

Výzvy pri hodnotení vplyvov z banskej činnosti na hydrosféru



RNDr. Slavomír Mikita, PhD.

Výzvy pri hodnotení vplyvov z banskej činnosti na hydrosféru



GEOtest

- **Monitoring fyzikálně-chemických parametrů tekoucích a stojatých vod a sedimentů v povodí Klabavy – CHKO Brdy**



**SLOVENSKÉ NÁRODNÉ MÚZEUM
PRÍRODOVEDNÉ MÚZEUM**



**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**

GEOtest

- **Antimón - kritický prvok a nebezpečný kontaminant ovplyvňujúci biodiverzitu na lokalitách s ťažobnými odpadmi. Evidenčné číslo projektu APVV-17-0317**
- **Vybrané environmentálne záťažé ako stresový faktor ovplyvňujúci biodiverzitu a zdravotné riziká pre exponované skupiny obyvateľstva. Evidenčné číslo projektu APVV-21-0212**

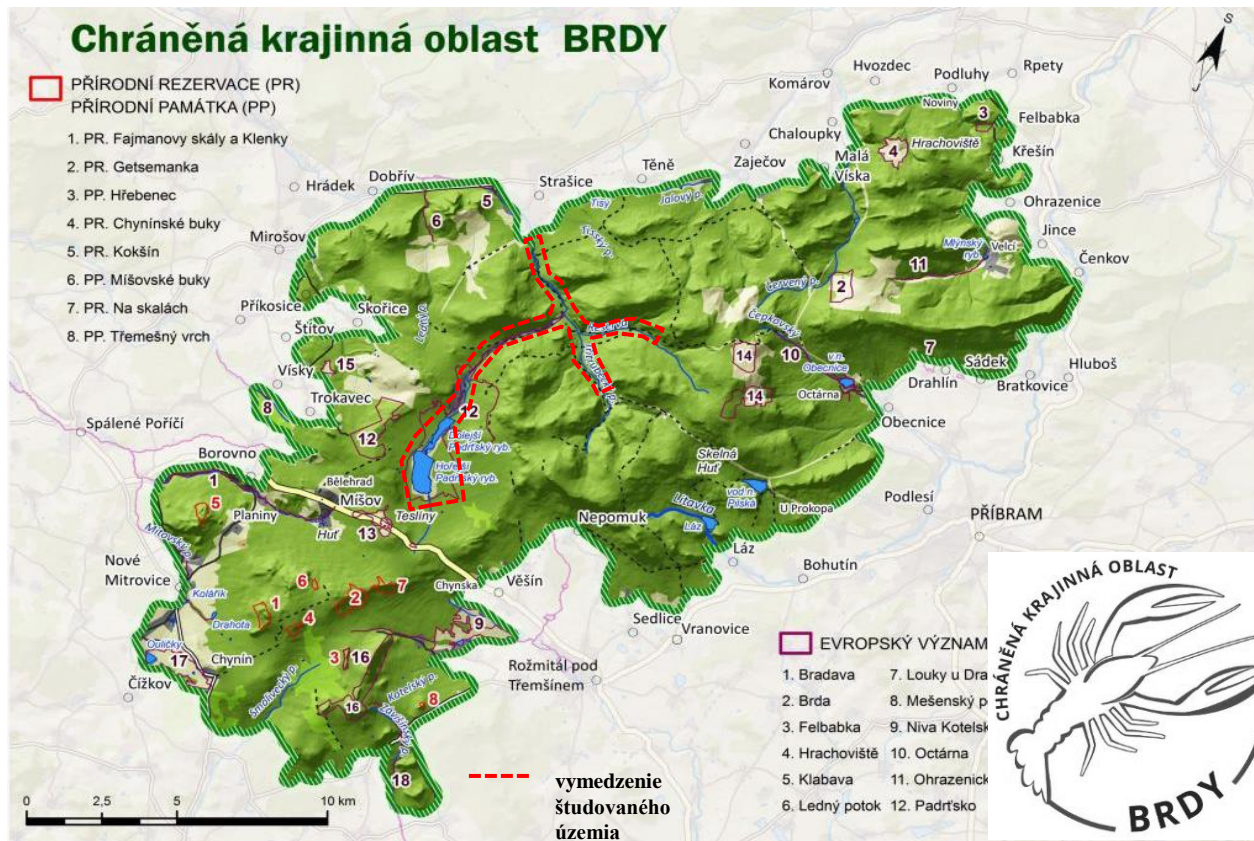


**Európska únia
Kohézny fond**

GEOtest

- **Sanácia environmentálnej záťažé na lokalite Myjava - skládka galvanických kalov – Holičov vrch (SK/EZ/MY/521)**

CHKO BRDY



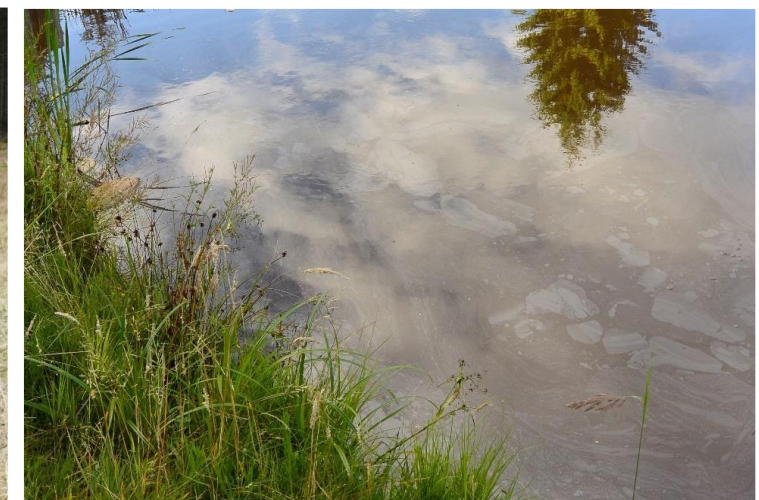
- október 2016 až júl 2017
- 3 x 13 odberných miest v povodí

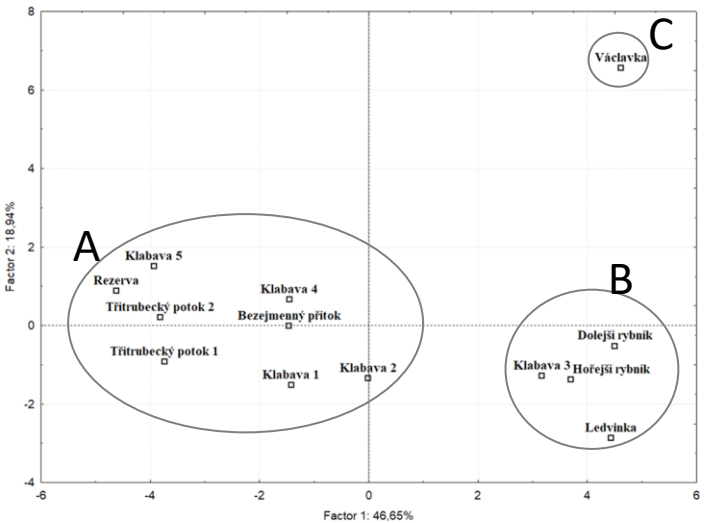
- 1 x 8 miest odobrané vzorky z dnových sed.
- XRF – meranie obsahov kovov in situ



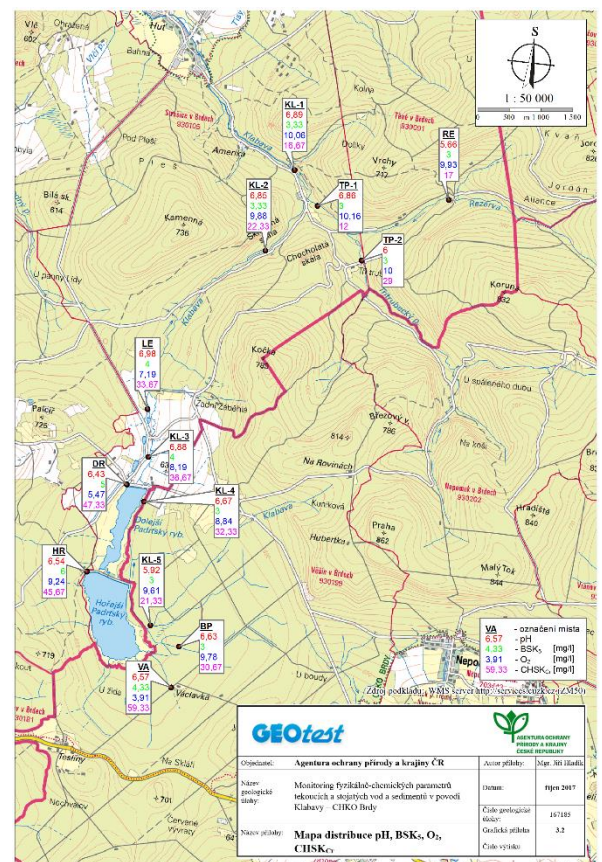
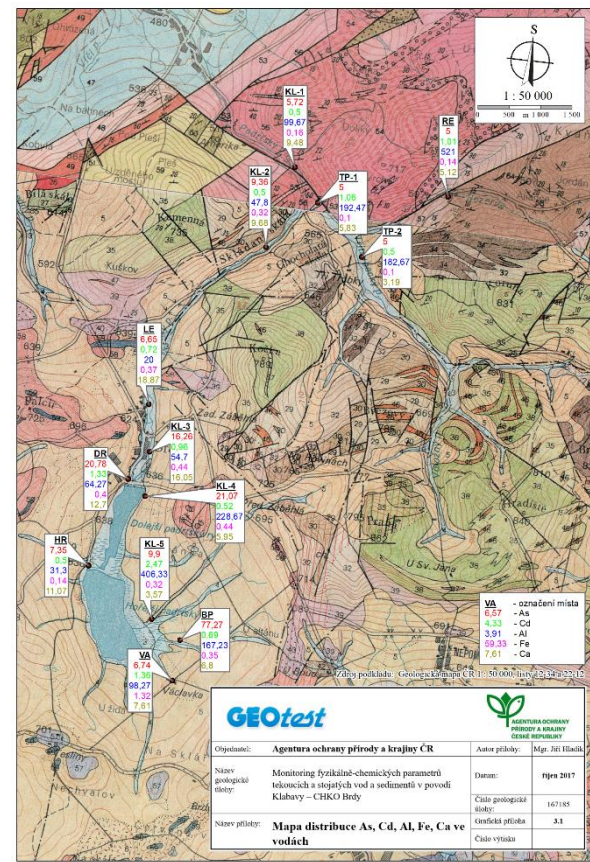
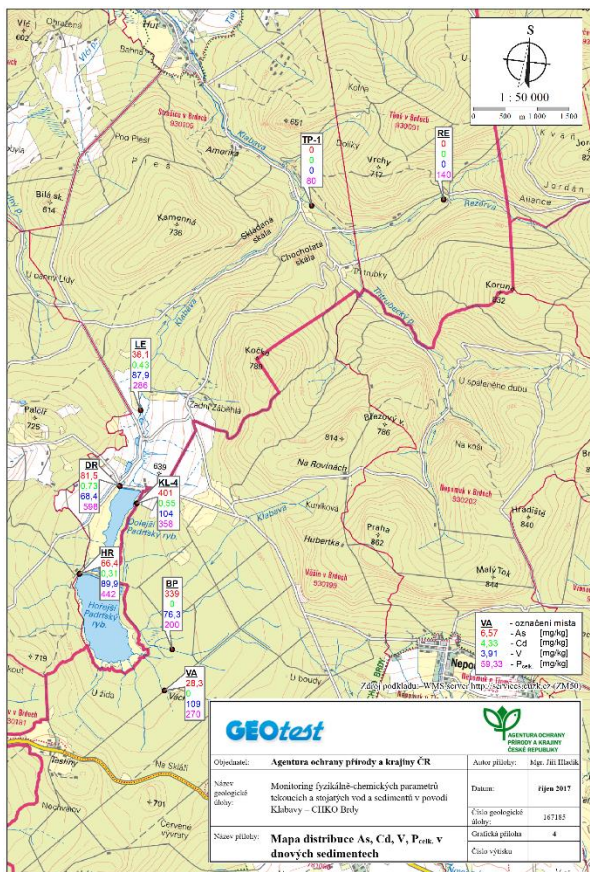
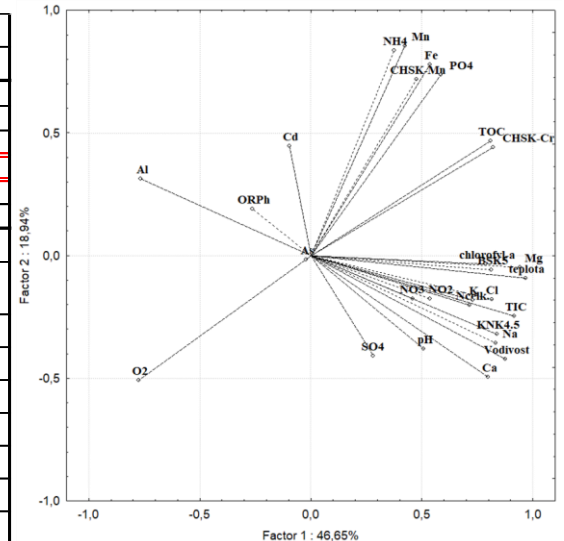


- ťažba a spracovanie rúd – nízke pH s nedostatočným oživenie vody a prítomnosť toxických kovov v niektorých tokoch a sedimentoch v nádržiach
- prítomnosť fulvinových kyselín a huminových kyselín – podmienky, ktoré sú organizmy schopné znášať ?
- rozdiely v geologických pomeroch, zastúpení rašelinných pôd, odlišný spád tokov, prítomnosť banských diel v blízkosti spádovej oblasti daného toku
- hospodárenie na rybníkoch a - zanášanie tokov bahnom počas vypúšťania, nárazové prívaly vody s vyššími obsahmi kovov
- regulácia tokov – urýchlený transport spôsobuje zníženú chem. stabilizáciu vody, preto pretrvávajú na minerály a živiny ochudobnené vody s kyslou reakciou
- **dynamický a komplexný systém – nestačí porovnávanie s limitmi: geologické pomery, morfológia, ekológia, klimatické pomery, geochemia, biodostupnosť, epizodické udalosti, ...**





	O ₂ [mg/l]	BSK ₅ [mg/l]	pH []	NH ₄ ⁺ [mg/l]	NO ₂ ⁻ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	Fe [mg/l]	Al [μg/l]	Ca [mg/l]
Svobodová et al., 2008	9,4-9,7	1,4-2,0	7,4-8,5	0,04-0,15	0,03-0,07				
Štambergová et al., 2009	9,4-9,98	1,3-2,8	7,7-7,9	0,044-0,17	0,033-0,077	7,0-18,7	0,041-0,484	42-379	34,6-54,2
Vlach et al. 2013	7,47-11,9	1,23-8,05	6,96-8,41	0,03-0,45	0,0-0,46				9,68-146
Bohl in Kozák et al., 2000	7,6 až 10		5 až 8,6		do 0,16		do 1,2		7 až 70
letální hodnoty (různí autoři)	1		<3,5 a 12>					500	
NV č. 401/2015 - Tab. 1a, 1c	>9	3,8 (L:1.8;K:3.2)	<5 a 9>	0,23 (L:0.03;K:0.16)	L:0.08; K:0.12	26	1	1000	190
KL 1	průměr 10,06	3,33	6,89	<0,1	0,03	16,67	0,19	99,67	9,48
KL 2 (p 12)	průměr 9,88	3,33	6,85	<0,1	<0,01	22,33	0,32	47,8	9,68
KL 3	průměr 8,19	4	6,88	<0,1	<0,01	36,67	0,44	54,7	16,05
KL 4	průměr 8,84	<3	6,67	0,12	0,03	32,33	0,44	228,67	5,95
KL 5	průměr 9,61	<3	5,92	0,15	<0,01	21,33	0,32	406,33	3,57
BP (p 22)	průměr 9,78	<3	6,63	0,14	<0,01	30,67	0,35	167,23	6,8
RE	průměr 9,93	<3	5,66	0,16	<0,01	17	0,17	521	5,12
TP 1	průměr 10,16	<3	6,86	<0,1	<0,01	13	0,11	192,47	5,83
TP2	průměr 10	<3	6	0,2	<0,01	38,5	<0,1	182,67	3,19



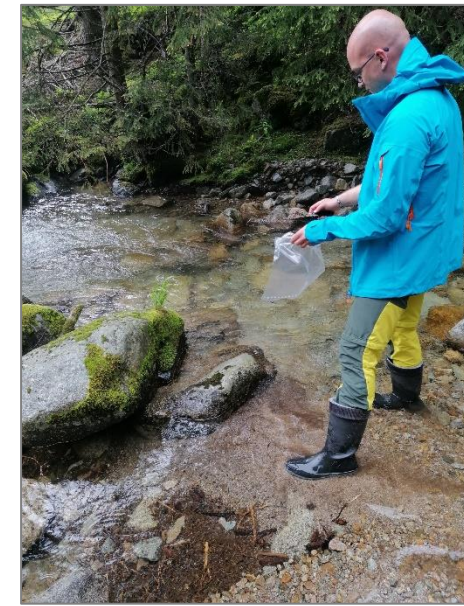
GEOtest
 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
 Monitoring fyzikálně-chemických parametrů tekoucích a stojatých vod a sedimentů v povodí Klabavy - CIJKO Bělý
 Mapa distribuce As, Cd, V, Pb v dnových sedimentech
 Datum: říjen 2017
 Číslo geologické mapy: 167185
 Číslo přílohy: 4
 Číslo výšky: 3.2

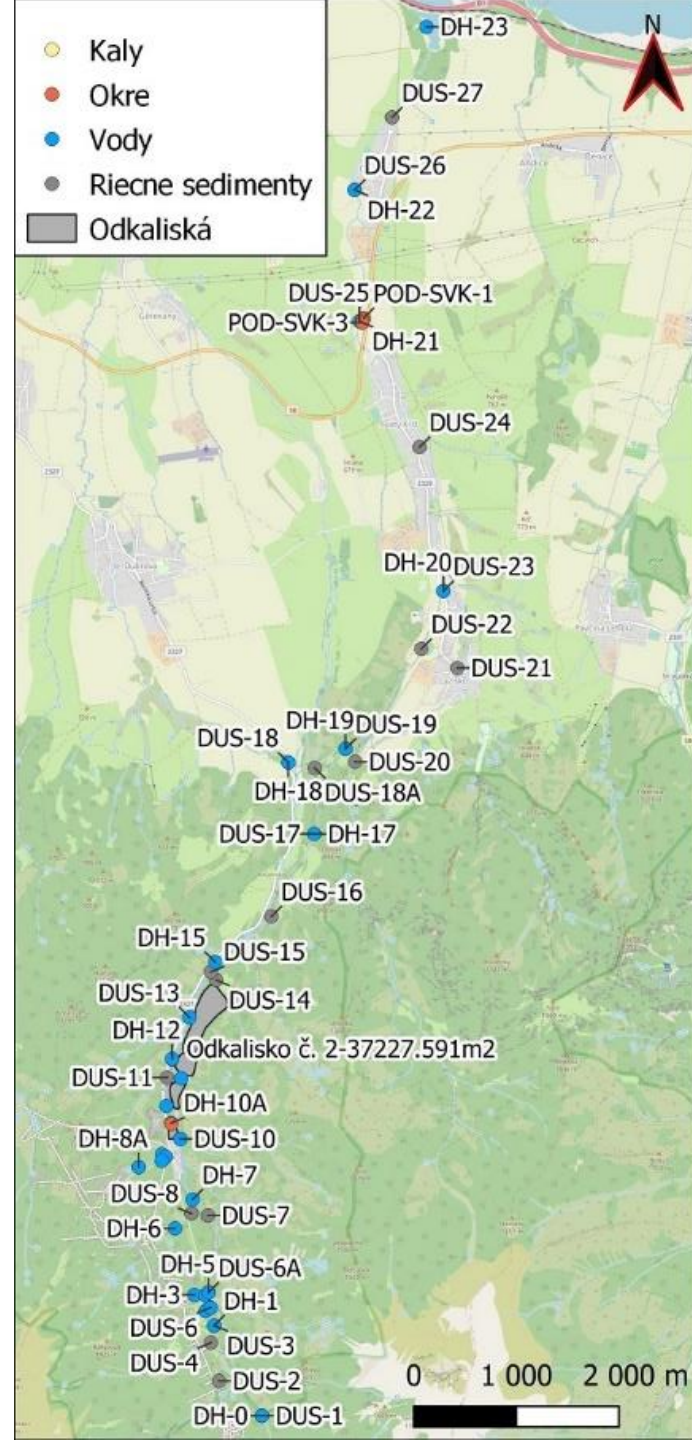
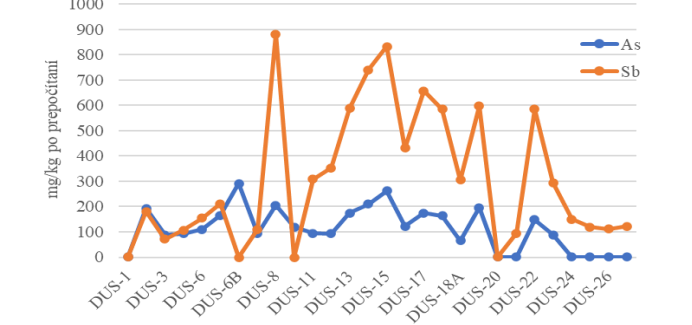
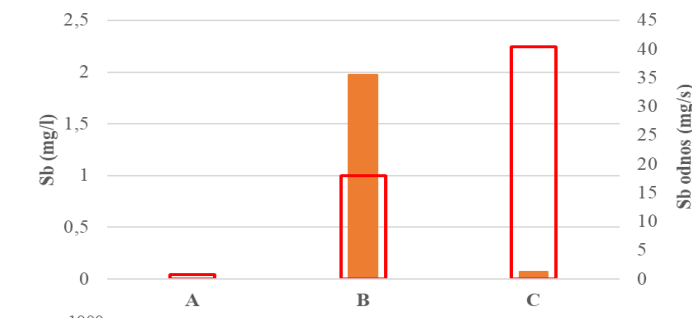
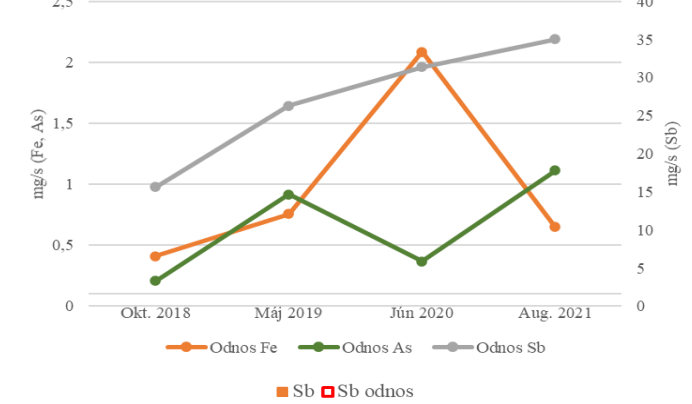
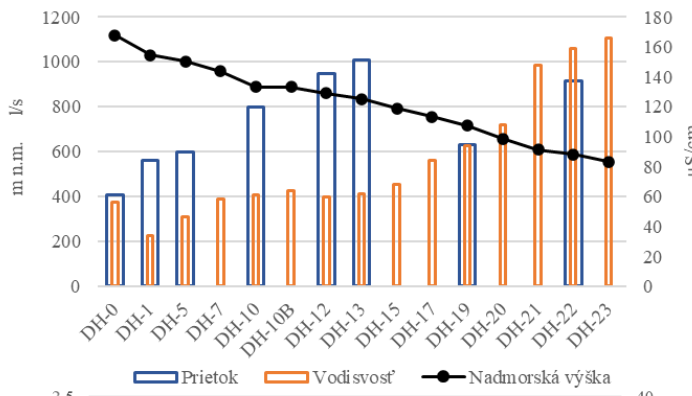
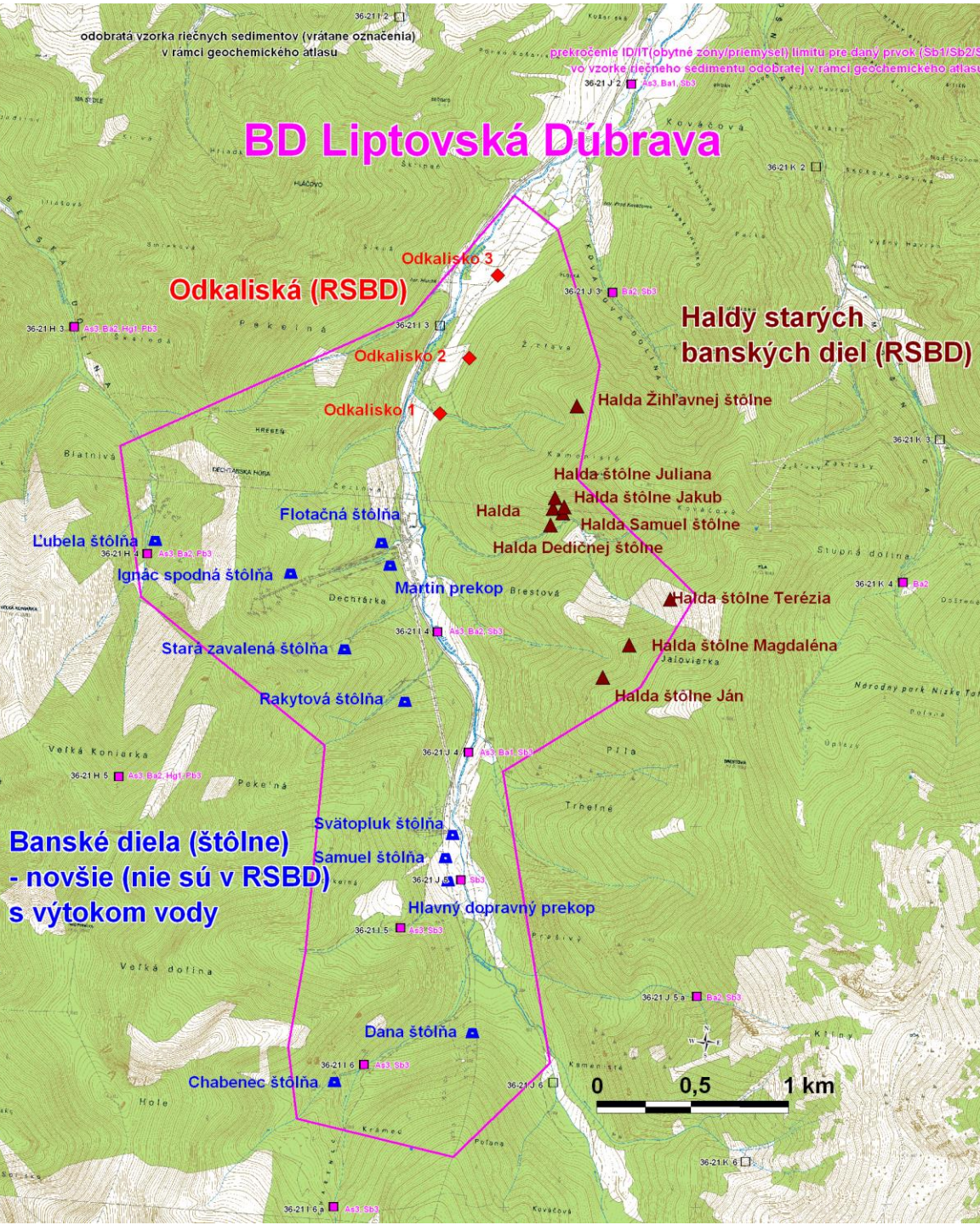
GEOtest
 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
 Monitoring fyzikálně-chemických parametrů tekoucích a stojatých vod a sedimentů v povodí Klabavy - CIJKO Bělý
 Mapa distribuce As, Cd, Al, Fe, Ca ve vodách
 Datum: říjen 2017
 Číslo geologické mapy: 167185
 Číslo přílohy: 3.1
 Číslo výšky: 3.2

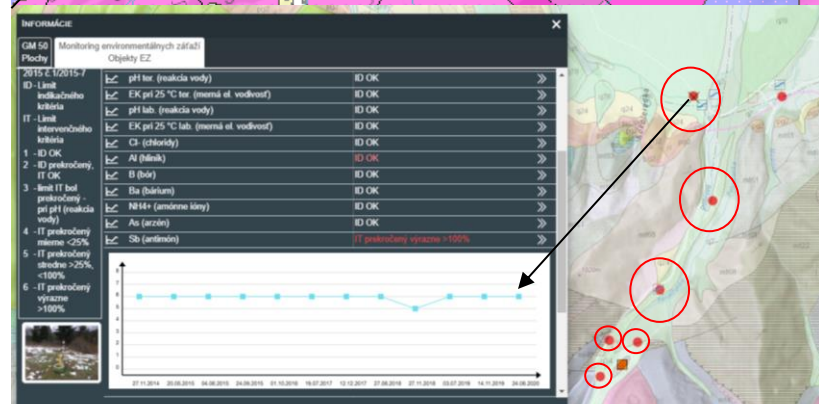
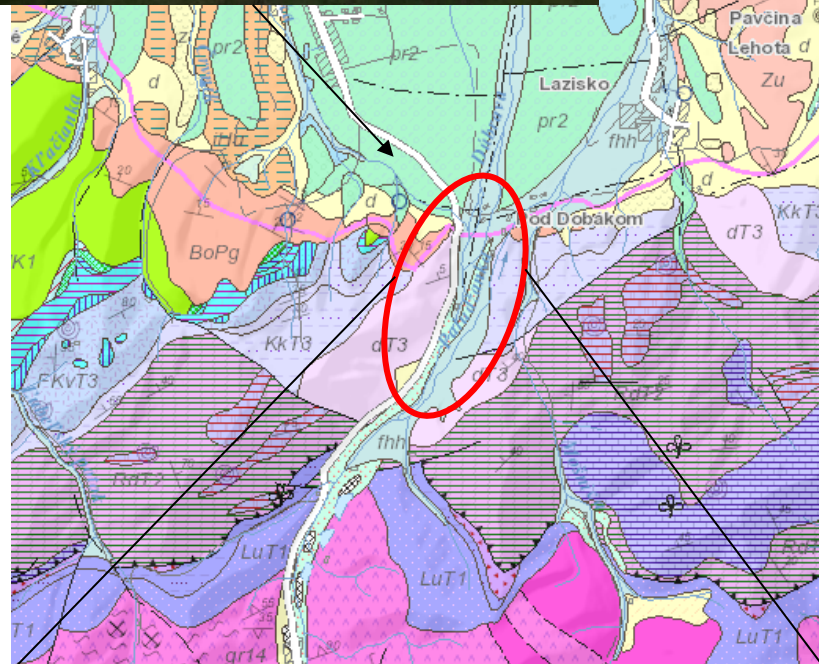
GEOtest
 Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
 Monitoring fyzikálně-chemických parametrů tekoucích a stojatých vod a sedimentů v povodí Klabavy - CIJKO Bělý
 Mapa distribuce pH, BSK₅, O₂, CHSK_{Cr}
 Datum: říjen 2017
 Číslo geologické mapy: 167185
 Číslo přílohy: 3.2
 Číslo výšky: 3.2

DÚBRAVA

- ide o bývalé (do r. 1993) ložisko Sb rudy (tiež Ag, Au, Cu) nad neďaleko Liptovského Mikuláša
- granity d'umbierskeho kryštalinika a prechod do dolomitov
- ako dominantné kontaminanty sa prejavili najmä Sb a As
- výtoky zo štôlní, skryté priesaky z hald a 3 odkalísk sa odvodňujú do eróznej bázy p. Paludžianka
- voda z banských diel nie je acidifikovaná a nevytvárajú sa Fe precipitáty (nízky obsah pyritu a prítomnosťou karbonátov)
- transport Sb (viac) a As (menej) je v rozpustenej forme do veľkej vzdial. od zdroja (do v.n. Lipt. Mara)







- zvyšovanie odnosu Sb pozdĺž toku - prítoky bankských vôd, geochem. vlastnosti Sb vzhľadom k ich migrácii, absencia vhodných sorbentov a vysoká dynamika reliéfu

Bilancia hm. prietoku v údolí r. Paludžanka (Bajtoš, 2012):

- odstránením Sb z výtokov bankských vôd zo štôlní, by voda v potoku dosahovala 2 – 10 x nižšie konc. Sb ako v súčasnosti, čo predstavuje 2,5 – 35 násobne vyššiu konc. Sb oproti limitu pre pitnú v. 10 µg/l,

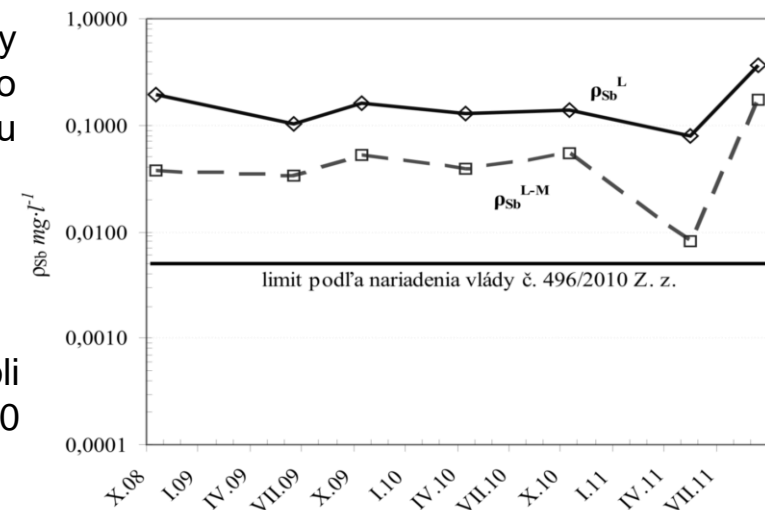
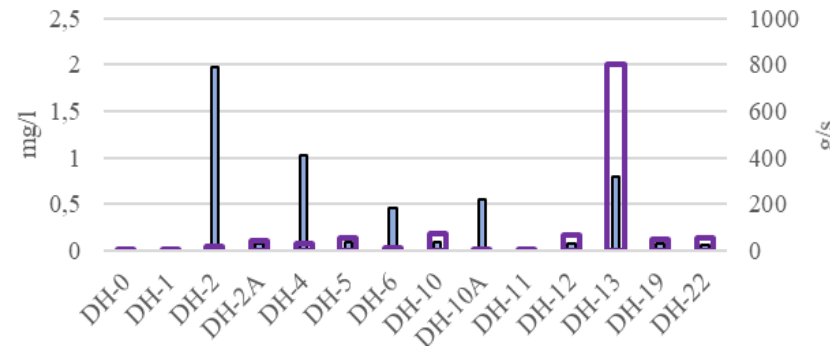
- dá sa predpokladať významný skrytý podiel Sb prestupujúci do toku podzemnou vodou ?

- najvyššie konc. Sb v **podzemných vodách** boli zistené v vo vrtoch VN13-2 a VN13-4 (okolo 100 – 200 µg/l). *Smernica 1/2015-7: ID 25 µg/l, IT 50 µg/l*

- zvýšené hodnoty As a najmä Sb v **riečnych sedimentoch** boli namerané v celom profile toku Paludžanka až po Galoviansku zátoku v.n. Liptovská Mara - nezanedbateľný zdroj sekundárneho znečistenia.

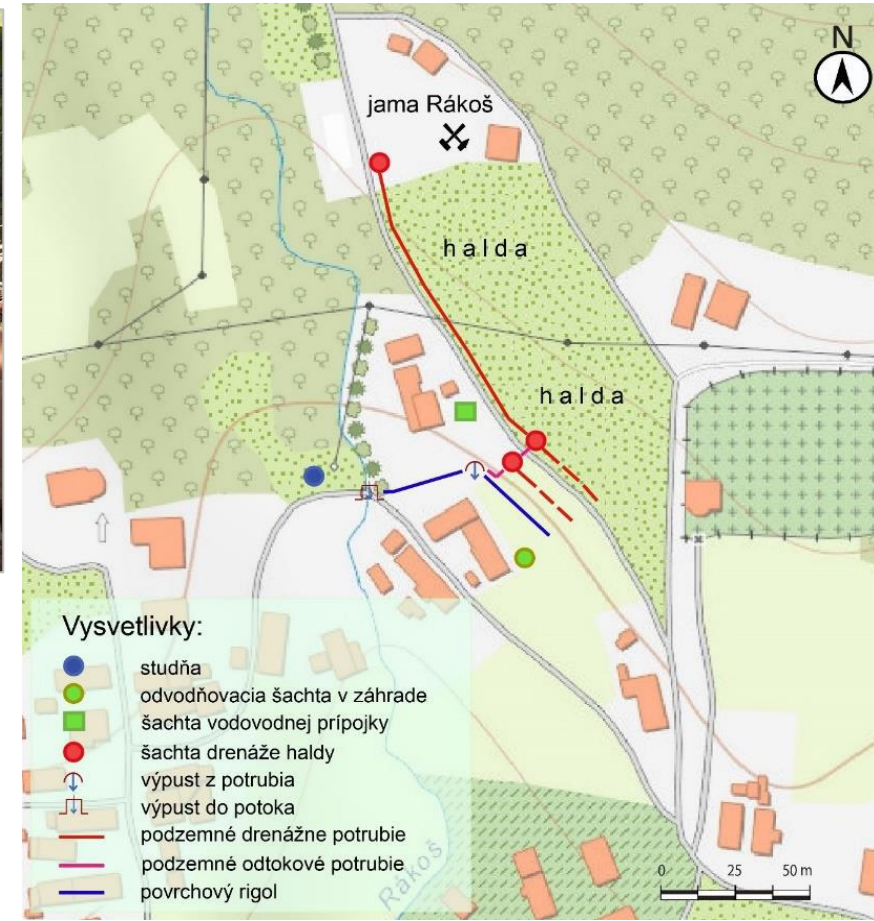
- pri zmenených geochemických podmienkach môže dochádzať k mobilizácii kontaminantov a následnému negatívne ovplyvňovaniu ŽP.

- opakované merania (r. 2020) po havárii (r. 2019) ukázali dobrú zhodu v konc. As, Sb v dnových sed. Z minulosti (r. 2007) – dobrá stabilita viazanosti ?

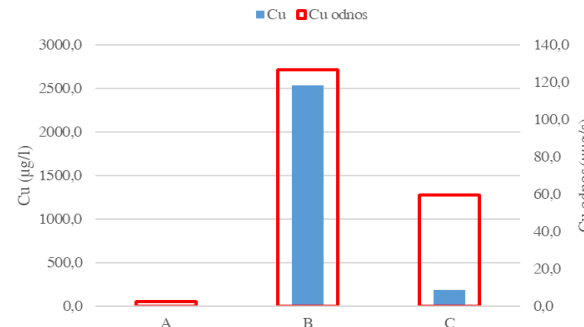


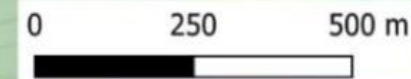
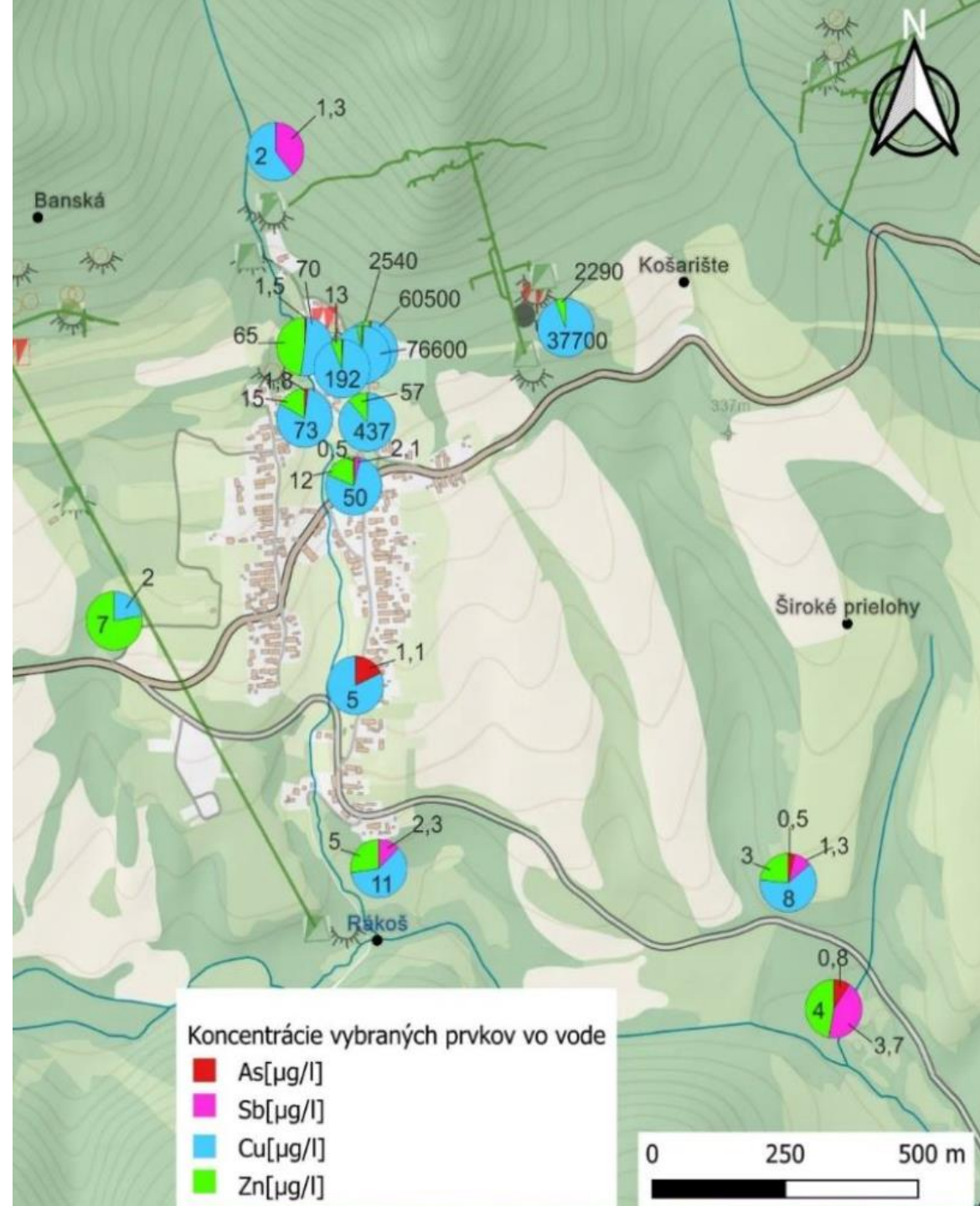
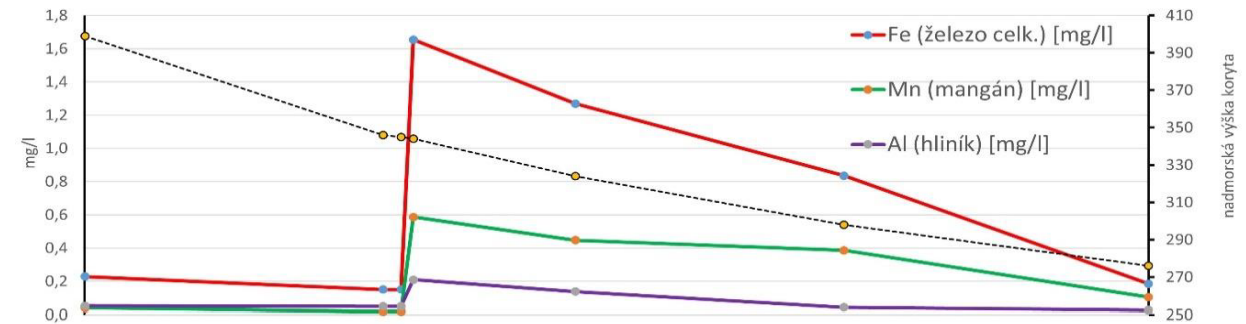
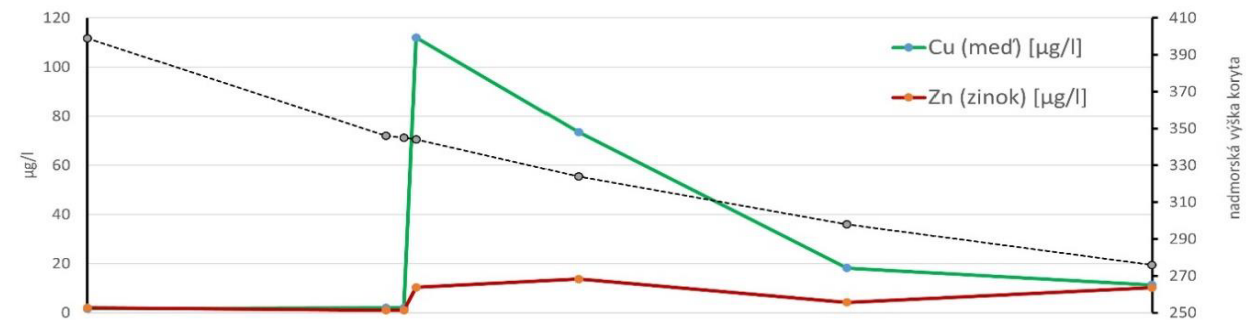
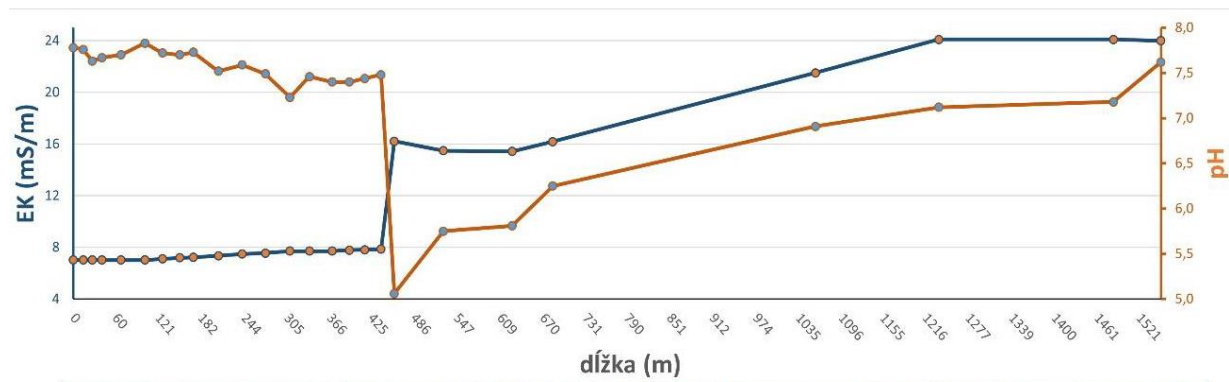
RÁKOŠ

- nachádza sa JZ od Jelšavy, ide o územie po bývalej intenzívnej banskej činnosti po ťažbe Fe a Cu rúd (Hg zrudnenie)
- env. riziko predstavuje hlavne tvorba kyslých banských vôd priamo v telese hald po ťažbe Hg rúd spôsobená rozkladom sulfidických minerálov (hlavne pyritu). Vplyvom kyslých vôd zrejme dochádza k extrakcii ďalších potenciálne toxických prvkov (Cu, Co, Ni, Cr, Zn, As) z okolitých hornín.
- banské vody z haldy sú zachytávané drenážnymi šachtami a následne sú odvádzané do recipientu (tok Rákoš)
- miešaním vôd dochádza k ich neutralizácii a vyzrážaniu oxyhydroxidov Fe, ktoré sú ďalej transportované vo forme suspenzie. Prejavuje sa to znižovaním podielu rozpustených kovov vo vode aj v celkovom odnose
- pozdĺž toku dochádza k skrytým prestupom vody z horninového prostredia do toku alebo vody z toku pod povrch



Zdroj	pH	EK [mS/m]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	Fe [mg/l]	As [µg/l]	Co [µg/l]	Ni [µg/l]	Cu [µg/l]	Zn [µg/l]	Q [l/s]
min	2,2	589	7060	829	272	1820	1320	33300	1590	0,025
max	2,8	863	28650	1940	702	3150	2060	76600	2640	0,050
priemer	2,4	720	16179	1348	436	2470	1606	50043	1984	0,038
medián	2,3	724	15190	1310	446	2560	1660	48400	2070	0,038

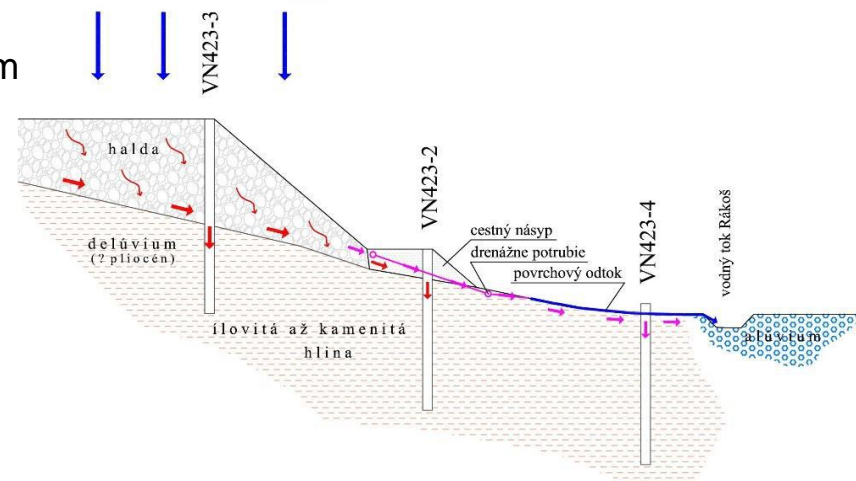




VN423-3 – TLC: 14.11.2023 – 29.9.2024

Zdroj - halda, 10 m hrúbka mat, vrt do 18 m, perf. 9,5 -17,0 m

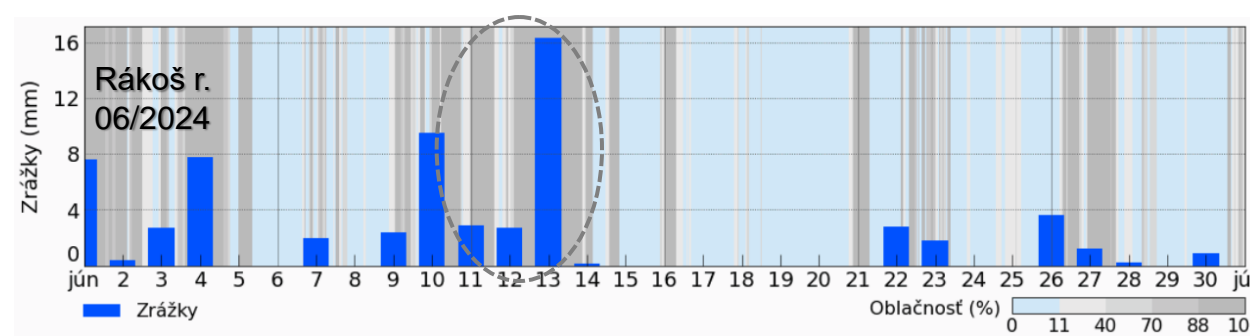
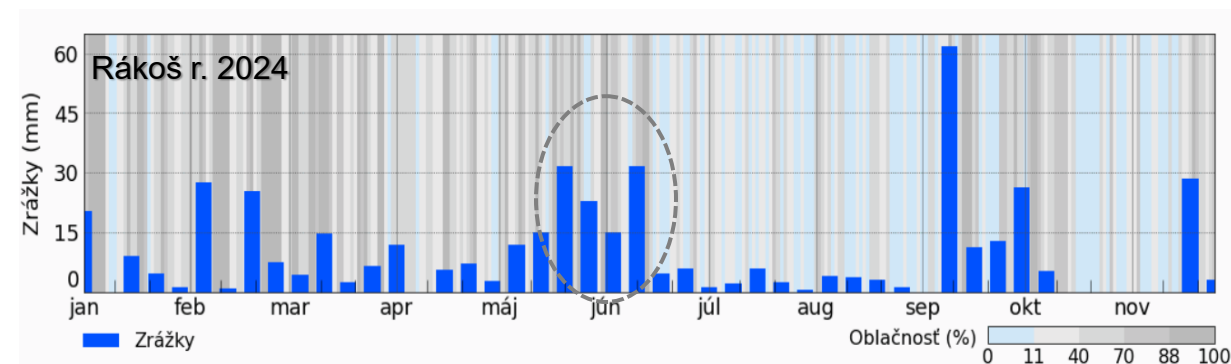
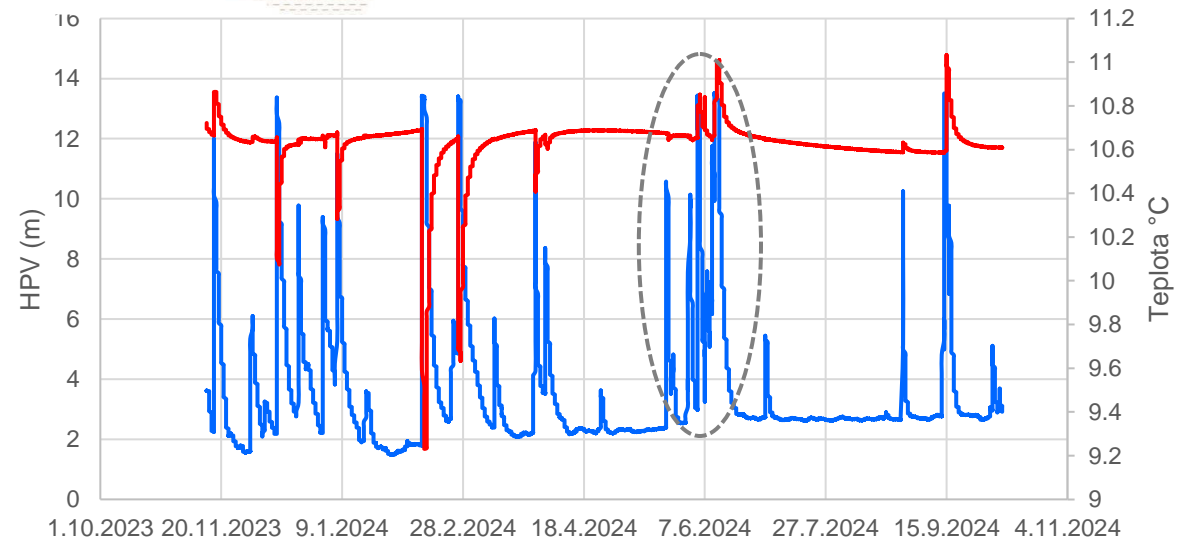
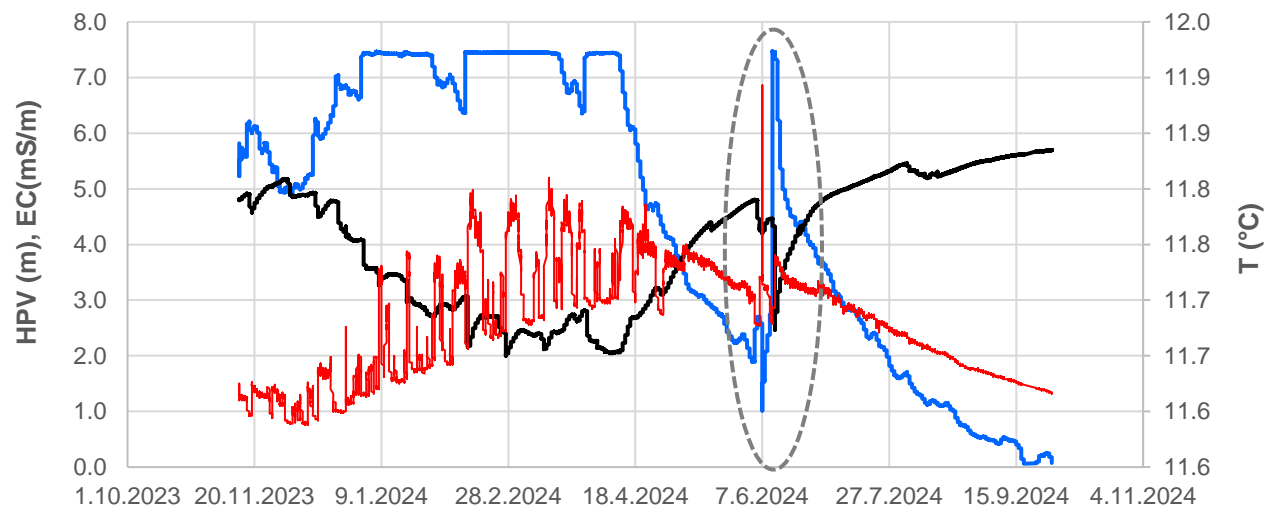
	L (m)	T(°C)	C(mS/m)
početnosť	7554	7554	7554
max	7,47	11,89	5,699
min	0,06	11,59	2,000
rozdiel	7,41	0,30	3,699
priemer	4,63	11,68	4,025
medián	5,02	11,68	4,301



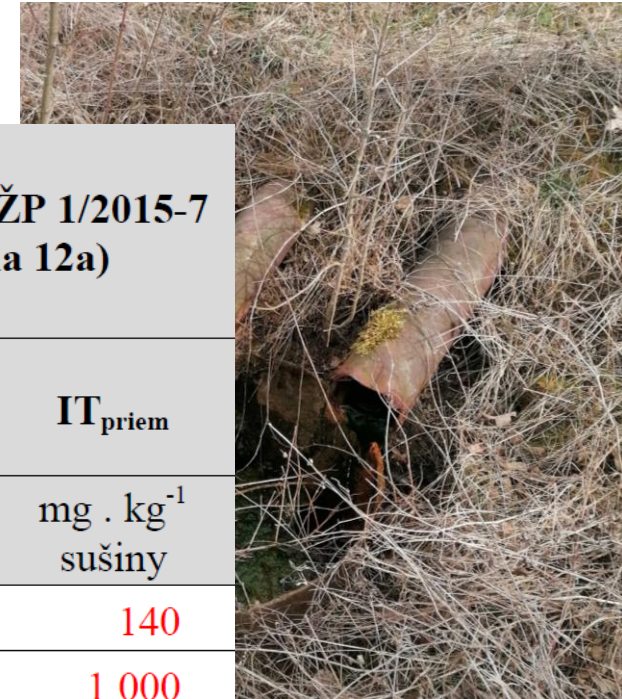
VN423-2 – TL: 14.11.2023 – 8.10.2024

pod haldou, vrt 15 m, perf. 1,8 -14,0 m

	L (m)	T (°C)
početnosť	7893	7893
max	13,52	11,03
min	1,48	9,23
rozdiel	12,04	1,8
priemer	3,61	10,63
medián	2,71	10,65



HOLIČOV VRCH – skládka galvanických kalov

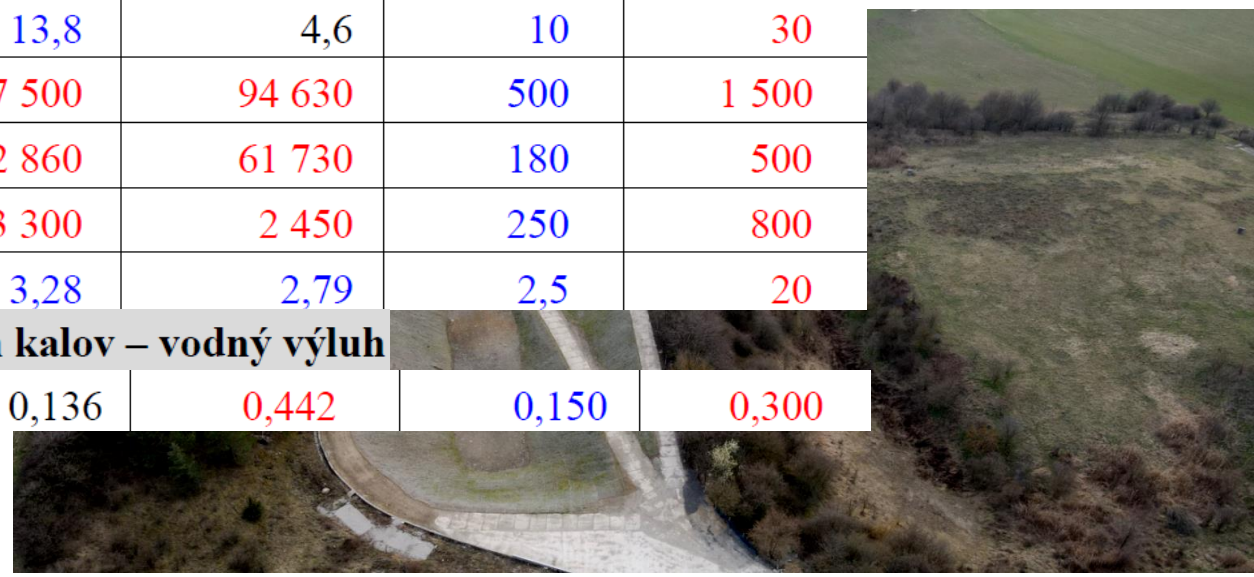


Ukazovateľ	Symbol	Vzorka galvanických kalov			smernica MŽP 1/2015-7 (príloha 12a)	
		SM-1 (0,70 m)	SM-2 (2,00 m)	SM-3 (2,00 m)	ID	IT _{priem}
		Odber: 31.03.2021	Odber: 31.03.2021	Odber: 31.03.2021		
		mg · kg ⁻¹ sušiny	mg · kg ⁻¹ sušiny	mg · kg ⁻¹ sušiny	mg · kg ⁻¹ sušiny	mg · kg ⁻¹ sušiny
Arzén	As	8,6	25,7	70,9	65	140
Chrómový celkový	Cr _{celk}	116,3	65 150	53 350	450	1 000
Kadmium	Cd	0,9	13,8	4,6	10	30
Meď	Cu	98,04	167 500	94 630	500	1 500
Nikel	Ni	36,15	52 860	61 730	180	500
Olovo	Pb	60,1	3 300	2 450	250	800
Ortuť	Hg	0,507	3,28	2,79	2,5	20

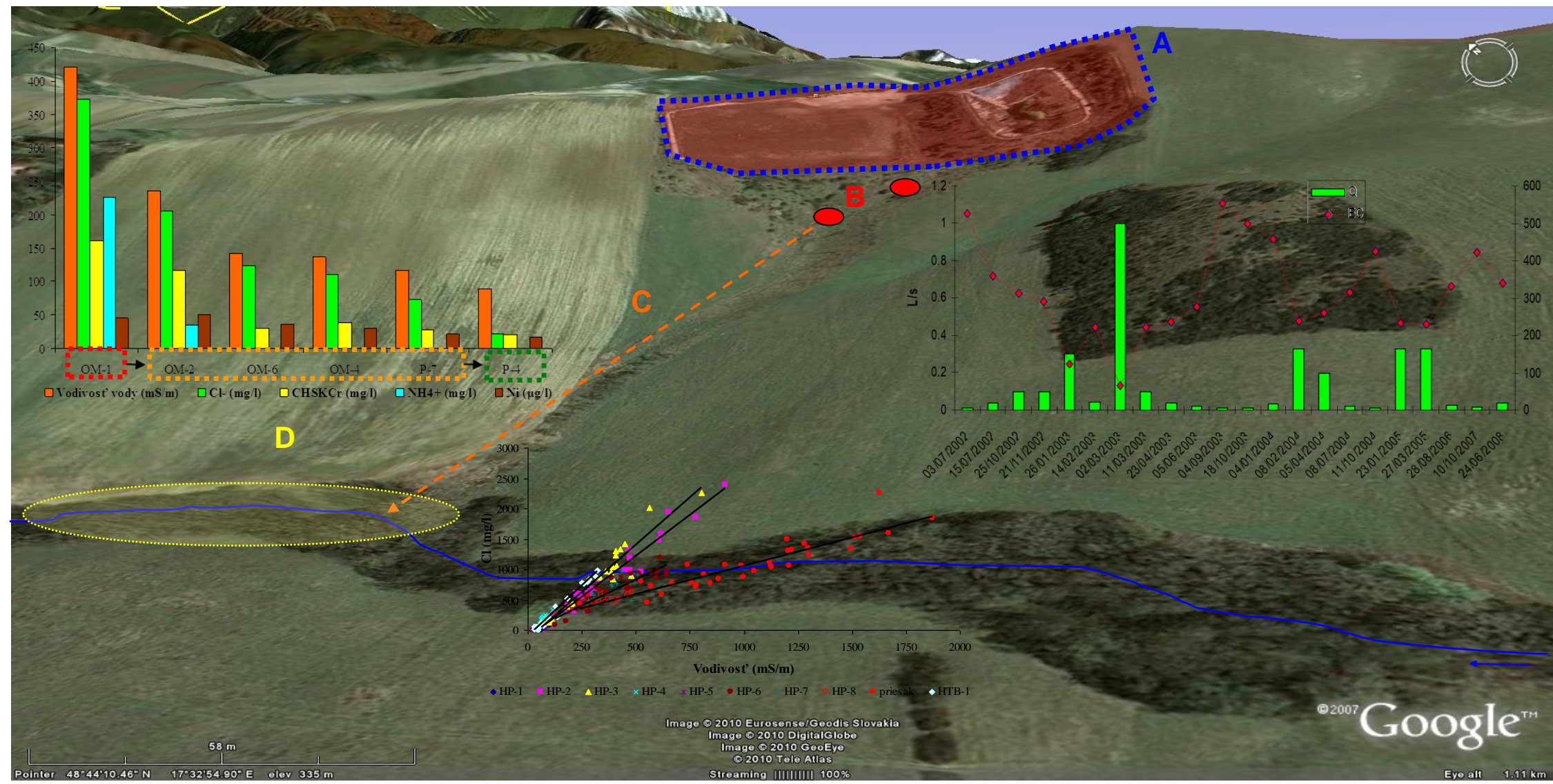


vzorka galvanických kalov – vodný výluh

Chrómový celkový	Cr _{celk}	0,154	0,136	0,442	0,150	0,300
------------------	--------------------	-------	-------	-------	-------	-------



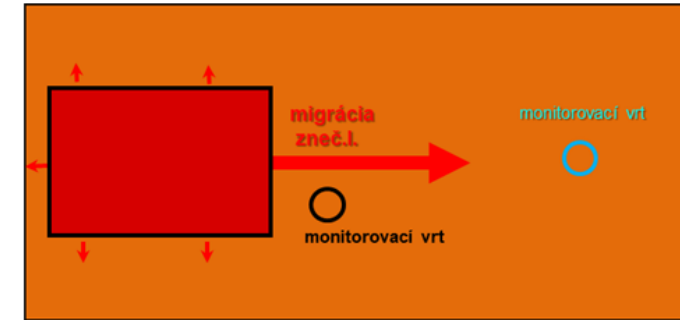
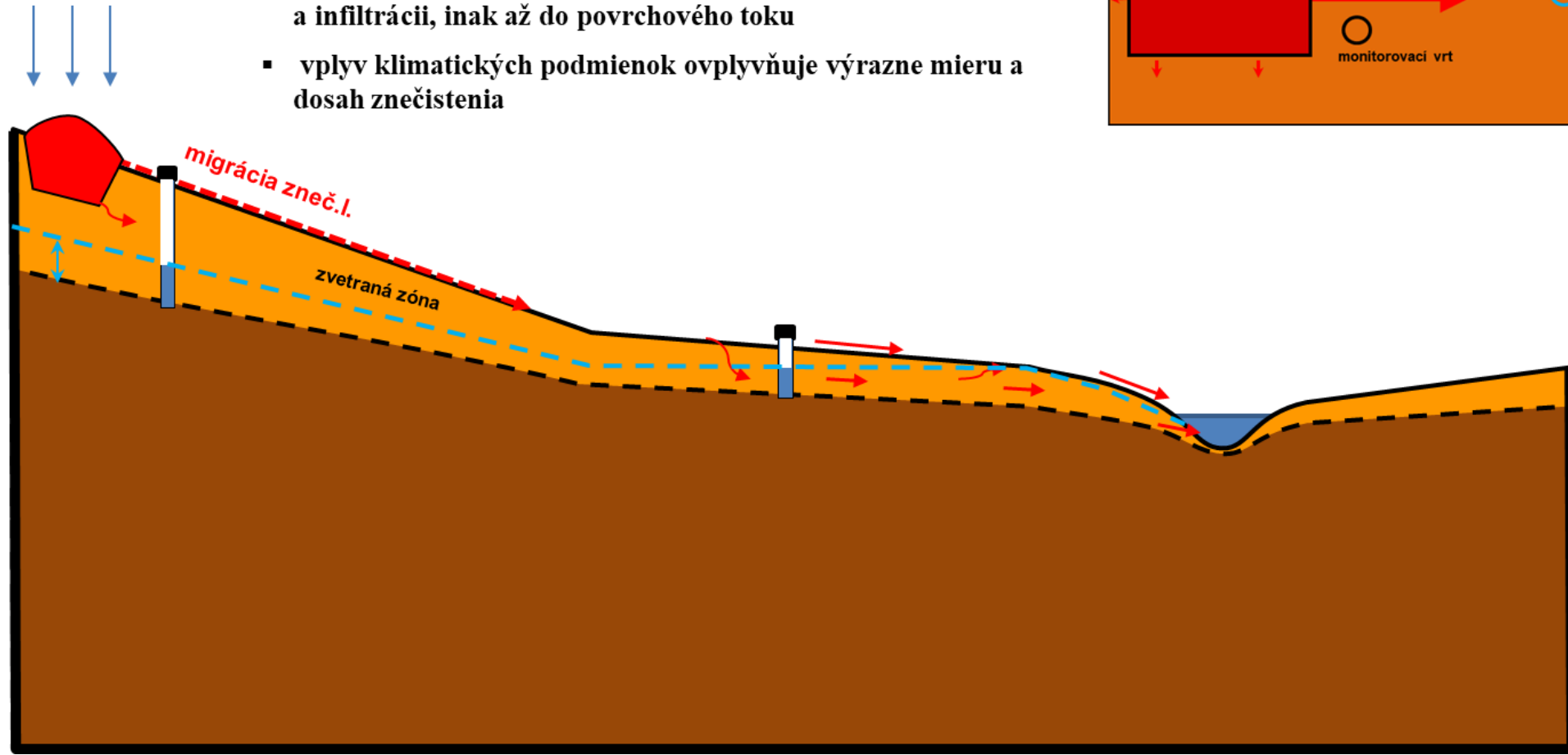
- A) **Oblasť vstupu vonkajších vôd do priestoru zdroja zneč.**
- B) **Miesto výstupu zneč. I. zo zdroja zneč..**
- C) **Úsek medzi zdrojom a recipientom.**
- D) **Úsek zmiešavania priesakov zo zdroja zneč. s povrchovým tokom.**



PLYTKÁ HYDROGEOLOGICKÁ ŠTRUKTÚRA

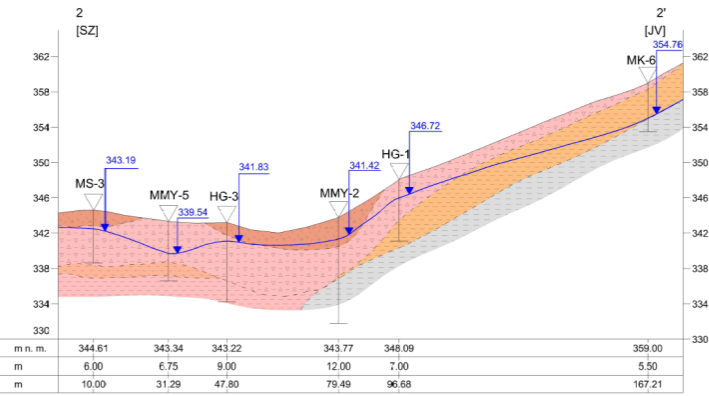
bezprostredné podložie zdroja znečistenia je izolátor alebo kolektor podzemnej vody viazaný na zónu rozvetrania, zdroj znečistenia je vyššie nad eróznou bázou (napr. erózne ryhy, doliny), hladina podzemnej vody nemusí byť prítomná celoročne alebo sa nemusí vytvárať súvislá hladina podzemnej vody, časť podzemnej vody môže vytvárať zavesenú hladinu podzemnej vody.

- migrácia prebieha lineárne po povrchu, alebo pod povrchom
- znečistené l. migrujú aj 100ky až 1000ky metrov od zdroja,
- v miestach vyrovnania spádovej krivky dochádza k rozlívaniu a infiltrácii, inak až do povrchového toku
- vplyv klimatických podmienok ovplyvňuje výrazne mieru a dosah znečistenia





Rez 2 - 2'
Mierky:
Dĺžky: 1 : 1000
Výšky: 1 : 400



NADM. VÝŠKA	m n. m.	344.61	343.34	343.22	343.77	348.09	359.00
HĽBKA VRTU	m	6,00	6,75	9,00	12,00	7,00	5,50
VZDIALENOSŤ	m	10,00	31,29	47,80	79,49	96,68	167,21

- Vysvetlivky k účelovej geologickej mape a geologickým rezom
- Kvartér**
- antropogénne vrstvy
 - piesčité silt
 - ilovitý štrk - štrkovitý il (lokálne silt)
 - il so strednou až vysokou plasticitou
 - striedanie piesčitého ílu a ílu s vysokou plasticitou
 - il s vysokou plasticitou
- Mezozoikum**
- ilovec
 - piesčité vpence, zlepenec
- 328.11
piezometrická úroveň hladiny podzemnej vody (m n. m. - stav 18. 11. 2014)

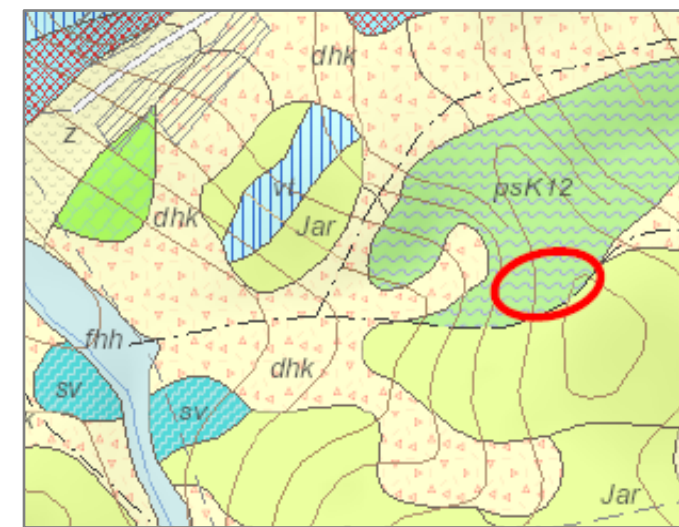


sypaná hrádza
horizontálny vrt

koeficient filtrácie $k=1,12 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$
hydraulický gradient $i=7,7 \cdot 10^{-2}$
efektívna pórovitosť $n=0,13$

Prítok priesakovej kvapaliny zo skládky komunálneho odpadu

Expozičná cesta: dermálny kontakt



ZÁVERY

- **komplexné a otvorené dynamické prírodné systémy – morfológia, vyšší povrchový odtok, skalné antropogénne a tektonicky porušené horniny, plytké HG štruktúry a povrchové vody ako médium pre transport – vysoká variabilita hodnôt sledovaných parametrov – potreba vyššej frekvencie a početnosti zberu dát a vzťah voči vonk. klimatickým vpl.**
- **hodnotenie vplyvu banských vôd na kvalitu vôd iba na základe zmiešavania je nepostačujúce – potrebné je zvažovať celý rad vzájomne pôsobiacich aspektov:**
 - **transport v rozpustenej a nerozpustenej forme, viazanie sa do komplexov, forma výskytu, tvorba suspenzií oxihydroxidov Fe, sorpcia, desorpcia, celkový odnos zneč. l., skryté prestupy vôd, hydrogeochemické pomery územia**
 - **kovy nepodliehajú degradácii a môžu byť v nerozpustenej forme transportované na veľké vzdialenosti**
 - **akumulácia/sorbpcia v eróznej báze územia, aj kilometre mimo zdrojovú oblasť, s možným vplyvom na kvalitu podz.v. aj hlbších HG štruktúr**
 - **pulzné/epizodické efekty prejavov zneč. l.,**
 - **znečistenie dnových sedimentov ako ich pôsobenie ako sekundárneho zdroja zneč.**
- **potreba adekvátneho prieskumu vzhľadom k reálnym prejavom a stanovenie ďalších parametrov: napr. extrahovateľného podielu rizikových prvkov v kontaminovaných maticiach životného prostredia, hodnotenie bioprístupného podielu stanovených potenciálne rizikových látok**
- **potreba interdisciplinárneho transferu skúseností a poznatkov (aktualizácia pokynov/usmernení ?)**
- **konkrétne prejavy znečisťovania vodnej zložky zasiahnutého ekosystému sú podmienené celým radom vzájomne pôsobiacich faktorov, ktoré sú pre danú lokalitu špecifické.... Ale ? (koncepčné modely ?)**

