



Technická správa z výkonu stopovacích skúšok



Názov úlohy : Diaľnica D1 Turany - Hubová, podrobný
inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum -
stopovacie skúšky

Číslo úlohy zhotoviteľa : 19/2019

Objednávateľ prác: DPP Žilina, spol. s r.o.

Sídlo : Legionárska ul. č. 8203
010 01 Žilina

Zhotoviteľ prác : HES-COMGEO spol. s r.o.
Sídlo : Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica
Tel. : 048 / 42 85 153,154
web : www.hes-comgeo.sk
e-mail : hes-comgeo@hes-comgeo.sk

Zodpovedný zástupca : RNDr. Marianna Šuchová - konateľka
RNDr. Anton Auxt - konateľ

Zodpovedný technik : Ing. Branislav Máša

Dátum vypracovania : 23.08.2019

Výtlačok : 1, 2, 3

OBSAH

1.	ÚVOD	3
2.	IDENTIFIKÁCIA ÚZEMIA	3
3.	CIEĽ PRÁC	3
4.	METODIKA A POSTUP PRÁC	3
5.	VÝSLEDKY	6
6.	ZÁVER	10

Prílohy :

Príloha 1 – Fotodokumentácia realizovaných prác

Rozdeľovník :

1. Výtlačok 1,2 DPP, spol. s r.o.
2. Výtlačok 3 HES-COMGEO, spol. s r.o. - archív

1. ÚVOD

Na základe uzatvorenej zmluvy o dielo č. 57-1/2018-Hes-Comgeo zo dňa 19.2.2019 realizovala spoločnosť HES-COMGEO spol. s r.o. stopovacie skúšky v lokalite horských masívov Havran a Korbeľka. Predkladaná technická správa popisuje vykonané technické práce ktoré boli na lokalite vykonané, ich výsledky a zistenia.

2. IDENTIFIKÁCIA ÚZEMIA

Názov katastral. území obcí: Krpeľany, Kraľovany, Ľubochňa, Stankovany, Švošov

Kód obcí:

Názov okresu: Martin, Ružomberok

Kód okresu: 506, 508

Kraj: Žilinský

Kód kraja: 5

Povodie toku: Váh

3. CIEĽ PRÁC

Cieľom prác je realizácia stopovacích skúšok na vytypovaných aplikačných a monitorovacích miestach za účelom overenia priestorovej distribúcie a prúdenia podzemnej vody.

4. METODIKA A POSTUP PRÁC

4.1. Spôsob vykonania stopovacích skúšok - metodika

Metodika riešenia úlohy vyplývala z cieľa prác, ktorý ma priniesť informácie na overenie priestorovej distribúcie a prúdenia podzemnej vody. V rámci tohto sa realizovali nasledovné práce:

- **technické práce** – pozostávali z prípravy stopovacích roztokov v dostatočnom objeme (rozpustenie v pracovnom objeme cca 200 l), zabezpečenia dostatočného množstva nezávadnej vody na zatlačanie stopovacej látky do prostredia v objeme cca 10 m³ / miesto aplikácie (vrt).
- **monitorovacie práce** – pozostávali z meraní pomocou kontinuálnych meračov prítomnosti stopovačov (fluorimetrov) v prostredí s časovým krokom 15 min a indikačných kapsúl, ktoré len indikovali prítomnosť stopovačov na monitorovacom mieste. V rámci starostlivosti o monitorovaciu sieť (20 + 11 stanovišť (Korbeľka + Havran) (pozri tabuľku 2), prebiehala pravidelná údržba prístrojovej techniky, výmena náplní indikačných kapsúl a údržba a čistenie miest uloženia meracích prístrojov a kapsúl v dvojtýždňovom intervale.
- **analytické a vyhodnocovacie práce** – zabezpečovali sa analýzy sorpčných náplní indikačných kapsúl na prítomnosť sledovaných stopovačov, spracovávali sa zaznamenané údaje z kontinuálnych meračov a terénnych meraní, vyhodnocovali sa získané údaje (výsledky) tabuľkovou formou.

4.2. Druhy použitých stopovacích látok a objemy ich použitia

Na realizáciu stopovacích skúšok boli použité 3 typy stopovacích látok uvedené nižšie. Pri ich výbere boli zohľadnené technologické možnosti realizátora, informácie z prebiehajúcich prácach v okolí, charakteristiky prostredia, vlastnosti jednotlivých stopovačov s ohľadom na ochranu zdravia obyvateľstva a životného prostredia.

Vybrané boli nasledovné stopovače:

1. Tinopal – použitý objem 1000 g x 4 miesta, farba: bezfarebný,

2. Uranine (Disodium 2-(3-oxo-6-oxidoxanthen-9-yl)benzoate) – použitý objem 1000 g x 1 miesto, farba: zelena
3. Sulforhodamine B – použitý objem 1000 g x 1 miesto, farba: ružový

Z každého stopovača bol pripravený zásobný roztok stopovacej látky pozostávajúci zo stopovača a nezávadnej vody s pracovným objemom cca 200 l. Aplikácia bola realizovaná do zmočeného výstroja vrtu infiltráciou vo vodnej báze a následne bola distribúcia do zvodnej vrstvy horninového prostredia zabezpečená zatlačením cca 9 m³ vody.

Po aplikácii roztoku stopovacej látky sa predpokladala jeho difúzia v podzemnej vode (kolektore) spojená s mnohonásobným zriedením.

4.3 Miesta aplikácie stopovacích látok

V rámci riešenia geologickej úlohy boli objednávateľom vytypované a určené miesta aplikácie stopovačov, tak aby v plnej miere plnili cieľ realizovaných prác. Miesta aplikácie a použitý typ stopovača vrátane dátumu aplikácie sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Miesta aplikácie a použitý typ stopovača vrátane dátumu aplikácie

Miesto aplikácie	Druh použitého stopovača	Objem použitého stopovača	Dátum aplikácie
Vrt TK - 10	Tinopal	1000g / 10 m ³ vody	21.02.2019 10:00 – 11:30
Vrt TK - 4	Tinopal	1000g / 10 m ³ vody	01.03.2019 10:30 -14:00
Vrt TK - 2	Tinopal	1000g / 7 m ³ vody	21.02.2019 13:00 – 17:00 22.02.2019 08:30 – 13:30
Vrt THK 2A	Tinopal	1000g / 3 m ³ vody 1000g / 7 m ³ vody	03.05.2019 11:00 -15:30 11.6.2019 10:00 – 12:30
Aplikačný vrt pri vrte THK-2A	Uranine	1000g / 3 m ³ vody 1000g / 7 m ³ vody	03.05.2019 16:00 -19:30 11.6.2019 13:00 – 15:30
Aplikačný vrt nad VZ Korbeľka a vrtmi V1-H 50 a HGK-H 100	Sulforhodamine B	1000g / 10 m ³ vody	27.05.2019 13:00 – 15:00

4.4 Miesta detekcie stopovacích látok

V rámci riešenia geologickej úlohy objednávateľa v súlade s požiadavkami dotknutých orgánov a organizácií bolo určených nasledovných 20 miest detekcie pre lokalitu Korbeľka:

1. 5x pramenné záchyty vodárenských zdrojov (VZ): VZ Fatra, VZ Korbeľka, , VZ Teplica, VZ Pod Kopou VZ Rojkov (od 19. týždňa (10.5.) – len indikačná kapsula)
2. 8 x povrchové toky (PT): Bezmenný potok (ľavý), Biely potok, PT (povrchový tok) pri VZ Korbeľka, PT pri VZ Pod Kopou, PT pod VZ Fatra, PT Ľubochňanske pramene, PT Kraľoviansky zosuv, Bezmenný tok pri východnom portály
3. 7x vrt: TKB – 7, HGK - 1, TK-01, TK-10, Horizontálny vrt (pri Bielom potoku), V1-H 50 Nad VZ Korbeľka, HGK-H 100 Nad VZ Korbeľka

V rámci riešenia geologickej úlohy objednávateľa v súlade s požiadavkami dotknutých orgánov a organizácií bolo určených nasledovných 11 miest detekcie pre lokalitu Havran:

1. 2x pramenné záchyty vodárenských zdrojov (VZ): VZ Suchá dolinka, VZ Dušičky (ľavý),
2. 4 x povrchové toky: Bezmenný potok (obec Stankovany), PT Pred žel. stanicou Ľubochňa (od Stankovian), PT pred obcou Švošov, Švošovský potok (pod prm Panny Márie)
3. 1x prameň: PT Nad žel. stanicou Ľubochňa,
4. 4x vrt: THV – 1, HGH - 1, HGH-2, THV-2A

Na týchto miestach boli inštalované kontinuálne detekčné prístroje a indikačné absorpčné kapsule.

Indikačné absorpčné kapsule slúžili len na indikáciu prítomnosti stopovačov. Kapsula, vyhotovená zo zdraviu nezávadného plastu a náplne sorpčného materiálu vhodného na kontakt s potravinami, boli v pravidelných intervaloch (1 krát za 2 týždne) kontrolované a náplne vymieňané.

Na piatich miestach boli osadené kontinuálne merače prítomnosti stopovačov (fluorimetre) s časovým záznamom 15 min. Na nich je vykonávaný pravidelný servis spojený so zberom zaznamenaných údajov a ich údržbou. Pred aplikáciou stopovačov v lokalite Havran bol (po dohode s o zástupcom objednávateľa) prenesený merač z VZ Rojkov do VZ Suchá dolinka Presné miesta inštalácie spresnené na základe miestnej obhliadky lokality a technicko-bezpečnostných možností inštalácie sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Presné miesta inštalácie indikačných zariadení

Miesto detekcie	GPS súradnice	Použitý detektor	Miesto detekcie	GPS súradnice	Použitý detektor
VZ Fatra	49°06'38.0"N 19°08'05.5"E 49.110555, 19.134848	Kontinuálny detektor	TK-01	49°07'08.4"N 19°05'59.9"E 49.119002, 19.099984	Indikačná kapsula
VZ Korbeľka	49°07'55.7"N 19°09'45.5"E 49.132144, 19.162633	Kontinuálny detektor	TK-10	49°08'09.1"N 19°09'49.0"E 49.135860, 19.163618	Indikačná kapsula
VZ Rojkov	49°08'41.0"N 19°09'21.9"E 49.144713, 19.156080	Kontinuálny detektor / Indikačná kapsula	Horizontálny vrt Pri PT Biely potok	49°07'09.5"N 19°05'52.0"E 49.119300, 19.097775	Indikačná kapsula
VZ Teplica	49°07'29.8"N 19°06'10.1"E 49.124935, 19.102792	Kontinuálny detektor	VZ Suchá dolinka	49°08'05.1"N 19°10'59.9"E 49.134739, 19.183311	Kontinuálny detektor
VZ Pod Kopou	49°08'53.3"N 19°08'46.1"E 49.148126, 19.146148	Kontinuálny detektor	VZ Dušičky (ľavý)	49°07'49.2"N 19°11'49.7"E 49.130320, 19.197130	Indikačná kapsula
PT Bezmenný potok (ľavý)	49°07'14.6"N 19°05'49.7"E 49.120731, 19.097134	Indikačná kapsula	Bezmenný potok (obec Stankovany)	49°08'20.8"N 19°10'35.0"E 49.139099, 19.176380	Indikačná kapsula
Biely potok	49°07'08.7"N 19°05'48.4"E 49.119087, 19.096783	Indikačná kapsula	PT Pre žel. stanicou Ľubochňa (od Stankovany),	49°08'04.4"N 19°10'24.5"E 49.134550, 19.173477	Indikačná kapsula
PT pri VZ Korbeľka	49°07'55.7"N 19°09'45.5"E 49.132144, 19.162633	Indikačná kapsula	PT pred obcou Švošov	49°07'19.7"N 19°11'19.5"E 49.122148, 19.188744	Indikačná kapsula
PT pri VZ Pod Kopou	49°08'51.9"N 19°08'47.1"E 49.147752, 19.146426	Indikačná kapsula	Švošovský potok (pod prm Panny Márie)	49°07'30.7"N 19°11'48.5"E 49.125181, 19.196810	Indikačná kapsula
PT pod VZ Fatra	49°06'37.1"N 19°08'22.9"E 49.110294, 19.139706	Indikačná kapsula	PT Nad žel. stanicou Ľubochňa	49°07'51.2"N 19°10'25.7"E 49.130880, 19.173799	Indikačná kapsula
PT Ľubochňanske pramene	49°07'10.7"N 19°09'50.9"E 49.119624, 19.164138	Indikačná kapsula	THV – 1	49°08'04.3"N 19°10'52.9"E 49.134519, 19.181363	Indikačná kapsula
PT Kraľoviansky zosuv	49°08'53.7"N 19°08'01.0"E 49.148261, 19.133600	Indikačná kapsula	HGH – 1	49°08'04.0"N 19°11'00.1"E 49.134449, 19.183351	Indikačná kapsula
Bezmenný tok pri východnom portály	49°08'05.4"N 19°10'11.3"E 49.134832, 19.169793	Indikačná kapsula	HGH-2	49°07'42.5"N 19°11'50.7"E 49.128474, 19.197413	Indikačná kapsula
TKB – 7	49°07'31.1"N 19°07'59.3"E 49.125308, 19.133150	Indikačná kapsula	THV-2A	49°07'52.9"N 19°11'13.9"E 49.131346, 19.187188	Indikačná kapsula
HGK - 1	49°07'03.8"N	Indikačná	V1-H 50 Nad VZ		Indikačná

Miesto detekcie	GPS súradnice	Použitý detektor	Miesto detekcie	GPS súradnice	Použitý detektor
	19°06'46.6"E 49.117711, 19.112956	kapsula	Korbeľka		kapsula
			HGK-H 100 Nad VZ Korbeľka		Indikačná kapsula

Pozn.: VZ – vodárenský zdroj, PT – povrchový tok

4.5 Priebeh stopovacej skúšky v krokoch:

Priebeh stopovacích skúšok bol realizovaný v nasledovných krokoch:

1. umiestnenie kontinuálnych meračov (detekčných prístrojov) a indikačných kapsúl na určené miesta, minimálne 1 hodinu pred aplikáciou prvého stopovača. Inštalácia bola realizovaná s minimálnym zásahom do okolitého prostredia. Prístroj resp. kapsula sa položila na určené monitorovacie miesto a zabezpečila sa proti odplaveniu zafixovaním pomocou prítomného inertného materiálu v okolí (skaly, štrk, drevo),
2. dovoz nezávadnej vody v uvedených objemoch pre aplikáciu do prostredia pre každý stopovač a aplikačný bod,
3. príprava zásobného roztoku stopovacej látky (objem cca 200 l) pre každý aplikačný bod,
4. inštalácia infiltračného potrubia pre aplikáciu stopovača minimálne 5 m pod terén,
5. injektáž pomocnej vody (do 1 m³) pre lepšiu difúziu stopovača do prostredia,
6. aplikácia príslušného zásobného roztoku stopovača, cca 200 l,
7. injektáž pomocnej vody pre lepšiu difúziu stopovača v kolektore a zlepšenie jeho mobility. Pre dôkladné vypláchnutie použitého zariadenia bola aplikácia pomocnej vody zabezpečená prietokom cez zásobné nádrž a infiltračné potrubie,
8. pravidelný monitoring detekčných miest v dvojtýždenných intervaloch v závislosti od klimatických a hydrologických podmienok a priebežných výsledkov. Zber zaznamenaných údajov a výmena náplní indikačných kapsúl.
9. priebežné analýzy sorpčných náplní indikačných kapsúl, spracovanie zaznamenaných údajov (z kontinuálnych meračov),
10. spracovanie zaznamenaných údajov formou čiastkových správ a technickej správy.

5. VÝSLEDKY

V tejto kapitole sú spracované všetky výsledky od začiatku aplikácie až do jej ukončenia k 1.8.2019. Prítomnosť stopovačov bola monitorovaná kontinuálnymi meračmi (fluorimetrami) a pomocou indikačných kapsúl. Takisto pri jednotlivých návštevách monitorovacích miest sa vykonáva aj vizuálna kontrola monitorovacieho priestoru na pozitívnu prítomnosť stopovača.

Kontinuálne meranie vzoriek vôd bolo začaté najneskôr dňami aplikácie jednotlivých stopovačov (pozri tabuľku 1) s časovým krokom 15 min. Ukončenie monitoringu bolo po dohode s objednávateľom a na základe získaných výsledkov zrealizované k 1.8.2019. Záznamy z meracích prístrojov boli priebežne dekodované a transformované. Všetky výsledky z kontinuálneho monitoringu vodárenských zdrojov sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Výsledky kontinuálneho monitoringu – fluorimetrami na VZ Tinopal CBS-X (T) / Sulforhodamine (S) / Uranine (U)

Miesto detekcie	Stopovacia látka	týždeň										
		9 - 11	11 - 13	13 - 15	15 - 17	17 - 19	19 - 21	21 - 23	23 - 25	25 - 27	27 - 29	29 - 31
VZ Fatra	Tinopal CBS-X Sulforhodamine	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T S neg	Neg T S 1*	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
VZ Korbeľka	Tinopal CBS-X Sulforhodamine	Neg T	3 T	1 T	2 T	1 T	neg T	Neg T S neg	Neg T S neg	1T S neg	Neg T S 1	Neg T S neg
VZ Rojkov	Tinopal CBS-X Sulforhodamine	1T	Neg T	3 T	2 T	Neg T	Indikačná kapsula pozri tabuľku 2					
VZ Teplica	Tinopal CBS-X Sulforhodamine	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	3 T	1T	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S 1	Neg T S neg
VZ Pod Kopou	Tinopal CBS-X Sulforhodamine	1T	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T	3 T	1 T	Neg T S neg	Neg T S neg	1 T S neg	Neg T S neg
VZ Suchá Dolinka	Tinopal Uranine	Aplikácia prebehla v 18 týždni				1T 1U	2T 1U	NegT Neg U	2T 2U	1T Neg U	1 T 2 U	Neg T 1 U

Pozn. neg. – negatívna vzorka, 1 veľmi slabý signál, 2 slabý signál, 3 - dobrý signál, 4 - silný signál, 5 – veľmi silný signál, * S (sulforhodamine) aplikovaný v 22. týždni

Tabuľka 4 Prítomnosť stopovačov Tinopal CBS-X (T) / Sulforhodamine (S) vo vzorkách indikačných kapsúl z vybraných monitorovacích miest na lokalite Korbeľka

Miesto detekcie	týždeň										
	9 - 11	11 - 13	13 - 15	15 - 17	17 - 19	19 - 21	21 - 23	23 - 25	25 - 27	27 - 29	29 - 31
Ľubochňa prameň	1T	1T	2T	1T	neg	2T Neg S	2T Neg S	1T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT Bezmenný potok - ľavý	1T	1T	2T	2T	1T	2T Neg S	1T 1 S	Neg T 1 S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT Biely potok	Neg T	1 T	1 T	2 T	1T	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT Kraľovany zosuv	2T	2T	1T	1T	3T	2T 1 S	3T 2S	2T 1 S	1T 1 S	Neg T S neg	Neg T S neg
PT pod VZ Fatra	Neg T	Neg T	Neg T	1 T	3T	2T Neg S	1T Neg S	2T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT pri VZ Korbeľka	Neg T	Neg T	1 T	1 T	2T	2T Neg S	1T Neg S	Neg T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT pri VZ Pod Kopou	1T	1T	1T	2T	2T	2T Neg S	2T 1 S	2T 1 S	1T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
PT Východný portál	1T	neg T	Neg T	Neg T	2T	2T S 1	2T S 1	1T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
VRT - TK1	neg T	neg T	Neg T	Neg T	Neg T	1 T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
VRT - TK10	neg T	neg T	neg T	neg T	neg T	Neg T	Neg T / Neg	Neg T	Neg T	Neg T	Neg T

Miesto detekcie	týždeň										
	9 - 11	11 - 13	13 - 15	15 - 17	17 - 19	19 - 21	21 - 23	23 - 25	25 - 27	27 - 29	29 - 31
						Neg S	S	Neg S	S neg	S neg	S neg
VRT HGK 1	neg T	neg T	Neg T	neg T	neg T	Neg T Neg S	Neg T / Neg S	2 T 2 S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
VRT TKB – 7	neg T	neg T	1T	neg T	neg T	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T S neg	Neg T S neg	Neg T S neg
Horizontálny vrt Korbeľka pri PT Biely potok	Zaradený do monitoringu dodatočne v 18 týždni				neg T	1T S neg	1T S neg	2 T 1 S	1 T 2 S	2 T 2 S	1 T 1 S
VRT – V1-H 50 Nad VZ Korbeľka	Zaradený do monitoringu po aplikácii v 22. týždni (27.5.2019)						Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S	1T 1S	Neg T Neg S
VRT – HGK-H 100 Nad VZ Korbeľka	Zaradený do monitoringu po aplikácii v 22. týždni (27.5.2019)						Neg T Neg S	Neg T Neg S	1T 1 S	1T 1S	Neg T Neg S
VZ Rojkov	Kontinuálny monitoring od 19. týždňa (10.5.)					1T Neg S	1T Neg S	1T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S	Neg T Neg S

Pozn. neg. – negatívna vzorka, 1 veľmi slabý signál, 2 slabý signál, 3 - dobrý signál, 4 - silný signál, 5 – veľmi silný signál,

Tabuľka 5 Prítomnosť stopovačov Tinopal CBS-X (T) / Uranine (U) vo vzorkách indikačných kapsúl z vybraných monitorovacích miest na lokalite Havran

Miesto detekcie	týždeň						
	18 - 19	19 - 21	21 - 23	23 - 25	25 - 27	27 - 29	29 - 31
VZ. Dušička - ľavý	Neg U / neg T	1U / 2T	2 U / 2T	1U / 1T	Neg U / 1T	Neg U / neg T	Neg U / neg T
PT. Bezmenný - Havran	Neg U / neg T	2U / 1T	3U / 3T	3U / 3T	1U / 1T	1U / 1T	Neg U / neg T
PT. Prameň pri ceste nad ŽSR Ľubochňa	Neg U / neg T	2U / 1T	1U / 1T	1U / 1T	2U / 1 T	Neg U / neg T	Neg U / neg T
PT. Prameň pred Švošovom	3U / 3T	3U / 3T	3U / 3T	3U / 3T	2U / 2T	2U / 2T	1U / 1T
PT. Švošov potok pod pram. p. Márie	1 U / 1T	2U / 2T	3U / 3T	2U / 2T	2U / 2T	1 U / 1T	1 U / neg T
PT. prameň pred ŽSR Ľubochňa	Neg U / neg T	Neg U / neg T	3U / 2T	2U / 1T	1U / 1T	1U / neg T	Neg U / neg T
VRT – THV-1	Neg U / neg T	1U / neg T	1U / neg T	Neg U / neg T	1U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T
VRT – HGH-1	Neg U / neg T	Neg U / Neg T	Neg U / Neg T	Neg U / Neg T	Neg U / Neg T	Neg U / Neg T	Neg U / Neg T
VRT – HGH-2	Neg U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T	Neg U / neg T
VRT – THV-2A	Neg U / neg T	1U / 4T*	1U / 4T*	2U / 1T*	2U / 1T*	2U / 1T*	2U / 1T*

Pozn. neg. – negatívna vzorka, 1 veľmi slabý signál, 2 slabý signál, 3 - dobrý signál, 4 - silný signál, 5 – veľmi silný signál,

Na základe všetkých spracovaných výsledkov nebola zaznamenaná silná pozitívna odozva stopovačov ani na jednom sledovanom mieste. Zaznamenané boli veľmi nízke až dobré hodnoty signálu, čo môže byť ovplyvnené prítomnosťou aj iných látok vo vode hlavne zákalovými časticami pretože boli zaznamenané aj zvýšené hodnoty turbidity (teda zákalu).

Počas monitoringu nedošlo k dlhodobým výpadkom ani jedného meracieho prístroja resp. jeho časti. Krátkodobé výpadky boli operatívne odstránené servisným zásahom. Prístroje merali kontinuálne až na nutné prestávky spôsobené údržbou (čistenie, výmena batérií).

Indikačné kapsule boli osadené na miesta monitoringu minimálne pred aplikáciou stopovačov. Kapsule boli vyhotovené z inertného materiálu, aby nemohlo dôjsť ku kontaminácii sorpčného materiálu a teda k ovplyvneniu výsledkov. Monitoring prebiehal v dohodnutých termínoch, tak aby optimálne odrazil možnú prítomnosť stopovača s prihliadnutím na časový interval monitoringu. Počas údržby kapsúl nebola obsluhou nikdy a nikde (ani na jednom monitorovacom mieste) zaznamenaná vizuálna prítomnosť stopovačov vo vode ako aj v bezprostrednom okolí miesta ich osadenia. Získané sorpčné náplne boli podrobené spracovaniu a následne analytickej kontrole na prítomnosť jednotlivých stopovačov. Spracované výsledky pozitívnej prítomnosti sú uvedené v tabuľkách 4 a 5.

Získané výsledky preukázali prítomnosť aplikovaných stopovačov na viacerých sledovaných miestach. Veľmi nízke až dobré odozvy zaznamenané na jednotlivých miestach jednoznačne nepotvrdili, že aplikačné miesta dominantne ovplyvňuje niektoré monitorovacie miesto. Doteraz negatívne z pohľadu prítomnosti stopovačov ostalo niekoľko miest, len vrtov (pozri tabuľky 4 a 5). Počas analýz vzoriek bola zaznamenaná nízka koncentrácia stopovačov radovo v jednotkách $\mu\text{g.l}^{-1}$, čo vo viacerých prípadoch sťažovalo detekciu ich prítomnosti a bolo nutné vykonať opakované analýzy vzoriek. Aj napriek uvedenému je možno považovať výsledky za smerodajné.

6. ZÁVER

Cieľom prác bola realizácia stopovacích skúšok na určených pozorovacích miestach za účelom overenia priestorovej distribúcie a prúdenia podzemnej vody. Skúšky boli začaté vo februári-marci na lokalite Korbeľka a v máji na lokalite Havran s pokračovaním na lokalite Korbeľka koncom mája. Monitoring prebiehal do začiatku augusta kedy bol po výzve objednávateľa ukončený a výsledky spracované formou technickej správy.

Po aplikácii bol ihneď začatý kontinuálny monitoring spolu na 31 pozorovacích miestach. Sledovanie bolo začaté na jednotlivých monitorovacích miestach individuálne hneď po aplikácii stopovačov.

Na základe vykonaných prác a získaných výsledkov uvedených vyššie je možné konštatovať, že bola zaznamenaná pozitívna odozva prítomnosti stopovača na viacerých monitorovacích miestach v intenzite signálu od veľmi slabého po dobrý. Viac v časti výsledky.

Počas celej doby monitoringu nebola zaznamenaná vizuálna prítomnosť stopovačov na žiadnom z monitorovacích miestach. Kontinuálne merače pracovali počas celého hodnoteného obdobia výraznej poruchy, malé výpadky boli operatívne odstránené servisným zásahom.

PRÍLOHY

Príloha 1
Fotodokumentácia realizovaných prác



Obr. 1 Aplikácia stopovača do vrt TK-07
– injektovanie pomocnej vody pred aplikáciou



Obr. 2 Aplikácia stopovača do vrt TK-07
– injektovanie roztoku stopovača



Obr. 3 Aplikácia stopovača do vrt TK-02
– príprava aplikácie



Obr. 4 Aplikácia stopovača do vrt TK-02
– pripravený stopovací roztok



Obr. 5 Aplikácia stopovača do vrt TK-02
– injektovanie stopovača do vrtu



Obr. 6 Aplikácia stopovača do vrt TK-02
– injektovanie pomocnej vody do vrtu



Obr. 7 Aplikácia stopovača do vrt TK-04
– injektovanie pomocnej vody pred aplikáciou



Obr. 8 Aplikácia stopovača do vrt TK-04
– injektovanie pomocnej vody po aplikácii



Obr. 9 Aplikácia stopovača do vrt TK-04
– príprava stopovacieho roztoku



Obr. 10 Aplikácia stopovača do vrt TK-04
– preprava pomocnej vody



Obr. 11 Aplikácia stopovača do vrt THK – 2A
– príprava pomocnej vody z prepadu VZ Suchá dolinka



Obr. 12 Aplikácia stopovača do vrt THK – 2A
– injektovanie vody pred aplikáciou stopovača



Obr. 13 Aplikácia stopovača do pomocného vrt
– injektovanie vody pred aplikáciou stopovača



Obr. 14 Aplikácia stopovača do vrt THK – 2A
– príprava koncentráту stopovača



Obr. 15 Aplikácia stopovača do pomocného vrt
– príprava koncentráту stopovača



Obr. 16 Pohľad na kontinuálny merač – fluorimeter vo VZ
Suchá dolinka



Obr. 17 Pohľad na umiestnenú indikačnú kapsulu – PT prameň pred ŽSR Ľubochňa



Obr. 17 Pohľad na inštaláciu indikačnej kapsuly – PT prameň pred Švošovom