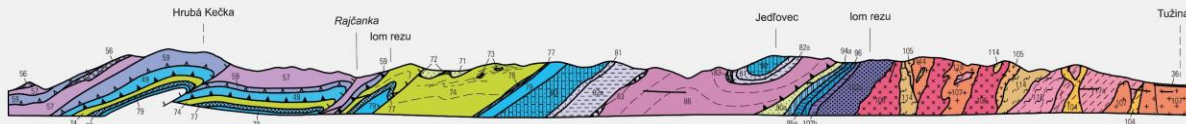


AKO ĎALEJ S GUDRÓNMI NA SLOVENSKU?

Peter Šottník, Karolína Adzimová , Juraj Kotúč

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave

peter.sottnik@geology.sk,
karolina.adzimova@geology.sk,
juraj.kotuc@geology.sk



Ako vznikajú gudróny?

Kyselinová rafinácia je založená na účinkoch kyseliny sírovej na prítomné aromatické látky.

Žiadanými produktami kyselinovej rafinácie ropných vákuových destilátov sú rafinované **oleje najmä medicínálne, turbínové, kompresorové, elektro izolačné**. Cenným vedľajším produktom kyselinovej rafinácie olejových vákuových destilátov sú soli sulfokyselín označované ako alkylaryl sufonáty. Petrosulfonát sodný sa široko používa pri výrobe rozpustných rezných olejov, emulgátorov rozpustných rezných olejov, prostriedkov proti korózii, chemických látok na spracovanie kože, chemických látok na spracovanie kovov, textilných pomocných látok, chemických látok na flotáciu rúd, atramentov atď.

Odpadom kyselinovej rafinácie je tvorba kyslých živíc (gudrónov) do ktorých prechádza aj zvyšková kyselina sírová. Ich viskozita je závislá od typu východiskovej suroviny a za studena môžu byť polotuhé až tuhé. **Okrem kyseliny sírovej obsahujú organické sulfokyseliny, kyslé a neutrálne estery, olejové živice a asfaltény.**

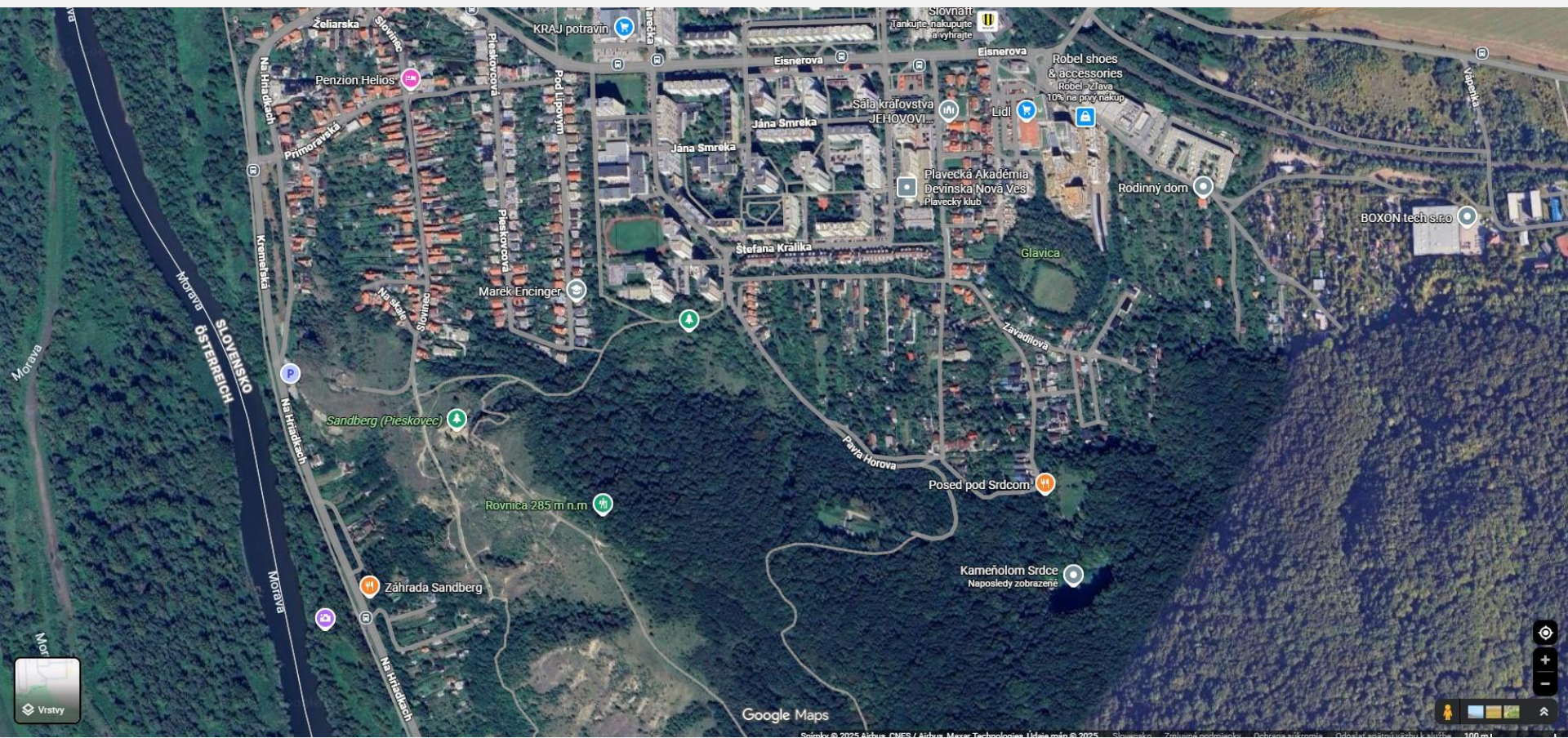
Pri dlhšom uložení dochádza u gudrónov k polykondenzačným a oxidačným procesom, v dôsledku čoho sa mení ich konzistencia a strácajú tekutosť.

KAMEŇOLOM SRDCE CHARAKTERISTIKA LOKALITY

- kameňolom Srdce má približne tvar nepravidelného polkruhu s polomerom približne 50 m
- kameňolom je zo všetkých strán uzatvorený, okrem cca 15 m širokého vjazdu na severnej strane
- steny kameňolomu majú výšku 15 až 45 m a sú takmer kolmé
- Hrúbka úložiska (gudróny, krycia vrstva a zemina) sa pohybovala od 7 do 11,5 m

SANÁCIA ENVIRONMENTÁLNEJ ZÁŤAŽE

- úplné odstránenie úložiska gudrónov je 100 % účinným postupom - definitívne riešenie
- celkové množstvo odpadov (gudróny a kontaminované zeminy) je cca 30 800 m³
- na základe organoleptického posúdenia a predsanačného vzorkovania v telese úložiska bolo vykonané selektívne postupné triedenie nebezpečných odpadov
- odvážanie materiálov do areálu v Zohore na medzidepónie, odkiaľ boli postupne zhodnocované a zneškodňované na technologických zariadeniach na základe výsledkov vstupných analýz





Kontaminácia vôd

- ▶ šírenie znečistenia podzemnou vodou - neschopnosť dokumentovať infiltráciu povrchových a priesakových vôd cez puklinové systémy a vstup znečisťujúcich látok do podzemných vôd, ako do hlbokého horizontu v masíve vápencov, tak do neogénnych či kvartérnych zvodní
- ▶ teleso skládky je umiestnené v pásme prevzdušnenia niekoľko desiatok metrov nad hladinou podzemnej vody
- ▶ akumulácia povrchovej vody vo forme mlák (kaluží)
- ▶ pokryté filmom ropných látok - extrémne koncentrácie kyseliny sírovej ($\text{pH} < 3$) a iných kontaminantov







ZNEŠKODŇOVANIE GUDRÓNOV

- metodika spočíva v úprave fyzikálno - chemických vlastností odpadu – zmena skupenstva z plastickej/polotuhej, pastovitej na sypkú, stredozrnú homogénnu a nelepivú hmotu s ktorou je možné ďalej manipulovať v procese energetického zhodnotenia
- zároveň sú redukované, prípadne úplne eliminované nebezpečné vlastnosti a to formou fyzikálno-chemickej imobilizácie a neutralizácie kyslosti
- úprava je nevyhnutná vzhľadom k vysokej lepivosti a nízkom pH
- úprava gudrónov aditívami bola vykonávaná za účelom ďalšieho zhodnotenia činnosťou RI – využitie najmä ako palivo alebo na získanie energie iným spôsobom
- Holcim (Slovensko) a.s. - Rohožník
- 10 000 t energeticky zhodnotených

ZNEŠKODŇOVANIE MÁLO KONTAMINOVANÝCH ZEMÍN

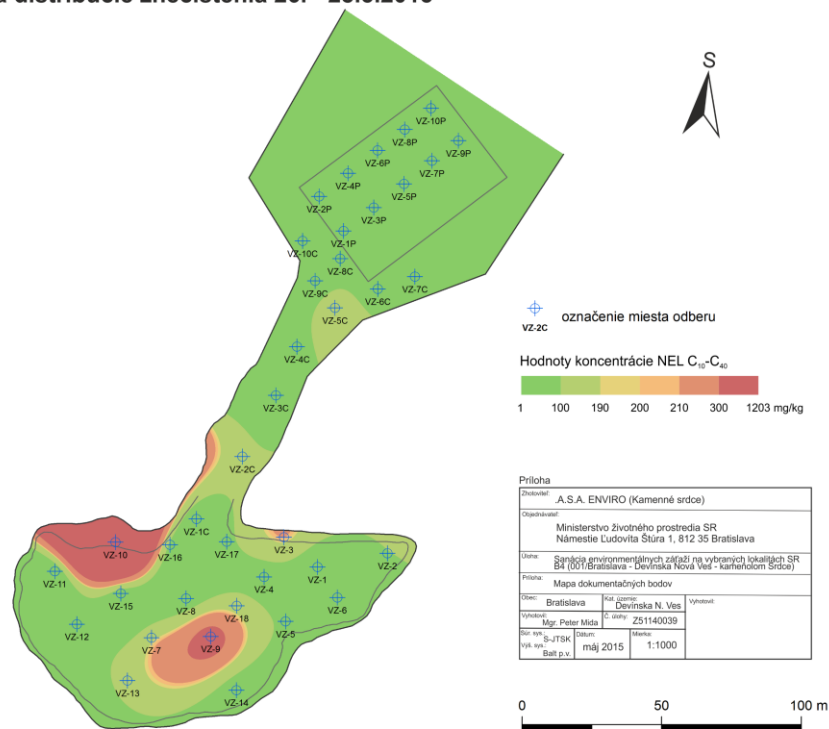
- **Biodegradácia** je metóda úpravy a zhodnotenia odpadov, pri ktorej sa zníži absolútny obsah nebezpečných látok v odpade ropného charakteru na hodnoty, ktoré umožňujú odpad /materiál po biodegradácii ďalej využívať, prípadne skládkovať
- aeróbne mikroorganizmy *Pseudomonas fluorescens*
- biopreparát bol aplikovaný v tekutej forme pomocou rozstreku na znečistený materiál
- jednou z hlavných podmienok nárastu biomasy bolo zabezpečenie dostatočného množstva kyslíka v celom objeme znečisteného materiálu
- dostatok kyslíka bol zabezpečovaný pravidelnou aeráciou jednotlivých základok zemnými strojmi
- aplikované baktérie boli udržiavané v aktivite pravidelnou dodávkou živín. Proces biodegradácie bol kontrolovaný a monitorovaný analýzami

Zneškodňovanie znečistených zemín

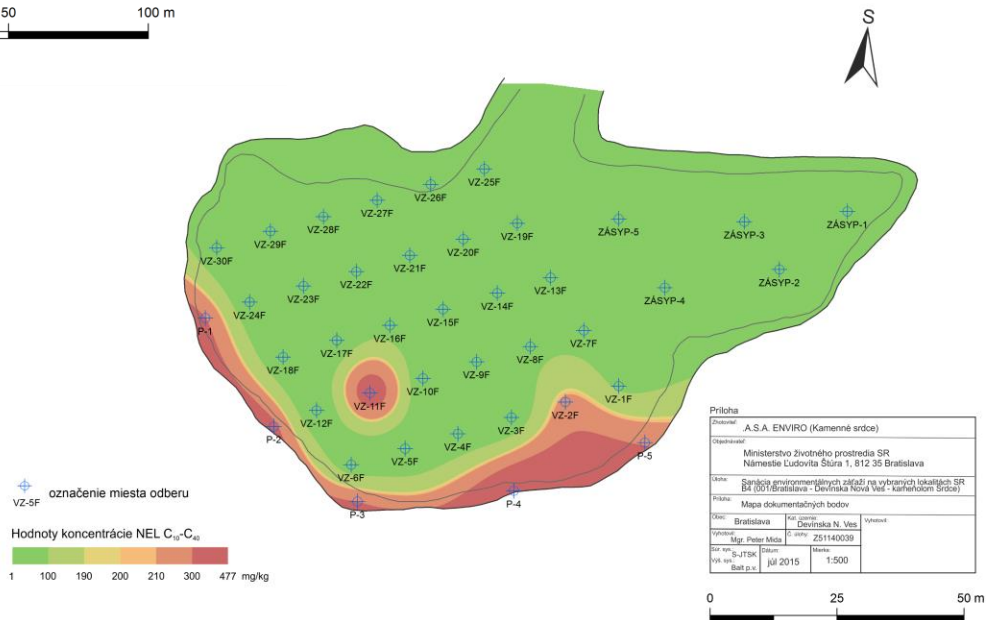
- ▶ **Solidifikácia** je metóda pri ktorej dochádza k stabilizácii, úprave kvapalného, sypkého odpadu matricou na spevnený materiál, pričom sa vytvárajú fyzikálne bariéry a chemické väzby spomaľujúce, resp. znemožňujúce transport kontaminovaných látok z odpadu do prostredia
- ▶ použité aditívum „škváropopól,,
- ▶ základom je chemicko - fyzikálne naviazanie kontaminantu na látku, ktorá zamedzí ďalšiu mobilitu napr. pred vyplavovaním dažďovou vodou do okolia



Príloha č. 13. Mapa distribúcie znečistenia 26. - 28.5.2015



cie znečistenia 14.7.2015



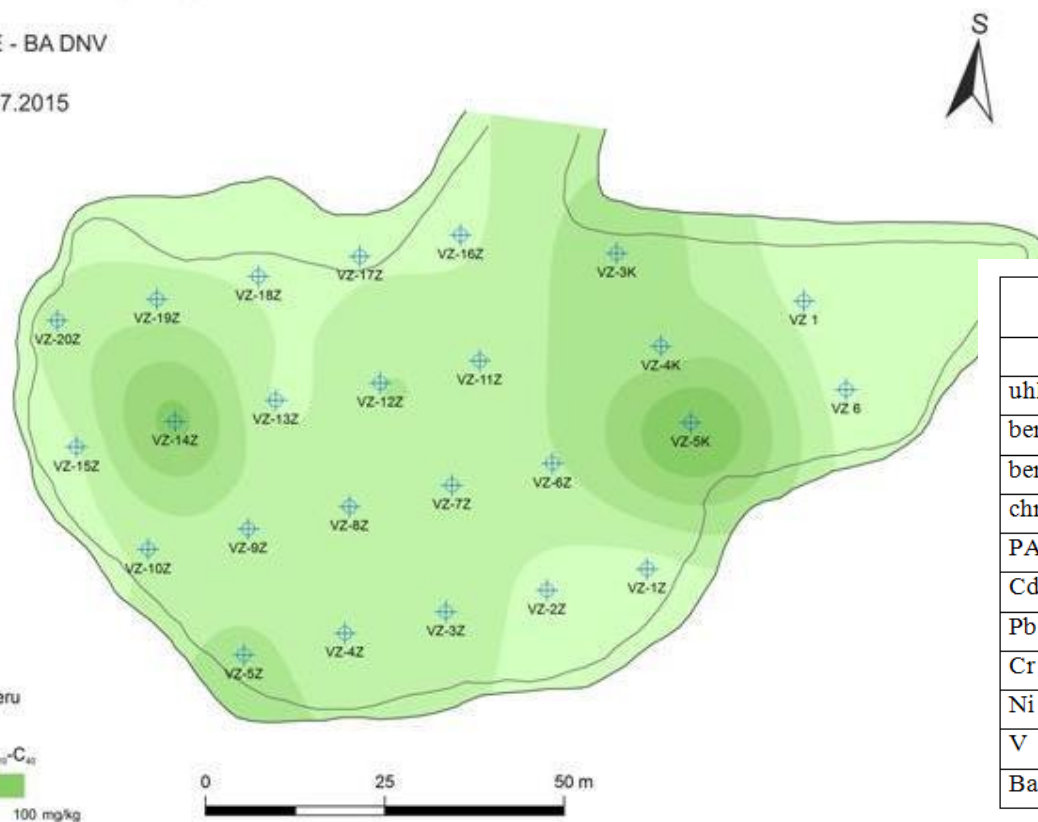
Posanačná analýza rizika

- ▶ monitorované boli studne pri školách a rodinných domoch v smere prúdenia podzemných vôd
- ▶ sanačné práce a vykonané opatrenia viedli k splneniu stanovených cieľových hodnôt

KONCENTRÁCIA NEL C_{10} - C_{40}

KAMEŇOLOM SRDCE - BA DNV

DÁTUM ODBERU: 27.7.2015



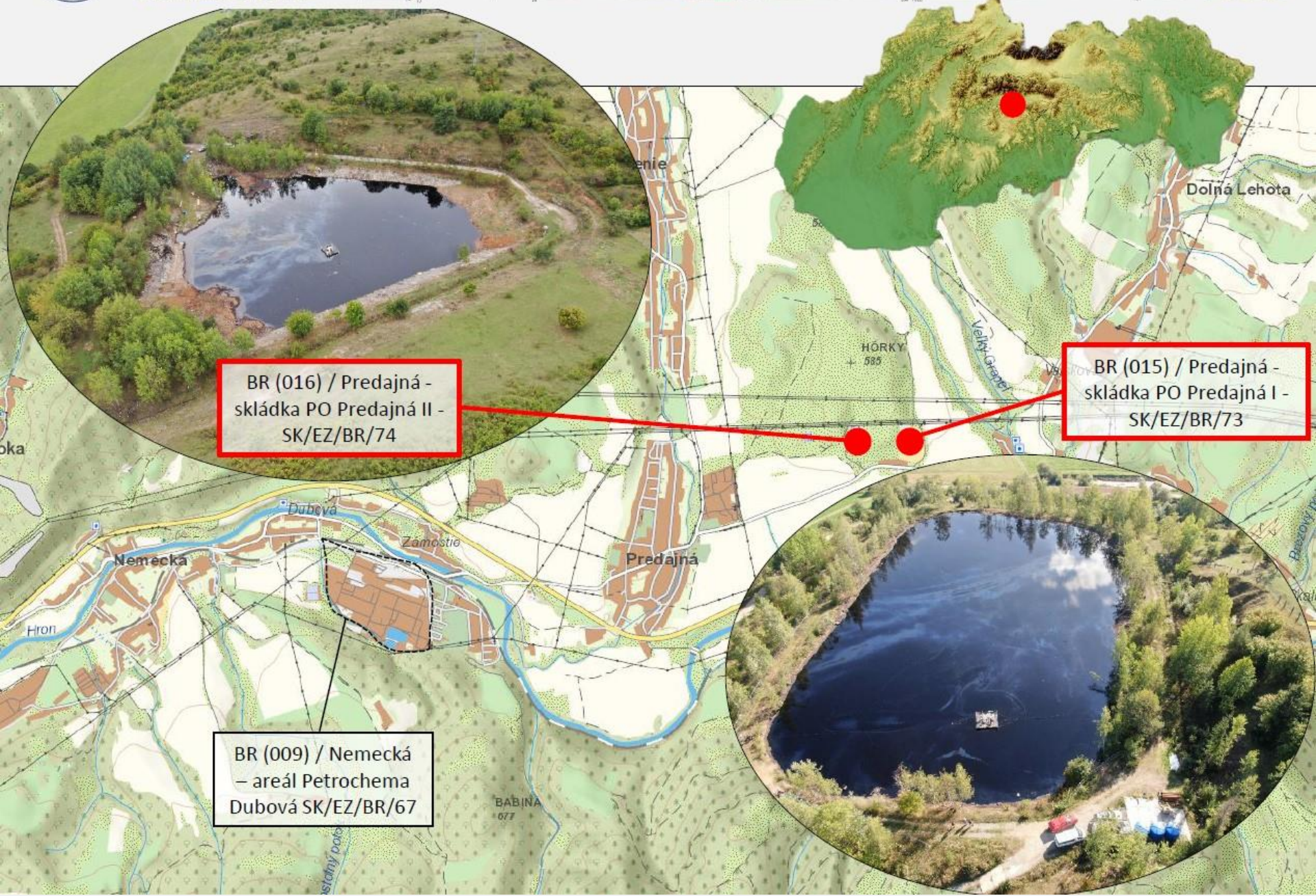
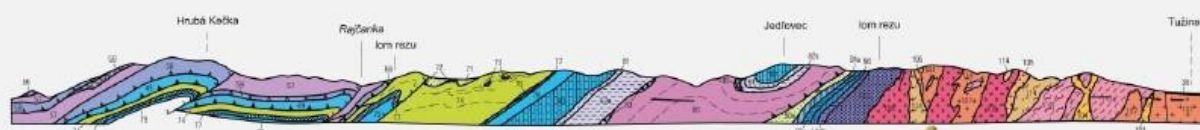
	Maximum 27.7.2015	Cieľová hodnota
	[mg.kg ⁻¹ suš.]	[mg.kg ⁻¹ suš.]
uhlíkovodíkový index	118,6	200
benzén	0,003	0,5
benzo (a) antracén	0	4
chryzén	0,09	25
PAU - suma	0	190
Cd	0	10
Pb	13	250
Cr	19	450
Ni	0	180
V	17	340
Ba	48,3	900

Rekultivačné práce

- ▶ spätný zásyp - rekultivácia priestoru kameňolomu, spočívajúca v technickej rekultivácii a to vyrovnanie dna navezením vyrovnávajúcej a rekultivačnej vrstvy zo zemín a biologickej rekultivácii
- ▶ po technickej rekultivácii bol povrch kameňolomu osiaty trávny porastom a vysadený drevinami autochtónnych druhov



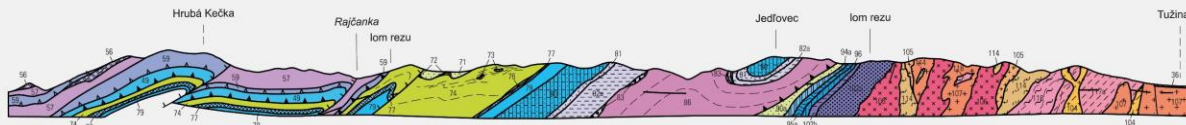
skutočný rozpočet geologickej úlohy : 9 886 647,88 Euro



BR (016) / Predajná -
skládka PO Predajná II -
SK/EZ/BR/74

BR (015) / Predajná -
skládka PO Predajná I -
SK/EZ/BR/73

BR (009) / Nemecká
- areál Petrochema
Dubová SK/EZ/BR/67



PREDAJNÁ - OPIS ŠTUDOVANEJ LOKALITY

Rafinéria v Dubovej bola vybudovaná v rokoch 1935-1937, prvá skúšobná výroba bola v septembri 1938. Spracovávala sa gbelská neparafinická ropa, ktorá neobsahovala benzín. Rafinéria mala kotlovú destiláciu ropy s kapacitou 40 kt/r. Okrem prepracovania importovaného benzínu z Rumunska vyrábala kvalitné trafo- a káblové oleje s použitím rafinácie kyslou sírovou. **Vznikajúce kyslé živice (gudróny) sa neutralizovali vápnom a predávali do Švajčiarska. Rafinéria bola na konci 2. svetovej vojny poškodená bombardovaním.**

Po zoštátnení bol čiastočne upravený výrobný program aj spracovávaná ropa. Od roku 1947 sa začali vyrábať biele medicínalné oleje a sulfonáty. Neskôr do výrobného programu pribudla výroby alkyl aryl sulfonátov (technológia Ballestra).

Vznikajúce gudrónové kaly boli skladované v depóniách v areáli závodu Petrochema v Dubovej. Keďže tieto depónie boli nevhodne situované a dochádzalo k vyplavovaniu tekutých gudrónov, bolo rozhodnuté vybudovať nové depónie v území nachádzajúcom sa cca 500 m západne od obce Lopej (Samešová et al., 2007). V roku 1963 bola skládka Predajná I dobudovaná a začala slúžiť na skladovanie tekutých gudrónov. Skladovacia jama má obdĺžnikový prierez, rozmery 80 x 60 m, hĺbka 8 m. Hrádza bola v 60-tych rokoch navyšovaná a spevňovaná kvôli nebezpečenstvu zosuvu čelnej hrádze (Fussgänger, 1965). V 70-tych rokoch vznikla požiadavka na ďalšie navýšenie koruny hrádze, ale v dôsledku jej nerealizovateľnosti sa začalo s prieskumom pre nový priestor pre skládku gudrónov Predajná II (Lukaj, 1972, Lukaj a Jánošová, 1973). Dnes je teleso hrádze Predajná I vysoké cca 15 m. V roku 1975 až 1976 boli odpady prečerpávané zo starej skládky Predajná I do novovybudovanej skládky Predajná II a v roku 1976 bola prevádzka na skládke Predajná I skončená.

Skládka Predajná II bola vybudovaná v bezprostrednej blízkosti (cca 250 m západne) v roku 1973 v severnom údolí Hôrky, prehradením údolia hrádzou. Priestor pre deponovanie mal objem cca 125 000 m³ a začal sa zaplňovať v roku 1974. Do skládky bol vyvážený odpad z Petrochemy š.p. Dubová, ako aj prečerpávaná tekutá zložka zo skládky Predajná I.

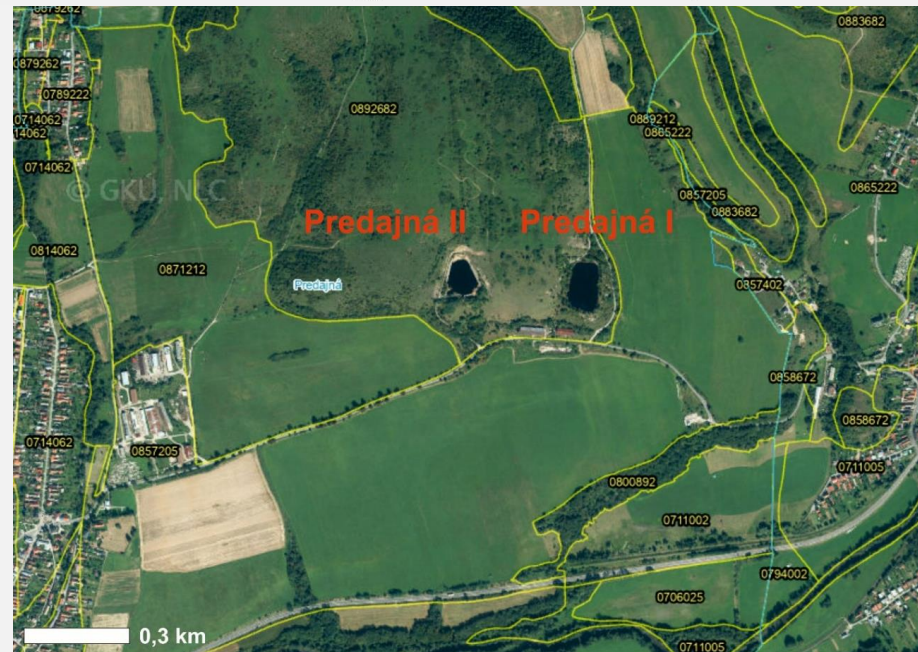
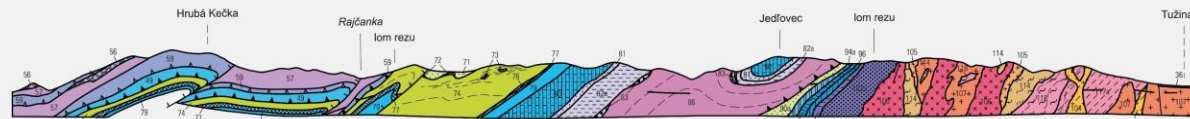
V auguste 1978 až v januári 1979 bol pozorovaný únik deponovaného materiálu zo skládky Predajná II. V tom čase klesla hladina o 2,04 m – 27 000 m³. V dôsledku rozvrstvenia jednotlivých frakcií v úložisku je možné predpokladať, že sa jednalo o únik vodnej fázy z vrchného horizontu cez pukliny v dne skládky.

V októbri 1982 došlo k podobnému, no menšiemu úniku. O objeme uniknutého gudrónu z tohto obdobia nie sú podklady. V súvislosti s uniknutými gudrónmi bol v rokoch 1979 až 1986 realizovaný hydrogeologický prieskum znečistenia podzemnej vody. Zistila sa kontaminácia podzemnej vody, vystupujúcej na povrch vo forme prameňov v okolí skládky. Ďalej bolo zistené znečistenie horninového prostredia reliktnými gudrónmi v puklinách a kavernách a znečistenie podzemnej vody vo vrtoch. Neskôr bol gudrón odťažovaný a spaľovaný v spaľovni odpadov v Petrocheme a.s., pričom sa súbežne odčerpáva aj vodná vrstva

V dôsledku intenzívnej zrážkovej činnosti a nedostatočného odvádzania zrážkovej vody, respektíve tekutej vrstvy odpadu, hrozilo v roku 1975 pretečenie časti obsahu skládky ponad korunu hrádze na okolitý terén. S cieľom predísť ohrozeniu, bola v danom období hrádza vyvýšená a následne bol navrhnutý spôsob prekrytia skládky proti vnikaniu zrážkovej vody do odpadov. Použitý bol neoverený spôsob prekrytia – netkanou technickou textíliou, na ktorú bola rozprestretá zosilňujúca vrstva BITUMENEX-u. Na nich bola uložená plávajúca pracovná plošina z kolmo sa križujúcich dosák. Na dosky bola uložená prvá vrstva tyčového materiálu – dreveného roštu, prisypaná dolomitovou vrstvou. To bolo prekryté technickou textíliou. Nad ňou bola zóna dolomitckej rozdrvenej horniny, do ktorej bola uložená sieť flexibilných rúr. Rúrky zabezpečili odvetrávanie a únik plynov. Následne bola dolomitová vrstva prekrytá cca 40 cm hrubou vrstvou bieliacej hliny, ktorá bola prekrytá PVC fóliou. Na fóliu bola navezená vrstva zeminy a humusu a povrch bol zatravnený (Samešová, 2001).

Dnes je už popísaný krycí spôsob nefunkčný, keďže krycia vrstva je zničená a ponorená pod hladinou. Pod fóliou sa miestami vytvárajú vzduchové vankúše a odvetrávacie flexibilné rúry sú miestami na povrchu. V súčasnosti, okrem odpadu deponovaného do skládky z procesu rafinácie sa v skládke nachádza rôznorodý materiál použitý na zostrojenie krycej konštrukcie.

V súčasnosti sa podľa analýz odobratých vzoriek skládkovaného materiálu nachádza na skládke stratifikovaný materiál, na dne tuhej až polotuhej konzistencie, vo vrchnej vrstve je plastická až polotuhá látka (Ostrolucký, J., 1994)





POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY



geologická činnosť

- archívna excerptia
- projektovanie
- záverečná správa s AR a ŠUS



geologické a hydrogeologické mapovanie



geofyzikálne práce

- 5 profilov v okolí skládok (1700 m)
- testovacie merania na hladine skládok



terénne merania

- atmogeochemické merania (109 sond)
- režimové merania (128 meraní)
- profilovanie povrchových tokov



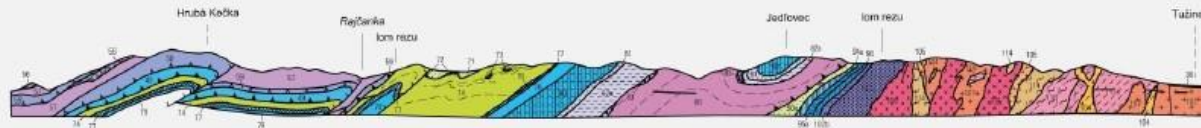
technické práce

- vrtné práce
- hydrodynamické skúšky



vzorkovacie a laboratórne práce

reálne čerpané finančné prostriedky: **1 420 123,42 Euro**



VRTNÉ PRÁCE

RUČNÉ SONDY:

skládky PO Predajná I - RS-I-1 až RS-I-8,
skládky PO Predajná II - RS-II-1 až RS-II-7
Hĺbka vrtov od 0,5 – 2,0 m p.t.
Celková metráž - **18,6 bm**

PRIESKUMNÉ VRTY ZVISLÉ:

skládky PO Predajná I - MVZ-I-1 až MVZ-I-11,
skládky PO Predajná II - MVZ-II-1 až MVZ-II-10
Hĺbka vrtov od 5,5 – 29,0 m p.t.
Celková metráž - **341,3 bm**

PRIESKUMNÉ VRTY ŠIKMÉ:

skládky PO Predajná I - MVŠ-I-1
skládky PO Predajná II - MVŠ-II-1 a MVŠ-II-2
Hĺbka vrtov od 70 – 100 m p.t.
Celková metráž - **240 bm**

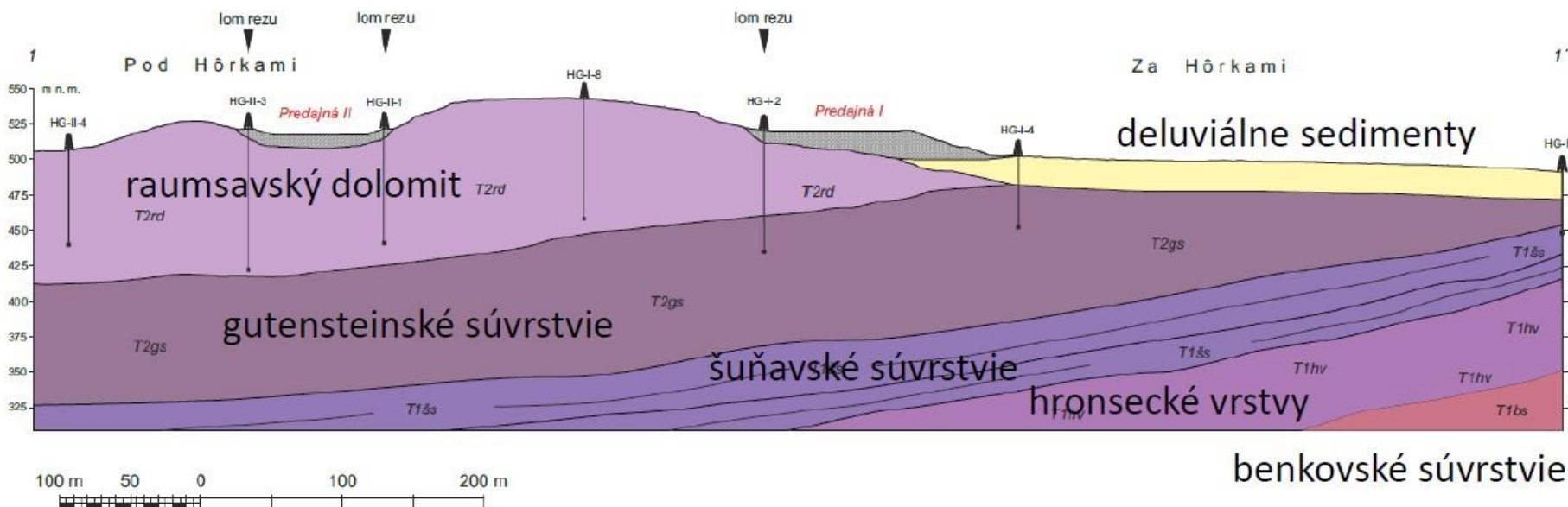
HYDROGEOLOGICKÉ VRTY:

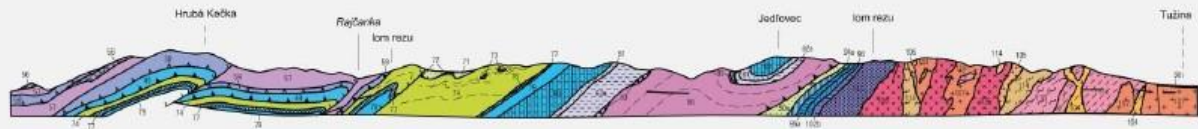
skládky PO Predajná I - HG-I-1 až HG-I-8
skládky PO Predajná II - HG-I-1 a HG-II-8
Hĺbka vrtov od 41,5 – 170 m p.t.
Celková metráž - **1 188,5 bm**

HYDROGEOLOGICKÉ VRTY HLBOKÉ:

HGP-1, HGP-2 a HGP-3
Hĺbka vrtov od 250,5 – 252,7 m p.t.
Celková metráž - **1 200,0 bm**







VZORKOVACIE PRÁCE

ODBER VZORIEK GUDRÓNOV

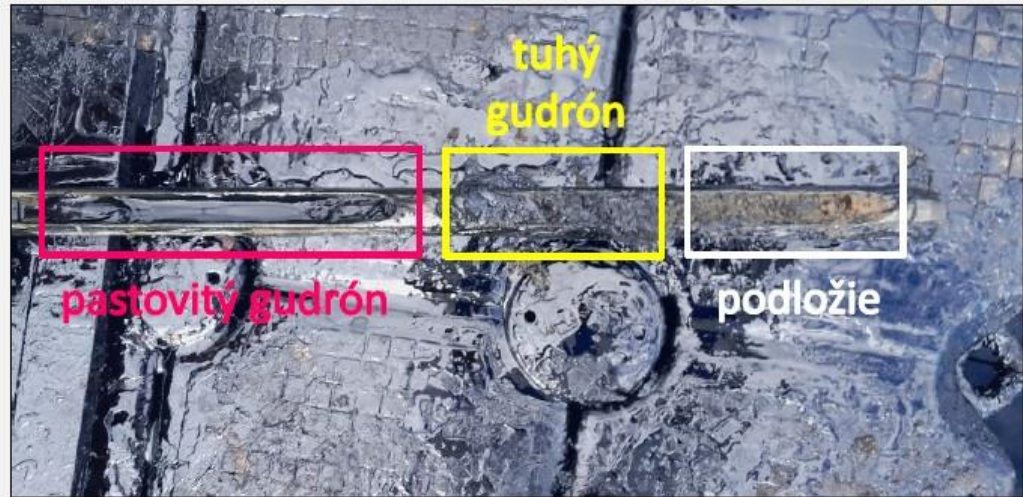
Skládka Predajná I

- 7 vzoriek kvapalnej vrstvy
- 3 vzorky pastovitej vrstvy
- 4 vzorky tuhej vrstvy

Skládka Predajná II

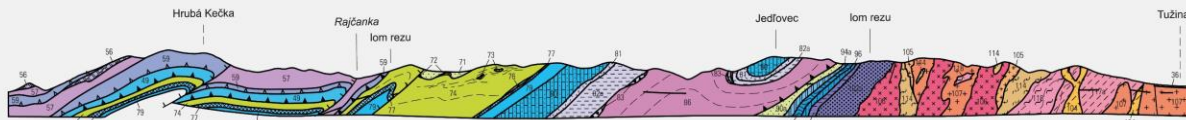
- 7 vzoriek kvapalnej vrstvy
- 4 vzorky pastovitej vrstvy
- 3 vzorky tuhej vrstvy

Spolu odobraných **28 vzoriek**





**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



**1940
2025**



TECHNICKÉ A VZORKOVACIE PRÁCE - GUDRÓNY

Maximálna overená hĺbka
od 4,05 do 4,95 m pod hladinou

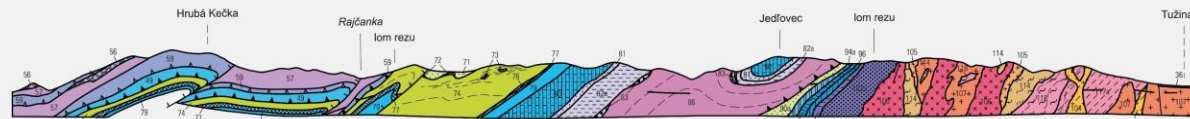


Maximálna overená hĺbka
od 4,05 a 5,65 m pod hladinou



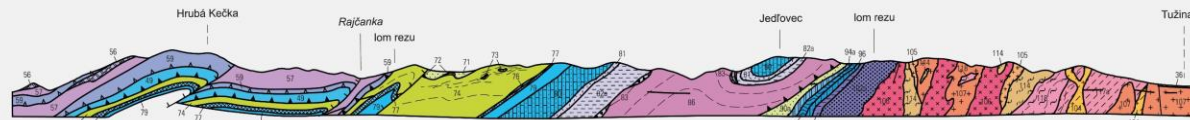


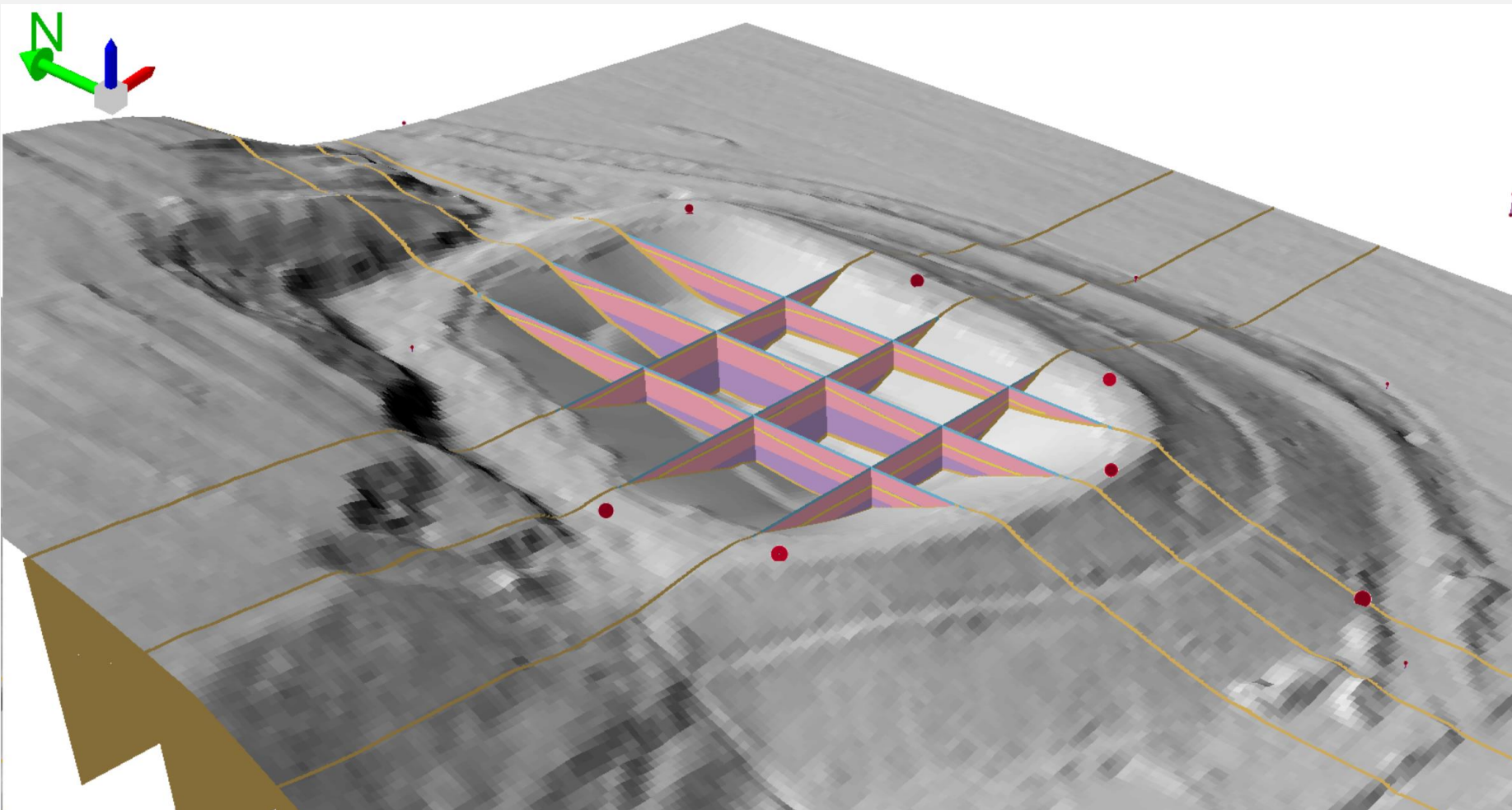
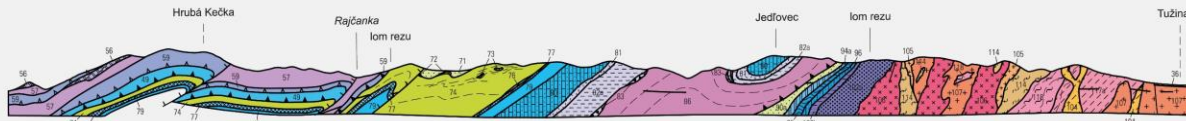
**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



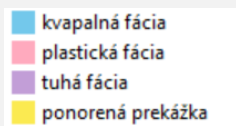
**1940
2025**





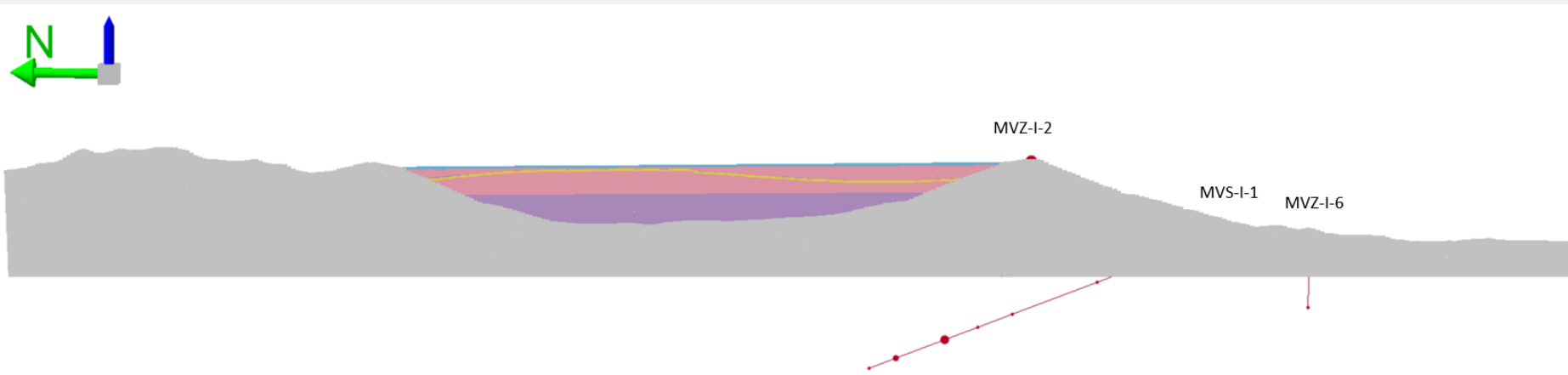
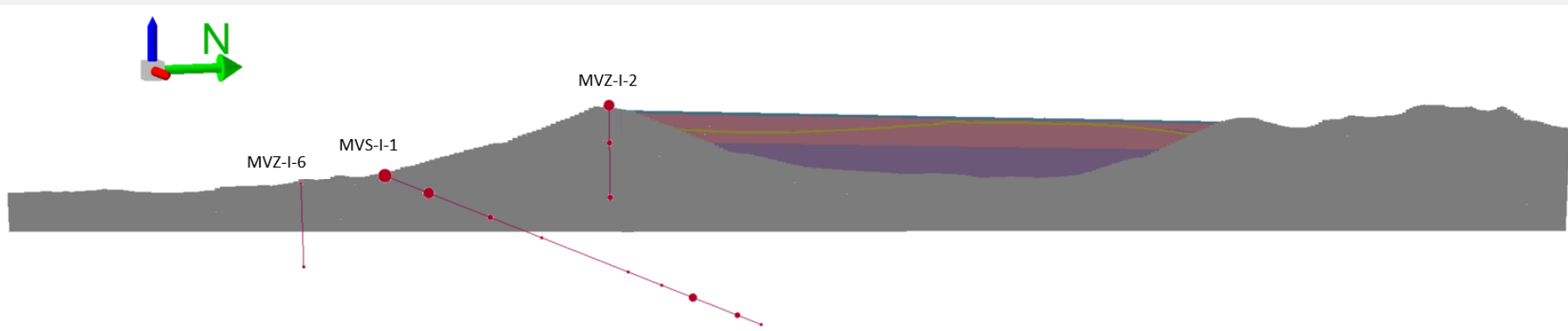
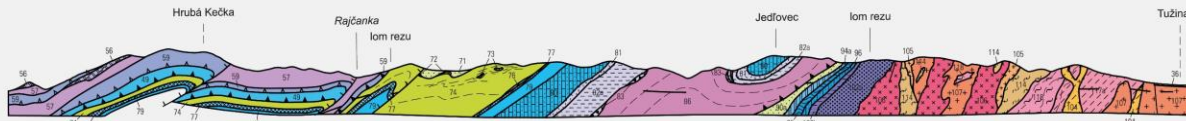


Obr. č. 1 Predajná I: Voxelový 3D model (vybraté S-J a V-Z rezy): Geologické vrty s obsahmi NEL GC. LiDAR DMR s krokom 1x1m

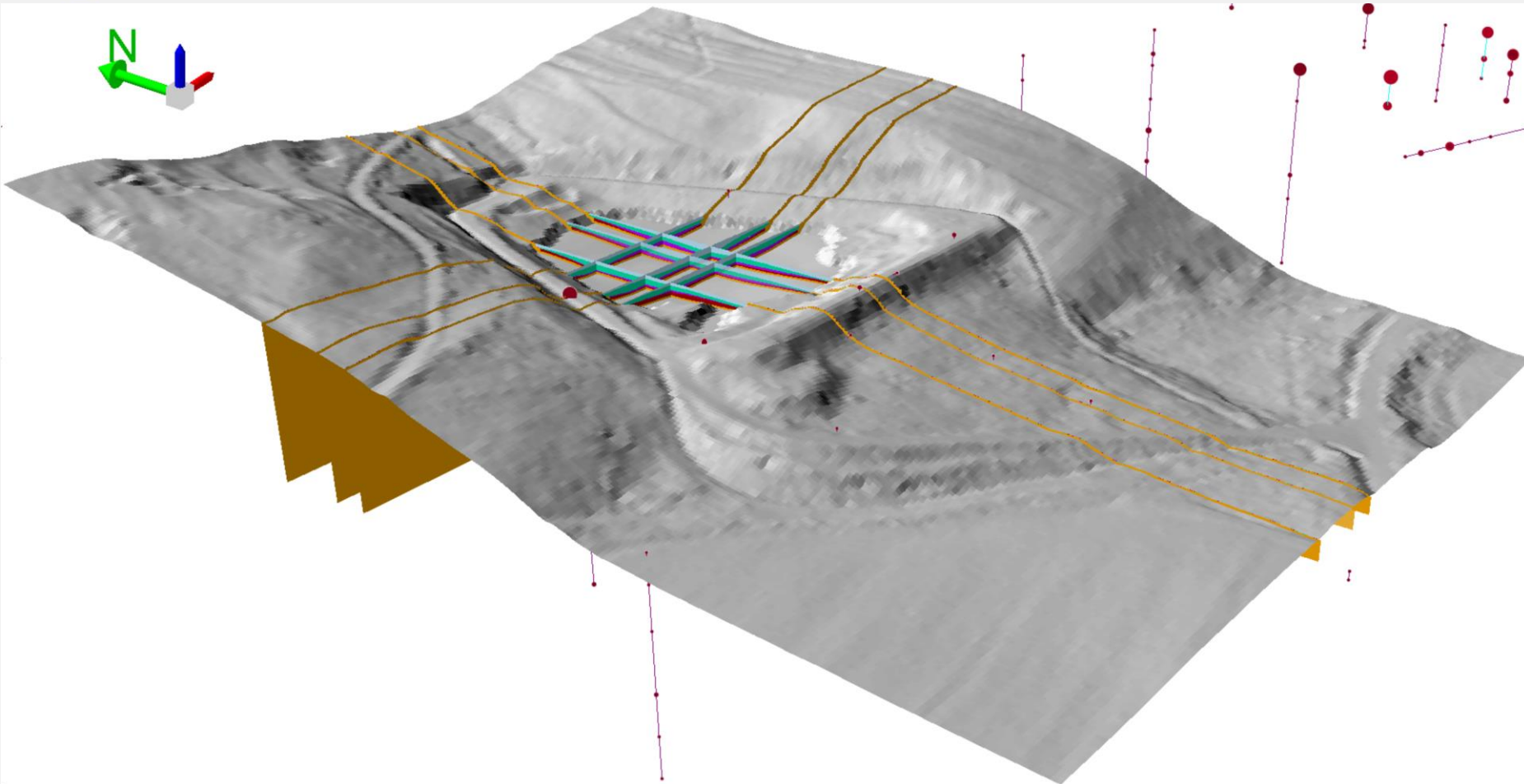
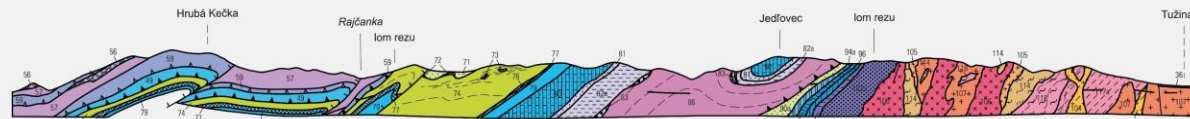


Modelované bázy rozhraní:

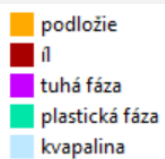
Vrty: — NEL-GC: ●



Obr. č. 1 Predajná I: Vybratý S-J rez centrálnou časťou skládky Predajná I. Hore: pohľad od východu, dole: pohľad od západu



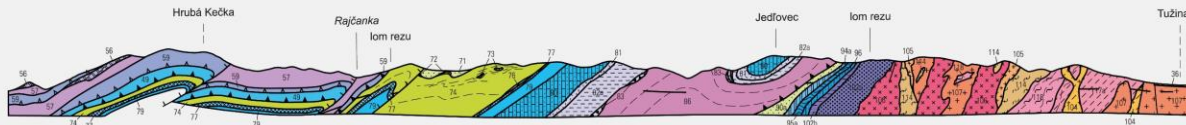
Obr. č. 1 Predajná II: Voxelový 3D model (vybraté S-J a V-Z rezy s krokom 10m). Geologické vrty s obsahmi NEL GC. LiDAR DMR s krokom 1x1m.



Modelované bázy rozhraní:

Vrty: —

NEL-GC: ●



Fácia	tekutá	pastovitá	tuhá	zvetrané podložie	SPOLU
Predajná I					
objem (m ³)	5 720	35 900	15 700	4 200	61 520
hmotnosť (t)	5 720	39 849	17 898	11 928	75 395
Predajná II					
objem (m ³)	6 400	6 900	3 000	2 700	19 000
hmotnosť (t)	6 400	7 659	3 420	7 668	25 147

Na skládke Predajná I sa pod kvapalnou fáciou nachádza zrútená drevená konštrukcia, ktorej objem sme odhadli na **5 300 m³** a v prípade realizácie sanačných prác bude potrebné tento údaj pripočítat' k celkovému objemu odpadu.

Parameter	jednotka	PI priemer
Obsah vody	% hm.	34,4
Parameter	jednotka	PII priemer
Obsah vody	% hm.	21

Parameter	jednotka	PI priemer
pH	-	1,47
Parameter	jednotka	PII priemer
pH	-	1,82

Parameter	jednotka	PI priemer
popol*	% hm.	4,6
popol**	% hm.	7
Parameter	jednotka	PII priemer
popol*	% hm.	21,1
popol**	% hm.	26,9

Parameter	jednotka	PI priemer
obsah S	% hm.	5,25
Parameter	jednotka	PII priemer
obsah S	% hm.	7,79

Parameter	jednotka	PI priemer
spalné teplo	MJ/kg	17,4
výhrevnosť	MJ/kg	23,4
Parameter	jednotka	PII priemer
spalné teplo	MJ/kg	15,2
výhrevnosť	MJ/kg	17,1



Obrázok 1: Biele kryštáliky vodného výluhu (s aktívnym uhlím) guadrónu PO II. - 20/2.



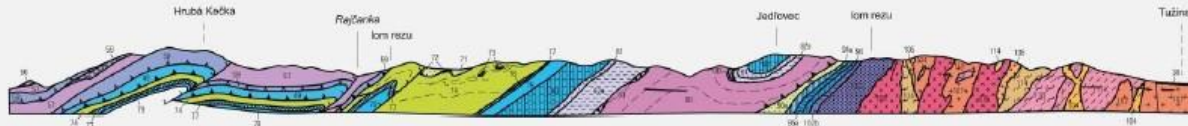
Obrázok 2: Zvyšok vodného výluhu guadrónu PO II. - 20/2 po odparení (bez aktívneho uhlia).



Obrázok 1: Popol zo vzorky guadrónu zo skládky PO Predajná I. - 8/3.



Obrázok 2: Popol zo vzorky guadrónu zo skládky PO Predajná II. - 14/2.



IDENTIFIKÁCIA ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK V ZDROJI ZNEČISŤOVANIA

MATERIÁL ULOŽENÝ NA SKLÁDKE	skládku PO Predajná I		skládku PO Predajná II	
kvapalná vrstva	pH	0,88	pH	1,66
	SO ₄ ²⁻	17 074 mg.l ⁻¹	SO ₄ ²⁻	4 800 mg.l ⁻¹
	Al	29,3 mg.l ⁻¹	Al	26,2 mg.l ⁻¹
	Cd	0,0074 mg.l ⁻¹	As	0,062 mg.l ⁻¹
	Cr _{celk.}	0,154 mg.l ⁻¹	Pb	0,0857 mg.l ⁻¹
	Ni	0,131 mg.l ⁻¹	Zn	0,433 mg.l ⁻¹
	Pb	0,505 mg.l ⁻¹	Cl ⁻	88,8 mg.l ⁻¹
	Sb	0,066 mg.l ⁻¹		
	V	0,16 mg.l ⁻¹		
	Zn	1,030 mg.l ⁻¹		
pastovitá a tuhá vrstva - natívna vzorka	C ₁₀ -C ₄₀	130 000 mg.kg ⁻¹ sušiny	C ₁₀ -C ₄₀	300 000 mg.kg ⁻¹ sušiny
	strata žiňaním pri 550°C	97,4 %	strata žiňaním pri 550°C	82,8 %
	PAU	93,3 mg.kg ⁻¹ sušiny	PCB	87,3 mg.kg ⁻¹ sušiny
			PAU	90,9 mg.kg ⁻¹ sušiny
pastovitá a tuhá vrstva - výluh	pH	0,71	pH	1
	celkové rozpustené látky	20 700 mg.l ⁻¹	celkové rozpustené látky	34 200 mg.l ⁻¹
	celkový rozpustený kyslík	15 700 mg.l ⁻¹	celkový rozpustený kyslík	6 490 mg.l ⁻¹
	SO ₄ ²⁻	46 500 mg.l ⁻¹	SO ₄ ²⁻	60 300 mg.l ⁻¹
	Zn	11,4 mg.l ⁻¹	Zn	23,1 mg.l ⁻¹
	F ⁻	17 074 mg.l ⁻¹	Al	177,0 mg.l ⁻¹
	Al	20,0 mg.l ⁻¹	As	0,4 mg.l ⁻¹
	Cr _{celk.}	0,23 mg.l ⁻¹	Cr _{celk.}	0,394 mg.l ⁻¹
	Ni	0,071 mg.l ⁻¹	Ni	0,146 mg.l ⁻¹
	Pb	0,699 mg.l ⁻¹	Pb	0,968 mg.l ⁻¹
			Cl ⁻	82,0 mg.l ⁻¹
			F ⁻	5,5 mg.l ⁻¹

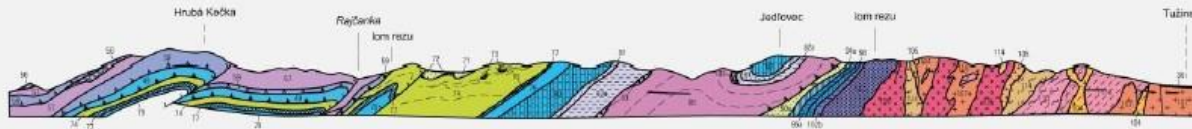
Uvedené sú maximálne stanovené koncentrácie príslušného ukazovateľa, porovnané s limitnými hodnotami tried v zmysle Prílohy č. 1

Vyhlášky MŽP SR č. 382/2018 Z. z. o skládkovaní odpadov a uskladnení odpadovej ortuti

SKIO – prekročenie limitnej hodnoty tried skládky odpadov na inertný odpad;

SKNNO – prekročenie limitnej hodnoty tried skládky odpadov na odpad, ktorý nie je nebezpečný;

SKNO – prekročenie limitnej hodnoty tried skládky odpadov na nebezpečný odpad



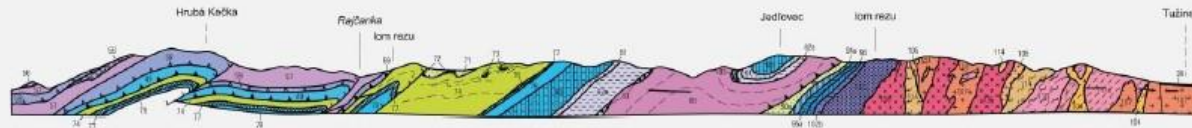
IDENTIFIKÁCIA ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK - ZEMINY TVORIACE HRÁDZE SKLÁDKY

HRÁDZA SKLÁDKY				
zeminy tvoriace hrádze skládky a antropogénne sedimenty v okolí skládky	C ₁₀ -C ₄₀	18 033 mg.kg ⁻¹ sušiny – RS-I-1	NEL UV	24 600 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-2
	NEL UV	14 600 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-5	C ₁₀ -C ₄₀	329 100 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-II-1
	Cd	63 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-2	PCB 28	5,87 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-II-2
	Cr _{celk.}	1 123 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-3	Sb	41 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-II-1
	Pb	1 569 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-2	Pb	265 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-II-2
	Sb	65 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-3		
	Zn	8 547 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVZ-I-2		

Uvedené sú maximálne stanovené koncentrácie príslušného ukazovateľa boli porovnané s kritériami smernice MŽP SR č. 1/2015-7;

> ID – prekročenie ID kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7

> IT – prekročenie IT kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7



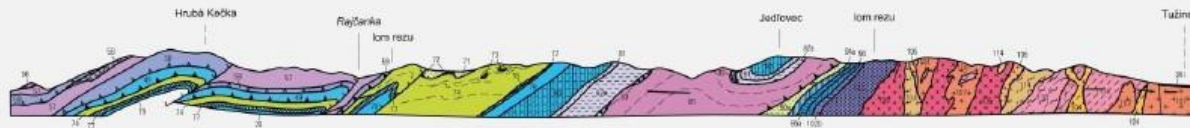
IDENTIFIKÁCIA ZNEČISŤUJÚCICH LÁTKOK - HORNINOVÉ PROSTREDIE

HORNINOVÉ PROSTREDIE				
biologická kontaktná zóna	C ₁₀ -C ₄₀	345 mg.kg ⁻¹ sušiny – RS-I-7	As	69 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-4
pásmo prevzdušnenia	C ₁₀ -C ₄₀	1 118 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVŠ-I-1	As	233 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-7
	NEL UV	101 000 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVŠ-I-1		
	As	189 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-I-4		
	Pb	488 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-I-6		
pásmo nasýtenia	-		As	107 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-6
			C ₁₀ -C ₄₀	218 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-5
			Pb	286 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-6
mezozoické súvrstvia	C ₁₀ -C ₄₀	(430 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-I-2)	C ₁₀ -C ₄₀	13 500 mg.kg ⁻¹ sušiny – HG-II-3
			NEL UV	578 mg.kg ⁻¹ sušiny – MVŠ-II-2

Uvedené sú maximálne stanovené koncentrácie príslušného ukazovateľa boli porovnané s kritériami smernice MŽP SR č. 1/2015-7;

> ID – prekročenie ID kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7

> IT – prekročenie IT kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7



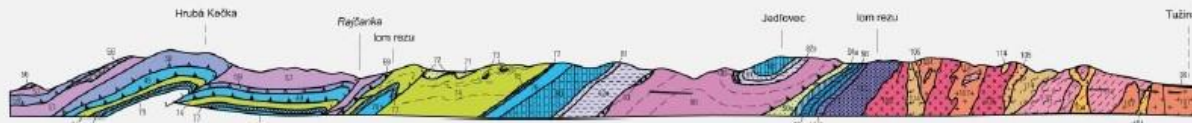
IDENTIFIKÁCIA ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK - PODZEMNÁ VODA

PODZEMNÁ VODA				
podzemná voda	PAL-A	440 000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-I-5	PAL-A	695 000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-4
	NEL UV	2 800 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-I-2	NEL UV	4 400 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-3
	TOC	1 590 000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-I-2	TOC	882 000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-3
	As	265 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-1	benzén	589 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-4
	Sb	76,9 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VO59-2	chryzén	1,039 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-3
	EK	520 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-I-2	As	185 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-4
	pH	6,41 – HG-I-2	Sb	50,9 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VR58-2
	Ba	1 160 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-2	EK	417 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-3
	B	2 120 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-3	Cl ⁻	474 000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN58-3
	NO ₂ ⁻	1 390 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-4	PCB 28	0,276 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-3
	Ni	117 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-4	pH	6,4 – HG-II-3
	Al _{celk.} *	4 490 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN59-3	NH ₄ ⁺	2000 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-7
			NO ₂ ⁻	410 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – HG-II-5
			B	1 580 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN58-3
			Al _{celk.} *	4 760 $\mu\text{g.l}^{-1}$ – VN58-4

Uvedené sú maximálne stanovené koncentrácie príslušného ukazovateľa boli porovnané s kritériami smernice MŽP SR č. 1/2015-7;

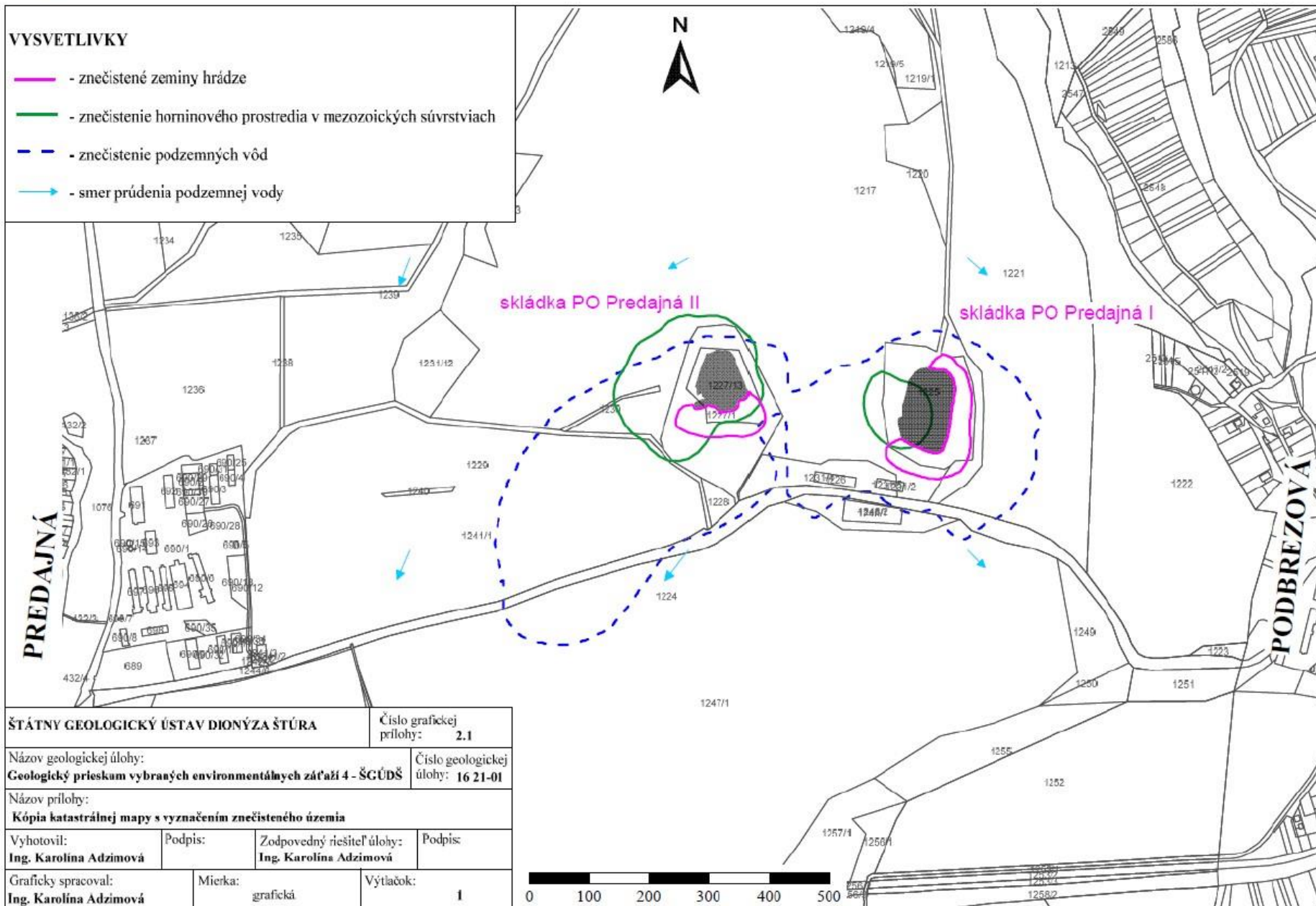
> ID – prekročenie ID kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7

> IT – prekročenie IT kritéria smernice MŽP SR č. 1/2015-7



VYSVETLIVKY

- znečistené zeminy hrádze
- znečistenie horninového prostredia v mezozoických súvrstviach
- znečistenie podzemných vôd
- smer prúdenia podzemnej vody

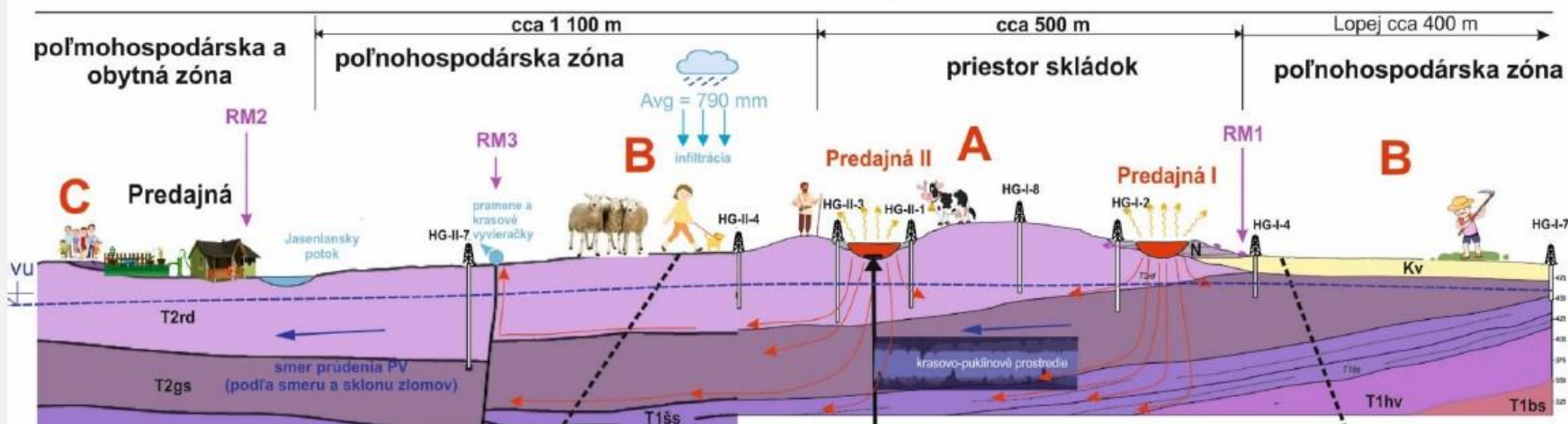


ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA		Číslo grafickej prílohy: 2.1	
Názov geologickej úlohy: Geologický prieskum vybraných environmentálnych záťaží 4 - ŠGÚDŠ		Číslo geologickej úlohy: 16 21-01	
Názov prílohy: Kópia katastrálnej mapy s vyznačením znečisteného územia			
Vyhotovil: Ing. Karolína Adzimová	Podpis:	Zodpovedný riešiteľ úlohy: Ing. Karolína Adzimová	Podpis:
Graficky spracoval: Ing. Karolína Adzimová	Mierka: grafická	Výtlačok:	1



ANALÝZA RIZIKA – SITUÁČNÝ MODEL

OCHRANNÉ PÁSMO NAPANT-u



Transportné cesty:

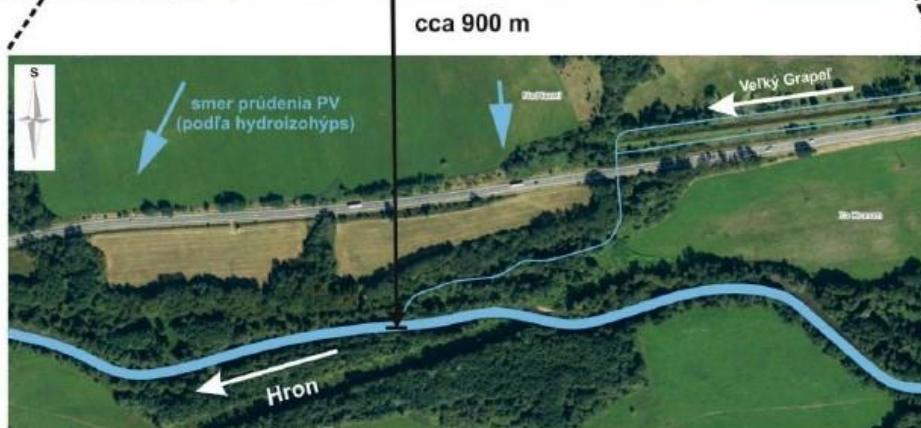
- výparom do ovzdušia
- sorpciou a splachom v zeminách a pôde
- podzemnou vodou

Expozičné cesty:

- A** vysoká pravdepodobnosť - zvieratá a občasní pracovníci
uložený odpad - náhodný dermálny kontakt + inhalácia výparov
zeminy hrádze - náhodný derm. kontakt, ingescia prachu a
inhalácia pôd. vzduchu
- B** stredná pravdepodobnosť - zvieratá a občasní návštevníci a pracovníci
skládky - inhalácia výparov zo skládok
pôda - inhalácia pôd. vzduchu, náhod. dermálny kontakt a ingescia
- C** nízka pravdepodobnosť - zvieratá a ľudia
vplyv z využívania podzemnej vody
(dermálny kontakt, náhod. ingescia, napájanie, zavlažovanie)

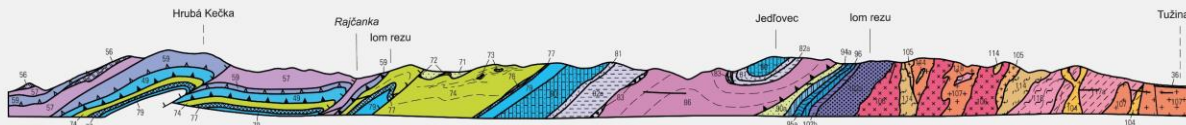
Kvartér

- N** antropogénne navážky, haldy a skládky
($k = 3,561 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, $\rho = 2,59 \text{ g.cm}^{-3}$, $n = 0,63$)
- Kv** deluviálne sedimenty, nečlenené
($k = 2,308 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, $\rho = 2,63 \text{ g.cm}^{-3}$, $n = 0,42$)



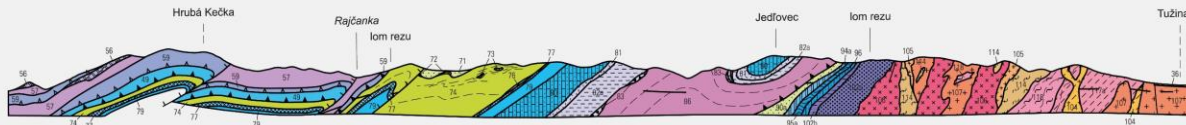
Hronikum (trias) (memý odtok = $7,84 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^2$, $\rho = 2,84 \text{ g.cm}^{-3}$, $n = -$)

- T2rd** ramsauký dolomit: svetlosivé, zrnité, masívne, laminované dolomity
- T2gs** gutensteinské súvrstvie: sivé až tmavosivé lavicovité vápence a brekciovité dolomity
- T1šs** šuňavské súvrstvie: striedanie vápnitých arkóz, piesčitých vápencov a prachovcov
- T1hv** hronsecké vrstvy: heterolitické striedanie pestrých arkóz, drob a prachovcov
- T1bs** benkovské súvrstvie: hrubozrnné kremenné arkózy



Výsledky analýzy rizika znečisteného územia a cieľové hodnoty sanácie

- existuje **významné environmentálne riziko z dôvodu prítomnosti skládok** s uloženým nebezpečným odpadom, predovšetkým z dôvodu vysokej acidity kvapalnej vrstvy odpadu a v nej rozpustených toxických chemických látok. Keďže skúmaná lokalita sa nachádza v citlivom prírodnom prostredí ochranného pásma Národného parku Nízkyh Tatier, adekvátne je tu potrebné uplatňovať legislatívne predpisy Zákona č. 543/2002 Z.z. o ochrane prírody a krajiny. Na území ochranného pásma národného parku s tretím stupňom ochrany platí druhý stupeň ochrany.
- existuje **významné environmentálne riziko** v súvislosti s infiltráciou priesakovej kvapaliny (tzn. kvapalnej vrstvy) do podzemných vôd **v bezprostrednej blízkosti skládok**. Kvapalná vrstva odpadu dosahuje nadlimitné až extrémne koncentrácie niektorých znečisťujúcich látok (predovšetkým Al, Pb, benzén, PAU, NH₄⁺, PAL-A, C10-C40, NEL UV, menej As, Cd, Sb a PCB).
- v prípade hodnotenia zdravotných rizík bolo v oblasti A ako aj v oblasti B výpočtom zistené, že v prípade **dermálneho kontaktu a náhodnej ingescie zemín existuje pravdepodobné riziko pre dospelých ako aj detských jednotlivcov z expozície C10 – C40**. V prípade **detskej populácie**, v oblasti B, bolo výpočtom zistené aj **karcinogénne riziko pre As v dôsledku náhodnej ingescie a dermálneho kontaktu s kontaminovanými zeminami**. Je však potrebné upozorniť, že sa jedná o najvyššie zistené hodnoty C10 – C40 a As a vypočítané potenciálne riziká sú pre tieto látky nadhodnotené.



Rozhodnutie o schválení záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, sekcia geológie a prírodných zdrojov ako príslušný orgán štátnej správy pre geologický výskum a geologický prieskum podľa § 18 ods. 2 a § 36 ods. 1 písm. k) zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov

III. Stanovuje

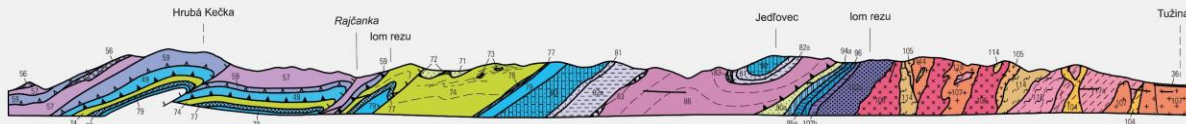
a) ciele sanácie:

- eliminovať aktívny zdroj znečisťovania životného prostredia (gudrónové skládky Predajná I a Predajná II)

b) cieľové hodnoty sanácie pre zeminy telesa hrádzí a v horninovom prostredí (znečistené podložie skládok):

$$C_{10}-C_{40} \leq 8\,800 \text{ mg.kg}^{-1}$$

IV. ukladá objednávateľovi v súlade s § 19 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov oznámiť obci, v katastrálnom území ktorej sa analýzou rizika znečisteného územia podľa § 16 ods. 6 zákona č. 569/2007 Z. z. zistilo a overilo závažné riziko pre ľudské zdravie, horninové prostredie, podzemnú vodu a pôdu, riziká vyplývajúce zo znečistenia územia do jedného mesiaca odo dňa nadobudnutia právoplatnosti rozhodnutia o schválení záverečnej správy s analýzou rizika znečisteného územia.



Návrh variantov sanácie

Podľa Smernice MŽP č. 1/2015 – 7 výber vhodnej sanačnej metódy sa získa na základe hodnotenia sanačných scenárov (variantov) vyjadrujúcich rôzne ciele sanácie znečisteného územia a technologické postupy, vrátane odhadu potrebných finančných nákladov.

Pre potreby ďalšieho rozhodovacieho procesu je nutné vypracovať a porovnať 4 sanačné scenáre (varianty)

- a) nulový variant,
- b) izolácia územia,
- c) sanácia po navrhované cieľové hodnoty sanácie,
- d) úplné odstránenie znečistenia.

Nulový variant predstavuje súčasný stav, t. j. znečistené územie bez sanačného zásahu. Je nutné posúdiť či nepostačuje v skúmanom území navrhnuť len ochranné organizačné opatrenia, ako sú zákaz kúpania, polievania, pitia vody zo studní, konzumácie rýb z vodných nádrží, resp. povrchových tokov, atď., alebo je nutné zahájiť sanáciu znečisteného územia, resp. minimálne monitorovanie podzemných vôd.

Izolácia územia je pasívny sanačný zásah, ktorého cieľom je technickými bariérami zamedziť šíreniu sa znečistenia podzemnou vodou do okolia. V samotnom znečistenom území nebudú vykonávané aktívne sanačné práce a v prípade zmeny jeho využívania bude pravdepodobne potrebné ich vykonať. Izolácia je vhodná najmä v prípade, že sa predpokladá pretrvávajúca aktivita zdrojov znečisťovania, resp. v lokalite je zvýšené riziko havarijných únikov, preto je potrebné zabezpečiť pravidelné a dlhodobé monitorovanie podzemných vôd.

Sanácia vo vybraných častiach územia **po navrhované cieľové hodnoty sanácie** je aktívny sanačný zásah, ktorého cieľom je znížiť koncentrácie znečisťujúcich látok na akceptovateľnú úroveň v tých častiach znečisteného územia, kde ich prítomnosť môže predstavovať najvýznamnejšie riziká.

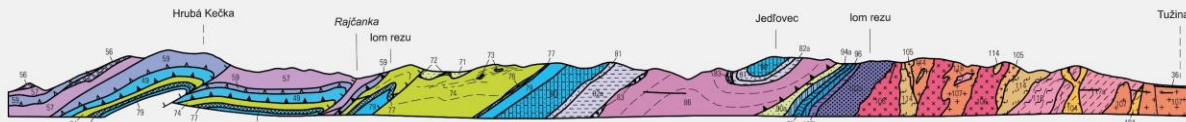


Nulový variant - A

- Nulový variant sme vyhodnotili pre predmetnú lokalitu ako nevhodný. Ponechanie lokality v súčasnom stave predstavuje vážnu hrozbu pre životné prostredie. Zdroj znečisťovania – gudrónové skládky (jamy) - nie je dostatočne zabezpečený voči únikom gudrónov a skládkových vôd a zároveň nie je vylúčená možnosť poškodenia hrádzí v budúcnosti. Znečistenie je zasiahnutom prostredí stále prítomné bez podstatných prejavov trendov poklesu poukazujúcich na potrebnú elimináciu znečistenia prirodzenými procesmi. Je potrebné zamedziť šíreniu potenciálne toxických látok z lokality do podzemnej vody (AR potvrdila riziko šírenia sa znečisťujúcich látok podzemnou vodou). Ďalším aspektom prítomnosti EZ by bola limitovaná možnosť využitia územia a potreba zabezpečenia dlhodobého monitorovania lokality a regulácie režimu hladiny v gudrónových jamách.

- V prípade potenciálneho využitia Nulového variantu by bolo potrebné zabezpečiť dlhodobé monitorovanie stavu hladiny v lagúnach, kvality podzemnej vody, geotechnický monitoring porušenia hrádží, vhodná by bola aj inštalácia systémov včasného varovania pri havarijných stavoch.

- Ďalej by bolo potrebné zabezpečiť, aby sa do priestoru lagún nemohli dostať nepovolané osoby prípadne zver, pri zvýšení hladiny v lagúnach nad kritickú úroveň, bude potrebné odčerpávanie a čistenie na vhodnej ČOV. Touto variantou sa neeliminuje riziko za relevantný časový horizont.



Izolácia (prekrytie) – B

Zakrytie povrchu zdanlivo rieši sanáciu všetkých médií – uloženého odpadu, znečistených zemín a v optimálnom prípade aj eliminuje vyplavovanie kontaminantov do podzemnej vody. Z porovnania charakteristík metódy a charakteristík prostredia a znečistenia v lokalite je zrejmé, že izolácia – zakrytie povrchu nie je v riešenej lokalite vhodnou metódou, ani v kombinácii s podzemnými tesniacimi stenami. Hlavné dôvody pre takéto konštatovanie sú nasledovné:

- časť uložených odpadov je tekutá, čo znemožňuje jednoduché zakrytie povrchu – tento variant bol na skládke Predajná I v minulosti aplikovaný, následne (ako je známe) však prišlo k potopeniu izolačnej vrstvy do telesa skládky
- potenciálnym rizikom by zostalo generovanie a odvádzanie plynov pod izolačnou krycou vrstvou
- znečistenie zemín sa síce nachádza v pásme prevzdušnenia, v dostatočnej vzdialenosti od hladiny podzemnej vody, nie je možné vylúčiť prenikanie kontaminantov k hladine podzemnej vody.

Z daného vyplýva, že pri pasívnej sanácii skládok v Predajnej je izolácia, či uzavretie možné len v kombinácii so stabilizáciou uloženého odpadu a znečistených zemín, ako aj s odstránením časti odpadu z hľadiska veľkého množstva odpadového materiálu. Izolácia nie je vhodná najmä v prípade, že sa predpokladá pretrvávajúca aktivita zdrojov znečistenia, resp. v lokalite je zvýšené riziko havarijných únikov.

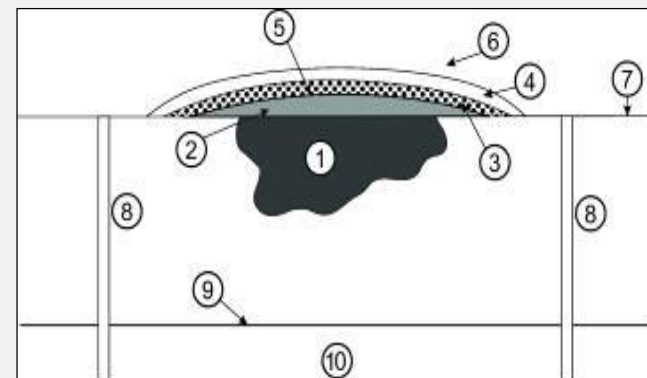
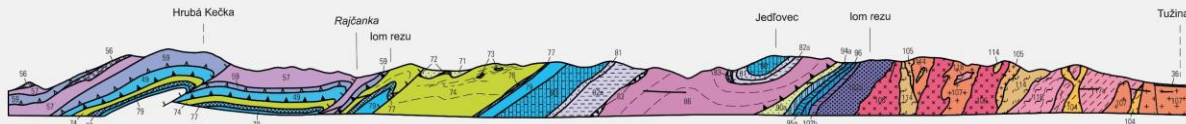


Schéma technológie zakrytia Vysvetlivky: 1 – znečistenie; 2 – piesok; 3 – štrk; 4 – povrchová zemina; 5 – geomembrána; 6 – tráva; 7 – povrch terénu; 8 – monitorovacie vrty; 9 – hladina podzemnej vody; 10 – zvodnená vrstva

Obrázok 29: a - Inštalácia kalovej steny, Whitehouse, Florida, b - Konštrukcia vertikálnej steny pomocou rezačky Bauer Panel Cutter, Brunswick.





Sanácia po navrhované cieľové hodnoty sanácie – C

Sanáciu po navrhované cieľové hodnoty sanácie (CI) je na lokalite možné použiť ako doplnkovú sanáciu pri realizácii samotnej sanácie materiálov uložených v priestore oboch skládok alebo ich úplného odstránenia. Gudróny a ostatné materiály nachádzajúce sa v telese skládok, nie je možné sanovať na cieľové hodnoty sanácie. Samotnú sanáciu je následne potrebné rozdeliť na viacero častí podľa jednotlivých kontaminovaných zložiek životného prostredia. Na predmetnej lokalite je možné realizovať sanáciu po navrhované cieľové hodnoty sanácie stanovené na základe Analýzy rizika pre:

- kontaminované vody nachádzajúce sa na povrchu skládok
- kontaminované podzemné vody

Sanačné čerpanie a čistenie podzemných vôd

Adsorpcia a absorpcia

Chemická oxidácia

Chemická redukcia

Zrážanie, koagulácia, flokulácia, flotácia

- kontaminované zeminy v hrádzach, podloží a okolí skládok

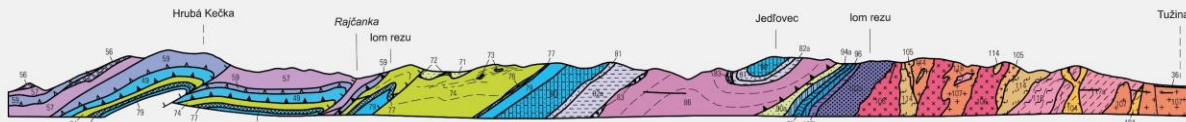
Premývanie

Biodegradácia

-

Sanáciu po navrhované cieľové hodnoty sanácie by bolo potrebné kombinovať s ďalšími metódami, ktoré by riešili sanáciu samotných gudrónov:

- Stabilizácia a solidifikácia on site
- Stabilizácia in situ



Stabilizácia a solidifikácia on site – C2

Pri použití tejto metódy sa uvažuje s postupným vyťažovaním gudrónov z telies skládok, miešaním gudrónov na prilahlých manipulačných plochách so stabilizačnými a solidifikačnými činidlami a následným spätným deponovaním do priestoru skládok. Možnosťou je však aj transport stabilizovaného a solidifikovaného materiálu na skládku nebezpečného odpadu.

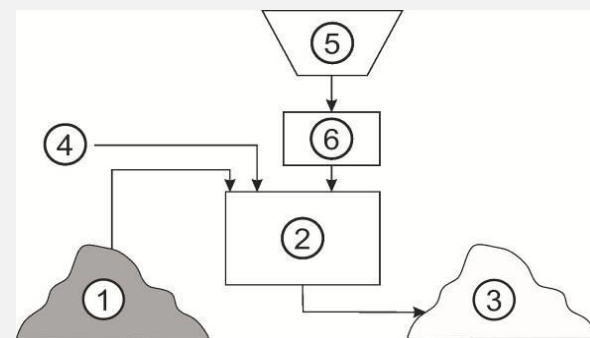
Z pohľadu použiteľnosti metódy priamo na lokalite, môžeme túto metódu považovať za použiteľnú a realizovateľnú. Ako výhody použitia tejto metódy na lokalite Predajná I a II môžeme uviesť:

- v prípade spätného deponovania materiálu do telies skládok sa náklady na sanáciu znížia o náklady potrebné na transport
- zníženie finančných nákladov sanácie o náklady potrebné na spätný zásyp odťažených skládok gudrónov
- stabilizovaný a solidifikovaný materiál predstavuje stabilizát, ktorý do budúcnosti nebude uvoľňovať kontaminanty do prostredia
- pri priebežnom odťazovaní gudrónov až po dno skládok, bude možné realizovať čiastočnú sanáciu znečistených zemín v podloží skládky, prípadne aplikovať novú izolačnú vrstvu na dno skládok

Nevýhodami použitia metódy na lokalite sú:

- (výrazné) navýšenie objemu stabilizovaného a solidifikovaného materiálu, ktorý bude potrebné uskladniť v priestoroch „bývalých“ gudrónových jám alebo transportovať na skládku nebezpečného odpadu
- deponovanie upraveného materiálu na mieste môže spôsobiť navýšenie reliéfu skládok nad výšku súčasnej hrádze v závislosti od zmiešavacieho pomeru gudrón – pevné pojivo – voda, ktorý sa pohybuje v intervale 1,5-3

Schéma solidifikácie/stabilizácie on site/ex situ. Vysvetlivky: 1 – znečistená zemina; 2 – mixér; 3 – stabilizovaný materiál; 4 – aditíva; 5 – voda; 6 – spojivo (tmel). (Pavel a Gavrilescu, 2008, in in Frankovská et al., 2010).



Stabilizácia in situ – C3

Metóda je založená na priamom postupnom zapracovaní stabilizačného a solidikačného činidla do gudrónov nachádzajúcich sa v telese skládky. Aplikácia by bola spočiatku realizovaná z hrádzí skládok a po utuhnutí solidifikovaného materiálu by postupovala smerom do vnútra skládok, pričom plocha s už solidikovaným materiálom by sa využívala ako prístupová a pracovná plocha.

Stabilizácia in situ predstavuje metódu, ktorá je na lokalite použiteľná a v súčasnosti sa javí ako variant s najlepšou realizovateľnosťou v blízkom časovom horizonte.

Za výhody využitia metódy stabilizácie a solidifikácie in situ by mohla byť považovaná jednoduchá manipulácia bez prekladania gudrónov na manipulačné plochy. Tento fakt by výrazne znížil možnosť nežiadúcej sekundárnej kontaminácie okolitých zemín pri manipulácii s gudrónmi a znížil zdravotné riziká vyplývajúce s manipulácie s gudrónmi pre sanačných pracovníkov. Ku kontaktu s gudrónmi a vznikajúcimi výparmi by pri aplikácii metódy určite dochádzalo, ale v určite menšom rozsahu ako pri priamom prekladaní gudrónov a ich miešaní na externých manipulačných plochách. Jednoduchšia manipulácia by určite znížila finančné náklady na samotnú sanáciu a aj na následnú rekultiváciu území využitých pri sanácii. Nezanedbateľným prínosom by bolo aj odstránenie nákladov na prepravu samotných gudrónov (po úprave priamo na lokalite). Táto možnosť má výhodu aj vo výraznom znížení uhlíkovej stopy a v eliminácii možných protestov spojených s dlhodobým transportom nebezpečného odpadu cez obývané zóny, či jeho následným uskladnením alebo spaľovaním na inej lokalite Slovenska.

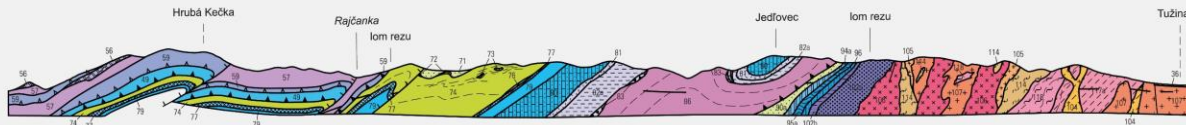
Nevýhodou tejto metódy sa môže javiť skutočnosť navýšenia objemu skládkovaného materiálu a fakt, že samotný odpad zostane prítomný na lokalite, čo môže byť negatívne vnímané miestnou komunitou



Mechanizácia používaná na šnekové miešanie.



Vstrekovacia fréza.

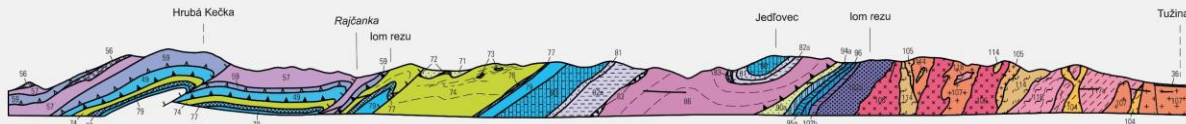


Úplné odstránenie znečistenia – D

V rámci tejto varianty sanácie bolo zvažovaných viacero sanačných scenárov:

- Odtáženie, stabilizácia a energetické využitie odtážených gudrónov – D1
- Odtáženie, stabilizácia a skládkovanie – D2
- Odtáženie, termická úprava a energetické využitie gudrónov - D3

Variant energetického zhodnotenia gudrónov predstavuje najefektívnejší scenár spomedzi hodnotených sanačných variantov. Gudróny by boli odstránené, spálené a energeticky zhodnotené. Menej efektívnym variantom tohto scenára je odtáženie a následné skládkovanie upraveného gudrónu. V tomto prípade by boli gudróny odstránené z lokality, avšak ich uskladnenie by predstavovalo výrazné navýšenie finančných nákladov oproti energetickému zhodnoteniu. Veľkou výhodou úplného odstránenia znečistenia z lokality by bolo vytvorenie prístupu a priestoru pre aplikáciu sanačných metód na čistenie kontaminovaných zemín v podloží a okolí skládok, ako aj kontaminovaných podzemných vôd. Oba tieto varianty sú však výrazne limitované dostupnými kapacitami skládok a spaľovní, či už na energetické zhodnotenie, alebo skládkovanie nebezpečných odpadov.



Odt'aženie, stabilizácia a energetické využitie odt'ažených gudrónov – DI

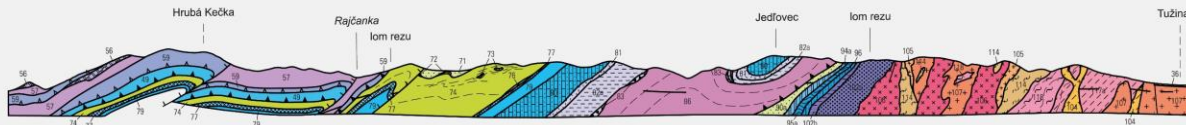
Pre lokalitu Predajná I a Predajná II môže byť problematickým faktorom, že gudrón nachádzajúci sa na skládkach Predajná I a II je pastovitejší, homogénnejší, čerstvejší, na skládku bol deponovaný hneď po spracovaní v Petrocheme (gudrón z DNV bol skládkovaný na medziskádke a obsahoval rôzne sekundárne prímеси, ako stavebná sut' a podobne). Z tohto dôvodu sa dá predpokladať horšia manipulácia s gudrónmi z Predajnej I a II. Vzhľadom ku vybranej sanančnej metóde bude potrebné zvážiť technický spôsob ako s gudrónom nakladať. Predpokladáme, že gudróny bude potrebné miešať s popolom alebo iným materiálom, alebo použiť iný spôsob solidifikovania aby sa dosiahla schopnosť s ním manipulovať, čo však samozrejme bude podstatne navyšovať konečný objem materiálu, ktorý bude treba prepraviť a deponovať. Manipulácia s gudrónmi však bude potrebná pri všetkých variantoch sanácie, okrem Nulového variantu, ktorý bol vyhodnotený ako nevhodný.

Sanácia gudrónov odt'ažbou a následným prepracovaním pevnej fázy na alternatívne tuhé palivo by bolo výhodné hlavne z pohľadu využitia značného energetického potenciálu deponovaných odpadov v maximálnej možnej miere. Možnosti na spaľovanie takéhoto druhu tuhého paliva poskytujú tepelné elektrárne a cementárenské pece. V predchádzajúcom zámere sa uvažovalo so spaľovaním upravených gudrónov v tepelnej elektrárni Vojany (túto možnosť testovala spoločnosť ENVIRONCENTRUM, s.r.o., Košice).

Tepelné elektrárne sa však v súčasnosti zatvárajú a ich činnosť do budúcnosti nie je plánovaná. Rovnako prepravné vzdialenosti, ktoré by si vyžadovala preprava tuhého paliva (vzdialenosť Predajná – Vojany je cca 280 km), by výrazne navýšili celkovú cenu sanácie.

Využitie spaľovania v cementárenských peciach.

Ako reálna možnosť využitia energetického zhodnotenia gudrónov z lokality Predajná sa javí dočasné využitie Nulového variantu s predpokladom plánovaného vybudovanie 1-3 nových spaľovní nebezpečného odpadu, ktoré plánuje vybudovať vláda SR. Uvažuje sa o vybudovaní spaľovne v areáloch Slovnaftu v Bratislave a Duslo v Šali. Spaľovaný by mal byť zároveň aj odpad z výroby PCB látok v Strážskom. (<https://euractiv.sk/section/poda/news/vlada-chce-na-slovensku-nove-spalovne/>, <https://www.odpady-portal.sk/Dokument/107796/slovnaft-zevo-spalovna-wte.aspx>). V týchto spaľovniach by mohol byť energeticky zhodnotený aj materiál deponovaný na skládkach v Predajnej. Tento variant by predpokladal realizáciu technických opatrení a monitoringu skládok do začiatku realizácie sanácie.



Odtáženie, stabilizácia a skládkovanie – D2

Menej efektívnym variantom tohto scenára D1 - „Odtáženie, stabilizácia a energetické využitie odtážených gudrónov“ je odtáženie a následné skládkovanie upraveného gudrónu. V tomto prípade by boli gudróny odstránené z lokality, avšak ich uskladnenie by predstavovalo výrazné navýšenie finančných nákladov oproti energetickému zhodnoteniu. Preprava gudrónov by si vyžadovala ich úpravu na mieste, aby bolo možné manipulovať s prepravovaným materiálom a aby ich bolo následne možné skládkovať na skládke nebezpečného odpadu. Táto úptava by výrazne zvýšila ciekový objem materiálu, ktorý by bolo potrebné prepraviť a skládkovať. Z tohto pohľadu predstavuje variant „Odtáženie, stabilizácia a skládkovanie“ finančne najmenej efektívny postup.

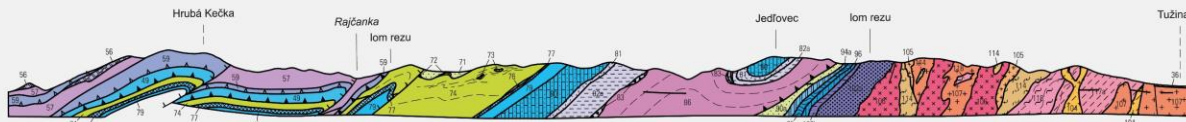
Odtáženie, termická úprava a energetické využitie gudrónov - D3

Táto metóda si vyžaduje rovnako ako predchádzajúce metódy a varianty odčerpávanie vody z oboch skládok. Na rozdiel od predchádzajúcej metódy však vytážené hmoty nie sú upravované, miešané a stabilizované, ale po nevyhnutnej úprave – znížení obsahu vody a neutralizácii – sú podrobené termálnej úprave a produkty termálnej úpravy, môžu byť následne energeticky zhodnotené. Prehľad termických metód aj s ich krátkym popisom a výhodami, či nevýhodami uvádzame v predchádzajúcich kapitolách

Ide o skupinu sanačných metód, umožňujúcich tepelný rozklad odpadových materiálov, najmä organických, rôzne technológie umožňujú rôzny stupeň rozkladu, majú odlišné nároky na podmienky, pri ktorých odpad môže byť spracovaný ako aj rôzne energetické nároky, každá technológia a jej zostavenie je jedinečná pre ten ktorý druh odpadu a podmienok na lokalite, konkrétne vyhodnotenie závisí najmä od spracúvaného materiálu a jeho množstva a potreby na prepravu či dodávania energie alebo nakladanie so sekundárnym odpadom.

Z hľadiska možnosti sanácie gudrónov pomocou termických metód sú relevantné najmä:

- Termická desorpcia
- Spaľovanie
- Plazmový oblúk
- Pyrolýza
- Inovatívne termické metódy

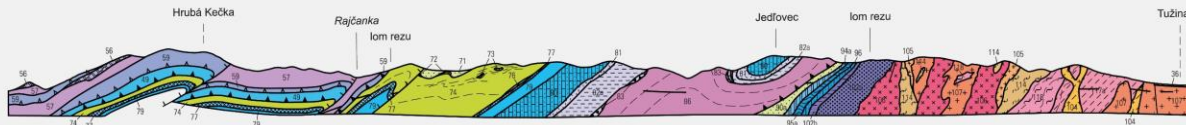


Ako najvhodnejší scenár sanácie môžeme považovať variant Úplného odstránenia znečistenia. Pod týmto scenárom rozumieme odtáženie znečistenia a jeho následné energetické zhodnotenie alebo skládkovanie. ***Tento scenár predstavuje najvhodnejšie riešenie z environmentálneho pohľadu aj z pohľadu vnímania rizík obyvateľstvom (sociálne -politický aspekt).*** Pri tomto scenári by prišlo k odstráneniu znečistenia z lokality a územie po odstránení EZ by mohlo byť ďalej využívané na iné účely (rekreačná, oddychová alebo poľnohospodárska zóna). Odstránením gudrónov, sanáciou kontaminovaných zemín v podloží skládok a v telesách hrádzí, rekultivácii územia a postupným „vyčistením“ podzemných vôd vplyvom prirodzenej (podporovanej) atenuácie po odstránení zdroja znečistenia by prišlo v podstate k návratu lokality do pôvodného stavu.

Ako náhradný scenár sanácie - v prípade, že by sa preukázala nemožnosť realizácie scenára úplného odstránenia znečistenia a to z rôznych dôvodov (ekonomické, kapacitné, legislatívne) - sa javí variant Sanácia po cieľové hodnoty sanácie, ktorý v tomto prípade reprezentujú sanačné technológie Stabilizácia in situ a Stabilizácia on site. Tieto metódy (obzvlášť metóda stabilizácie in situ) sanačné metódy, ktoré je možno efektívne a s primeranými finančnými nákladmi realizovať v relatívne krátkom časovom horizonte. ***Tento variant samozrejme predstavuje scenár, ktorý má svoje výrazné nevýhody (odpad zostane na mieste, nárast celkového objemu o stabilizát, komplikovanejšia realizácia sanácie zemín) a jeho aplikácia bude zrejme ťažko akceptovateľná dotknutou verejnosťou a miestnymi autoritami. Realizácia takéhoto scenára sanácie si bude vyžadovať komplexný odborný, politický a spoločenský konsenzus.***



**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**



**1940
2025**

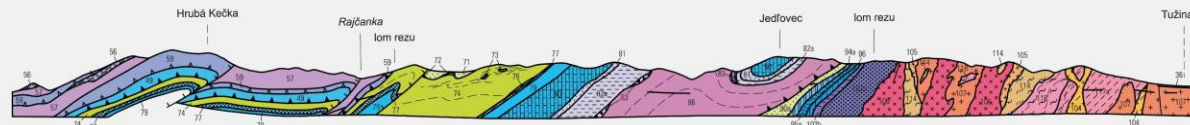
GEOLOGICKÝ PRIESKUM ENVIRONMENTÁLNEJ ZÁŤAŽE NEMECKÁ – AREÁL PETROCHEMA DUBOVÁ



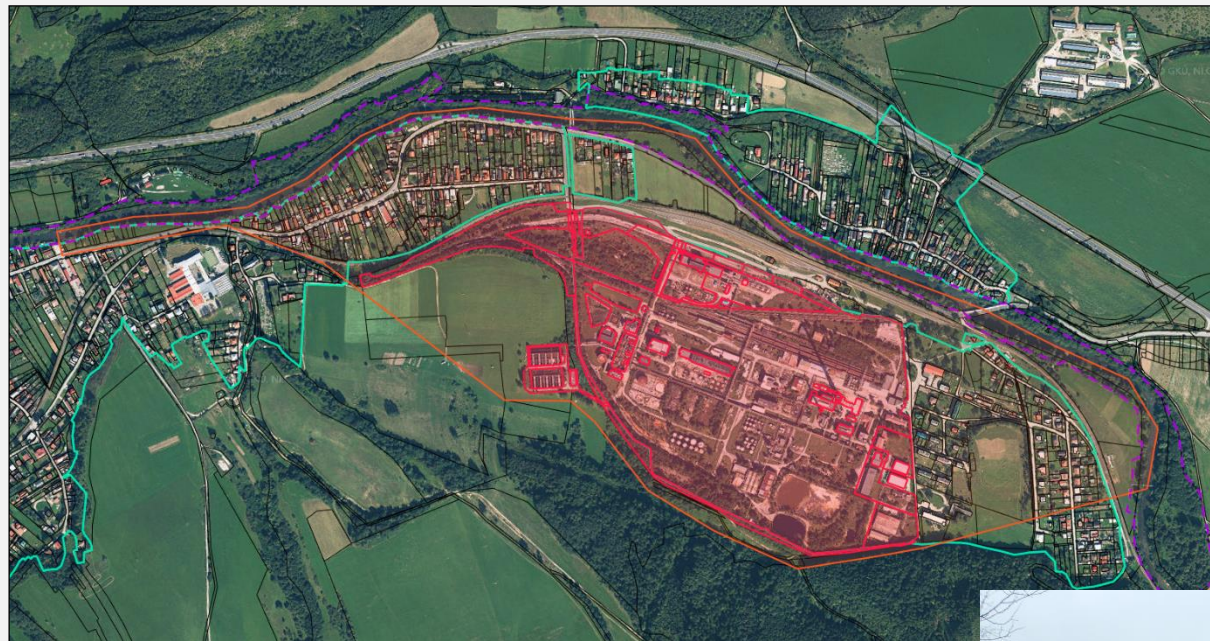
Schválená žiadosť o NFP: 1 185 506,85 EUR



**ŠTÁTNY
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA**

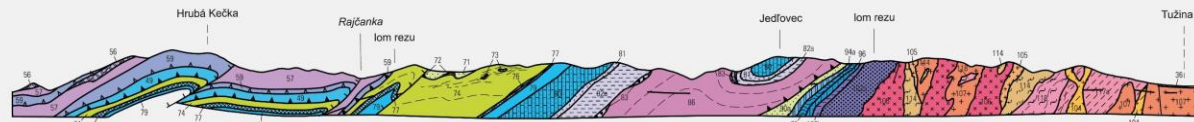


**1940
2025**





ŠTÁTNÝ
GEOLOGICKÝ ÚSTAV
DIONÝZA ŠTÚRA



1940
2025



Ďakujem za pozornosť!