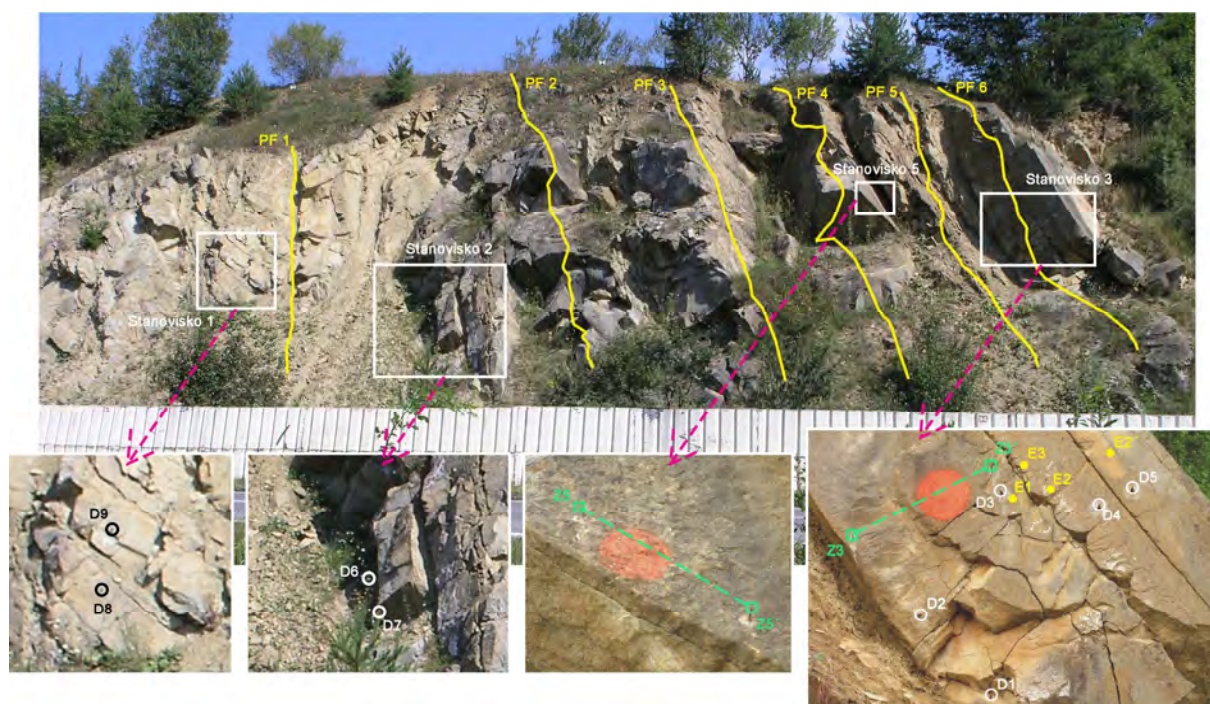
Najbližšie meranie mikromorfologických zmien, na základe ktorého bude možné posúdiť ďalší vývoj procesu zvetrávania, bude realizované v roku 2015.

1.4.46. Lokalita Demjata

Stručná charakteristika lokality

Zárez cesty 1. triedy Prešov – Bardejov č. 5/15 sa nachádza cca 700 m severne od obce Demjata. Vytvorený bol začiatkom deväťdesiatych rokov v prostredí paleogénneho flyšového súvrstvia. Vzhľadom na intenzívne rozvoľňovanie vyšších partií zárezu dochádzalo k ohrozeniu premávky na ceste. Z tohto dôvodu bol vybudovaný záchytný múr s výškou cca 2 m. Priestor medzi múrom a svahom sa už vo viacerých miestach prakticky zaplnil úlomkami horniny a bloky väčších rozmerov, uvoľnené z vyšších častí svahu, sa môžu zrútiť priamo na cestnú komunikáciu.

Monitorovacie pozorovania, sústredené na južnú časť východnej steny zárezu, sa na lokalite vykonávajú metódami fotogrametrie od roku 1995. Od roku 2000 sa rozsah meraní rozšíril o dilatometrické pozorovania vo vybraných úsekoch monitorovanej steny zárezu a obnovili sa i merania mikromorfologických zmien skalnej steny (obr. 1.177). Podrobnejšie informácie o lokalite sú súčasťou správ z predchádzajúceho obdobia (napr. Iglárová et al., 2011).



Obr. 1.177. Rozmiestnenie pozorovaných profilov a bodov na monitorovanom úseku zárezu cesty pri obci Demjata. PF1 až PF6 – profily pre stereofotogrametrické merania

Stanovište 1: pozorovacie body D8 a D9 pre merania meradlom posuvov;

Stanovište 2: zrútené;

Stanovište 3: pozorovacie body E1, E2, E3 a E2' pre merania dilatometrom Somet; pozorovacie body D1, D2, D3, D4 a D5 pre merania meradlom posuvov, body Z3 a Z3' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny;

Stanovište 4 (pozorovacie body E4 a E5): nachádza sa na protiľahlej stene skalného zárezu;

Stanovište 5: body Z5 a Z5' na upevnenie meradla mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014, sú zhrnuté v tab. 1.52.

Tab. 1.52 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Demjata v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Fotogrametrické merania: - Metóda pozemnej stereofotogrametrie;	6	PF1 až PF6	0 (nemerané)	1 (10. november)
- Terestrické laserové skenovanie	1 6	Celá plocha skalného zárezu, Vybrané bloky	0 (nemerané)	1 (10. november)
Dilatometrické merania: - Dilatometer Somet	6	E1, E2, E3, E2', E4, E5	1 (14.máj)	1 (10.júl)
- Meradlo posuvov	7	D1, D2, D3, D4, D5, D8, D9a	1 (14.máj)	1 (10.júl)
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny (MZ)	16	2 stanovištia MZ	0 (nemerané)	2 (5. jún, 4. november)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Kapušany (59220)	Mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanice SHMÚ Bardejov (11962), Prešov-vojsko (11955)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

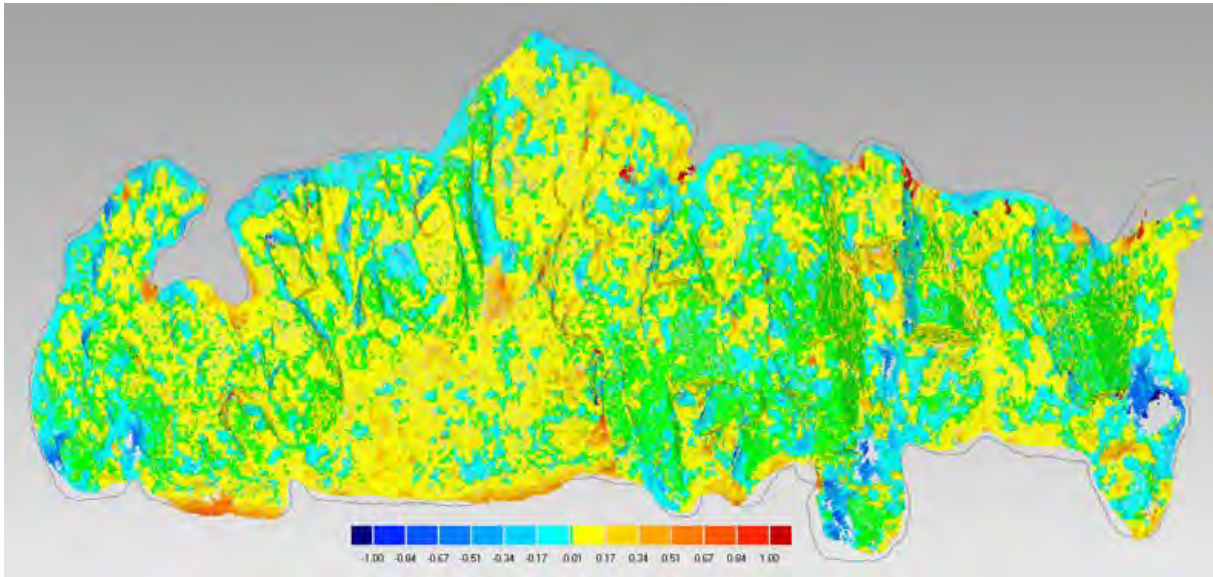
Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

V roku 2013 fotogrametrické meranie na lokalite nebolo realizované. Frekvencia fotogrametrických meraní je stanovená 1x za 2 roky.

a/ Fotogrametrické merania

V roku 2014 boli realizované fotogrametrické merania metódou obrazového skenovania. Referencovanie fotogrametrických meraní bolo vykonané geodetickým meraním vlíčovacích bodov s presnosťou 2 mm (univerzálna meracia stanica Leica TS30). Samotné fotogrametrické merania vygenerovali vo výstupe mračno bodov o počte 10 000 000, čo predstavuje na danej lokalite vzorkovací krok približne 5 mm. Presnosť metódy obrazového skenovania v tomto prípade dosahuje hodnotu 5 mm (obr. 1.178). Zárez postupne zarastá vegetáciou, čo má vplyv na objektívne pozorovanie (obr. 1.178 – červené – pribúdanie materiálu, modré – ubúdanie materiálu).

Na snímkovanie bola použitá strednoformátová kamera Mamyia 645AF s digitálnou stenou Leaf Aptus II-7 a objektívom Phase One f45. Spracovateľský softvér – Agisoft PhotoScan Professional.



Obr. 1.178. Lokalita Demjata – rozdielová mapa (porovnávaci model za obdobie 2012 – 2014 v smere kolmom na zárez) na monitorovanom úseku zárezu cesty pri Demjate. zelená farba – zmeny v intervale ± 5 mm, modrá farba – úbytok materiálu do 0,5 m, červená farba – prírastok materiálu

Výsledky porovnania etapových meraní:

- hlavné veľké bloky na pravej strane sú z pohľadu štatistického hodnotenia stabilné, nevykazujú významné zmeny (museli by dosiahnuť hodnoty väčšie ako 10 mm),
- ľavá časť zárezu má tendenciu pohybu k ceste, nie je to však stále dostatočne štatisticky preukázateľné (zelená farba),
- erózne ryhy sa prehľbujú, následkom čoho je pribúdanie erodovaného materiálu pod nimi,

b/ Dilatometrické merania

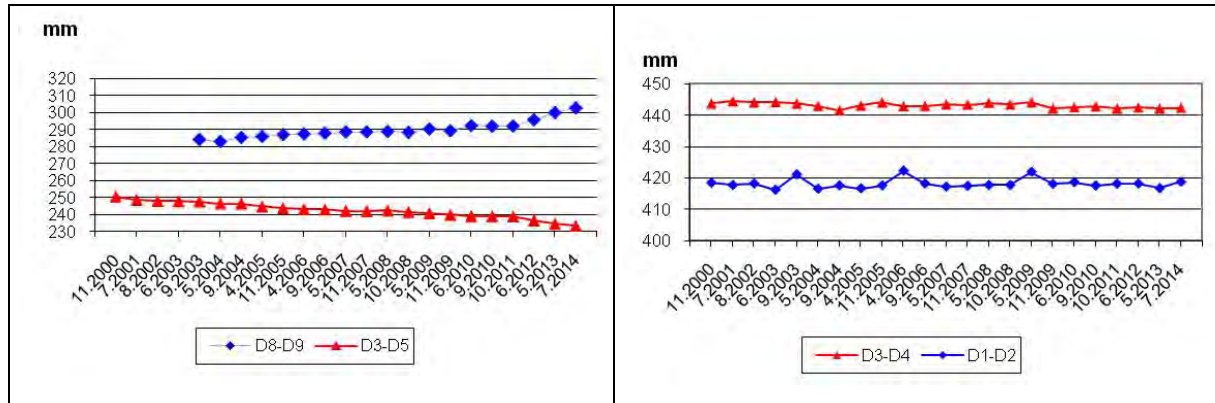
b1/ Dilatometer Somet

Merania sa vykonávajú na stanovišti č. 3 (obr. 1. 177), kde sú na troch výrazných lavicovitých blokoch inštalované štyri meracie body – E1 (prvý blok), E2, E3 (druhý blok) a E2' (tretí blok). Body E1, E2 a E3 sú inštalované pre meradlo dĺžky 25 cm a vzdialenosť bodov E1 – E2' je pre meradlo dĺžky 70 cm. Stanovište č. 4 (body E4 a E5) sa nachádza na opačnej stene zárezu cesty.

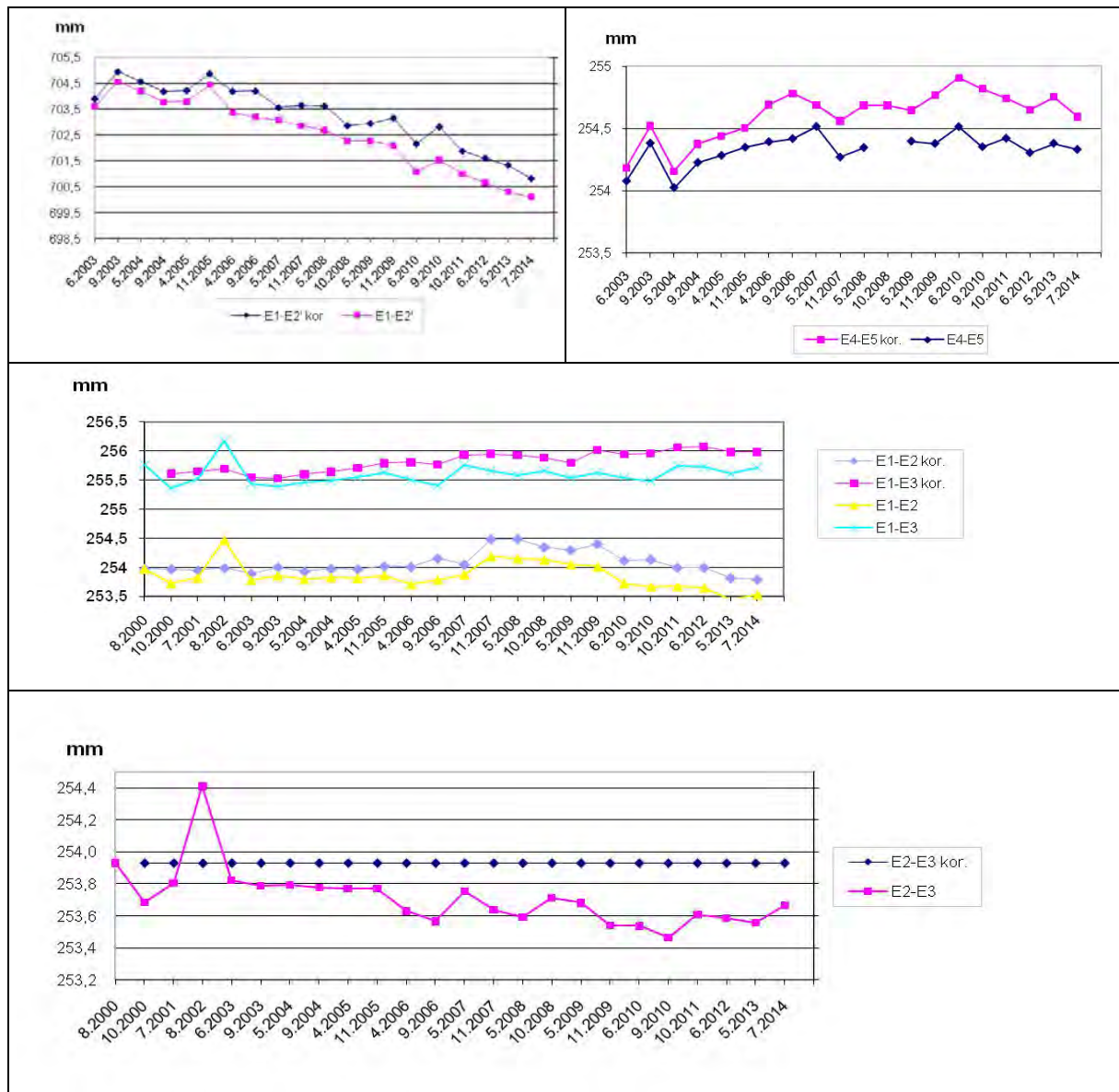
V roku 2014 pokračoval súvislý posun okrajovej lavice skalného bloku. Najväčšia zmena medzi meraniami v ročnom monitorovacom cykle bola zaznamenaná na stanovišti č. 3 medzi bodmi E1 – E2' s hodnotou 0,21 mm. Celkový posun na tomto mieste dosiahol 6,03 mm od počiatku monitorovania v roku 2000. Pohyb horninového bloku v podloží tejto okrajovej lavice, monitorovaný bodmi E1 – E2 a E1 – E3, sa v priebehu roku 2014 spomalil. Na profile E1 – E2 bol zaznamenaný posun 0,08 mm a na profile E1 – E3 posun 0,11 mm.

Merania realizované v protiláhlej strane zárezu na profile E4 – E5 (stanovište č. 4) v roku 2014 zaznamenali nepatrné cyklické zmeny šírky diskontinuity – jej zúženie o 0,05 mm, ktoré môže odrážať reakciu masívu na teplotné zmeny počas monitorovacieho cyklu (obr. 1.179; príl. 1. 45).

A:



B:



Obr. 1.179. Výsledky dlhodobého merania posuvu blokov na lokalite Demjata. A – meradlom posuvov, B – dilatometrom Somet. Grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi E2-E3, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

a2/ Meradlo posuvov

Meracie body pre aplikáciu meraní meradlom posuvov sú inštalované na stanovišti č. 3 (zhodnom so stanovišťom pre dilatometer Somet), na ktorom sú inštalované body D1, D2, D3, D4, D5 a na stanovišti č. 1 (body D8 a D9 – obr. 1. 177). Skalný blok, na ktorom bol umiestnený bod stanovišťa č. 2, sa zrútil. Na každom zo stanovišť sú body nainštalované tak, aby zachytávali posuv blokov, oddelených výraznou diskontinuitou.

V roku 2014 veľkosť posuvov na okrajovom bloku stanovišťa č. 3 sa prejavila s menšou intenzitou ako v roku 2013, bol tu medzi bodmi D3 – D5 dosiahnutý posun 1,1 mm, oproti roku 2013, kedy bol pozorovaný posun 2,0 mm. Ďalšie meranie na stanovišti č. 3 (body D3 – D4) zaznamenali len cyklickú zmenu šírky diskontinuity, ktorá je skôr prejavom klimatických vplyvov. Oproti roku 2014 sa rozvoľňovanie diskontinuity na stanovišti č. 1 medzi bodmi D8 – D9 spomalilo, zaznamenané bolo rozšírenie diskontinuity o 2,78 mm, v predchádzajúcom roku sa puklina rozšírila o 4,34 mm (obr. 1.179, príl. 1. 45). Napriek spomaleniu rýchlosti rozvoľňovania pretrváva nezvratný trend uvoľňovania skalného bloku, ohrozenie cestnej premávky však nepredpokladáme.

c/ Merania mikromorfologických zmien

Monitorovanie mikromorfologických zmien sa začalo v roku 1995, avšak v dôsledku skalného zrútenia v roku 1999 došlo k zničeniu profilu. Merania sa obnovili až v roku 2007 na dvoch profiloch (stanovište 3 s bodmi Z3 a Z3' a stanovište 5 s okrajovými bodmi Z5 a Z5' – obr. 1.177).

Meraniami bol v profile 3 zaznamenaný celkový priemerný úbytok materiálu (za 7 rokov monitoringu) z masívu -0,2 mm a v profile 5 +0,41 mm (obr. 1.180 a príl. 1.45). V porovnaní s jarným meraním 2012 bol v profile 3 zaznamenaný priemerný úbytok -0,11 mm a v profile 5 +0,68 mm (rozdiel 31 mesiacov). Rozpínanie masívu zrejme signalizuje vypadnutie väčšieho fragmentu v nadchádzajúcom období, najmä v pravej polovici profilu. Najbližšie meranie, ktorým sa overí úbytok materiálu v pozorovanom profile, je plánované na rok 2015.

d/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Kapušany (indikatív 59220) v roku 2013 dosiahol hodnotu 765,6 mm. V roku 2014 bol nameraný úhrn zrážok s hodnotou 781,6 mm.

Priemerný počet mrazových dní za zimné obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008 je na stanici Bardejov (indikatív 11962) 113,5 a na stanici Prešov-vojsko (indikatív 11955) za rovnaké obdobie 120,13.

Počet mrazových dní v zime 2012/2013 bol 114 dní, t. j. 100,04 % dlhodobého priemeru na stanici Bardejov a 125 dní, t. j. 104,01 % dlhodobého priemeru na stanici Prešov-vojsko.

V zime 2013/2014 bol počet mrazových dní na stanici Bardejov 81 (71,37 % dlhodobého priemeru) a na stanici Prešov-vojsko 87 dní (72,42 % dlhodobého priemeru).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

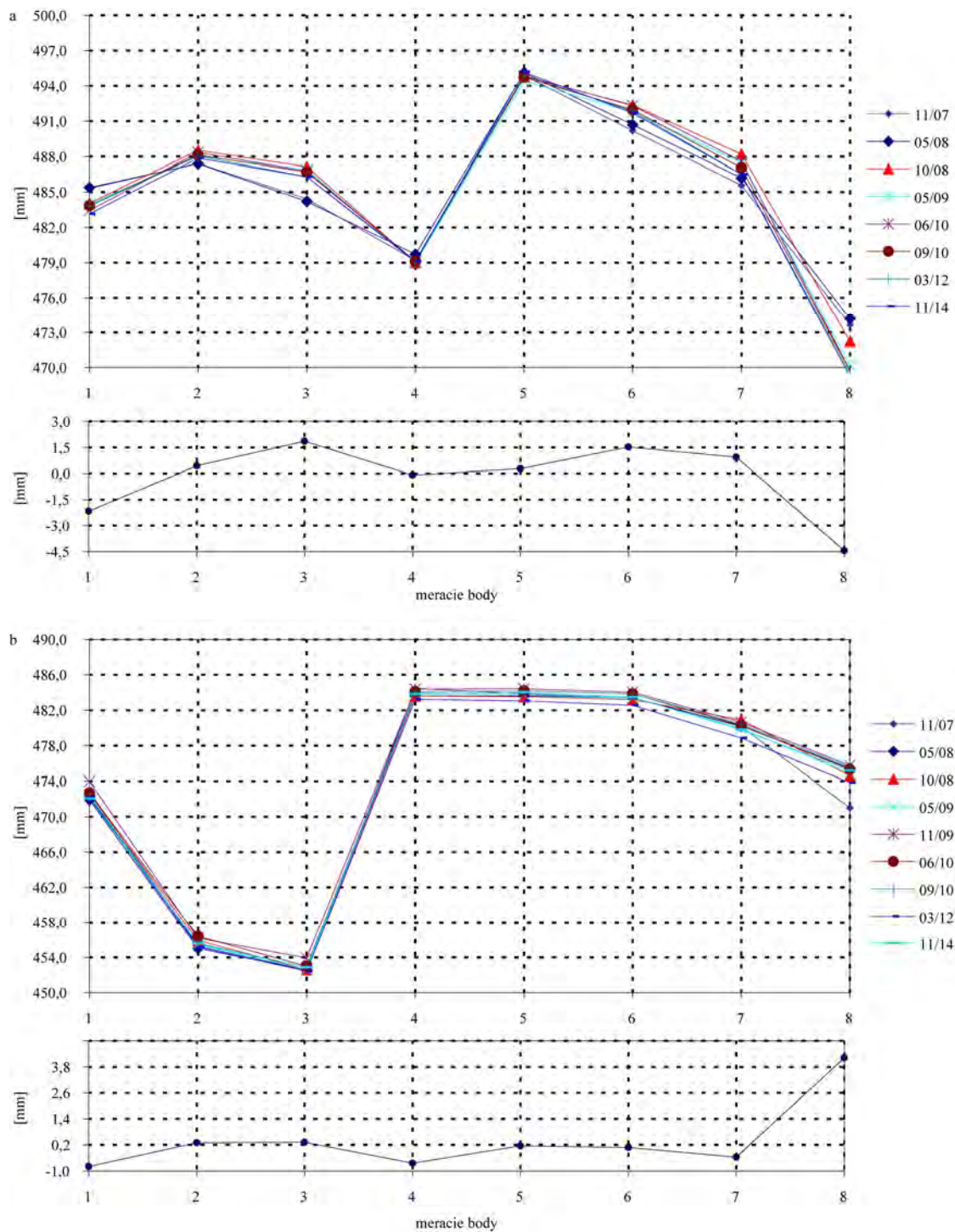
Selektívne zvetrávanie a rozvoľňovanie masívu pokračuje, o čom svedčia výsledky časového radu dilatometrických pozorovaní. Dilatometrické merania preukázali pokračujúci trend uvoľňovania okrajových skalných blokov v južnej časti pravostranného zárezu cesty z Demjaty do Raslavič a pokračuje aj rozvoľňovanie menšieho pozorovaného bloku (stanovište č. 1) na rovnakej strane zárezu cesty. Zistená intenzita rozvoľňovania skalných blokov zatiaľ nevyžaduje opatrenia na zaistenie bezpečnosti premávky.

Na posúdenie aktuálneho stabilného stavu skalného svahu je potrebné pokračovať v dilatometrických meraniach.

Geodetické a fotogrametrické merania sú schopné detegovať absolútne zmeny na úrovni 5 mm a viac. Pre určenie absolútnych zmien v presnosti 1 mm geodetickými metódami by bolo potrebné vybudovať observačnú sieť stabilizovanú piliermi a vybavenú náročným prístrojovým vybavením. Druhou možnosťou je využitie radarových meraní s presnosťou 0,1 mm, čo ale podobne vyžaduje stabilizáciu prístroja, signalizáciu vlícovacích bodov a náročné technické vybavenie (rádovo 100 000,- €). Z tohto pohľadu sa nejví optimálne pokračovať v tomto type meraní. Absolútne zmeny odporúčame pozorovať geodeticky v intervale 1 meranie za 5 rokov na pevne stabilizovaných pozorovaných a vzťažných bodoch s možnosťou umiestnenia odrazového hranola.

Naopak, meranie relatívnych zmien fotogrametrickými metódami umožňuje zachytiť relatívne 1D alebo 2D pohyby (podobne ako dilatometre) na úrovni 0,05 mm, a to vďaka bezdotykovému princípu merania.

Z vyššie uvedeného sa ako efektívna voľba javí zotrvať aj v roku 2015 pri relatívnom pozorovaní zmien v rámci masívu, a to predovšetkým dilatometriou, doplnenou o informácie meraní mikromorfologických zmien skalnej steny, a novo navrhnutou fotogrametrickou metodikou, ktorá by monitorovala relatívne zmeny v rámci masívu.



Obr. 1.180. Výsledky spracovania dlhodobých meraní mikromorfologických zmien povrchu skalného svahu v meracích bodoch 1 až 8 na lokalite Demjata v rokoch 2007 až 2014. a – stanovište 3, b – stanovište 5 (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny 2007 – 2014)

1.4.47. Lokalita Starina

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza severovýchodne od mesta Snina, východne od vodnej nádrže Starina v záreze štátnej cesty Snina – Príslop. Leží na východnom okraji Nízkych Beskýd v celku Laborecká vrchovina. Predmetom monitoringu je hlboký zárez cesty. Na geologickej stavbe svahov zárezu a jeho okolia sa podieľajú horniny dukelskej jednotky vonkajšieho flyšového pásma.

Vzhľadom na priamy kontakt cesty s rozsiahlym odkryvom hornín (obr. 1.181), podliehajúcich intenzívnemu zvetrávaniu a potenciálne znižovanie stability skalnej steny, sa pravidelne pomocou meradla mikromorfologických zmien monitoruje rýchlosť zvetrávacích procesov.



Obr. 1.181. Umiestnenie stanovišta na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu štátnej cesty – lokalita Starina (foto L. Petro, 2009)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Mikromorfologické merania sa podobne, ako na ostatných lokalitách, v roku 2013 nerealizovali. V rokoch 2013 a 2014 bol zabezpečený zber klimatických ukazovateľov (tab. 1.53). V roku 2014 bolo realizované jedno meranie.

Tab. 1.53 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Starina v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovište MZ	0 (nerealizované)	1 (10. júl)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Starina (indikatív 43320)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2014 sa uskutočnilo 1 meranie zmien povrchu odkryvu pomocou meradla mikromorfologických zmien. V porovnaní s rokom 2012 bola v profile zaznamenaná veľmi výrazná zmena v celej konfigurácii meraného profilu. Priemerný úbytok za obdobie 27 mesiacov bol -1,278 mm. V roku 2014 zaznamenané „rozpínanie“ v bode 1 (pieskovec) dosiahlo až 4,5 mm, čo signalizuje vypadnutie väčších úlomkov v blízkej budúcnosti. V ílovcových polohách bol zaznamenaný výrazný ústup masívu – bod 3 -6,28, body 6 a 7 zhodne -7,78. Priemerný úbytok za celé sledované obdobie (19 rokov) dosiahol -23,75 mm, pričom najväčšia hodnota úbytku bola pozorovaná v ílovcovej polohe v bode 7, t.j. -85,18 mm (obr. 1.182; príl. 1.46). Táto skutočnosť indikuje akcelerované zvetrávanie cestného zárezu. Najbližšie meranie, ktorým bude možné overiť úbytok materiálu na skalnej stene, je plánované na rok 2015.

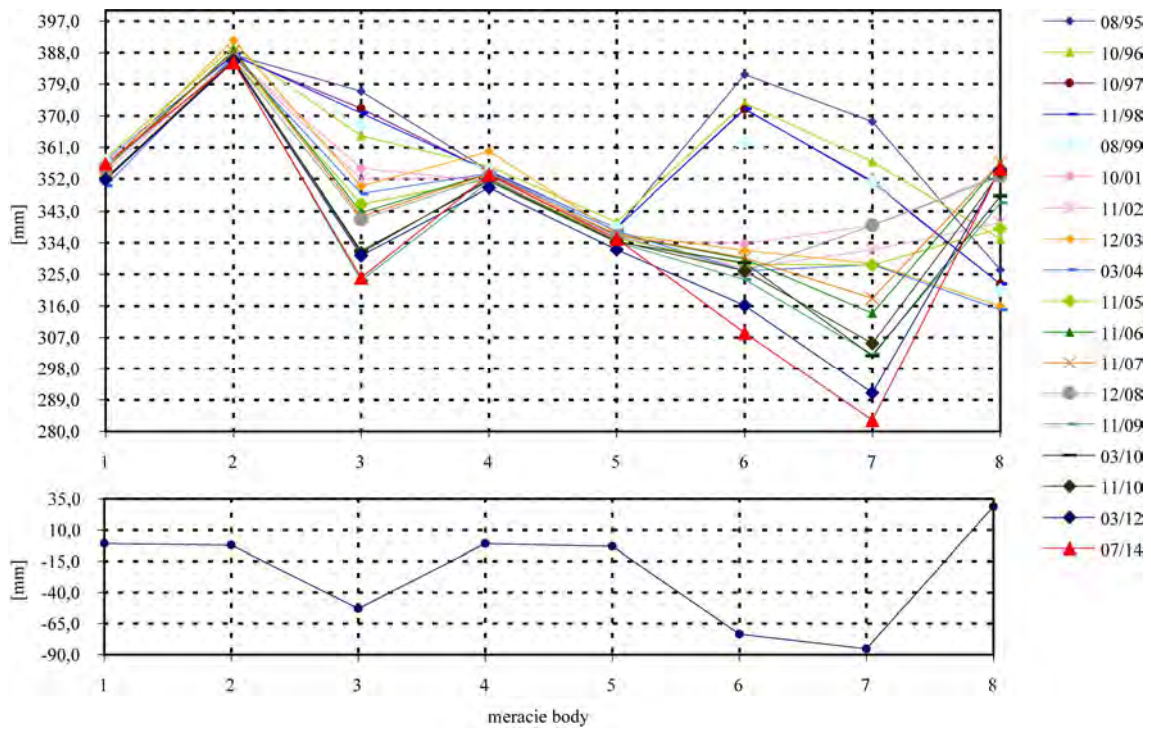
b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Podľa meraní na stanici SHMÚ Starina (indikatív 43320) zrážkový úhrn za rok 2013 predstavoval 680,2 mm a v roku 2014 jeho hodnota stúpila na 805,2 mm.

Merania počtu mrazových dní (s minimálnou teplotou nižšou ako 0°C) na stanici Kamenica nad Cirochou (indikatív 11993) preukázali v zime 2012/2013 celkovo 115 mrazových dní a v zime 2013/2014 ich počet klesol na 75 dní.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Nestabilné prostredie skalných a poloskalných hornín, vystupujúcich v cestnom záreze, podmieňuje potrebu monitorovania vývoja procesov zvetrávania s prognózou stabilného stavu prostredia. Navyše, na danej lokalite ide o možnosť priameho porovnania selektívneho vývoja týchto procesov v rozdielnom prostredí pieskovcov a ílovcov. V období 2011/2012 sa potvrdilo očakávané vypadnutie väčšieho horninového fragmentu, signalizované predchádzajúcim rozpínaním masívu. Zistené skutočnosti možno aplikovať v analogických prostrediach pri praktických návrhoch zabezpečenia odkrytých stien skalných a poloskalných hornín.



Obr. 1.182. Výsledky dlhodobého merania (1995 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Starina (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny 1995 – 2014)

1.4.48. Lokalita Slovenský raj – Pod večným dažďom

Stručná charakteristika lokality

V prielome Hornádu bol na pozorovanie vybratý rozsiahly skalný blok, nachádzajúci sa nad turistickým chodníkom v miestach označenej zastávky „Pod večným dažďom“. Lokalita sa nachádza cca 2500 m od vstupu do doliny. Potenciálne nestabilný skalný blok je rozsiahly (niekoľko desiatok metrov na šírku i výšku), pozostáva z viacerých samostatných blokov a jeho kontúry sú v dôsledku hustého zalesnenia miestami nejasné.

Z geologického hľadiska sa skalný blok nachádza v prostredí strednotriasových lagunárnych wettersteinských vápencov, patriacich k stratenskému príkrovu (Mello et al., 2000).

Na rozsiahlom skalnom bloku boli zriadené dve monitorovacie stanoviská, na ktorých boli inštalované pozorovacie body pre merania dilatometrom Somet.

Na stanovisku, nachádzajúcom sa v spodnej časti skalného bloku (nad turistickým chodníkom) bola inštalovaná trojica bodov. Body R12 a R13 sa nachádzajú na jednom bloku a bod R11 na bloku, oddelenom výraznou diskontinuitou so smerom sklonu 52° a sklonom 70° . Na povrchu skalnej steny je diskontinuita otvorená v rozsahu od 3 do 15 cm, smerom do hĺbky masívu sa postupne zatvára (obr. 1. 183).



Obr. 1.183. Umiestnenie pozorovacích bodov R11, R12 a R13 (Stanovište 1) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj)

Druhé stanovište sa nachádza v hornej časti skalného bloku. Ide o strmú skalnú stenu, na ktorej sa nainštalovali dva body (R14 a R15), oddelené výraznou, nepriaznivo uklonenou diskontinuitou so smerom sklonu 282° a sklonom 87° (obr. 1.184).



Obr. 1.184. Umiestnenie pozorovacích bodov R14 a R15 (Stanovište 2) pre merania dilatometrom Somet na lokalite Pod večným dažďom (Slovenský raj)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Dilatometrické merania prístrojom Somet sa na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom vykonávajú s dvojnásobnou frekvenciou. V roku 2013 boli monitorovacie aktivity zamerané na zber a hodnotenie klimatických faktorov. Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v roku 2014, sú zhrnuté v tab. 1.54.

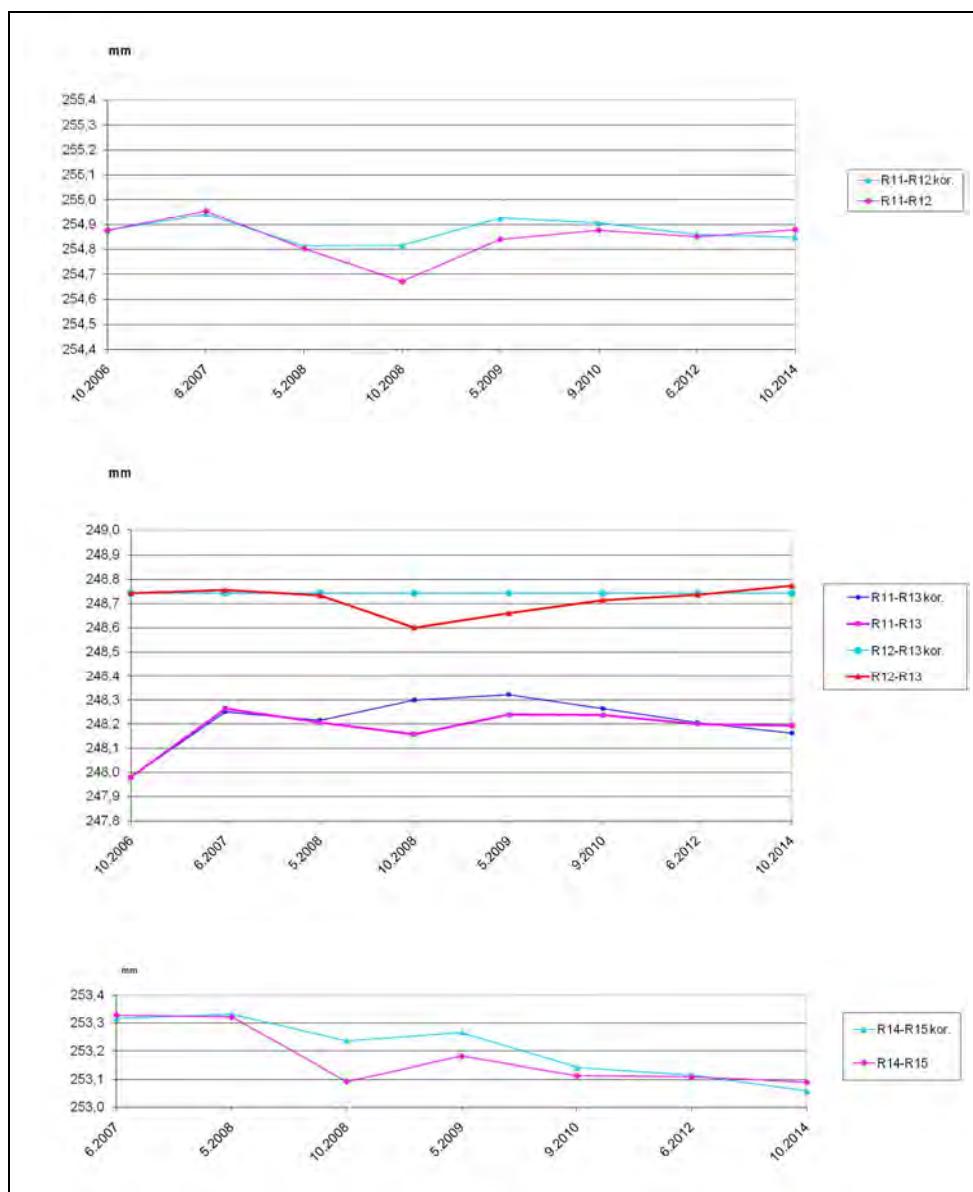
Tab. 1.54 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Dilatometrické merania	3	R11, R12, R13 (stanovište 1)	0 (nerealizované)	1 (28. október)
Dilatometer Somet	2	R14, R15 (stanovište 2)	0 (nerealizované)	1 (28. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Hrabušice (56100)	Mesačné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	2	Stanica SHMÚ Spišské Vlachy (11949)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Dilatometrické merania

Merania realizované v roku 2014 na oboch stanoviskách zaznamenali len nepatrný posuv v porovnaní s meraniami v roku 2012. Z etapového merania na stanovišti č. 1 v spodnej časti skalného bloku vyplýva, že v roku 2014 nedošlo prakticky k žiadnemu posuvu horninového bloku – namerané rozdiely medzi etapami vo vzdialenosti bodov R11 a R12 dosiahli 0,027 mm, zmena relatívnej vzdialenosti medzi bodmi R11 a R13 bola ešte menšia (0,008 mm) – obr. 1.85, príl. 1.47. Na druhom stanovišti (body R14 a R15) bol zaznamenaný posun 0,03 mm, na základe vykonaného merania možno taktiež konštatovať stabilný stav pozorovaných blokov. Celkový posun od počiatku meraní na oboch stanoviskách nepresiahol 0,24 mm.



Obr. 1.85. Výsledky merania posunu blokov na lokalite Pod večným dažďom dilatometrom Somet. Grafy s korekciou nameraných hodnôt zohľadňujú zmeny podmienok a techniky merania (označené príponou kor. – údaje v nich sú upravované v závislosti od hodnoty nameranej vzdialenosti medzi bodmi R12 – R13, situovanými na jednom samostatnom horninovom bloku)

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Hrabušice (indikatív 56100) v roku 2013 dosiahol 680,2 mm a v roku 2014 hodnotu 770,9 mm, čo je nárast o 90,7 mm.

Počet mrazových dní, zaznamenaných na stanici SHMÚ Spišské Vlasy (indikatív 11949) bol v zime 2012/2013 143 dní a v zime 2013/2014 klesol na 102 dní, čo je o 41 mrazových dní menej.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Dilatometrické merania na lokalite nevykazujú podstatné zmeny šírky pozorovaných diskontinuit, v prípade zistenia významnejších posunov v ďalších cykloch monitorovania skalných blokov je potrebné informovať orgány miestnej samosprávy a Správu Národného parku.

1.4.49. Lokalita Jakub

Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v odreze železničnej trate Banská Bystrica – Harmanec pri severnom okraji obce Jakub. Odrez má oblúkovitý tvar, jeho výška je 18 m, šírka je 47 m (obr. 1.186). Úlomky hornín uvoľnené v dôsledku tektonického porušenia a mechanického zvetrávania, opadávajú do blízkosti železničnej trate a môžu negatívne ovplyvniť zariadenia zabezpečovacej techniky trate, ako aj samotnú trať.

Na geologickej stavbe lokality sa podieľajú horniny titón-neokómu krížňanského prikrovu. Celý odkryv je prestúpený hustou sieťou puklín, prevažne uzavretých a bez výplne, pozdĺž ktorých sa nachádzajú hrdzavé povlaky oxidov železa.



Obr. 1.186. Umiestnenie stanoviska na meranie mikromorfologických zmien povrchu odkrytého zárezu železnice pri obci Jakub. Červenou líniou je zvýraznené stanovisko umiestnenia meradla morfológických zmien

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Merania mikromorfologických zmien boli naposledy realizované v roku 2014, v roku 2013 sa merania v súlade s nastavenou dvojročnou frekvenciou nerealizovali. Pokračoval zber údajov o zrážkových úhrnoch a teplote vzduchu – počet mrazových dní. Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite v rokoch 2013 a 2014 je zhrnutý v tab. 1.55.

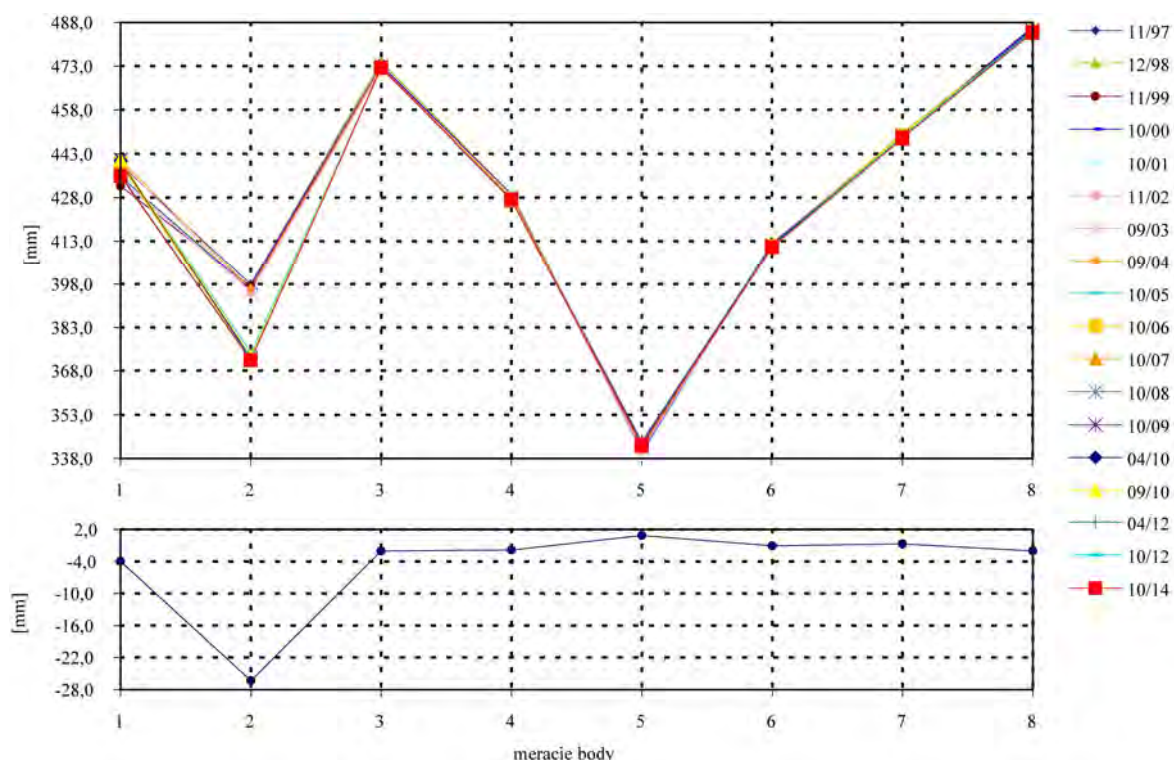
Tab. 1.55 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Jakub v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfolo-gické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovište MZ	0 (nemerané)	2 (26. máj, 16. október)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Banská Bystrica-Zelená (indikatív 11898)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

Merania v roku 2014 boli uskutočnené 26. mája a 16. októbra. V roku 2014, v porovnaní s rokom 2012, bola nameraná približne rovnaká zmena v konfigurácii meraného profilu vo všetkých bodoch. Počas periódy 2012 – 2014 dosiahol ročný priemerný úbytok – 0,19 mm, pričom priemerný úbytok za celé sledované obdobie (17 rokov) predstavoval v roku 2014 hodnotu -4,65 mm (obr. 1.187; príl. 1.48). Tento výsledok je výrazne ovplyvnený úbytkom materiálu v bode 2 (-26,30 mm), keď v roku 2005 vypadol zo steny väčší fragment.



Obr. 1.187. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1997 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Jakub (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny za obdobie 1997 – 2014)

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Banská Bystrica (indikatív 34300) v roku 2013 dosiahol hodnotu 987,2 mm, čo pri dlhodobom priemere 855,15 mm predstavuje 115,4 %, (išlo teda o vlhký rok). V roku 2014 bol zrážkový úhrn 1011,1 mm (118,24 %, – vlhký rok).

Počet mrazových dní na stanici SHMÚ v Banskej Bystrici na Zelenej ul. (indikatív 11898) v zime 2012/2013 bol 102 dní, čo pri dlhodobom priemere 105 dní (priemer odvodený z obdobia rokov 2000/2001 až 2007/2008) predstavuje 97,14 % a v zime 2013/2014 klesol na 62 dní, čo predstavuje 63,83 % z dlhodobého priemeru.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Na lokalite sa z dlhodobého hľadiska prejavuje relatívne rovnomerné zvetrávanie horninového masívu, až na vypadnutie fragmentu v bode 2 (rok 2005). Tým sa potvrdil náš predpoklad, že v prostredí vápencov sa okrem pomalého procesu rozpúšťania sporadicky prejavujú i dôsledky mechanického zvetrávania náhlým vypadávaním úlomkov zo skalnej steny. Vzhľadom na bezprostredný kontakt skalnej steny s trasou železnice je potrebné v roku 2015 pokračovať v meraniach v jarnom a jesennom cykle, so zameraním sa na prognózu možných uvoľnení nestabilných úlomkov a blokov horniny.

1.4.50. Lokalita Bratislava-Železná studnička

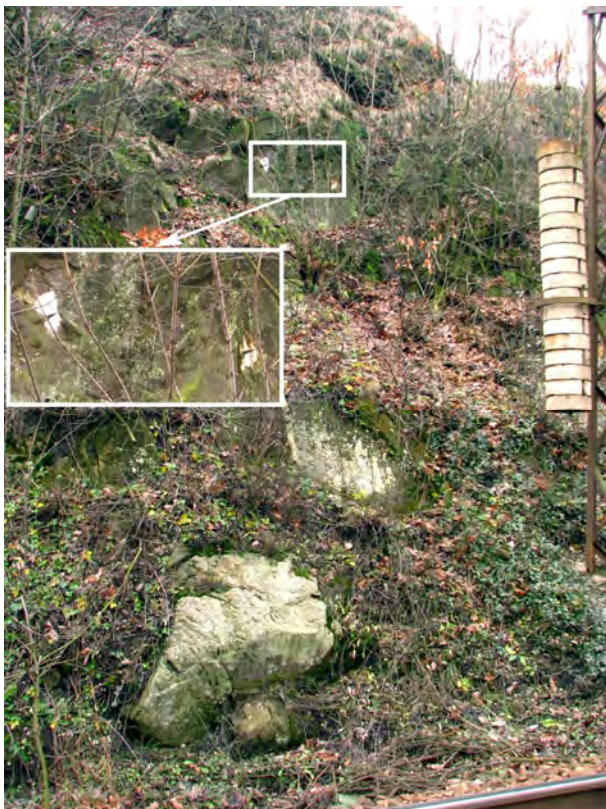
Stručná charakteristika lokality

Lokalita je situovaná v záreze železnice približne 120 m západne od staničnej budovy železničnej zastávky Bratislava-Železná studnička.

Železničný zárez vybudovaný v granodioritoch bratislavského masívu (obr. 1.188) má dĺžku cca 150 m a tvar písmena V so svahmi orientovanými na sever a na juh. Sklon svahov sa pohybuje od 50 do 70°.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú neskoroorogénne jemno až strednozrnité biotitické a dvojsľudné granodiority bratislavského masívu.

Vzhľadom na selektívne zvetrávanie heterogénnych granitoidných hornín a oslabovanie väzieb medzi skalnými blokmi môže dôjsť k ich uvoľňovaniu a ohrozeniu premávky na frekventovanej železničnej trati.



Obr. 1.188. Skalná stena železničného zárezu pri stanici Bratislava-Železná studnička, na ktorej sa vykonáva meranie mikromorfologických zmien povrchu (s detailom umiestnenia meradla morfologických zmien)

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

V roku 2013 bol zabezpečený zber klimatologických faktorov – zrážkové úhrny, teploty vzduchu, a najmä počty mrazových dní. V roku 2014 sa merania mikromorfologických zmien realizovali v máji. Monitorovacie aktivity, realizované na lokalite v rokoch 2013 a 2014 sú v zhrnuté tab. 1.56.

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2012 a 2013 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2014 sa uskutočnilo 1 meranie zmien povrchu odkryvu so severnou orientáciou pomocou meradla mikromorfologických zmien. Celkový priemerný úbytok za 16 rokov

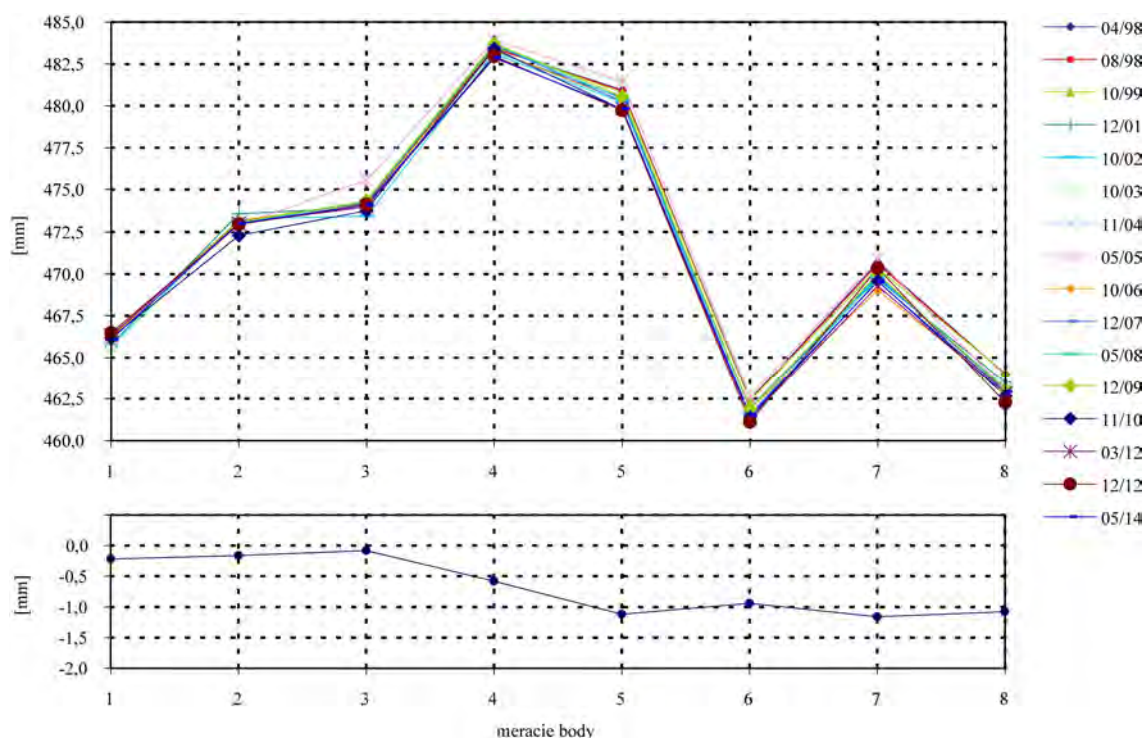
sledovania dosiahol – 0,67 mm; priemerný ročný úbytok za sledované obdobie je -0,042 mm (obr. 1.189). Za posledné dva roky pozorujeme nepatrné priemerné „rozpínanie“ masívu (+0,05 mm – príl. 1.49). Táto skutočnosť signalizuje v blízkej budúcnosti odlúpenie relatívne hrubšej kôry zvetrania.

Tab. 1.56 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Bratislava-Železná studnička v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovište MZ	0 (nemerané)	1 (23. máj)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17080)	Denné úhrny zrážok	
Meranie Počtu mrazových dní	2	Stanice SHMÚ: Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 11810) Bratislava-Koliba (indikatív 11813)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina (indikatív 17080) v roku 2013 dosiahol 664,3 mm a v roku 2014 stúpol na hodnotu 798,5 mm.



Obr. 1.189. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1998 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Bratislava-Železná studnička (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny za obdobie 1998 – 2014)

Počet mrazových dní zaznamenaných na stanici SHMÚ Bratislava-Mlynská dolina, (indikatív 11810) v zime 2012/2013 bol 94 a v zime 2013/2014 klesol na 48 dní, čo predstavuje o 46 mrazových dní menej. Na stanici SHMÚ Bratislava – Koliba (indikatív 11813) bolo počas zimy 2012/2013 zaznamenaných 103 mrazových dní a počas zimy 2013/2014 počet mrazových dní klesol na 41.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Procesy zvetrávania a rozvoľňovania skalnej steny sa v prostredí granitoidných hornín prejavujú menej intenzívne (o čom svedčia i namerané hodnoty zmeny konfigurácie masívu). Napriek tomu, vzhľadom na kontakt vysokej skalnej steny s frekventovanou železničnou traťou, je potrebné v roku 2015 pokračovať v sledovaní rozvoja procesu zvetrávania s rovnakou frekvenciou a zamerať sa na možné parciálne prejavy nestability na skalnej stene.

1.51. Lokalita Pezinská Baba

Stručná charakteristika lokality

Lokalita sa nachádza vo svahu asi 1200 m západne od horského sedla Baba smerom na obec Pernek. Predmetom monitoringu je odrez cesty II. triedy č. 503 spájajúcej Pezinok so Záhorím. Sledovaný odrez má nepravidelný tvar, výška hrany svahu dosahuje miestami až 10 m.

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú biotitické svorové ruly a pararuly v rozličnom stupni zvetrania – od slabo zvetraných hornín cez silno zvetrané až po regolit. Uvedené horniny vznikli v dôsledku kontaktnej metamorfózy pôvodných psamitických a pelitických sedimentov. Textúry sú výrazne bridličnaté, usmernené a páskované, čo podmieňuje výraznú anizotropiu inžinierskogeologických vlastností a takisto pomerne rýchle procesy zvetrávania a uvoľňovania skalných úlomkov až blokov (Polák et al., 2012).

Na lokalite sú v súčasnosti funkčné dve stanovišká na meranie mikromorfologických zmien – stanoviško 2 a stanoviško 3 (obr. 1.190).



Obr. 1.190. Situovanie stanovišť 2 a 3 na lokalite Pezinská Baba na meranie mikromorfologických zmien povrchu horniny na svahu odrezu cesty

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Podobne ako i v prípade ostatných lokalít, na ktorých sú monitorovacie aktivity zamerané predovšetkým na merania mikromorfologických zmien, boli posledné merania realizované v roku 2014. V roku 2013 bola pozornosť venovaná zberu a analýze klimatologických ukazovateľov. Súhrnný prehľad monitorovacích aktivít, realizovaných v rokoch 2013 a 2014 je zhrnutý v tab. 1.57.

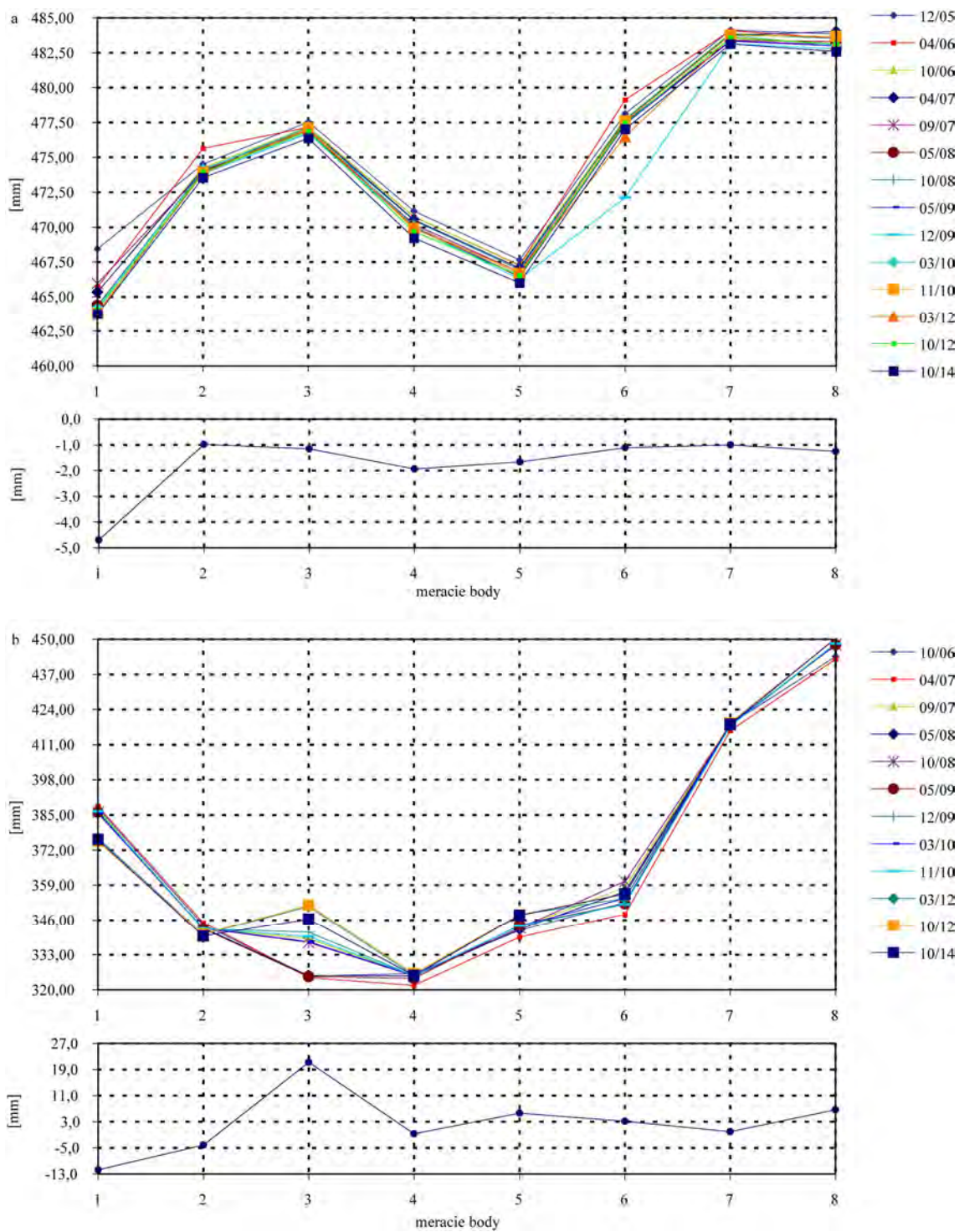
Tab. 1.57 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Pezinská Baba v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny	16	2 stanovištia MZ	0 (nemerané)	1 (27. októbra)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Pernek (indikatív 16180)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ: Modra-Piesok (indikatív 11833)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

V roku 2014 sa dňa 27. októbra uskutočnil 1 cyklus meraní zmien povrchu skalnej steny pomocou merača mikromorfologických zmien na profiloch II a III.



Obr. 1.191. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (2005 – 2014) mikromorfologických zmien povrchu skalnej steny na lokalite Pezinská Baba. a – stanovište 2, b – stanovište 3 (spodné grafy: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny za obdobie 2005 – 2014)

Na profile II (obr. 1.191, príl. 1.50) bol v roku 2014 v porovnaní s rokom 2012 zaznamenaný vzáčne vyrovnaný úbytok horninového masívu (-0,46 mm). Priemerná hodnota ročného úbytku za celé sledované obdobie (9 rokov) predstavuje -0,19 mm. Celkový priemerný úbytok na profile II je -1,73 mm.

V porovnaní s rokom 2012 bola zaznamenaná výraznejšia zmena v konfigurácii profilu III. V bode 2 toho profilu došlo k výraznému úbytku -5,2 mm, čo signalizuje odlúpnutie väčšieho fragmentu. V rámci celého profilu III priemerná hodnota ústupu masívu v porovnaní s rokom 2012 dosiahla -0,87 mm. Ročný priemer „rozpínania“ na tomto stanovisku predstavuje hodnotu +0,32 mm a priemerné rozpínanie za celé monitorované obdobie (8 rokov) hodnotu +2,52 mm (obr. 1.191, príl. 1.50). Vďaka uvedeným skutočnostiam je možné v blízkej dobe očakávať výraznejší úbytok v dôsledku vypadnutia väčšieho fragmentu či bloku horninového masívu.

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Pernek (indikatív 16180) v roku 2013 dosiahol 822,9 mm a v roku 2014 bol 1009,4 mm, čo je nárast až o 186,5 mm zrážok za rok.

Počet mrazových dní v zime 2012/2013 bol 117 (stanica Modra-Piesok, indikatív 11833), v zime 2013/2014 ich bolo zaznamenaných 61.

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Vzhľadom na priamy kontakt skalnej steny odrezu s frekventovanou cestnou komunikáciou, ktorá je na viacerých úsekoch postihnutá aj zosúvaním, považujeme za potrebné v roku 2015 pokračovať v monitorovacích pozorovaniach v zaužívanom cykle (jar, jeseň). O oprávnenosti monitoringu svedčí aj skutočnosť, že výsledky monitorovania mikromorfologických zmien boli použité v rámci inžinierskogeologického prieskumu štátnej cesty II. triedy č. 503, ohrozenej svahovými deformáciami a opadávaním skál (Polák et al., 2012). V uvedenom úseku cesty správca cestnej komunikácie pravidelne v jarnom období odstraňuje úlomky a bloky, ktoré padajú na cestnú komunikáciu a ohrozujú dopravu.

1.52. Lokalita Lipovník

Stručná charakteristika lokality

V období medzi jesenným meraním v roku 2012 a jarným meraním v roku 2014, došlo v dôsledku postupného rozvoľňovania a zvetrávania odrezovej steny, k deštrukcii meraného profilu, čo znemožnilo pokračovanie merania na uvedenej lokalite. Táto skutočnosť bola zistená dňa 4. novembra 2014 pri návšteve uvedenej lokality.

Lokalita sa nachádza v odreze štátnej cesty I. triedy v úseku Lipovník – Jabloňov nad Turňou. Predmetom monitoringu je rozsiahly odrez cesty, ktorý nie je žiadnym spôsobom zabezpečený proti opadávaní horninových úlomkov priamo na komunikáciu. Sledovaná lokalita má nepravidelný oblúkovitý tvar, jej výška dosahuje 25 – 30 m, šírka v spodnej časti je okolo 100 m (obr. 1.192).



Obr. 1.192. Skalná stena odrezu cesty na lokalite Lipovník (s detailom umiestnenia meradla mikromorfologických zmien – foto L. Petro, 2006)

Na geologickej stavbe okolia lokality sa podieľajú spodnotriasové slienité bridlice (skýt), slienité vápence a vápence sinských vrstiev silicika Slovenského krasu (Mello et al., 1997).

Procesy zvetrávania a rozvoľňovania skalnej steny na lokalite závisia od litologického zloženia hornín. Odolnosť hornín klesá v postupnosti vápence – slienité vápence – slienité bridlice. Vápence a slienité vápence v zdravom stave vykazujú veľmi dobrú odolnosť proti zvetrávaniu. Podliehajú hlavne mechanickej dezintegrácii. Silne zvetrané slienité vápence a slienité bridlice sú v styku s vodou nestále, rýchlo sa rozpadávajú a rozkladajú.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Merania mikromorfologických zmien na skalnej stene cestného zárezu sa naposledy realizovali v roku 2012. V roku 2014 počas jarného merania bolo dokumentované rozvoľňovanie odrezovej steny, spojeného s deštrukciou meraného profilu. V aktuálne hodnotenom roku bol zabezpečený zber a spracovanie údajov zo staníc SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180) a Rožňava (indikatív 11944). Súhrnný prehľad monitorovacích aktivít, realizovaných na lokalite je zhrnutý v tab. 1.58.

Tab. 1.58 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Lipovník v rokoch 2013 a 2014

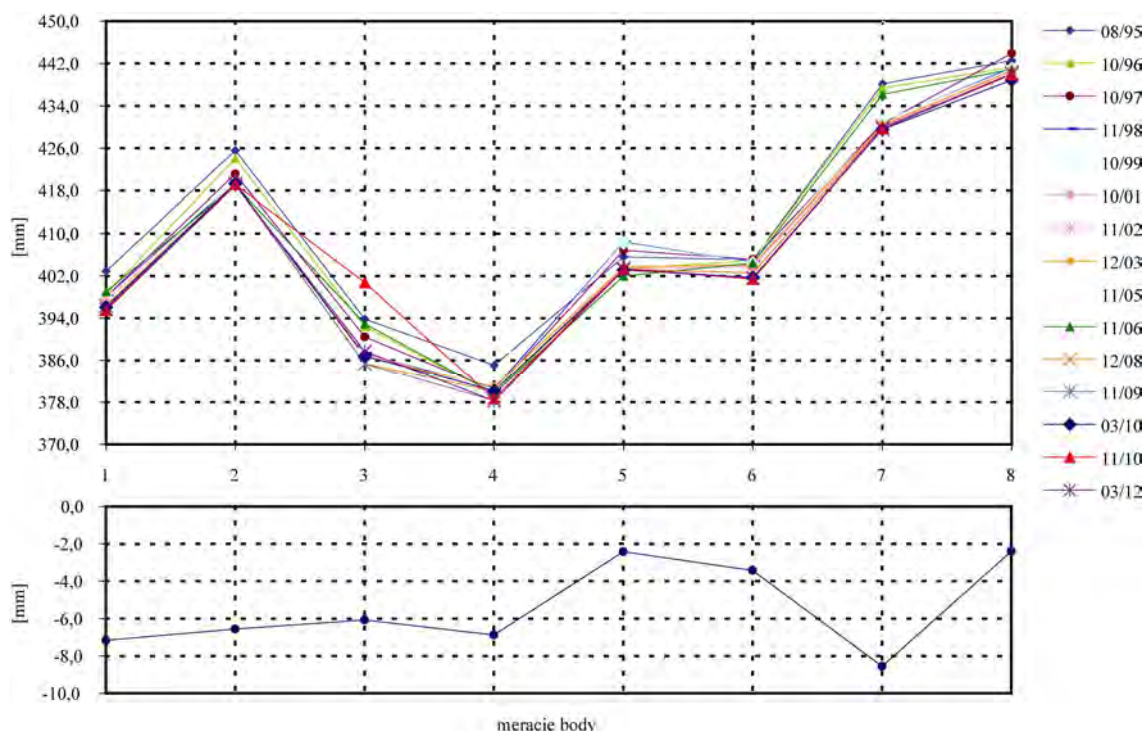
Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	Rok 2013	Rok 2014
Mikromorfologické zmeny povrchu horniny	8	1 stanovisko MZ	0 (nemerané)	1* (15. máj)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180)	Denné úhrny zrážok	
Meranie počtu mrazových dní	1	Stanica SHMÚ Rožňava (indikatív 11944)	Počet dní s minimálnou teplotou menšou ako 0 °C	

* – deštrukcia monitorovacieho stanovišťa

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

a/ Merania mikromorfologických zmien

Posledné nerania zmien povrchu skalnej steny pomocou meradla mikromorfologických zmien sa uskutočnilo 26. marca 2012. Počas plánovaného merania v roku 2014 bola dokumentovaná deštrukcia monitorovacieho stanovišťa. Za sledované 17-ročné obdobie bol pozorovaný priemerný úbytok -5,44 mm, čo predstavuje priemerný ročný úbytok -0,32 mm (obr. 1.193, príl. 1.51); táto hodnota je výrazne ovplyvnená vypadnutím úlomku v bode 3 – rozdiel za posledných 18 mesiacov tu dosiahol -13 mm. Túto skutočnosť sme signalizovali na základe pozorovaného rozpínania horninového masívu v bode 3 (+15,46 mm) už v roku 2010.



Obr. 1.193. Výsledky spracovania dlhodobých meraní (1995 – 2012) mikromorfologických zmien povrchu odkryvu na lokalite Lipovník (spodný graf: suma mikromorfologických zmien povrchu horniny za obdobie 1995 – 2012)

b/ Merania zrážkových úhrnov a počtu mrazových dní

Ročný zrážkový úhrn na stanici SHMÚ Krásnohorské Podhradie (indikatív 52180) v roku 2013 dosiahol hodnotu 706,0 mm a v roku 2014 stúpol o 189,1 mm a dosiahol hodnotu 895,1 mm.

Počet mrazových dní na stanici SHMÚ v Rožňave (indikatív 11944) v zime 2012/2013 dosiahol 109 a v zime 2013/2014 bolo zaznamenaných 36 mrazových dní.

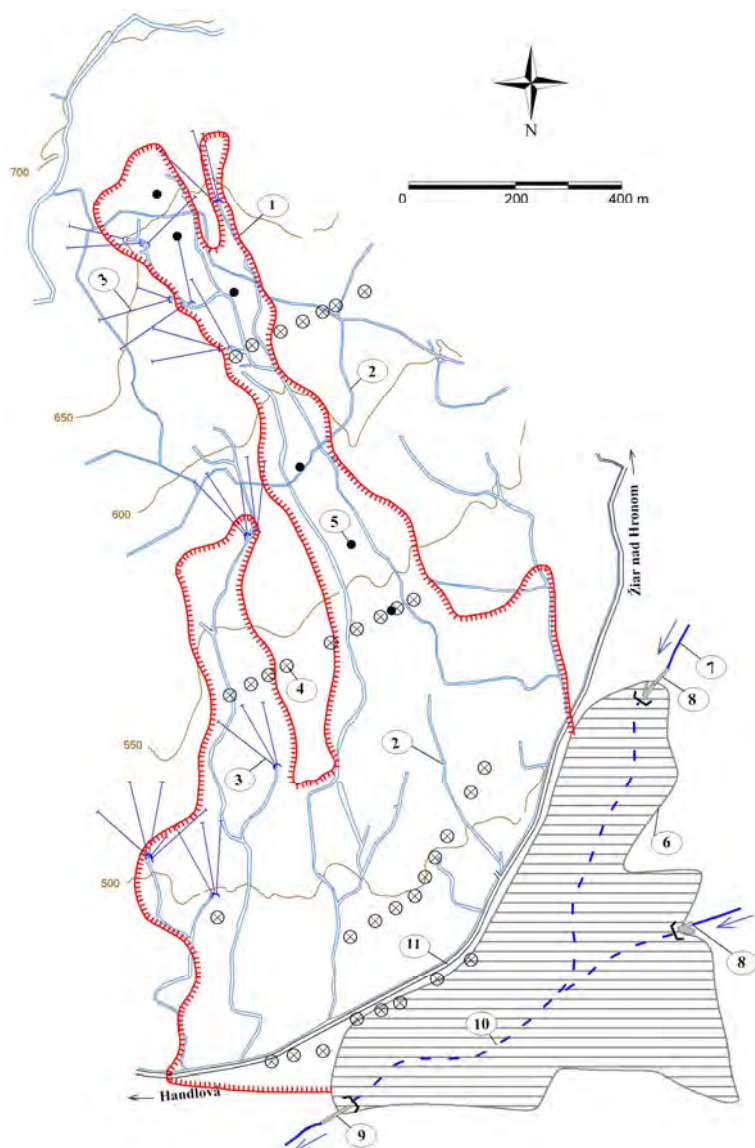
Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Podľa výsledkov dlhodobých meraní, bolo pozorované zrýchľovanie zvetrávania hornín a rozvolňovania masívu. Potvrďuje to i deštrukcia stanovišťa, na ktorom boli vykonávané pravidelné merania už od roku 1995.

1.4.53. Lokalita Stabilizačný násyp Handlová

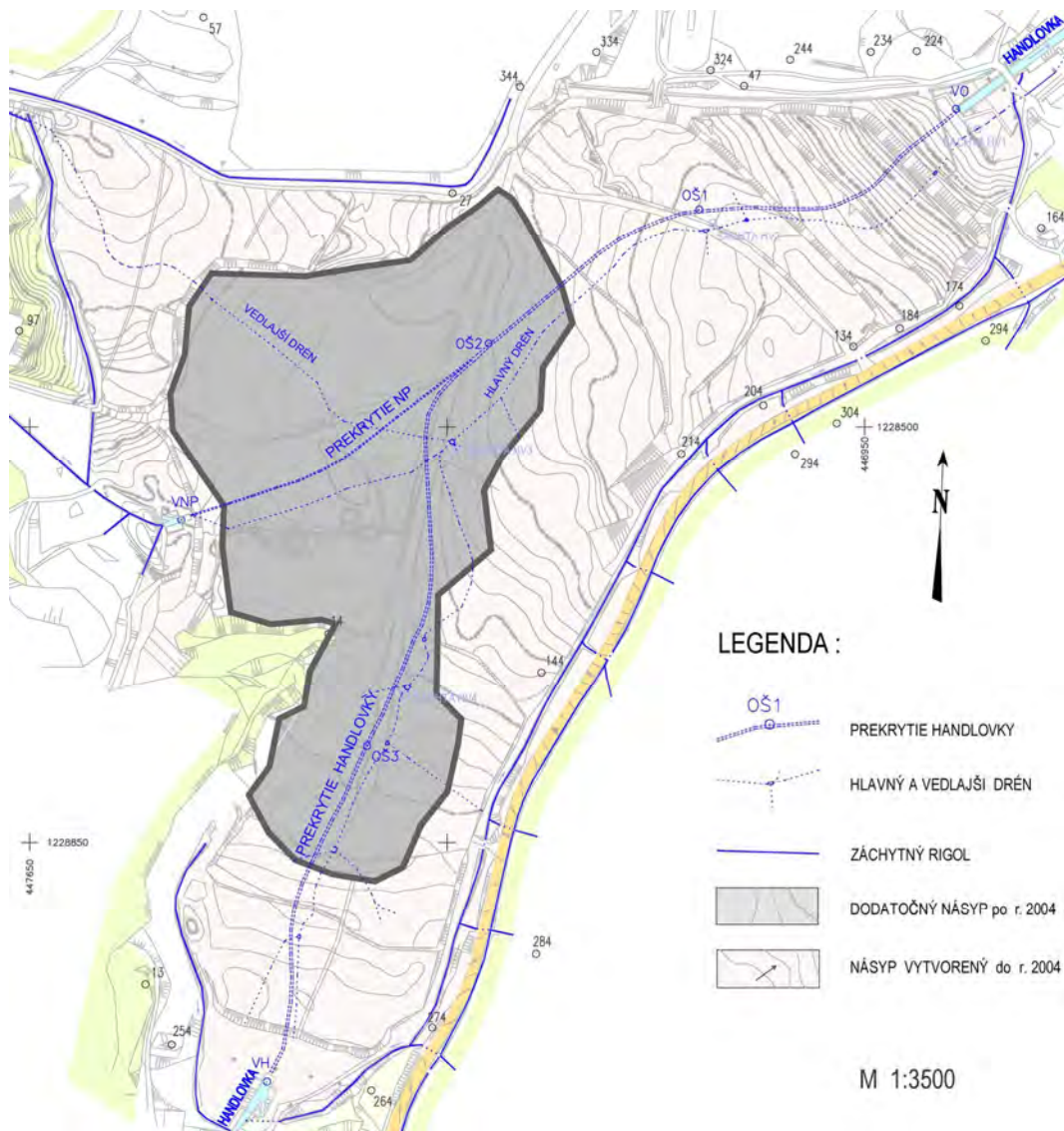
Stručná charakteristika lokality

Po katastrofálnom zosuve na východnom svahu rieky Handlovky, ktorý vznikol v decembri 1960 a viackrát sa aktivizoval, a po preukázaní nestability ďalších úsekov svahov na oboch brehoch Handlovky, vznikla nutnosť stabilizácie celého územia v priestore pod Svetlým vrchom. Ako najvhodnejšie opatrenie bola vybraná realizácia Stabilizačného násypu, ktorý sa po preložení vôd Handlovky a Nepomenovaného potoka do potrubia začal navážať z banskej hlušiny, vznikajúcej pri ťažbe v bani Handlová. Stabilizačný násyp (SN) rozopiera obidva zosuvné svahy a má stabilizačný účinok na prevádzku štátnej cesty I. triedy i bezpečnosť obytnej zástavby v najbližšom okolí (obr. 1.194).



Obr. 1.194. Lokalita Handlová – situovanie Stabilizačného násypu na úpätí svahu katastrofálneho zosuvu z roku 1960/1961. 1 – morfológické ohraničenie katastrofálneho 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

Materiál vlastného stabilizačného násypu pozostáva z nehomogénnych, veľmi rôznorodých navážok. Ide prevažne o íly s premenlivým obsahom pevných úlomkov vulkanických hornín, menej pieskocov a zlepcov. Hrúbka navážok závisí od konfigurácie telesa násypu; maximálna je v mieste pôvodného koryta Handlovky a vzhľadom na pokračujúce ukladanie materiálu sa postupne zväčšuje (obr. 1.195). Žiaľ, v poslednom období dochádza k nekoordinovanému ukladaniu rôznych nevhodných materiálov v rôznych častiach násypu (obr. 1.196).



Obr. 1.195. Aktuálny stav dosypávania Stabilizačného násypu po roku 2004

V podloží materiálu navážok sa sporadicky a okrajovo nachádzajú pôvodné deluviálne, fluviálne, prípadne proluviálne sedimenty a pozdĺž celého toku Handlovky a Nepomenovaného potoka sú to hlavne zosuvné delúviá rôzneho veku a litologického charakteru (Mokrá et al., 2004). Kvartérne sedimenty a zosuvné delúviá dosahujú v pozdĺžnom smere celého SN hrúbku 8 až 14 m. Podložné horniny paleogénneho veku majú charakter flyšoidných súvrství – striedajúcich sa ílovcov, prachovcov a slieňovcov. Nachádzajú sa priamo pod navážkami SN alebo pod kvartérnymi sedimentmi.



Obr. 1.196. Ukladanie nevhodných materiálov na západnom okraji násypu (ned'aleko od vtokového objektu Nepomenovaného potoka) a vytváranie „jazier“ neznámych viskózných látok (foto Z. Nagy, 2008)

Vývoj monitorovania lokality

Po začatí zasypávania údolia Handlovky bol v roku 1984 vybudovaný počiatkový pozorovací systém, na ktorom sa začali vykonávať monitorovacie pozorovania. Časť z týchto pozorovaní kontinuálne pokračuje do súčasnosti.

Pôvodné monitorovacie pozorovania pozostávali z aplikácie nasledujúcich okruhov metód:

- geodetické merania (realizované na troch úrovniach geodetickej siete – sieť vzťahných referenčných bodov, sieť účelových pripojovacích bodov a sieť indikačných bodov na jednotlivých objektoch); sieť indikačných bodov pôvodne pozostávala zo 77 meraných objektov, 8 bolo v priebehu pozorovania zničených a bola doplnená 24 nivelačnými značkami;
- inklinometrické merania vykonávané pôvodne v 13 vrtoch, rozmiestnených prevažne v hodnotených stabilných profiloch;
- režimové pozorovania, vykonávané pôvodne v 59 objektoch na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody a v 2 objektoch na meranie výdatnosti;
- súbor ďalších špeciálnych meraní (geofyzikálnych, deformetrických, presiometrických a ďalších), ktorých výsledky dotvárali predstavu o aktuálnom stave prostredia SN Handlová a o jeho zmenách.

Súbor výsledkov z uvedených meraní bol komplexne zhrnutý v záverečnej správe Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky (Mokrý et al., 2004).

Okrem uvedeného súboru meraní sa na lokalite realizovali viaceré špeciálne pozorovania, zamerané predovšetkým na technické objekty tohto diela. Išlo o nasledujúce činnosti:

- meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka;
- presná nivelácia hlavných indikačných bodov a zameranie presnej priestorovej zmeny polohy hlavného indikačného bodu na výtokovom objekte Handlovky.

Výsledky etapového merania, ale aj meraní za celé obdobie pozorovania sú spracované v samostatnej správe (Hagara et al., 2014).

Plynulé pokračovanie monitorovania Stabilizačného násypu bolo zabezpečené vďaka zaradeniu tejto lokality do aktuálne riešenej úlohy ČMS – GF v roku 2005. V auguste roku 2005 sa obnovili režimové pozorovania na vybraných vrtoch, lokalizovaných na násype (ktoré

v minulosti pozorovali pracovníci INGENIO, Žilina) a v októbri 2005 sa uskutočnili merania pohybov prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka a merania priečných deformácií potrubia, ktoré vykonali Banské projekty, spol. s r. o., Bratislava.

Prehľad monitorovacích aktivít v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovacích meraní, počty a označenia jednotlivých monitorovacích objektov, ako aj frekvencia meraní, uskutočnených v rokoch 2013 a 2014 na lokalite Stabilizačný násyp Handlová, sú zhrnuté v tab. 1.59.

Tab. 1.59 Prehľad monitorovacích aktivít, uskutočnených na lokalite Handlová-Stabilizačný násyp v rokoch 2013 a 2014

Metódy monitorovania	Monitorovacie objekty		Počet uskutočnených meraní (dátum merania)	
	Počet	Označenie	2013	2014
Geodetické	6	VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO	1 (október)	1 (október)
Geodetické meranie konvergenzie potrubia	45	Ľavé potrubie: 1L až 4L, 5L*, 6L až 8L, 11L**, 12L až 17L, 19L až 21L Pravé potrubie: 1P až 19P, R20P a R21P Potrubie Nepomenovaného potoka: 1N**, 2N**, 3N až 6N	1 (september)	1 (september)
Meranie hĺbky hladiny podzemnej vody	13	M-1 až 3, N-1 až 4, NV-1, NV-105, NV-7, NV-8, PV-107, PV-4	9 (1x za mesiac)	13 (1x za mesiac)
	25	H-1 až 7, IN-1, IN-2, IN-3A, IN-4, INV-4, MP-1, NV-109 až 112, NV-14, PV-109 až 112, PV-14, PV-19A, PV-19B	49 (každý týždeň)	30 (2x za mesiac)
Meranie zrážkových úhrnov	1	Stanica SHMÚ: Handlová (indikatív 30080)	Denné úhrny zrážok	

* – len v horizontálnom smere, ** – len vo vertikálnom smere

Vyhodnotenie pozorovaných ukazovateľov za roky 2013 a 2014 a za dlhšie obdobie pozorovania

Situovanie pozorovaných objektov je na obr. 1.197 a 1.198. Namerané hodnoty pozorovaných ukazovateľov v rokoch 2013 a 2014 sú zhrnuté v príl. 1.52.

a/ Merania pohybov podložia pod prekrytím Handlovky a Nepomenovaného potoka

Na prekrytí obidvoch tokov je v podloží násypu inštalovaných po celej dĺžke recipientu 6 indikačných bodov, ktorých polohové a výškové pohyby boli merané od roku 1991 až do roku 2004 3-krát v priebehu každého roka.

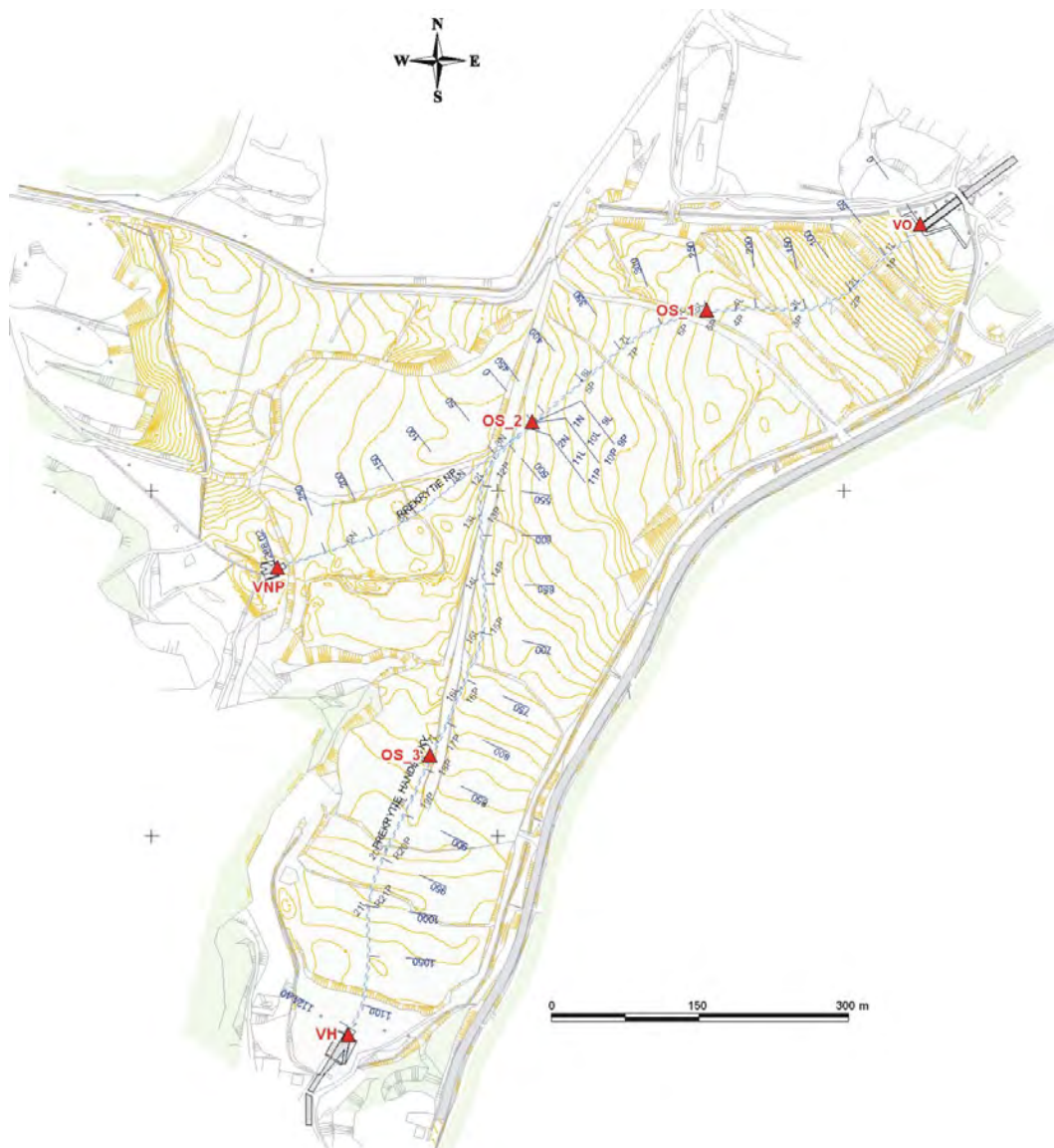
Na základe vyhodnotenia výsledkov meraní bola poverenou organizáciou pre technicko-bezpečnostný dohľad pôvodná druhá kategória stavby SN preradená do tretej, s odporúčanou frekvenciou meraní raz ročne.

V rokoch 2013 a 2014 boli na všetkých šiestich indikačných bodoch (VH, VNP, OŠ 3, OŠ 2, OŠ 1, VO) prekrytia (obr. 1.197) vykonané výškové merania (50. a 51. kontrolné výškové meranie). Polohové meranie bolo vykonané iba na výtokovom objekte na bode VO.

Namerané hodnoty posunov bodov sa porovnávali s medznými pozdĺžnymi (v smere údolia) a priečnymi (kolmo na smer údolia) posunmi, definovanými v každom roku

v technicko-bezpečnostných kritériách. Technicko-bezpečnostné kritéria však predpokladali ukončenie pozorovania SN v roku 2010 a z tohto dôvodu, nie sú medzné hodnoty definované pre aktuálne a nasledujúce obdobie.

V roku 2013 sa indikačný bod na výtokovom objekte VO posunul v priečnom smere o -0,2 mm a v pozdĺžnom smere (proti toku) o -1,8 mm. V roku 2013 sa v porovnaní s rokom 2013 indikačný bod v priečnom smere posunul o +0,2 mm a v pozdĺžnom smere o +1,8 mm. Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí (Hagara et al., 2013).



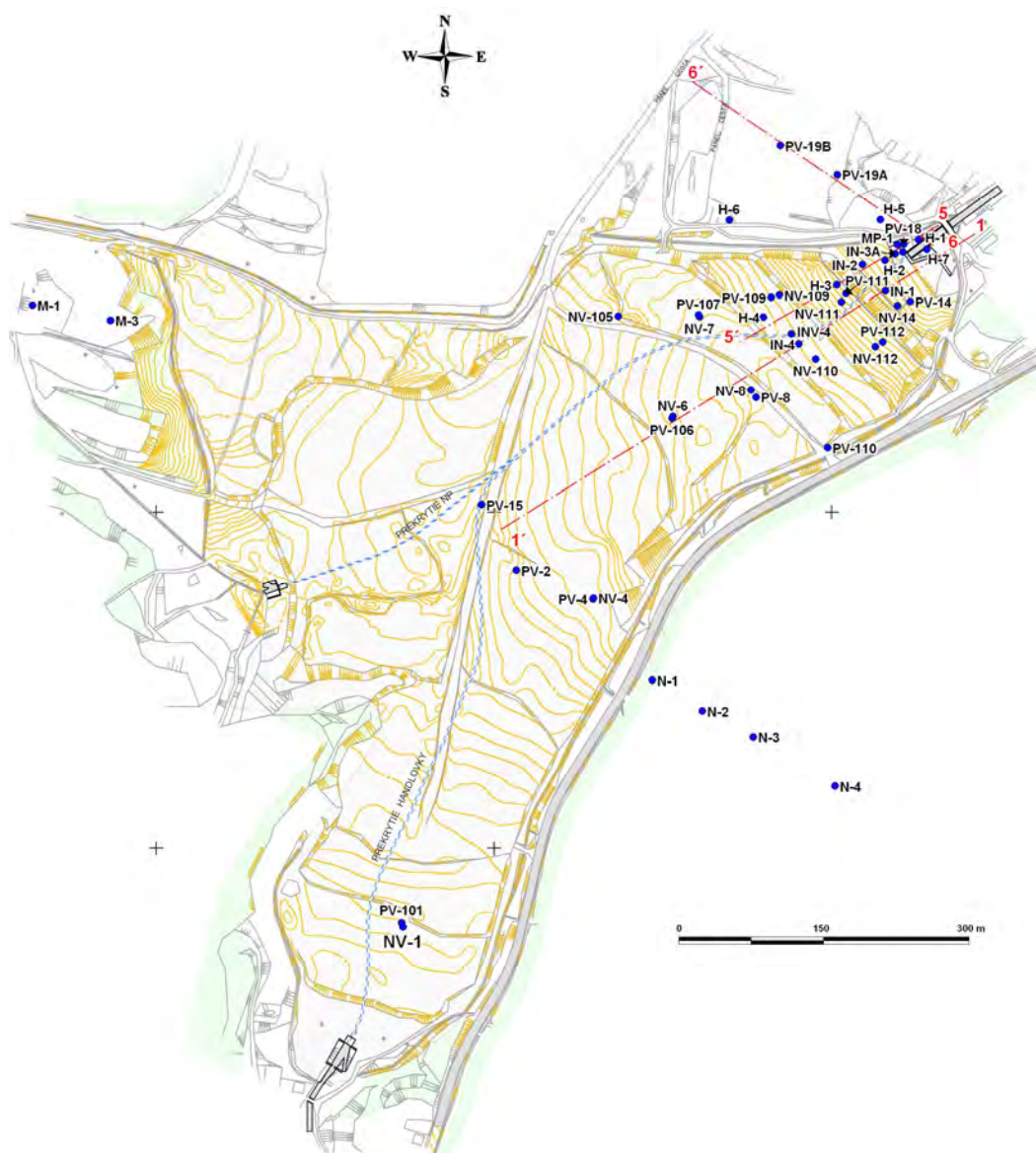
Obr. 1.197. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia indikačných bodov meraných geodetickými metódami (vyznačené červenou farbou), meracích staníc v ocelovom potrubí (L – ľavé potrubie, P – pravé potrubie, N – potrubie Nepomenovaného potoka) a staničenia potrubia (modrou farbou)

Z dlhodobého hľadiska má poloha hlavného indikačného bodu VO v roku 2014 posunutie (v porovnaní s polohou v roku 1991) v priečnom smere +7,5 mm a v pozdĺžnom smere -12,5 mm (príl. 1.52). Tieto hodnoty majú bezpečný odstup od definovaných medzných posunutí.

Z celkových a medziročných nameraných vodorovných pohybov bodu VO, s prihliadnutím na priečnu a pozdĺžnu „tuhosť prekrytia“ v polohe sledovaného bodu na

dolnom okraji konštrukcie a v smere pôsobiacich aktívnych síl, možno vysloviť záver, že indikačné body OŠ1, OŠ2, OŠ3, s prihliadnutím k ročnému nárastu pričných trhlín na potrubí, nepresahujú veľkosťou a smerom pozdĺžny posun bodu VO. Hodnoty horizontálnych posunov všetkých indikačných bodov majú bezpečný odstup od medzných posunutí uvedených vyššie a bod VO za uplynulý rok klesol iba o 0,1 mm.

Výškové zmeny indikačných bodov VH, VNP, OŠ3, v porovnaní s rokom 2013 stúpili o +0,6 až +1,0 mm, pričom najväčšia vertikálna zmena bola zaznamenaná na bode OŠ3. Bod OŠ1 v porovnaní s predchádzajúcim rokom klesol o -1,4 mm a hlavný indikačný bod OŠ2 klesol o 5,0 mm. Táto pomerne vysoká hodnota korešponduje s narastaním násypu nad sútokovým objektom (hodnota poklesu nebola získaná meraním, ale iba extrapoláciou z poklesov za minulé roky – Hagara, et al., 2014). Z tohto dôvodu je nevyhnutné ukončenie skládkovania banského odpadu priestore OŠ2. Na túto skutočnosť bolo upozornené vedenie spoločnosti Hornonitrianske bane Prievidza, a. s., pracovisko baňa Handlová.



Obr. 1.198. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp. Situácia piezometrických vrtov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody

Celkovo však možno konštatovať, že vertikálne pohyby všetkých hlavných indikačných bodov majú bezpečný odstup od medzných poklesov. Monitorované teleso SN vrátane

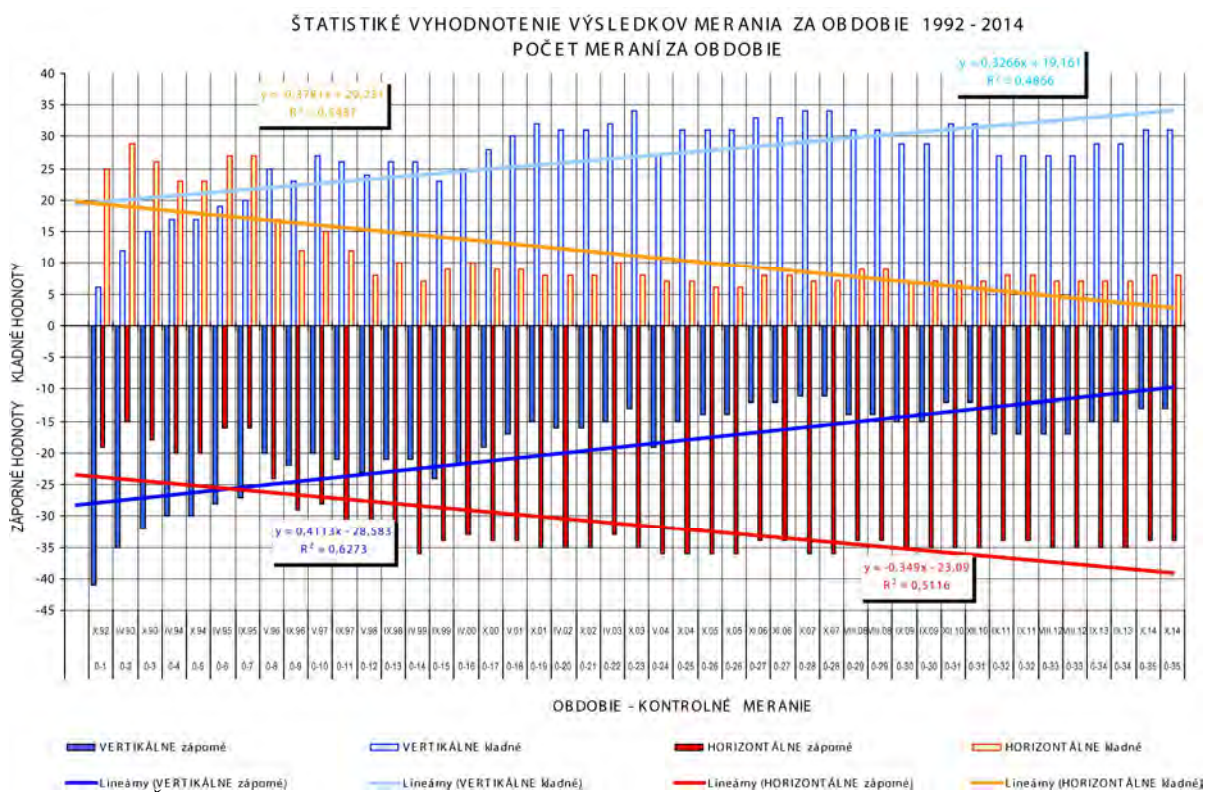
prekrytia Handlovky a Nepomenovaného potoka nevykazuje okrem sadania podložia OŠ2 žiaden významný pohyb, resp. posun, a teda teleso násypu ako je celok stabilné a bezpečné.

b/ Meranie priečných deformácií prekrytého profilu Handlovky a Nepomenovaného potoka

V rokoch 2013 a 2014 boli meranie priečných rozmerových zmien ocelového potrubia realizované na 45 staniách (obr. 1.197, príl. 1.52) jedenkrát v kalendárnom roku. Okrem toho sa vykonali kontrolné pozorovania zmien dutín medzi pancierom a nosným betónom a presné meranie teploty panciera a ovzdušia. Vzhľadom na koróziu meraných dotkových terčov na meracích staniách sa pôvodná stredná chyba merania zmenila z hodnoty $\pm 0,07$ mm na hodnotu $\pm 0,15$ mm. Výsledky merania sú zhrnuté v príl. 1.52.

Zo štatistického spracovania výsledkov meraní vyplýva, že v dôsledku deformačnej voľnosti ocelového potrubia a postupného priťažovania násypom sa vertikálny priemer potrubia znižuje a horizontálny narastá (obr. 1.199). Tieto deformácie ocelového potrubia sa podľa Hagaru et al. (2014) postupne, v dôsledku sadania „objektu prekrytia“, vplyvom priťaženia násypom, začínajú zreteľne prejavovať.

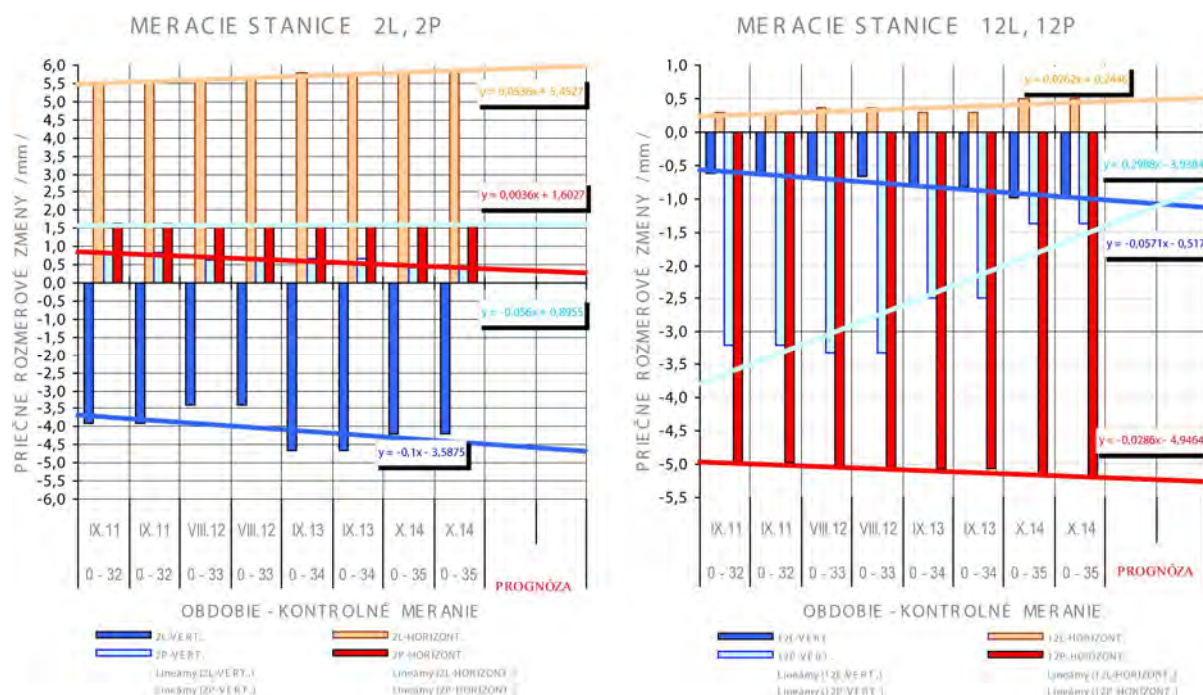
Z vykonaných meraní, ich analýz a štatistického spracovania ďalej vyplýva, že príčinou nameraných zmien priemerov panciera je okrem teploty vzduchu a panciera, nepravidelné rozloženie vzduchových medzier za pancierom, tlak vzduchu, nárast pozdĺžnej krivosti potrubia a lokálne priehyby železobetónovej nosnej konštrukcie.



Obr. 1.199. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 1992 až 2014

Najväčšie deformácie ľavého potrubia boli podobne ako v predchádzajúcich rokoch zaznamenané v bode 2L (rozšírenie v horizontálnom smere +5,85 mm a stlačenie vo vertikálnom smere -4,175 mm) a v pravom potrubí v bode 12P (stlačenie vo vertikálnom smere -1,375 mm a v horizontálnom smere -5,175 mm – obr. 1.200, príl. 1.52). Z posledných šiestich meraní bola vyčíslená prognóza očakávaných deformačných veličín pre rok 2015 na

všetkých meraných staniách. Avšak variabilita nameraných výsledkov neumožňuje definovať medzné deformácie potrubia (Hagara, et al., 2014).



Obr. 1.200. Štatistické vyhodnotenie výsledkov merania deformácií potrubia pod Stabilizačným násypom za obdobie rokov 2010 až 2014 s prognózou vývoja deformácií na vybraných meracích staniách (2L, 2P, 12L, 12P)

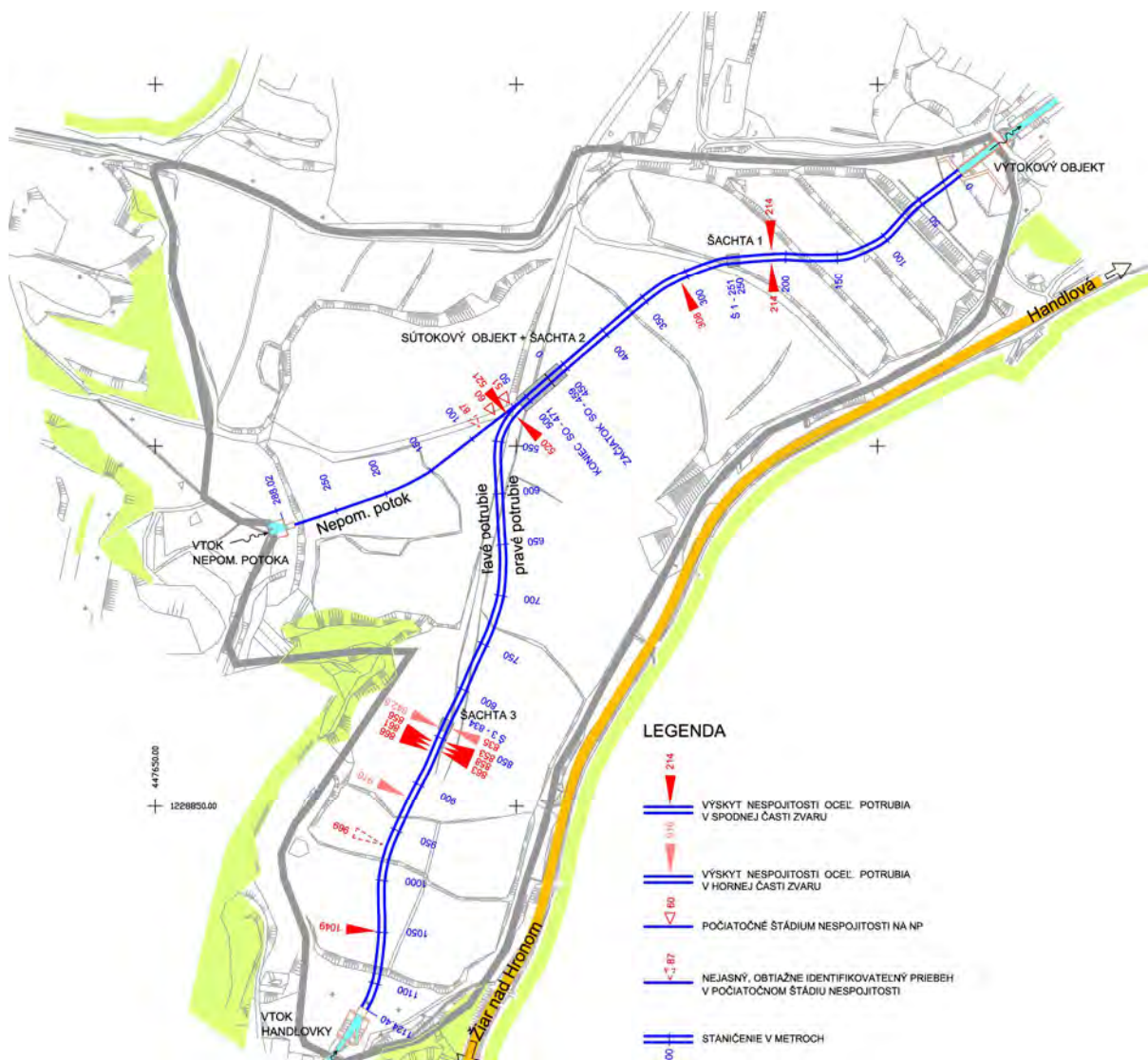
c/ Stave potrubí Handlovky a Nepomenovaného potoka

V rámci riešenia úlohy bol podrobne zdokumentovaný stav potrubia Handlovky a Nepomenovaného potoka. Pri porovnaní stavu s predchádzajúcou obhliadkou z roku 2013, neboli zistené výraznejšie zmeny v počte a rozsahu materiálových porúch. Dĺžka trhlin na porušených zvaroch mala oproti predchádzajúcim rokom mierne narastajúcu alebo ustálenú veľkosť. Presné porovnanie na niektorých zvaroch bolo možné len voči roku (2011), pretože značky z predchádzajúcich rokov boli v dôsledku prívalových dažďov z augusta 2010 a následného vysokého stavu znečistenej vody a prudkého toku v potrubí zničené (Hagara et al., 2014).

Z vykonaného hodnotenia stavu potrubí vyplývajú nasledujúce závery:

- Priecne trhliny na dne oceľového potrubia indikujú pozície so zvýšenou pozdĺžnou deformačnou aktivitou – pozdĺžnym zakrivovaním (priehyb).
- V staničeniach 51NP a 521 (obr. 1.201) bol zistený silný prítok tlakovej vody.
- Voda z násypovej strany a vo vnútri potrubia, spôsobuje koróziu hlavnej pozdĺžnej výstuže železobetónového skeletu. V dôsledku toho sa významnou mierou skracuje životnosť betónového skeletu Handlovky a Nepomenovaného potoka.

V dôsledku uvedených skutočností je nutné skonštatovať, že lokálne úseky potrubného skeletu Handlovky a Nepomenovaného potoka v oblasti Sútokového objektu sa dostali do kritického až havarijného stavu.



Obr. 1.201. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – prekrytie Handlovky a Nepomenovaného potoka – schéma výskytu porúch na potrubí (Hagara et al., 2014)

d/ Merania hĺbky hladiny podzemnej vody

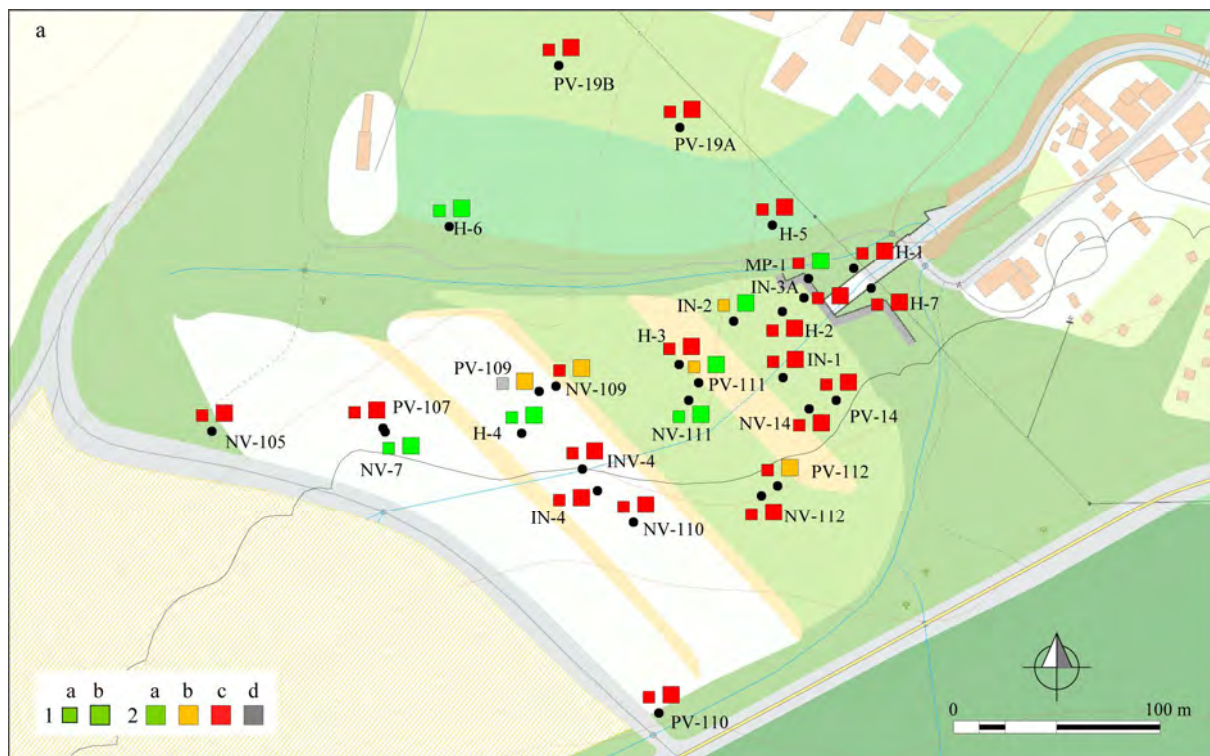
Merania hladiny podzemnej vody sa začali vykonávať v auguste 2005 v nadväznosti na dlhodobé predchádzajúce merania (spracované v práci Mokrý et al., 2004).

V roku 2013 sa režimové merania vykonávali v 39 funkčných objektoch (obr. 1.202; 20 monitorovacích objektov je trvalo nefunkčných – zapchaných). V 25 vrtoch boli merania hladiny podzemnej vody vykonávané týždenne a v 14 dvakrát za mesiac.

V roku 2013 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody dosiahla 7,52 m pod terénom. Maximálne zmeny hladiny podzemnej vody boli namerané, podobne ako v predchádzajúcich rokoch, vo vrte PV-19A (13,48 m). Pomerne výrazné kolísanie hladiny podzemnej vody bolo však pozorované aj vo vrtoch PV-110, H-5, PV-19B a NV-110 (príl. 1.52). Naopak, minimálne zmeny hladiny podzemnej vody sa v roku 2013 prejavovali v pozorovacích objektoch NV-109, MP-1, IN-3A, NV-4, NV-14, IN-2, NV-105, NV-112, H-4, H-6, NV-111, PV-111, H-2, PV-4 a NV-7. V týchto vrtoch celková ročná amplitúda nepresiahla 1 m. V dvoch vrtoch (NV-8, PV-109) hladiny podzemnej vody klesli pod bázu vrту.

V roku 2014 sa režimové merania vykonávali v 38 funkčných objektoch. Z nameraných údajov vyplýva, že v roku 2014 priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody oproti predchádzajúcemu roku 2013 stúpila o 0,22 m a dosiahla hĺbku 7,3 m pod terénom. Nad

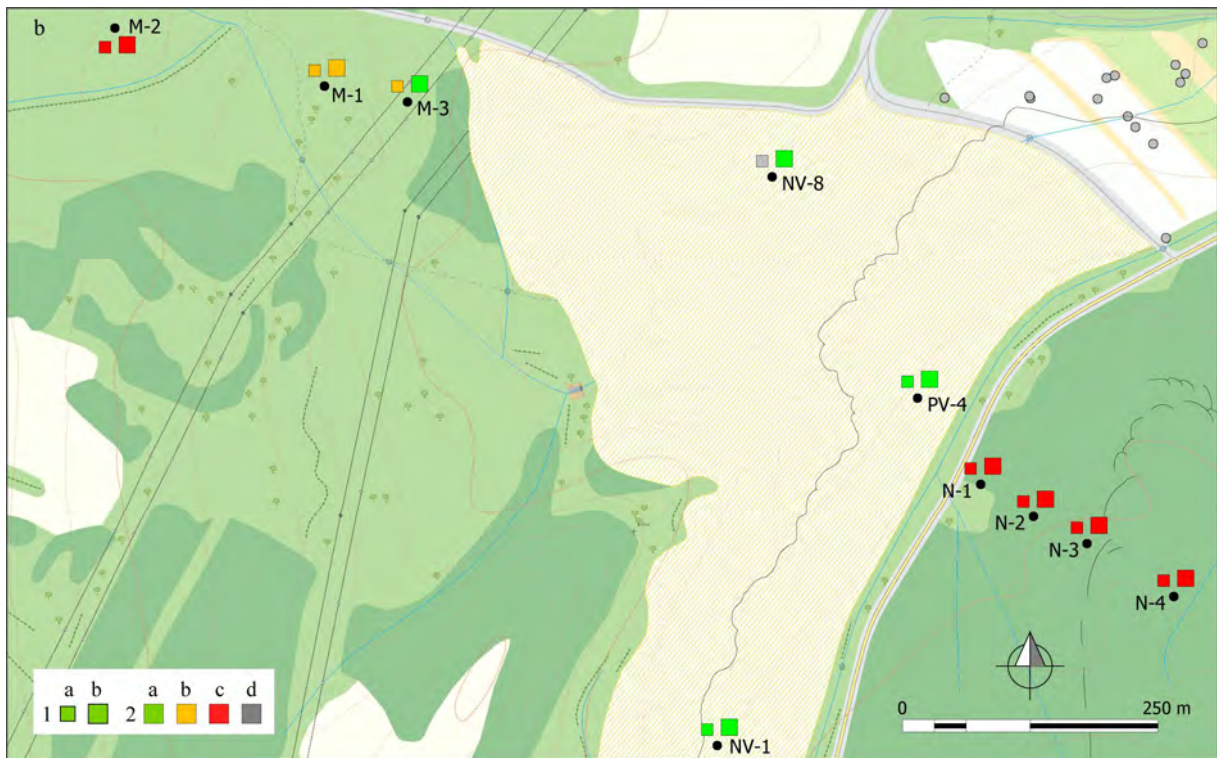
úroveň terénu vystúpila hladina podzemnej vody vo vrte N-1. Z 30 zrealizovaných meraní bola nad úrovňou terénu až päťkrát (6. január, 5. júl, 2. august – maximálny stav, 6. september, 6. december). Pomerne plytko pod terénom boli namerané maximálne hladiny podzemnej vody i vo vrtoch M-2, N-3, N-4, N-2 a PV-19B. Počas roku 2014 v nich podzemná voda vystúpila minimálne počas jedného termínu merania do úrovne jedného metra a menej. Naopak, najhlbšie sa hladiny podzemnej vody držia vo vrtoch IN-4, NV-105, NV-8, INV-4, H-4, PV-107, NV-7 a H-6. Maximálne hladiny v týchto vrtoch nepresiahli 10 m pod terénom.



Obr. 1.202a. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – výsledky režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody na sieti piezometrických vrtoch v oblasti hrádze SN. 1 – režimové ukazovatele za roky: a – 2013, b – 2014, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

Maximálne stavy hladiny podzemnej vody sa vyskytovali prevažne v mesiacoch február (v 12 vrtoch), august (v 6 vrtoch) a september (v piatich vrtoch). Výskyt minimálnych stavov bol vo väčšine vrtoch spojený so začiatkom roku (minimálny stav v januári – v 20 vrtoch) a čiastočne s letným obdobím (minimálny stav v júli – v 10 vrtoch).

Z hľadiska hodnotenia veľkosti ročnej amplitúdy možno konštatovať, že hĺbky hladiny podzemnej vody v zosuvnom území kolidujú len minimálne. Tento fakt dokumentuje 26 vrtoch, v ktorých maximálne ročné kolísanie nepresiahlo 1 m. Zmeny väčšie ako 5 m boli namerané len v 3 vrtoch, najväčšie vo vrte PV-19A (10,77 m).



Obr. 1.202b. Lokalita Handlová-Stabilizačný násyp – výsledky režimových pozorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody na sieti piezometrických vrtov v oblasti telesa SN a jeho príľahlých častí. 1 – režimové ukazovatele za roky: a – 2013, b – 2014, 2 – hodnotenie režimových ukazovateľov podľa kritérií, zhrnutých v tab. 1.6 (d – nehodnotený); mapový podklad: ZBGIS®

e/ Merania zrážkových úhrnov

Hodnotenie zrážkových úhrnov zo zrážkomernej stanice Handlová je analogické ako pri lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko (kap. 1.4.2).

Zhrnutie výsledkov a upozornenia

Pohyby všetkých indikačných bodov boli zo stabilného hľadiska bezvýznamné. Významné neboli ani namerané posuvy bodu na výtokovom objekte. Z meraní v roku 2014, ale i z meraní vykonaných v predchádzajúcom období vyplývajú nasledujúce závery:

- Sadanie hlavných indikačných bodov v podloží pod násypovým telesom prebieha v medziach pružno-plastických a nachádza sa v dostatočne veľkej dištancii od medzného stavu konečného pretvárania podložia.
- Výskyt priečných trhlín na dne oboch potrubí prekrytia poukazuje na nutnosť systematického monitorovania, ich výskytu, lokalizácie počtu a šírky. Ich výskyt indikuje nerovnomerné klesanie podložia. Ich symetria zatiaľ vylučuje vodorovný – priečny pohyb potrubia.
- Od roku 2002 sa naviezlo z bane na stabilizačný násyp do súčasnosti viac ako 500 000 m³ banskej hlušiny a iných zemných materiálov, v dôsledku čoho došlo, v porovnaní s pôvodným výškopisným podkladom, k zmenám morfológie terénu.

Namerané deformácie oceľového potrubia zodpovedajú prognózam zostaveným z výsledkov meraní v predošlých rokoch. I v roku 2014 možno konštatovať pokračujúcu tendenciu záporných hodnôt deformácií v smere vertikálnom a kladných hodnôt v smere horizontálnom. Výskyt priečných trhlín na dne obidvoch potrubí poukazuje na nutnosť systematického monitorovania vývoja trhlín.

Hĺbka hladiny podzemnej vody v roku 2014 oproti predchádzajúcemu roku zaznamenala mierny nárast. Navyše, v súvislosti so zhoršujúcou sa funkčnosťou odvodnenia svahov naďalej pretrváva hrozba hromadenia vody v telese SN. Ďalšou dôležitou skutočnosťou je, že hĺbky hladiny podzemnej vody v monitorovacích objektoch, kolíšu len minimálne, čo môže signalizovať starnutie – kolmatáciu monitorovacích vrtov. Taktiež treba upozorniť na nepriaznivý stav pravostrannej priekopy medzi štátnou cestou I/50 a okrajom Stabilizačného násypu, ktorá sa zanáša prívalovým bahnom z násypu a jej funkčnosť sa tým podstatne znižuje.

V dôsledku zmien postupu pri budovaní násypu v posledných rokoch vznikla v jeho strednej časti rozsiahla plocha s pozdĺžnym spádom menším, ako 2 %, v dôsledku čoho zrážková voda nemá možnosť odtekať. Napriek významnému výparu značná časť tejto vody vsakuje do podložia, čo vedie k postupnému zvyšovaniu hladiny podzemnej vody v násype. Túto skutočnosť je nevyhnutné zohľadniť pri návrhu navážania vyťažených materiálov z bane na Stabilizačný násyp v budúcnosti a vytvárania jeho reliéfu (čo je však podmienené novým zameraním povrchu Stabilizačného násypu). Navyac, v súvislosti s pretrvávajúcimi vysokými hodnotami sadania v priestore objektu OŠ2 je nevyhnutné ukončenie skládkovania materiálu, resp. odstránenie aktuálne navezených častí na ploche 10 x 10 m (so stredom v bode OŠ2).

Monitorované dielo zodpovedá tretej kategórii stavby v súlade s vyhláškou 524/2002 Z.z., z čoho vyplýva nevyhnutnosť vykonávania pozorovaní v definovanom rozsahu. Ide teda i v budúcnosti o pokračovanie merania pohybov prekrytia i meranie priečnych rozmerových zmien potrubia, ako aj o režimové pozorovania zmien hladiny podzemnej vody a výdatnosti hlavného drénu.

1.4.54. Nové, resp. reaktivizované zosuvy v roku 2014

V roku 2014 pracovníci ŠGÚDŠ vykonali registráciu 40 svahových deformácií na 13 lokalitách. V tejto štatistike nie je zahrnutá komplexná svahová deformácia *Vrátna*, ktorá pozostávala z desiatok planárnych zosuvov, hlinito-úlomkovitých prúdov a skalných zrútení (presná registrácia svahovej deformácie je plánovaná na obdobie október 2014 až august 2015).

Pri aktivizácii svahových deformácií v roku 2014 sa dominantne uplatňovali intenzívne zrážky v kombinácii s nevhodnými antropogénnymi aktivitami (najmä odľahčenie akumulčných častí potenciálnych zosuvov). Z hľadiska spoločensko-ekonomickej významnosti sme zaregistrovali svahové deformácie v kategóriách R1 aR4 (tab. 1.56).

Tab. 1.58 Prehľad zaregistrovaných svahových deformácií v roku 2014

Lokalita	Oznamovateľ zosuvu	Dátum vzniku zosuvu	Typ deformácie	SEV
Banka	KR HaZZ Trnava	7. január 2014	zemný prúd	R3
Bardejov	Mgr. J. Lakata (arcidekan pravo-slávnej cirkvi)	2010 – 2011	plošný a prúdový zosuv	2xR3
Devínska cesta	médiá	2. september 2014	prúdový zosuv	R3
Hodruša	J. Uram (starosta obce)	zač. jari 2014	plošný zosuv	R3
Hrachovište	JUDr. I. Kolník (starosta obce)	16. september 2014	prúdový a plošný zosuv	2xR3
Krupina	Ing. Š. Schnitzer (prednosta MÚ)	2013 – 2014	plošný zosuv	R2
Levočské Lúky	sekcia GaPZ MŽP	1. august 2014 (tiež r. 2010)	11 prúdových a plošných zosuvov	4xR3 4xR2 3xR1
Malá Franková	p. Kromka (starosta obce)	1. august 2014 (tiež 1997, 2010)	14 prúdových a plošných zosuvov	1xR3 6xR2 7xR1
Mojšova Lúčka	sekcia GaPZ MŽP	16. jún 2010	3 plošné zosuvy v rámci frontálneho zosuvu	3xR3
Osturňa	K. Gregoričková (starostka obce)	22. a 30. apríl 2014	prúdový zosuv	R1
PKO Bratislava	Médiá	14. september 2014	prúdový zosuv	R3
Veľký Šariš	sekcia GaPZ MŽP	január 2014	odval	R1
Vrátna	Médiá	21. júl 2014	kamenito-hlinité prúdy	R4
Žehra	p. Hadašovský (zástupca starostu obce)	8. jún 2010	plošný zosuv	R2

SEV – kategórie socio-ekonomickej významnosti

2. ZÁVER

V rámci pod systému „Zosuvy a iné svahové deformácie“ sa v roku 2014 vykonávalo monitorovanie troch základných typov svahových pohybov – zosúvania (39 pozorovaných lokalít), plazenia (4 lokality) a náznakov aktivizácie rútvých pohybov (9 lokalít). Samostatnú skupinu špecifických prípadov hodnotenia stability prostredia tvorí lokalita Stabilizačného násypu v Handlovej.

Celkovo sa teda v rámci pod systému 01 v roku 2014 monitorovalo 53 lokalít, čo predstavuje o 4 lokality viac ako v roku 2013. Pribudlo päť nových zosuvných lokalít, tri v trencianskom samosprávnom kraji (Prievidza-Hradec, Prievidza-Veľká Lehôtka a Červený Kameň) a dve v Žilinskom samosprávnom kraji (Vranie a Kľačany).

Prehľad aplikovaných metód monitorovania, frekvencie ich použitia a najvýznamnejších výsledkov meraní na všetkých pozorovaných lokalitách je zhrnutý v tabuľkách a prílohách.

Hlavné výsledky monitorovania svahových pohybov v roku 2014

Lokality zo skupiny zosúvania sa monitorovali súborom metód zaznamenávajúcich posuny alebo deformácie meraných objektov (metódy geodetické a inklinometrické), zmeny napätostného stavu prostredia (merania poľa pulzných elektromagnetických emisií – PEE) a stav najdôležitejších zosuvotvorných faktorov (režimové pozorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody a výdatnosti odvodňovacích zariadení). Okrem tradičných spôsobov merania hladiny podzemnej vody, vykonávaných pozorovateľmi, boli roku 2014 na 10 lokalitách zabezpečené merania automatickými hladinomeri. Na prelome rokov 2014 a 2015 bola v rámci geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ondrejka et al., 2014) zmodernizovaná monitorovacia sieť na väčšine zosuvných území v meste Handlová (handlovský zosuv z roku 1960, Morovnianske sídlisko a Kunešovská cesta. Do troch vrtov boli inštalované stacionárne inklinometrické sondy. Dva vrty boli počas budovania vystrojené snímačmi pórových tlakov a do jedného vrtu bol umiestnený automatický hladinomer. V závere roka 2014 bolo v prevádzke 21 automatických hladinomerov na 11 zosuvných lokalitách, ktoré zaznamenávajú zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody kontinuálne (s frekvenciou 1 hodina), z ktorých 2 (na lokalitách Veľká Čausa a Okoličné) majú v sebe integrovaný modem, umožňujúci priame pripojenie z kancelárie – strediska monitorovania. Zariadenia sú v súčasnosti využívané ako systémy včasného varovania.

a/ Svahové pohyby charakteru zosúvania

Pri nasledujúcom opise výsledkov monitorovacích meraní kladieme najväčší dôraz na hodnotenie stability monitorovaného územia. Tento stav najlepšie dokumentujú merania pohybovej aktivity (metódami geodézie a inklinometrie).

Celkovo najvyššia pohybová aktivita bola pozorovaná na zosuve v katastri obce **Varhaňovce**. Počas plánovaného júnového merania, metódou presnej inklinometrie, bola v dôsledku extrémnej deformácie detegovaná neprieichodnosť inklinometrických pažníc. Ide o vrty, v ktorých sme už dlhšie obdobie sledovali mimoriadne vysoké hodnoty prírastkov deformácie. „Ustriednutie“ inklinometrických pažníc potvrdzuje mimoriadne vysokú aktivitu územia, na ktorom sa nachádza kolónia s početnou komunitou.

K porušeniu monitorovacích objektov dochádza okrem vysokej aktivity zosuvného telesa i v dôsledku vandalizmu. Z vybudovaných vrtov v roku 2010 zostal funkčný už len jeden.

Najvyššia nameraná pohybová aktivita (metódou presnej inklinometrie) bola na zosuve v **Nížnej Myšli**. Najväčšie vektory deformácie boli namerané na svahu nad Základnou školou vo vrte INM-6. V hĺbke 14,5 m bol počas májovej etapy nameraný prírastok deformácie

20,9 mm a v auguste 15,07 mm. Mimoriadna aktivita v tejto časti zosuvu spôsobila kritickú deformáciu inklinometrickej pažnice – vrt sa stal nepriechodný. Podobne vysoké prírastky deformácií boli namerané i vo vyššej časti svahu vo vrte INK-52.

Vysoké hodnoty pohybovej aktivity boli zaznamenané aj v strednej a južnej časti obce, najvyššie vo vrtoch INK-22 (nad Obchodnou ulicou), INM-5 (na križovatke Hlbokej a Repiskej ulice), INK-14, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-44 (Poštová a Varheďná ul.), INK-51 a INK-53 (pod Staničnou ul.). V ostatných vrtoch sa prírastky deformácií nachádzali v intervale od 0 mm do 5 mm.

Z hľadiska hodnotenia jednotlivých etáp meraní, boli najvyššie hodnoty prírastkov deformácie zaznamenané v máji a o niečo nižšie počas decembra. Najnižšie hodnoty deformácie sa prejavili počas augustovej etapy.

Špeciálne postavenie medzi lokalitami s vysokou pohybovou aktivitou má zosuvné územie **Handlová-1960**. V roku 2014 však nebolo možné merania pohybovej aktivity v tomto území zrealizovať, pretože, podobne ako v prípade vyššie opísaných zosuvov, došlo k porušeniu inklinometrických vrtoch. Posledné meranie bolo realizované ešte v roku 2012 vo vrte GI-4. V roku 2013 bola v tomto vrte v dôsledku vysokej pohybovej aktivity zaznamenaná nepriechodnosť inklinometrickej pažnice v hĺbke 4,5 m pod terénom. Tento vrt sa nachádza v blízkosti štátnej cesty I. triedy (I/50), ktorá spája Handlovú so Žiarom nad Hronom. Z dôvodu vysokej spoločenskej a ekonomickej významnosti tejto lokality bol v zosuvnom území v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ vybudovaný nový inklinometrický vrt, ktorý je vybavený stacionárnym inklinometrom a snímačmi pórových tlakov. Obe zariadenia zabezpečujú kontinuálny zber údajov.

Vysoká pohybová aktivita bola nameraná aj v obci **Vyšná Hutka**. Najväčší prírastok deformácie bol nameraný v oblasti Mikovho majera, východne od intravilánu obce. Toto zosuvné územie sa svojou aktivitou odlišuje od ostatných zosuvných oblastí v obci. Počas jesenného kontrolného merania bola vo vrte VHI-3, v hĺbke 6,13 m pod terénom nameraná deformácia 15,73 mm, čo predstavuje priemernú rýchlosť deformácie až 45,21 mm.rok-1. Vo vrte VHI-2, ktorý je situovaný v centrálnej časti obce, bola počas júnového merania v hĺbke 3,5 m pod terénom nameraná deformácia 6,24 mm. Prírastky deformácie v rozsahu od 2 mm do 5 mm boli počas októbrového merania zaznamenané aj vo vrte VHI-1.

Geodetickými meraniami boli veľké posuny namerané na lokalite **Veľká Čausa**. Počas etapy, ktorá trvala do júna 2013 do apríla 2014 dosiahol polohový posun bodu P2 32,20 mm. Bod sa nachádza v západnej časti zosuvu. Ide o mimoriadne aktívnu oblasť v rámci rozsiahlejšieho zosuvného územia. Pohybová aktivita sa v tejto časti prejavuje deformáciami miestnej komunikácie. Inklinometrické merania vykonávané v centrálnej časti zosuvu, zaznamenali v porovnaní s predchádzajúcim rokom vo viacerých sledovaných horizontoch nárast pohybovej aktivity.

V zosuvnom území Veľká Čausa už dlhšie obdobie pretrvávajú nepriaznivé odtokové pomery. Vody sa kumulujú v bezodtokových depresiách a zarastených rigoloch, kde postupne infiltrujú do horninového prostredia. Navyše, klesá účinnosť odvodňovacích vrtoch, čo sa prejavuje postupným poklesom výdatnosti a zároveň stúpa priemerná hĺbka hladiny podzemnej vody.

Zvýšené hodnoty pohybovej aktivity boli pozorované i na ostatných monitorovaných lokalitách, ako napr. Nižná Hutka, Kapušany, Bojnice, Ďačov, Prešov-Pod Wilec Hôrkou, Dolná Mičiná, Handlová-Kunešovská cesta, Fintice a Vyšný Čaj.

V obci **Nižná Hutka** bola vysoká pohybová aktivita zaznamenaná počas októbrovej etapy vo vrte NHI-2, ktorý sa nachádza v juhovýchodnej časti obce. Na lokalite **Kapušany** bol v decembri metódou presnej inklinometrie detegovaný nárast pohybovej aktivity vo vrtoch

INK-9, INK-2, INK-4, INK-8. V predchádzajúcich etapách, ktoré boli realizované v júni a v auguste, veľkosti vektorov deformácií dosahovali do 5 mm.

Na lokalite **Bojnice** boli terestrickou geodéziou namerané mimoriadne vysoké hodnoty posunov v bodoch JB-1 (93,41 mm), B-2 (79,16 mm), B_A (53,6 mm), B-3 (50,09 mm). Dosiagnuté vektory charakterizujú pohybovú aktivitu dvojročného obdobia. Body JB-1 a B-2, na ktorých došlo k najväčším posunom, sa nachádzajú vo východnej časti zosuvného územia. Namerané deformácie inklinometrickými meraniami vo vrte JB-1 poukazujú na zvýšenú, resp. vysokú pohybovú aktivitu. V hĺbke 3,6 m pod terénom bola dosiahnutá deformácia o veľkosti 1,77 mm a v hĺbke 2,6 m pod terénom až 4,73 mm. Ide o najvyššie namerané hodnoty deformácie za 17-ročné obdobie monitoringu. Zároveň treba však uviesť, že počas obdobia monitorovania sa vo vrtoch neprejavila deformácia, ktorá by charakterizovala aktívnu šmykovú plochu. Predpokladáme, že namerané deformácie súvisia s nevhodným zabudovaním vrtu – s viacúčelovým vystrojením. Priestor medzi stenou vrtu a pažnicou bol pre účely režimových pozorovaní vyplnený štrkovým materiálom (naviac, inklinometrické pažnice sú perforované). Tento spôsob zabudovania inklinometrických vrtov sa na základe dlhoročných výsledkov meraní ukazuje ako nevhodný.

Podobný problém je pozorovaný i na ostatných „starších“ zosuvných lokalitách, kde bola tiež snaha zlúčiť inklinometrické merania s režimovými pozorovaniami. Ide najmä o lokality: **Dolná Mičiná, Okoličné**, čiastočne i **Veľká Čausa**. Na týchto lokalitách sa nachádzajú vrty, v ktorých boli počas obdobia viac ako 15 rokov sledované pomerne vysoké prírastky deformácie, avšak z priebehu výslednej deformácie inklinometrickej pažnice nie je možné určiť hĺbku šmykovej plochy. Namerané deformácie inklinometrickej pažnice v týchto vrtoch primárne nesúvisia so svahovým pohybom, ale pravdepodobne sú výsledkom sekundárneho nerovnomerného dotvárania sa „obsypu“ inklinometrickej pažnice.

Na lokalitách **Ďačov a Prešov-Pod Wilec Hôrkou** prevláda zvýšená pohybová aktivita už dlhé obdobie. V obci Ďačov sa ako najaktívnejšia časť rozsiahleho frontálneho zosuvného územia prejavuje okolie vrtu DA-7, ktorý sa nachádza v severovýchodnej časti obce. V júni bol v tomto vrte nameraný prírastok deformácie 5,24 mm. V **Prešove** na lokalite **Pod Wilec Hôrkou** boli najvyššie hodnoty deformácie namerané v spodnej časti svahu, pod miestnou komunikáciou. Naviac, na základe orientácie vektorov z poslednej etapy meraní, je predpoklad nárastu pohybovej aktivity v severnej časti územia, v ktorom sa nevykonávajú monitorovacie aktivity.

V oboch zosuvných územiach neboli doposiaľ vykonané žiadne sanačné opatrenia. Hladiny podzemnej vody na oboch zosuvoch kolíšu v závislosti od klimatických pomerov. Jej priebeh, podobne ako aj na lokalitách **Prešov-Horárska ul., Kapušany, Fintice, Petrovany** a ďalších, bol ovplyvnený striedaním sa období s výdatnejšími zrážkovými úhrnmi s obdobiami s nízkymi úhrnmi, v dôsledku čoho hladina vo vrtoch cyklicky kolísala. K eliminácii dosahovaných maximálnych stavov hladiny podzemnej vody, teda i k stabilizácii zosuvov, by prispelo hĺbkové odvodnenie.

Na lokalite **Handlová-Kunešovská cesta** namerané vektory predstavujú pohybovú aktivitu za obdobie od júla 2012 do októbra 2014. Najvyššie hodnoty boli pozorované na šmykovej ploche vo vrtoch JK-2 a JK-7. Z dlhodobého hľadiska sú celkovo najvyššie deformácie namerané vo vrtoch, ktoré sa nachádzajú v telese zosuvu z roku 1998. Táto skutočnosť bola zohľadnená i pri výbere vhodného objektu na umiestnenie stacionárnej inklinometrickej sondy v rámci riešenia geologickej úlohy „Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza“ (Ilkanič et al., 2014 in Ondrejka et al., 2014). Inštrumentácia vrtu bola doplnená automatickým hladinomerom.

Pohybová aktivita pomerne rozsiahleho prúdového zosuvu nad obcou **Fintice** rozdeľuje svahovú deformáciu na dve časti: prechodová a odlučná oblasť. Aktivitu prvej oblasti dokumentuje mimoriadne krátka „životnosť“ inklinometrických vrtov. V súčasnosti je

pohybová aktivita v tejto časti monitorovaná metódou GNSS. Posuny bodov zaznamenané v poslednom období potvrdzujú vysokú aktivitu tejto časti zosuvného územia. Vo vyššie položenej časti územia sú inklinometrickými meraniami sledované deformácie na hlbokých šmykových plochách. Prírastky deformácií namerané v dvoch vrtoch presiahli 5 mm.

Poslednou z lokalít, na ktorej boli namerané pomerne vysoké hodnoty prírastku deformácie, je zosuvný svah nad obcou **Vyšný Čaj**. Najvyššia aktivita na tomto zosuve bola nameraná v júni, a to vo vrte VČI-2 (v hĺbke 6,0 m, prírastok deformácie 5,85 mm). Daný vrt sa nachádza v tesnej blízkosti miestneho cintorína, v juhozápadnej časti obce.

Na zosuvoch v **Košiciach** v mestskej časti **Krásna** a v obciach **Kvašov** a **Bardejovská Zábava** namerané vektory nepresiahli veľkosť 4,5 mm, avšak deformácia nad 2 mm v mnohých prípadoch indikuje zhoršujúce sa stabilítne pomery.

Skupina lokalít: **Šenkvice**, **Petrovany**, **Prešov-Horárska ul.**, **Košice-sídlisko Dargovských hrdinov** a čiastočne i **Ďačov** má pri hodnotení pohybovej aktivity špeciálne postavenie. Ide o lokality, na ktorých boli v aktuálne hodnotenom roku, prípade v minulosti namerané vysoké deformácie inklinometrickej pažnice.

Špecifickosť týchto lokalít je v tom, že na základe vykonaných meraní nie je možné jednoznačne určiť skutočnú veľkosť pohybovej aktivity. Podobne ako v prípade inklinometrických vrtov vybudovaných zároveň aj pre účely režimových pozorovaní, aj tu majú vektory namerané počas jednotlivých etáp výrazný rozptyl azimutov. Táto skutočnosť sa prejavuje v nepomere medzi trajektóriou sledovaného bodu (počas jednotlivých meracích etáp) a jeho výslednou zmenou, určenou medzi nultým a posledným meraním. Napríklad vo vrte IV-1 na lokalite Košice-sídlisko Dargovských hrdinov, v hĺbke 3,8 m pod terénom dosiahol súčet vektorov zaznamenaných počas deviatich etáp 17,83 mm (trajektória bodu), ale výsledná deformácia inklinometrickej pažnice v danej hĺbke predstavuje len 2,15 mm (zmena polohy bodu medzi nultým a posledným meraním). Znamená to, že nie všetky hodnoty deformácií, ktoré v minulosti charakterizovali zvýšenú pohybovú aktivitu, je možné považovať za relevantné.

Do tejto špeciálnej skupiny je možné zaradiť aj zosuvné územie v obci **Ruská Nová Ves**. Ide tu však o opačný problém, kedy v zosuvnom území, ktoré sa v čase reaktivizácie vyznačovalo výraznou aktivitou, výsledky monitorovacích meraní dlhodobu dokumentujú nízke hodnoty pohybovej aktivity – priaznivé stabilítne pomery. V tejto súvislosti možno spomenúť inklinometrický vrt RS-5, ktorý bol krátko po vybudovaní „ustrihnutý“. Opačná situácia je vo vrte RS-6, v ktorom počas celého monitorovaného obdobia je dokumentovaný priaznivý stabilítne vývoj. Domnievame sa, že v oblasti vrtu RS-6 sa šmyková plocha nachádza vo väčšej hĺbke ako ja báza vrtu a realizované merania nezachytávajú skutočnú pohybovú aktivitu zosuvného územia.

V tejto súvislosti treba ešte pripomenúť, že niektoré vrty boli počas prieskumu situované mimo telesa zosuvu. Takýmito príkladmi sú inklinometrické vrty na zosuvoch v obciach **Šenkvice** a **Petrovany**, ale aj **Lenartov** a **Lukov**, na ktorých neboli v roku 2014 inklinometrické merania realizované. Inklinometrickými meraniami sa na uvedených lokalitách len overuje, či v období meracej etapy nedošlo k retrográdnemu rozvoju zosuvu do vyšších častí svahu. Výsledky meraní v týchto prípadoch nepodávajú informáciu o vývoji pohybovej aktivity v oblasti telesa zosuvu.

Na zosuvných lokalitách, na ktorých neboli v roku 2014 realizované geodetické, ani inklinometrické merania, sa monitorovacie aktivity sústredili najmä na sledovanie režimových ukazovateľov. Pri hodnotení zmien hĺbky hladiny podzemnej vody, ako hlavného zosuvotvorného faktora, možno za potenciálne nepriaznivé stabilítne pomery považovať tie, pri ktorých podzemná voda dosahovala úroveň terénu. Jedná sa najmä o lokalitu Handlová - Morovnianske sídlisko, kde boli v roku 2014 vysoké stavy hladiny podzemnej vody dosiahnuté súčasne vo viacerých objektoch (P-11, P-16, P-17, P-18 a P-19). Automatickými

hladinomermi (P-17 a P-19) bola hladina nad úrovňou terénu zaznamenaná prakticky počas všetkých mesiacov, výnimku predstavovali len mesiace január, jún a júl (minimálne stavy boli pozorované v júli).

Nad úroveň terénu sa dostala hladina podzemnej vody aj na zosuve nad obcou Ľubietová (vrt V-5A). Počas februára vystúpila na úroveň 0,01 m nad terénom, čo je zároveň najvyššia nameraná hladina v tomto vrte za celé monitorované obdobie (od roku 1995).

Na zosuvoch v lokalitách Čadca-Rieka a Vinohrady nad Váhom bolo v monitorovaných vrtoch zaznamenané iba nepatrné kolísanie hladín podzemnej vody. Naopak, na lokalitách Čirč a Lenartov boli počas jarných mesiacov namerané najvyššie hladiny za monitorované obdobie. Na zosuve v obci Lukov bol vrt celý rok suchý. V zosuvnom území Handlová-Žiarska ulica je okolie jediného monitorovacieho vrtu permanentne pod hladinou povrchovej vody, ktorá priteká z príľahlých pozemkov (táto voda čiastočne nateká i do monitorovacieho vrtu). Jedná sa o oblasť, ktorá sa nachádza v predpolí čela zosuvu. V roku 2014 priemerná hĺbka hladiny v monitorovanom piezometrickom vrte dosiahla hĺbku 3,36 m pod terénom, čo je v porovnaní s predchádzajúcim rokom pokles o 0,36 m.

Ďalšou lokalitou, na ktorej sú sledované len režimové ukazovatele, je zosuv v katastri obce Slanec. Jedná sa o lokalitu s vysokou exponovanosťou významných produktovodov a sieťových vedení (5 vetiev tranzitného plynovodu, 2 vetvy ropovodu Družba, optické káble, diaľkové telekomunikačné káble, VTL plynová prípojka, stožiare VVN). Na základe výsledkov realizovaných pravidelných meraní je možné konštatovať, že dochádza k poklesu účinnosti odvodňovacích vrtoch z dôvodu ich veľmi zlého technického stavu. Dve z piatich zberných šácht majú upchaté odtokové rúry a nie sú funkčné. Voda zo zosuvného svahu neodteká, ale spätne infiltruje do horninového prostredia v okolí produktovodov. Namiesto zvyšovania stability svahu dochádza tak k jej poklesu, a teda riziko ďalšieho porušenia niektorej z oceľových rúr jedného z potrubí je veľmi vysoké.

Na lokalitách Hradec, Veľká Lehôtka, Vranie, Červený Kameň a Kral'ovany, ktoré boli zaradené do systému monitorovania v priebehu roka 2014, bola zrealizovaná jedna etapa inklinometrických meraní (nulté a prvé etapové meranie; výnimkou je lokalita Kral'ovany, na ktorej boli realizované 2 a viac meraní). Vysoké hodnoty deformácií boli pozorované na lokalite Hradec, a to na uliciach Pavlovská vo vrtoch IGH-2I (v hĺbke 4,5 m – deformácia 10,0 mm), IGH-3I (v hĺbke 6,5 m – deformácia 5,06 mm) a Na Stanište vo vrte IGH-5I (v hĺbke 5,5 m – deformácia 9,67 mm). Zvýšené hodnoty deformácie boli dosiahnuté v zosuvnom území Kral'ovany. Jedná sa o rozsiahlu svahovú deformáciu, ktorá predstavuje významnú geobariéru pri projektovaní a realizácii diaľničného úseku Turany – Hubová. Najväčšie prírastky deformácie, v rozsahu od 2 mm do 5 mm, boli pozorované vo vrtoch V2-INK, V3-INK, V5-INK a V6-INK. Na ostatných lokalitách boli namerané vektory menšie ako 2,00 mm.

Samostatnou skupinou monitorovacích meraní je hodnotenie napätostného stavu v zosuvných územiach. V rámci riešenia úlohy ČMS GF sa takéto merania vykonávajú v zosuvnom území Hlohovec-Posádka. Počas roka 2014 bol výrazný nárast poľa PEE pozorovaný počas prvých jarných mesiacoch vo vrtoch v severnej a južnej časti zosuvného územia. V strednej oblasti zosuvného územia neboli pozorované prejavy aktivity sledovaného poľa. V druhej časti roka došlo k celkovému útlmu aktivity poľa PEE v rámci celého zosuvného územia.

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že na niektorých zosuvoch boli namerané až extrémne hodnoty pohybovej aktivity – „ustrihnutie“ inklinometrickej pažnice. Zároveň možno konštatovať, že nameraná pohybová aktivita vo veľkej miere súvisí s klimatickými pomermi. Z hľadiska vplyvu klimatických pomerov na stabilitu monitorovaných zosuvov možno rok 2014 rozdeliť do troch samostatných období. V zimnom, ale najmä v jarnom období, vplyvom klimatických pomerov, bol pozorovaný vzostup väčšiny hladín podzemnej

vody a s tým spojený pokles stability, ktorý sa prejavil zvýšenou pohybovou aktivitou. Opačný, pozitívny charakter klimatických pomerov na stabilitné pomery, bolo možné sledovať v období od konca jarného do polovice letného obdobia. Výrazné zhoršenie stability spôsobili zvýšené zrážkové úhrny v mesiacoch august a september. Hladiny podzemnej vody na väčšine zosuvov pomerne prudko stúpili, čoho následkom bol nárast pohybovej aktivity.

Na niektorých zosuvných lokalitách boli okrem monitorovacích meraní zabezpečovaných v rámci riešenia úlohy ČMS GF realizované aj prieskumné a sanačné práce, riešené v rámci samostatných projektov. Vďaka týmto projektom boli vybudované sanačné objekty v dvoch mestských častiach Prievidze (Hradec a Veľká Lehôtka), v Košiciach v mestskej časti Krásna a na sídlisku Dargovských hrdinov a v obciach Šenkvice a Nižná Myšľa. Súčasne bola zabezpečená údržba odvodňovacích zariadení a modernizácia monitorovacej siete na zosuvných územiach v meste Handlová (Morovnianske sídlisko, Kunešovská cesta a územie katastrofálneho zosuvu z roku 1960). Vďaka vybudovaniu nových inklinometrických vrtov a vystrojeniu stacionárnou inklinometrickou sondou bude opätovne zabezpečené meranie pohybovej aktivity v území katastrofálneho zosuvu z roku 1960 v Handlovej.

Svahové pohyby charakteru plazenia sa monitorovali mechanicko-optickým dilatometrom TM-71 na lokalitách situovaných na okraji vulkanických Slanských vrchov. V roku 2007 bol jeden prístroj TM-71 inštalovaný i na lokalite Jaskyňa pod Spišskou v Levočských vrchoch. Na všetkých lokalitách boli realizované 3 etapy meraní. Výsledky meraní na lokalite **Veľká Izra** dokumentujú pozorované pozvoľné poklesávanie vrchného monitorovaného bloku voči masívu (celkovo cca 2,595 mm). Na lokalite **Sokol** došlo v roku 2014 k stagnácii poklesu bloku voči masívu, pričom pokračoval šmykový posun pozdĺž trhliny, ako aj jej otváranie. Zistené posuny sú pomerne významné, takže hrozba odtrhnutia bloku od masívu je stále reálna. Na lokalite **Košický Klečenov** bol na spodnom bloku zaznamenaný najvýraznejší šmykový posun, ktorý dosiahol za posledné dva roky 1,1 mm. Celkový šmykový posun sa pomaly približuje k hodnote 4,8 mm. Rozšírenie trhliny v roku 2014 stagnovalo. Pokles horného bloku na tejto lokalite v roku 2014 narástol len o 0,098 mm. Šmykový pohyb za posledné dva roky narástol o 0,516 mm na celkových 3,293 mm. Na monitorovanom bode v **Jaskyni pod Spišskou** bol potvrdený trend pomalého poklesávania monitorovaného bloku.

V roku 2014 sa zo skupiny svahových deformácií, v ktorej sú sledované náznaky aktivizácie rútivých pohybov, realizovali monitorovacie aktivity na deviatich lokalitách. Pri meraniach boli aplikované fotogrametrické a dilatometrické merania. V rámci pozorovaných lokalít sa spracovávali aj informácie o významných zosuvotvorných faktoroch (zrážkach a počte mrazových dní).

Na lokalite **Banská Štiavnica** boli v roku 2014 zabezpečené len dilatometrické merania. Na dvoch stanovištiach, inštalovaných v južnej časti svahu bol medzi jarným obdobím 2013 a jarným obdobím 2014 výraznejší relatívny posun nameraný medzi bodmi B1 a B2 (0,2 mm). O niečo menší posun bol pozorovaný na horninových bloky na stanovišti č. 2 (medzi bodmi B4 a B5 – 0,18 mm). Počas jesenného merania došlo ku kompenzácii nameraných posunov. Pri meraniach meradlom posuvov je z dlhodobého hľadiska možné na obidvoch stanovištiach pozorovať veľmi nevýrazný trend rozširovania puklín, a teda zväčšovania vzdialenosti medzi bodmi.

Na lokalite **Demjata** bol realizovaný najkompletnejší sortiment monitorovacích metód. Okrem dilatometrických meraní boli použité i fotogrametrické merania, ktorými sa opätovne potvrdil fakt, že v oblasti erózných rýh dochádza k prehlbovaniu, následkom čoho dochádza ku kumulácii horninového materiálu v päte svahu. Dilatometrickým meraním prístrojom Somet bolo preukázaný pokračujúci súvislý posun okrajovej lavice skalného bloku. Najväčšia zmena medzi meraniami v ročnom monitorovacom cykle bola zaznamenaná na stanovišti č. 3

medzi bodmi E1 – E2' s hodnotou 0,21 mm. Meraniami mikromorfologických zmien bolo pozorované rozpínanie masívu, čo zrejme signalizuje vypadnutie väčšieho fragmentu v nadchádzajúcom období, najmä v pravej polovici profilu.

Dilatometrické merania na lokalite *Slovenský raj – Pod večným dažďom* nevykazujú podstatné zmeny šírky pozorovaných diskontinuit.

Na lokalitách, kde sú realizované len merania mikromorfologických zmien, bolo v roku 2014 realizované jedno kontrolné meranie. Z hľadiska hodnotenia úbytku na monitorovaných skalných stenách možno za mimoriadny výsledok považovať deštrukciu sledovaného profilu v odreze štátnej cesty I. triedy v úseku Lipovník – Jabložov nad Turňou.

Z nameraných výsledkov vyplýva, že najväčšia zmena v celej konfigurácii meraného profilu bola pozorovaná na lokalite *Starina*. Priemerný úbytok za obdobie 27 mesiacov bol až 1,278 mm. Navyiac, v ílovcových polohách bol zaznamenaný výrazný ústup masívu – selektívne zvetrávanie.

V porovnaní s rokom 2012 bola zaznamenaná výraznejšia zmena v konfigurácii profilu nameraná aj na lokalite *Pezinská Baba III*. V bode 2 toho profilu došlo k výraznému úbytku - 5,2 mm, čo signalizuje odlúpnutie väčšieho fragmentu. Podobne, výraznejší úbytok materiálu bol zaznamenaný i na lokalite *Handlová-Baňa*, na ľavom okraji meraného profilu, v dôsledku čoho došlo k zmene jeho konfigurácie.

Na lokalite Demjata dochádza k rozpínaniu masívu čo zrejme signalizuje vypadnutie väčšieho fragmentu v nadchádzajúcom období.

Najmenšie zmeny boli pozorované na lokalitách *Jakub a Bratislava-Železná studnička*.

Do špecifickej skupiny lokalít hodnotenia stability prostredia sa zaraďuje Stabilizačný násyp v Handlovej. Na základe merania priečných deformácií potrubia možno konštatovať, že výsledky zodpovedajú prognózam, zostaveným z meraní v predošliých rokoch. Pohyby všetkých indikačných bodov boli zo stabilitného hľadiska bezvýznamné. Veľkosť sadania podložia sa nachádza v dostatočnom odstupe od medzného stavu konečného pretvorenia.

Z hľadiska hodnotenia stavu potrubí Handlovky a Nepomenovaného potoka možno konštatovať, že priečne trhliny na dne oceľového potrubia indikujú pozície so zvýšenou pozdĺžnou deformačnou aktivitou. Na viacerých staničeniach bol v roku 2014 zistený silný prítok tlakovej vody. Navyiac, voda z násypovej strany a vo vnútri potrubia, spôsobuje koróziu hlavnej pozdĺžnej výstuže železobetónového skeletu. V dôsledku toho sa významnou mierou skracaie životnosť betónového skeletu Handlovky a Nepomenovaného potoka. Na základe meraní a terénnej obhliadky treba opätovne konštatovať, že dôležitou podmienkou bezporuchovej prevádzky Stabilizačného násypu je obnovenie funkčnosti jeho odvodnenia obvodovými rigolmi, ktoré sú na viacerých úsekoch upchaté. Zároveň je potrebné zabezpečiť rekonštrukciu porušeného ústia hlavného drénu, čo umožní obnovenie meraní výdatnosti odvádzanej vody. Za nevyhnutné považujeme i zavedenie racionálneho riadenia v oblasti skládkovania banského odpadu, ktoré v niektorých častiach násypu pokračuje i v súčasnosti. Vplyvom nadmerného objemu, a teda zaťaženia, dochádza v oblasti OŠ2 už dlhodobo k sadaniu, ktorého výsledná hodnota sa približuje k stanovenej medznej hodnote.

V roku 2014 bol na viacerých lokalitách preukázaný nárast pohybovej aktivity. Prejavilo sa to najmä meraniami metódou presnej inklinometrie v hĺbke šmykových plôch. Overenie stability v týchto územiach je zabezpečené sériou zaužívaných monitorovacích meraní. Na lokalitách s vysokým socio-ekonomickým významom s pretrvávajúcou zvýšenou pohybovou aktivitou plánujeme realizovať tri etapy inklinometrických meraní. Geodetické merania budú od roku 2015 realizované len na 3 lokalitách (Fintice, Okoličné a Veľká Čausa). Režimové pozorovania plánujeme ponechať s nezmenenou frekvenciou, ako v roku 2013. Na lokalitách, na ktorých vzhľadom na ich priaznivý stabilitný vývoj neboli realizované monitorovacie aktivity v roku 2013, plánujeme v roku 2014 vykonať kontrolné merania.

Na lokalitách s náznakmi aktivizácie rútvých pohybov sú na rok 2015 plánované merania mikromorfologických zmien, dilatometrické merania na lokalite Slovenský raj – Pod večným dažďom a fotogrametrické meranie na lokalite Kraľovany. Domnievame sa, že takto optimalizovaný súbor pozorovaných lokalít bude dostatočne zodpovedať aktuálnym celospoločenským požiadavkám.

LITERATÚRA

Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2002 – 2009 a 2010; Ondrejka et al., 2011, 2012 a 2013)

- Bergman, R., 2011: Fintice – meranie posunov, 15. etapa. Geotop, Košice, 5 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Faško, P., Šťastný, P., 2002: Priemerné ročné úhrny zrážok. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. MŽP SR, Bratislava, SAŽP, Banská Bystrica, s. 95
- Fekeč, P., Bednarik, M., Mareta, P., 2014a: Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Šenkvice. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, INGEO, a.s. Žilina. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, L., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P. a Ilkanič, D., 2014b: Realizácia protihavarijných opatrení vo Veľkej Lehôtke, v Hradci a Kral'ovanoch (celku č. 6 časti II). Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Kasper, a.s., Spišská Nová Ves. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, L., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Lafférs, F., Jasovský, Z., Škarba, R., 2014c: Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Kapušany. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Kasper, a.s. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, L., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Piovarči, I., Komoň, J., Vrábel, B., Karchňák, D., 2014d: Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Vyšná Hutka. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Kasper, a.s., Spišská Nová Ves. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, L., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Piovarči, I., Komoň, J., Vrábel, B., Karchňák, D., 2014e: Realizácia inžinierskogeologického prieskumu a sanácie havarijných zosuvov v meste Košice. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Kasper, a.s., Spišská Nová Ves. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, L., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Sluka, V., Páleník, M., 2014f: Realizácia inžinierskogeologického prieskumu havarijného zosuvu a realizácia protihavarijných opatrení v obci Červený Kameň (Projekt č. 7 časti II). Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných

- zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, INGEO, a.s. ŽILINA. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, Ľ., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Varga, M., Petercová, A., 2014g: Realizácia 2. etapy sanácie havarijného zosuvu v obci Nižná Hutka. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, Kospér, a.s., Spišská Nová Ves. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, Ľ., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Fekeč, P., Žabková, E., Lenková, M., Putiška, R., 2014h: Realizácia inžinierskogeologického prieskumu havarijného zosuvu a realizácia protihavarijných opatrení v obci Žilina-Vranie. Združenie inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky, INGEO, a.s. Žilina. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, Ľ., Gonda, S., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 33.
- Frašťia, M., 2009: Meranie geometrických vlastností horninového prostredia geodetickými a fotogrametrickými metódami. In: Kohút, M., Šimon, Ľ. (ed.): Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. Zborník abstraktov a exkurzný sprievodca, Bratislava, s. 62 – 63
- Frašťia, M., 2011: Veľká Čausa 2011. Geodetická dokumentácia. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2011: Blízka fotogrametria, jej aplikácie a nástroje. 19. slovenské geodetické dni. In: Zborník referátov. Komora geodetov a kartografov, Bratislava, nestr.
- Frašťia, M., 2012: Veľká Čausa 2012. Geodetická dokumentácia. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 13 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Bojnice 2012. Geodetická dokumentácia, 5. kontrolné meranie. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 11 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Meranie stability skalných zárezov. Demjata 2012, geodetický elaborát. Katedra geodézie SvF STU Bratislava, 11 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Frašťia, M., 2012: Laserové verzus optické skenovanie skalných masívov. Mineralia Slovaca, 44, s. 177 – 184. ISSN 0369-2068
- Fussgänger, E., Jadroň, D., 1977: Engineering geological investigation of the Okoličné landslide using measurement of stresses existing in soil mass. Bull. IAEG (Krefeld), 16, 203 – 209
- Gajdoš, V., Wagner, P., 2005: Spôsob spracovania údajov z meraní presnej inklinometrie pri monitoringu svahových pohybov. Mineralia Slovaca, 37, 563 – 568
- Grech, J., 2012: Sanácia havarijného zosuvu v obci Ruská Nová Ves, 1.etapa - geologická a technická časť. Obecný úrad, Ruská Nová Ves, Geotrans Prešov, s.r.o., Prešov. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 92020, 22 s.
- Grman, D., Boszaková, M., Magdošová, M., Ondrejka, J., Potančok, L., Syčevová, M., Takáč, P., Udič, P., Dvořák, M., Ádámová, M., 2010: Inžinierskogeologický prieskum

- havarijných zosuvov v Košickom kraji. MŽP SR, Bratislava, GEO Slovakia, s. r. o., Košice. Manuscript - Geofond, Bratislava, 22 s.
- Hagara, R., Nagy, Z., Madaj, M., 2012: Meranie priečných deformačných javov prekrytého profilu Handlovky a prítoku Nepomenovaného potoka. Meranie pohybov podložia. Banské projekty, spol. s r. o., 126 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Havčo, J., Stercz, M., Polaščinová, E., Spišák, Z. a Kopecký, M., 2010: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 3 „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okrese Bardejov“. ZM UP SR, Bratislava, HAGEOS, s. r. o., Uhorská Ves. Manuscript - Geofond, Bratislava, 44 s.
- Ilkanič, A., Tupý, P., Jasovský, Z., 2014: Sanácia havarijných zosuvov v meste Handlová. Skupina dodávateľov „Sanácia Prievidza“, Prievidza, Envigeo, s. s. Banská Bystrica. In: Ondrejka, P., Liščák, P., Šimeková, J., 2014: Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 37.
- Jadroň, D., Mokrý, M., 1999: Handlová – Kunešovská cesta, havarijný zosuv. Záverečná správa. INGEO, a.s. Manuskript, 31 s., Žilina
- Jadroň, D., Mokrý, M., 2001: Monitoring sanovaného zosuvu na štátnej ceste Bojnice – Opatovce/Nitrou. In zborník referátov z 5. Slovenskej geotechnickej konferencie „Optimalizácia geotechnických štruktúr“. Stav. fakulta STU, s. 61 – 68, Bratislava
- Jadroň, D., Wagner, P., Jelínek, R., 1998: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In Zb. referátov z 1. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. Dionýza Štúra, s. 83 – 86, Bratislava
- Jánová, V., Liščák, P., 2001: Súčasný metódy monitoringu procesov zvetrávania. In: Klukanová, A., Wagner, P. (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 2. konferencie. Vyd. ŠGÚDŠ, Bratislava, s. 136 – 140
- Kaličiak, M. (ed.), Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, L., 1991: Slanské vrchy a Košická kotlina, severná časť. Vyd. ŠGÚDŠ, Bratislava. <http://mapserver.geology.sk/gm50/mapviewer.jsf?width=699&height=528>
- Kaličiak et al., 1996: Baňacký, V., Janočko, J., Karoli, S., Petro, L., Spišák, Z., Vozár, J., Žec, B., 1996: Slanské vrchy a Košická kotlina, južná časť. GS SR, Bratislava <http://mapserver.geology.sk/gm50/mapviewer.jsf?width=699&height=528>
- Laffers, F., Ilkanič, A., Jasovská, A., Antolová, D., Kopecký, M., Ondrášik, M., 2012: Kapušany - sanácia havarijného zosuvu v obci - I. etapa, sanácia geologického prostredia. ENVIGEO, Banská Bystrica. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 91881, 40 s.
- Lenková, M., 2011: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory – 01 Zosuvy a iné svahové deformácie. Čiastková záverečná správa. INGEO-ighp, spol. s r. o., Žilina, 15 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Liščák P., Káčer Š., 2011: Developments in landslides inventory and registry in Slovakia. Proceedings of the Second World Landslide Forum – 3-7 October 2011, Rome.
- Liščák, P., Ondrejka, P., Dananaj, I., Gregor, M., Slaninka, I., Brček, M., Melicherčík, J., 2011: Vinohrady nad Váhom - časť Kamenica - inžinierskogeologický prieskum havarijného zosuvu v obci, orientačný IGP. MŽP SR, Bratislava, ŠGÚDŠ, Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 90333, 48 s.
- Matula, M., Pašek, J., 1986: Regionálna inžinierska geológia ČSSR. Vyd. Alfa – SNTL, 295 s., Bratislava, Praha

- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivan, P., Ivanička, J., Madarás, J., Németh, Z., Polák, M., Pristaš, J., Vozár, J., Vozárová, A., Liščák, P., Kubeš, P., Scherer, S., †Siráňová, Z., Szalaiová, V., Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny v mierke 1:50 000. ŠGÚDŠ, Vyd. Dionýza Štúra, 303 s., Bratislava
- Míka, R., Bolha, L., 2000: Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu „Slanec“. Manuskript. Archív SPP, 15 s., Bratislava
- Mokrá, M., Jadroň, D., Beracko, I., Zuberec, M., 2004: Handlová – pozorovací systém na stabilizačnom násype v údolí Handlovky. Záverečná správa. Archív INGENIO – ighp, spol. s r.o. Manuskript, 92 s. a prílohy, Žilina
- Nemčok, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Veda, Vyd. Slovenskej akadémie vied, 319 s., Bratislava
- Ondrejka, P., Wagner, P., Gróf, V., 2011: Využitie stacionárneho inklinometra na tvorbu systémov včasného varovania na zosuvoch. Geotechnika 1-2/2011, Čeněk a Ježek, Praha, s 19 – 23.
- Ondrejka, P., Liščák, P., Šimeková, J., 2014: Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 37.
- Otepka, J., Menzelová, O., Bohyník, J., Mesko, M., Čubrliková, E., Roháčiková, A., Škripeková, L., Novotný, P., Čellár, S., Abelovič, J., Čerňanský, J., Kúdeľ, P. a Bláha, P., 1983: Hlohovec – Sereď, prieskum a sanácia zosuvov. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. IGHP Bratislava, SGÚ Bratislava. Manuskript, archív Geofondu, Štát. geol. úst. D. Štúra, Bratislava, č. správy 57522, 120 s.
- Petro, L., Bóna, J., Kováčik, M., Fussgänger, E., Antonická, B. & Imrich, P.: The Cave under the Spišská hill: Preliminary monitoring results of the block movements. Mineralia Slovaca, 43, 2, 2011, 121-128. ISSN 0369-2086
- Petro, L., Kováčik, M., Bóna, J., 2013: Jaskyňa pod Spišskou – pseudokras. In: Sborník abstraktů, exkurzní průvodce z konf. „Svahové deformace a pseudokras 2013“. Vyd. Svahovky, o.s.; CHKO Broumovsko a ÚSMH AV ČR, 24-26.
- Petro, L., Košťák, B., Polaščinová, E., Spišák, Z., 1999: Monitoring blokových pohybů v Slanských vrchoch. Miner. Slov., 31, s. 549 – 554
- Petro, L., Liščák, P., Ondrejka, P., 2012: Assessment of selected active landslides in Slovakia in 2011. Miner. Slov., 44/2, s. 131 – 140.
- Petro, L., Spišák, Z., Polaščinová, E., 1984: Inžinierskogeologická mapa 1:10 000, oblasť Solivar. Manuskript, archív ŠGÚDŠ Košice, 1 – 189.
- Petro, L., Stercz, M., 1998: Inžinierskogeologické posúdenie lokality Fintice. Manuskript, 7 s., GS SR, Regionálne centrum, Košice
- Petro, L., Wagner, P., Polaščinová, E., 2001: Výsledky dlhodobého monitoringu prúdového zosuvu pri Finticiach. In zb. referátov z 2. konf. "Geológia a životné prostredie", Vyd. Dionýza Štúra, s. 131 – 135, Bratislava
- Petro, L., Vlčko, J., Ondrášik, R., Polaščinová, E., 2004: Recent tectonics and slope failures in the Western Carpathians. Engineering Geology, 74, s. 103 – 112
- Pisca, P., 2011: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 56. etapové meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 14 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Pisca, P., 2012: Meranie vývoja zosuvného procesu v km 255,0 – 255,5 trate Košice – Žilina. 57. etapové meranie. Žilinská univerzita v Žiline, Stavebná fakulta, Katedra geodézie, 14 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Polák, M. (edit), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Havrila, m., Buček, S., Elečko, m., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, L., Németh, Z.

- Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Boorová, D., Zlinká, A., †Siráňová, Z., Žecová K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1:50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7-287
- Sláma, M., Gomolčák, M., Komoň, J., Turovský, F., Tunega, O., Mišove, P., Bačo, J., Vrábľová, K., Pastierik, S., 2012: Nižná Myšľa - sanácia havarijného zosuvu - I. etapa, sanácia geologického prostredia, odborný geologický dohľad. Geokontakt, Košice. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, archív. č. 94530, 57 s.
- Šimeková, J., Martinčeková, T. (Eds.), Abrahám, P., Baliak, F., Caudt, L., Gejdoš, T., Grenčíková, A., Grman, D., Hrašna, M., Jadroň, D., Kopecký, M., Kotrčová, E., Liščák, P., Malgot, J., Masný, M., Mokrý, M., Petro, Ľ., Polaščinová, E., Rusnák, M., Sluka, V., Solčiansky, R., Wanieková, D., Záthurecký, A., Žabková, E., 2006. Atlas máp stability svahov Slovenskej republiky 1:50 000. Vyd. MŽP SR Bratislava, INGEO-ighp, s. r.o., Žilina
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., Pristaš, J., Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D., Szalaiová, V., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1:50 000. GS SR, Vyd. Dionýza Štúra, 281 s., Bratislava
- Tometz, L., Blišťan, P., Harabinová, S., Leško, J., Nyárhidy, J., Turovský, F., 2010: Nižná Myšľa – havarijný zosuv, inžinierskogeologický prieskum. Manuskript Geofond, Bratislava, 59 s.
- Tupý, P., Ilkanič, A., Bvoc, T., Kopecký, M., Gomolčák, M., Sláma, M., 2010a: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 1 – „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okrese Prešov“. MŽP SR, Bratislava, ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica. Manuscript - Geofond, Bratislava, 111 s.
- Tupý, P., Ilkanič, A., Gomolčák, M., Scherer, S., Bvoc, T., 2010b: Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov, vzniknutých v roku 2010. Časť č. 4 – „Inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov v okresoch Sabinov a Stropkov“. MŽP SR, Bratislava, ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica. Manuscript - Geofond, Bratislava
- Tupý, P., Ilkanič, A., Masiar, R., Mišuth, K., 2014: Sanácia havarijných zosuvov v Hradci a vo veľkej Lehôtke (časť I.). Skupina dodávateľov „Sanácia Prievidza“, TMG, a. s. Prievidza, Envigeo, s. s. Banská Bystrica. In: Ondrejka, P., Liščák, P., Šimeková, J., 2014: Sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách okresu Prievidza. MŽP SR, ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava, s. 37.
- Turovský, F., 2011: Výsledky kontrolného merania, Kvašov – zosuv. Geoexperts, spol. s r. o. Žilina, 10 s. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Vrábeľ, P., Mokrý, M., 2010: Handlová - Žiarska ulica havarijný zosuv. Záverečná správa z geologickej úlohy. MŽP SR, Bratislava, Geo – p, Námestovo. Manuscript - Geofond, Bratislava, 40 s.
- Vybíral, V., Wagner, P., 2002: Interpretácia výsledkov meraní poľa PEE pri monitorovaní svahových deformácií. In: Klukanová, A., Hrašna, M. (ed.): Geológia a životné prostredie. Zbor. referátov z 3. konferencie. ŠGÚDŠ, Vyd. Dionýza Štúra, Bratislava, 31 – 34
- Vybíral, V., 2011: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava

- Vybíral, V., 2012: Meranie poľa PEE podpovrchovou metódou vo vrtoch. Sensor, spol. s r. o., Bratislava, 10 s. a prílohy. Archív Oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ, Bratislava
- Wagner, P., Iglárová, Ľ., Petro, Ľ., Scherer, S., 2002: Monitorovanie zosuvov a iných svahových deformácií. Geol. práce, Spr., 106, 21 – 42
- Wagner, P., Ondrejka, P., Iglárová, Ľ., Fraštia, M., 2010: Aktuálne trendy v monitorovaní svahových pohybov. Mineralia Slovaca, roč. 42, č. 2.
- Wagner, P., Ondrejka, P., Balík, D., Žilka, A., 2012: Hodnotenie výsledkov monitorovacích meraní na zosuvoch. Mineralia Slovaca, 44/2, s. 141 – 148.
- Žabková, E., Záthurecký, A., Žilka, A., Kotrčová, E., Lenková, M., Méry, V., Frličková, M., Kováčik, J., 2010: Inžinierskogeologický prieskum vybraných havarijných zosuvov Slovenska, časť č. 6. MŽP SR, Bratislava, INGEO-ighp, s.r.o., Žilina. Manuscript - Geofond, Bratislava, 38 s.