

Záchranné práce v rozsahu výkonu bezodkladných havarijných opatrení svahovej deformácie na lokalite Svätý Anton

Martin Bednarik¹, Róbert Csizmadia²,
Matej Mažgut² & Rudolf Tornyai¹

¹Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava

²GEOFOS s.r.o., P. O. Hviezdoslava 3778/68, 010 01 Žilina



XVI. hydrogeologický kongres

Význam podzemní vody
v měnícím se světě

IV. inženýrskogeologický kongres

Uplatnění inženýrské
geologie v praxi

Ústí nad Labem, 6.–9. září 2022



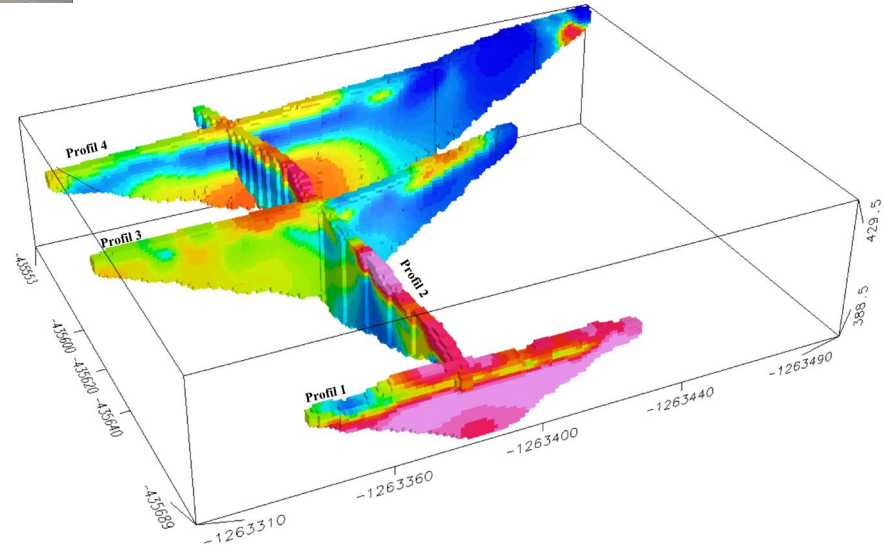
Štiavnické vrchy sú pozostávajúce z gigantického Supervulkána



Hlavné príčiny reaktivizácie zosuvu – geologická stavba, prťaženie odľučnej oblasti zosuvu, vztlakové účinky podzemných vôd, nepriaznivé klimatické faktory.

Havarijný zosuv má rozmery cca 110 x 100 m, bazálna šmyková plocha prebieha v hĺbke do 10,8 m, plytšie aktívne šmykové plochy sa vyvinuli v hĺbkach do 8,6 m. Zosuv má výrazné morfológické tvary s detailne zvláňaným reliéfom, vytlačenými bočnými valmi a výrazným vypuklým čelom natlačeným na cestnú komunikáciu.

Pri posledných reaktivizáciách (priemerne 15 mm za rok) zosuvu došlo v jeho akumuláčnej časti k natlačeniu čela k okraju cesty 1. triedy, pričom zosuvným pohybom došlo k zasypaniu cestného pozdĺžneho odvodňovacieho rigolu. V akumuláčnej časti došlo v roku 2012 tiež k pretrhnutiu vodovodného potrubia. Pri reaktivizácii zosuvu sa v oblasti ihriska vytvorila oblúková odtrhová stena výšky 0,3 – 0,8 m.

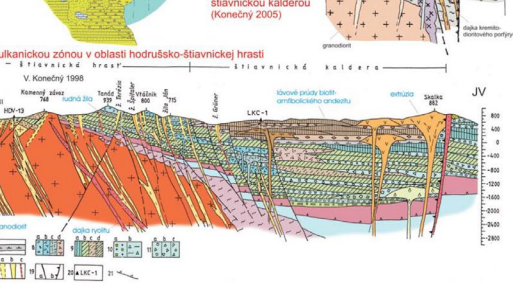
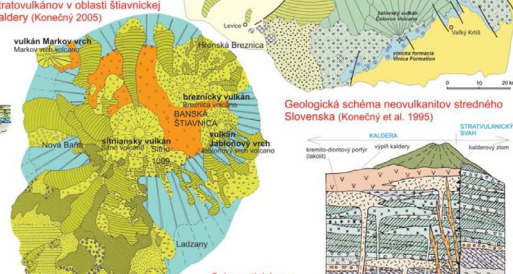
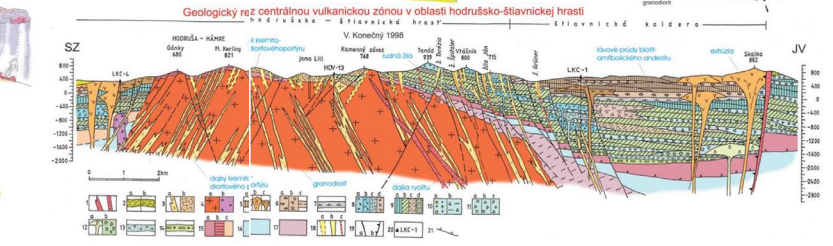
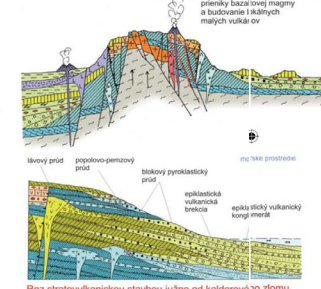
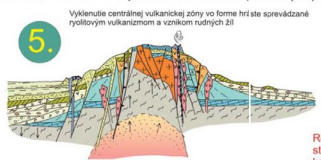
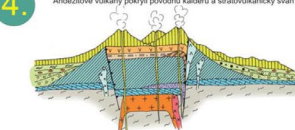
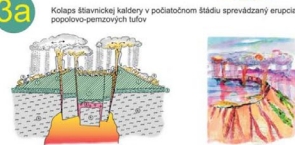
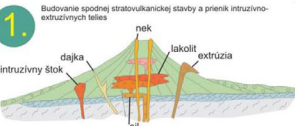


Legenda:
• profil 1
• profil 2
• profil 3
• profil 4

<https://www.facebook.com/SupervulkanStiavnica/>

Etapy vývoja štiavnického stratovulkánu

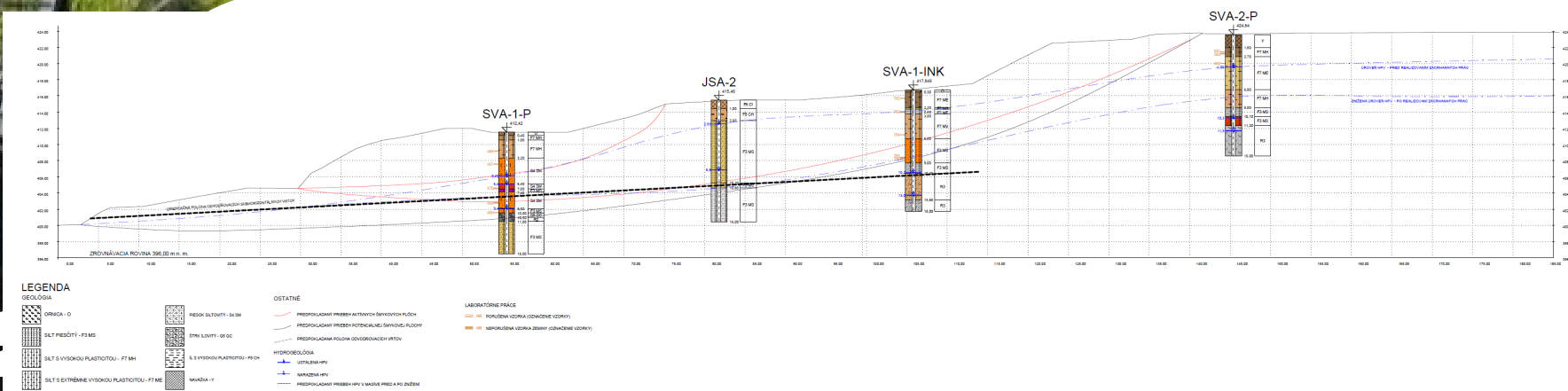
RNDr. Vlastimil Konečný, CSc.





- Ďalším postupom svahového pohybu boli ohrozené nasledujúce objekty: cesta 1. triedy, inžinierske siete situované v akumuláčnej oblasti zosuvu (plynovod, vodovod, elektrické vedenie), rodinné domy, objekt predajne Jednota a drobné stavby v telese zosuvu.
- 8. februára 2021 vyhlásila obec Svätý Anton mimoriadnu situáciu v súvislosti s reaktivizáciou svahových pohybov na zosuve v intraviláne obce.
- Cieľom geologickej úlohy bolo zabezpečenie stability územia havarijného zosuvu, pre ktoré boli projektované záchranné práce rozdelené do dvoch etáp:

- I. Etapa – odvodnenie zosuvu
- II. Etapa – oporný múr





Základné charakteristiky existujúcich geologických objektov

Označenie vrtu	Účel	Hĺbka	Súradnice v S-JTSK		
			X	Y	Z
INK-1	inklinometrický	15	-435665,74	-1263380,45	412,42
JSA-1	hydrogeologický	15	-435615,42	-1263389,51	417,84
JSA-2	hydrogeologický	15	-435639,75	-1263387,87	416,5

Základné charakteristiky novovybudovaných geologických objektov

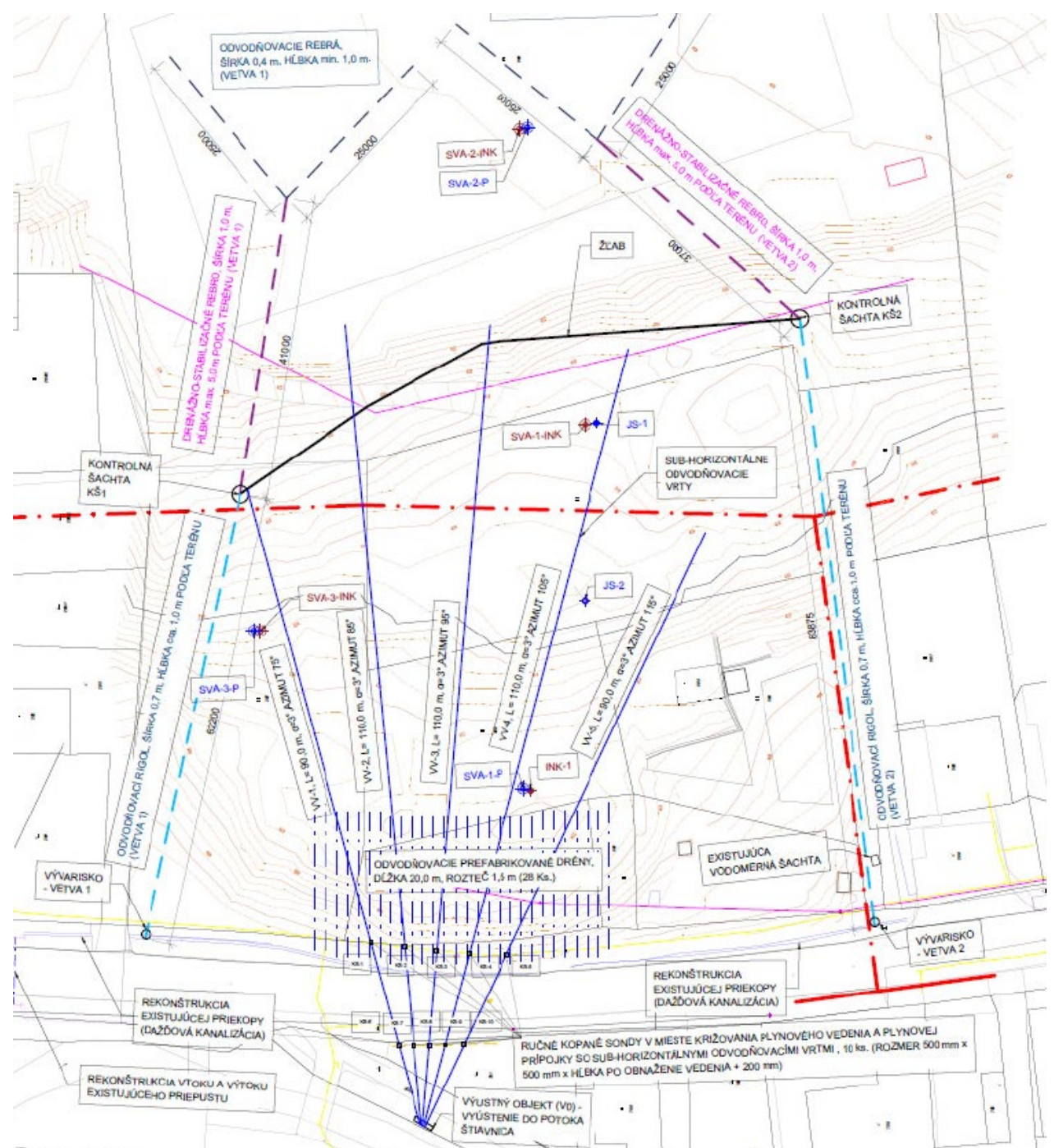
Označenie vrtu	Účel	Hĺbka	Súradnice v S-JTSK		
			X	Y	Z
SVA-1-P	hydrogeologický	15	-435665,45	-1263379,43	412,42
SVA-2-P	hydrogeologický	15	-435574,99	-1263380,06	424,64
SVA-3-P	hydrogeologický	15	-435643,86	-1263342,56	415,06
SVA-1-INK	inklinometrický	15	-435615,64	-1263387,86	417,84
SVA-2-INK	inklinometrický	15	-435575,18	-1263378,98	424,62
SVA-3-INK	inklinometrický	15	-435643,89	-1263343,46	414,98



I. etapa prác

V rámci prvej etapy bol naprojektovaný komplexný systém povrchového odvodnenia a hĺbkové odvodnenie.

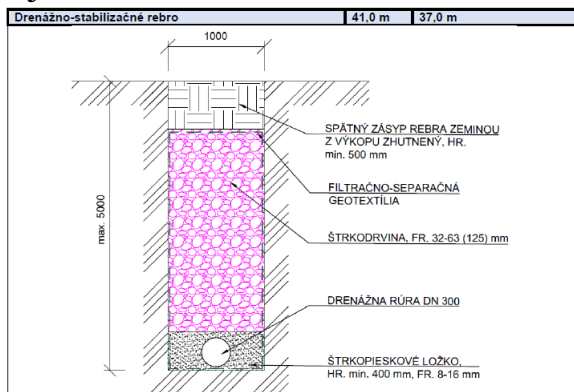
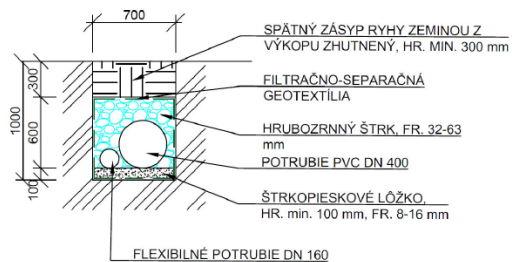
V rámci výkonu záchranných prác boli vybudované aj nové prvky geotechnického monitoringu, za účelom sledovania aktivity svahových pohybov pred, počas a po ukončení sanačných prác, ďalej mali slúžiť na upresnenie informácií o geologických a hydrogeologických pomeroch zosuvného územia.



Odvodňovacie vetvy 1 a 2 a odvodňovací žľab

- Odvodňovacie vetvy 1 a 2 sú situované po bokoch zosuvného telesa a rozvetvujú sa v korune zosuvu, navrhnuté sú pre čo najefektívnejšie zachytenie vôd nad telesom zosuvu. Na každej odvodňovacej vetve je umiestnená kontrolná šachta (KŠ-1, KŠ-2), slúžiaca na zachytávanie a sedimentáciu jemnozrnného materiálu v kalových jamách, a na vizuálne monitorovanie funkčnosti systému. Kontrolné šachty sú na vetvách umiestnené pred drenážno-stabilizačnými rebrami, pričom do každej z nich je vyústnený aj povrchový žľab.
- V korune zosuvu bol v rámci záchranných prác realizovaný aj odvodňovací žľab na zachytávanie povrchovej vody. Povrchový žľab je na jednej a druhej strane vyústnený do kontrolnej šachty. Z kontrolných šacht je voda odvádzaná do odvodňovacieho rigolu.

Prvok	Dĺžka	
	Vetva č.1	Vetva č.2
Odvodňovací rigol	62,0 m	83,86 m

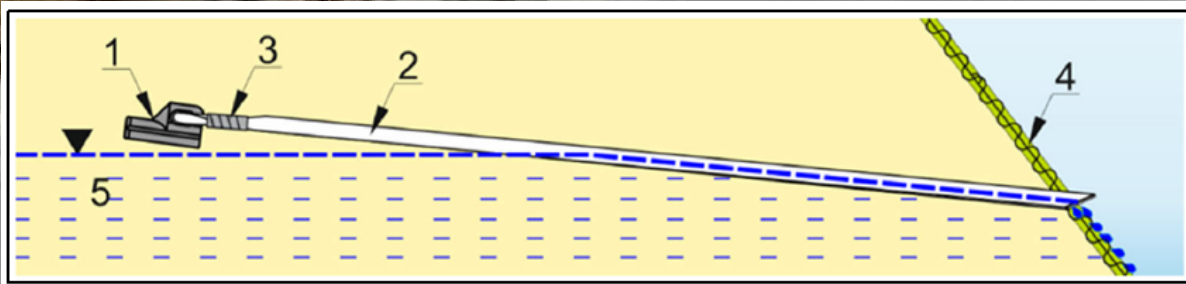


Hore – situácia nad odľučnou hranou zosuvu v priestore ihriska v marci 2020; kontrolné šachty a povrchový rigol; drenážno-stabilizačné rebrá - dole



Odvodňovacie prefabrikované drény

- Prefabrikované odvodňovacie drény pozostávajú z inštalačnej ocelevej hlavy a geokompozitného drenážneho pásu (šírka 200 mm, dĺžka 20,0 m).
- Geokompozit sa skladá z polypropylénového obojstranného priestorového jadra v obale z netkanej geotextílie.
- Prefabrikované odvodňovacie geodrény ZUBOR boli realizované v päte zosuvného telesa v osovej vzdialenosti 1,50 m so sklonom 3°.
- Inštalované do horninového prostredia boli pomocou zatlačania mechanickým vibračným zariadením.



1. Inštalačná hlava
2. Drenážny geokompozit
3. Chránička
4. Povrch svahu
5. Zvodnená vrstva



Vyústenie odvodňovacích prefabrikovaných drénov v päte svahovej deformácie

Subhorizontálne odvodňovacie vrty

- Pred realizáciou HOV bola vykonaná nevyhnutná úprava koryta potoka Štiavnica. Pozostávala z úpravy brehov potoka a vybudovania dočasného premostenia. Po ukončení vŕtania bol zhotovený výustný objekt a rekultivácia koryta potoka.
- Odvodňovacie vrty boli realizované vrtnou súpravou bezjadrovou technológiou strateným valivým dlátom na plný profil. Úvodných cca 20 m bolo realizovaných priemerom vŕtania \varnothing 156 mm, pričom rúry neboli perforované (vrty popod cestu). Zvyšná dĺžka vrtov bola perforovaná, min. 5% plochy plášťa (priemer rúry 89 mm). Vyústenie vrtov je v nízkej betónovej stenke, pričom je odvod vody priamo do recipientu – potok Štiavnica.



Vyústenie HOV do potoka Štiavnica

Subhorizontálne odvodňovacie vrty

Stanovisko	Označenie HOV	Dĺžka vrtu (m)	Sklon vrtu (°)	Azimut (°)
VO	VV-1	90	3	75
	VV-2	110	3	85
	VV-3	110	3	95
	VV-4	110	3	105
	VV-5	20	3	110
	VV-6	90	3	115



Realizácia HOV; úprava koryta Štiavnice a pohľad na sfinalizované práce spolu s výustným objektom HOV

Rekonštrukcia cestného rigolu

V rámci prvej etapy bezodkladných havarijných opatrení boli realizované aj rekonštrukčné práce:

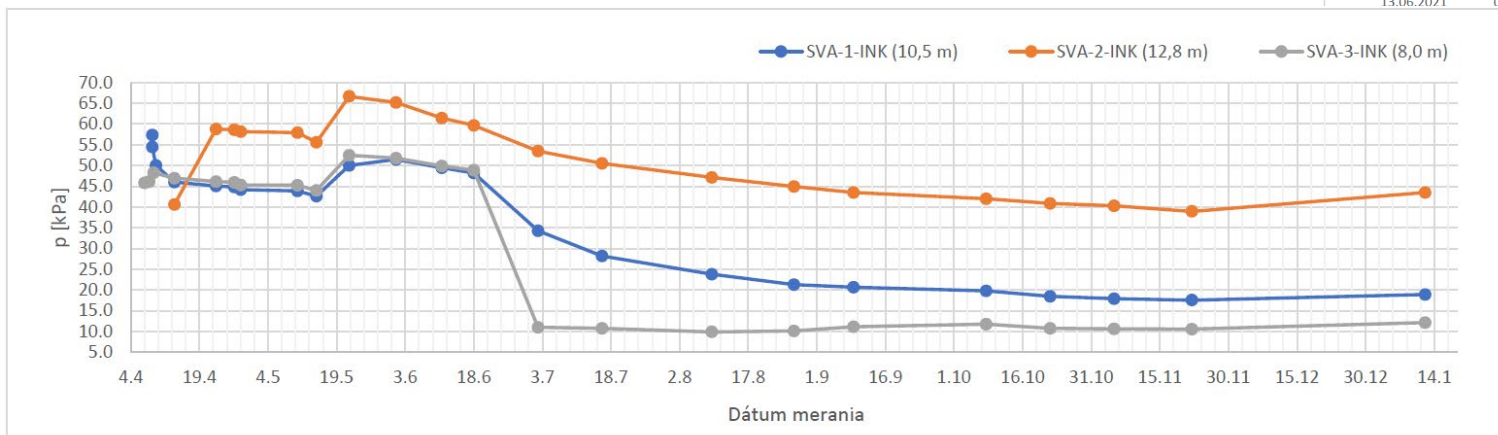
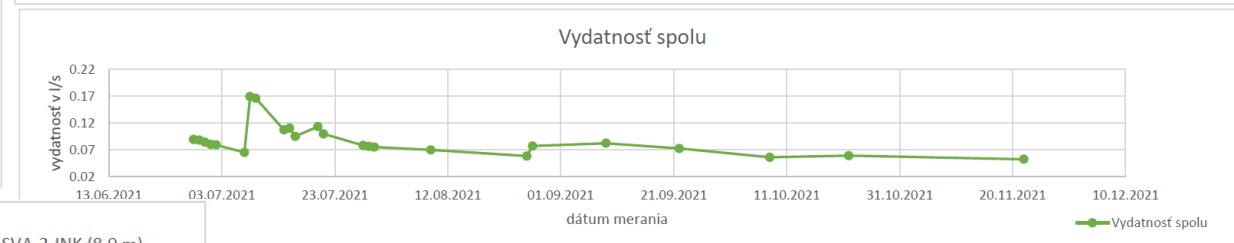
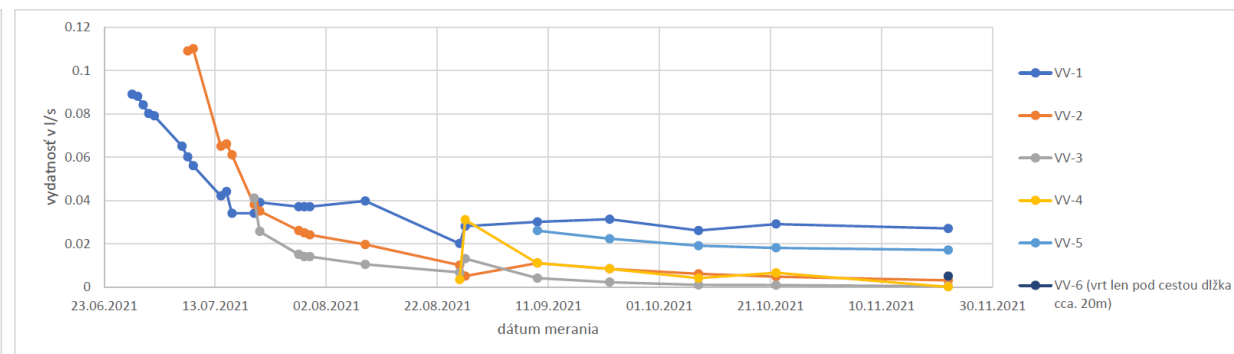
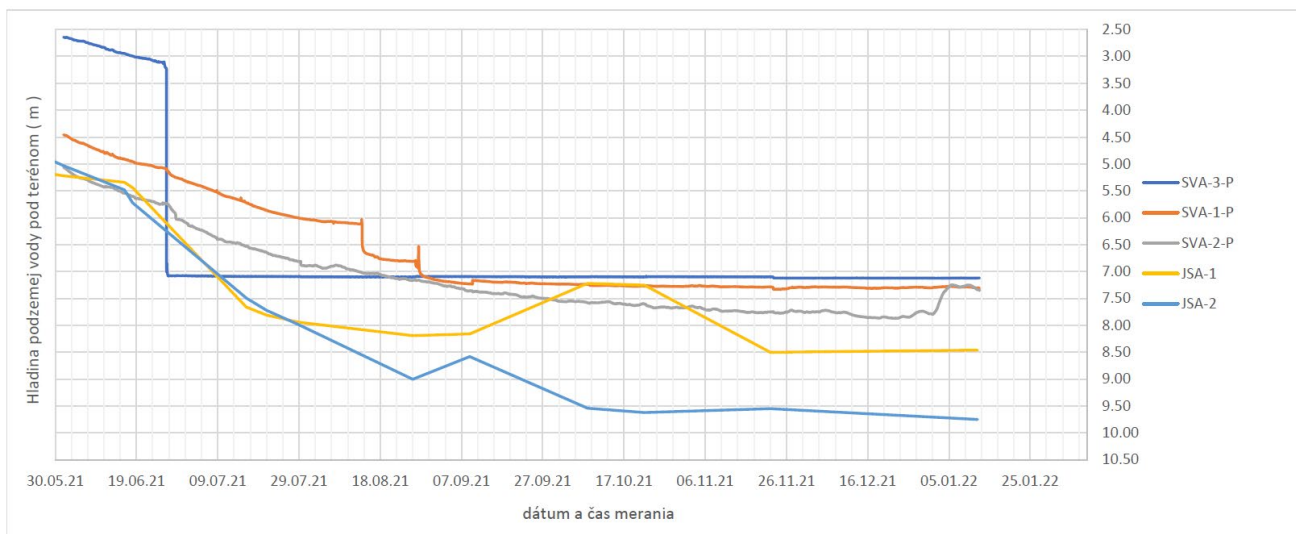
- vyčistenie a úprava výtokovej časti priepustu do recipientu potoka Štiavnica,
- vyčistenie existujúceho priepustu pod cestou,
- oprava vtokovej časti priepustu a rekonštrukcia cestnej priekopy.



Úprava a vyčistenie výtokovej časti priepustu – vľavo a rekonštrukcia cestnej priekopy

Režimové pozorovania HPV, výdatnosť HOV, pórové tlaky

- Zmeny hladiny podzemnej vody sú monitorované v 5 pozorovacích vrtoch. V novovybudovaných sú osadené automatické hladinomery s kontinuálnym meraním úrovne hladiny podzemnej vody.
- Výdatnosti boli merané na odvodňovacích vrtoch VV-1 až VV-6. Pri realizácii HOV mali všetky vrty výraznú výdatnosť, odvedli statické zásoby HPV a postupom času sa výdatnosti ustálili, pričom všetky sú funkčné.



II. etapa prác

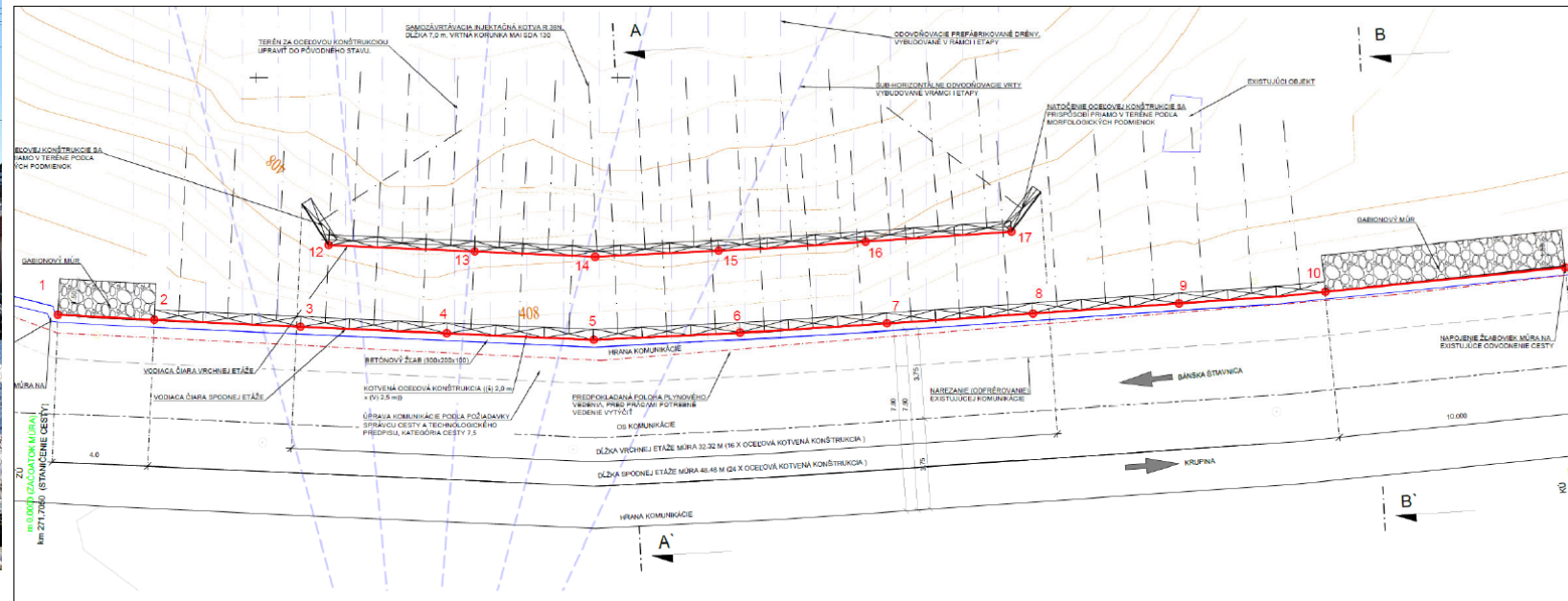
- Na základe výsledkov prvej etapy, po zhodnotení účinností odvodnenia zosuvného územia bol projektovaný návrh oporného objektu v päte zosuvu pre zabezpečenie prejazdnej šírky komunikácie a lokálnej stability svahu v päte zosuvu, čo bolo cieľom prác druhej etapy.
- Oporný múr bol projektovaný ako dvojstupňová oceľová kotvená konštrukcia.
- Navrhnutá bola pružná, stabilizačná a súčasne priepustná konštrukcia, ktorá nebráni odvodňovaniu akumulácie.
- Oba stupne zabezpečenia sú tvorené z kotvenej oceľovej stabilizačnej konštrukcie. Systém sa skladá z priestorovej nosnej oceľovej konštrukcie. Čelo predstavuje oceľový rám z prvkov HEA100 s ochrannou sieťou, rozmer čela je 2,50x2,00 m (celkovo 40 ks). V telese zásypu je skryté nosné ťahadlo – zemná kotva.



Spodný kôš gabionového oporného múrika



Pohľad na oporný múr – dvojstupňová oceľová kotvená konštrukcia



Ďakujeme za
pozornosť!

