



MINISTERSTVO
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

SANÁCIA ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH BANSKOBYSSTRICKÉHO KRAJA

RNDr. Viera Maťová

SEMINÁR PRE ŠTÁTNU SPRÁVU V OBLASTI ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ
Banská Bystrica, 23. 5. 2017



MINISTERSTVO
ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

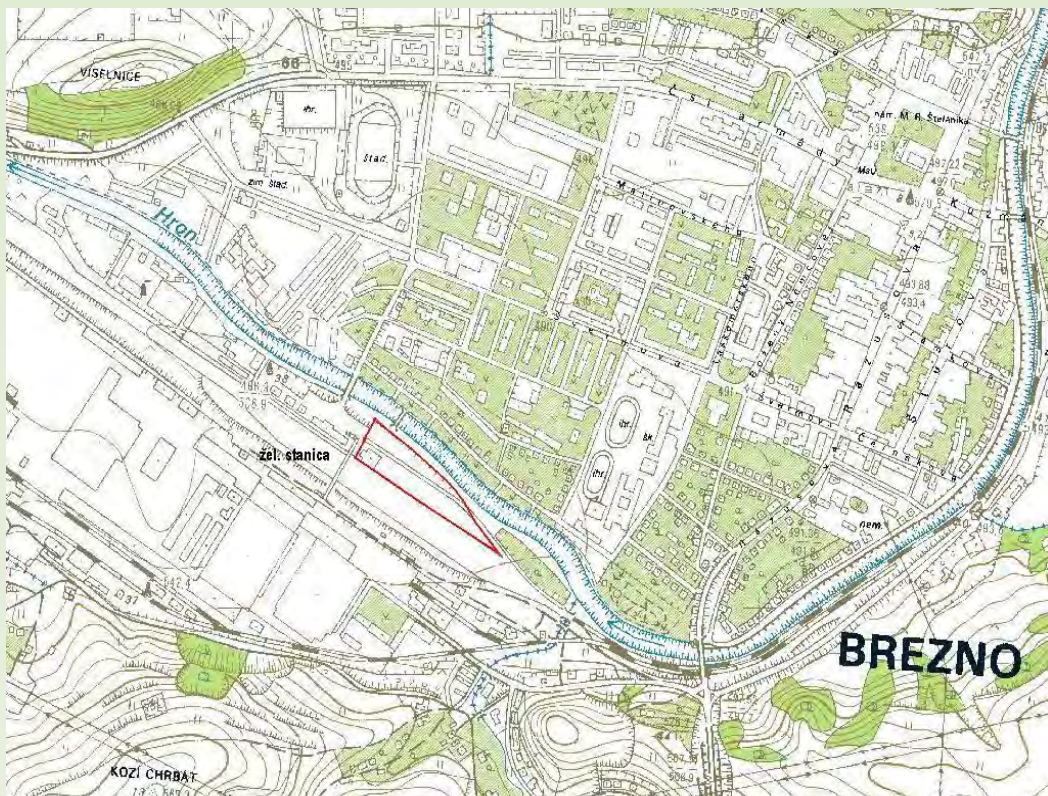
Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

Východiskový stav

Pôvodcom environmentálnej záťaže je bývalý podnik Benzinol, ktorý dlhodobo využíval predmetné územie na uskladnenie pohonných hmôt, mazadiel a opotrebovaných olejov. Vplyvom nesprávneho skladovania a manipuláciou došlo k únikom ropných látok do horninového prostredia a následne do podzemnej vody a rieky Hron. Hlavnými znečisťujúcimi látkami boli ropné látky, stanovené ako NEL-IR a $C_{10}-C_{40}$.

Zeminy znečistené olejmi, ktoré sa nachádzali medzi bývalým skladom opotrebovaných olejov a výverom ropných látok do Hrona v objeme cca 1248 m³ boli už v minulosti vybraté a odvezené na miesto ich definitívneho ošetrovania.

Zeminy znečistené látkami na báze benzínu a nafty, nachádzajúce sa v širšom okolí bývalých podzemných nádrží na naftu a benzín, reprezentovanými ukazovateľom NEL-IR v koncentrácii nad 1000 mg.kg⁻¹ zaberali plochu cca 3100 m². Plocha znečistenia podzemných vôd bola odhadovaná na 1400 m² (v oblasti primárnych zdrojov znečistenia (veľkokapacitné nádrže)).



Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)



GEOLOGICKÝ PRIESKUM – METODIKA

- Nevystrojené sondy: 10 ks do hĺbky 5 m
- Vystrojené hydrogeologické vrty: 4 ks do hĺbky 10 m
- Atmogeochemické sondy: 120 ks do hĺbky 0,8 m
- Odbery vzoriek pôdneho vzduchu: 12 ks
- Odbery a analýzy vzoriek zemín: 42 ks
- Odbery a analýzy vzoriek podzemných vôd: 26 ks
- Odbery vzoriek povrchovej vody: 4ks
- Zneškodnenie kont. zemín/vôd z vrtných prác 2,5 t
- Terénne merania
- Geodetické zameranie vrto
- Hydrodynamické skúšky
- Vypracovanie čiastkovej záverečnej správy s AAR

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

GEOLOGICKÝ PRIESKUM – VÝSLEDKY

Identifikované podstatne väčšie množstvo znečistených zemín a na celej ploche lokality aj veľmi vysoké koncentrácie znečisťujúcich látok.

Znečistenie horninového prostredia

- *Pásmo prevzdušnenia:* NEL IR rozloha 3 505 m², z čoho 1715 m² s koncentráciou NEL IR nad 10 000 mg/kg
C₁₀-C₄₀ rozloha 3 535 m², z čoho 755 m² je s koncentráciou C₁₀-C₄₀ nad 10 000 mg/kg
Pri priemernej hrúbke znečistenej vrstvy 1 m bolo množstvo znečistenej zeminy 3 505 – 3 545 m³.
- *Pásmo nasýtenia:* NEL-IR rozloha 2 310 m², C₁₀-C₄₀ rozloha 2 500 m².
Pri priemernej hrúbke vrstvy 0,84 m sa na lokalite nachádzalo 1 940 - 2 100 m³ znečistených zemín v pásme nasýtenia.

Celkový objem znečistených zemín bol 5 445 m³ pre NEL-IR a 5 645 m³ pre C₁₀-C₄₀, čo je cca 2 x viac ako množstvo identifikované predchádzajúcimi geologickými prácami.

Znečistenie podzemnej vody

Koncentrácie aj plošný rozsah znečistenia sa menia v závislosti na zmenách hladiny podzemnej vody. Plošne rozsiahlejšie znečistenie je dokumentované odbermi vzoriek pri nižších hladinách, kedy znečistenie podzemnej vody NEL-IR nad IT kritérium (1 mg/l) bolo v ploche 2 390 m² a C₁₀-C₄₀ (nad 0,5 mg/l) v ploche 1 205 m².

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

GEOLOGICKÝ PRIESKUM – ZÁVERY ANALÝZY RIZIKA

- V lokalite nie je environmentálne riziko zo znečistenia zemín v kontaktnej (biologickej) zóne.
- V hodnotenom území **je riziko šírenia sa znečistenia ropných látok** stanovených ako NEL (IR) a C10-C40 **podzemnou vodou**.
- V lokalite nie je riziko znečisťovania povrchovej vody infiltráciou znečistenej podzemnej vody. Povrchový tok je nepatrne ovplyvňovaný NEL, C₁₀-C₄₀ a benzénom - v nemerateľných koncentráciách a s nepatrným hmotnostným tokom.
- V lokalite nie je riziko ohrozenia zdravia ľudí.
- V skúmanom území je potrebná sanácia podzemnej vody a horninového prostredia, ktoré je sekundárnym zdrojom znečistenia podzemnej vody.

CIEĽOVÉ HODNOTY SANÁCIE

- pre NEL-IR v podzemnej vode: C3 (100 m od centra znečistenia) : ≤ 0,5 mg/l
C1 (v podzemnej vode v centre znečistenia) : ≤ 5,5 mg/l
C0 (vo vode v póroch nad hladinou podzemnej vody) : ≤ 6 mg/l
- pre C₁₀-C₄₀ v podzemnej vode: C3 (100 m od centra znečistenia) : ≤ 0,25 mg/l
C1 (v podzemnej vode v centre znečistenia) : ≤ 2,34 mg/l
C0 (vo vode v póroch nad hladinou podzemnej vody) : ≤ 2,5 mg/l
- pre zeminy : pre NEL-IR : C0 (vodný výluh zo zemín) : ≤ 6,0 mg/l
pre C₁₀-C₄₀ : C0 (vodný výluh zo zemín) : ≤ 2,5 mg/l

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)



SANÁCIA – METODIKA

1. sanácia kontaminovaných zemín *ex situ* (v miestach s najviac kontaminovanými zeminami)

- výkop 2 drénov dĺžky á 60m hĺbky cca 0,75 – 1,5 m pod hladinu podzemnej vody s čerpacími šachtami, do ktorých ústili drenážne hadice (budovanie drénov bolo uskutočňované za kontinuálneho čerpania podzemnej vody z čerpacích šácht)

- zeminy vyťažené pri výkopoch drénov boli priamo na lokalite triedené na frakcie. Hrubá frakcia tvorená štrkami, ktoré bolo možné relatívne ľahko sanovať premytím bola použitá na spätný zásyp drénov.

- jemnozrnná frakcia do 2 cm bola z lokality odvezená a zhodnotená biodegradáciou na dekontaminačnej ploche.

Celkove bolo z lokality odvezených 865,5 t kontaminovaných zemín.

Pri priemernej koncentrácii pre NEL-IR = 20 221 mg/kg a pre ukazovateľ $C_{10}-C_{40}$ = 14 639 mg/kg bola z lokality odvezená kontaminácia, ktorá sa dá vyjadriť ako 17,5 t RL stanovených ako NEL-IR, alebo 14,6 t RL stanovených ako $C_{10}-C_{40}$.

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)



2. sanácia zemín *in situ* na ploche 1 710 m²

- odvrtnie sanačných vrtov (6 ks), respiračných vrtov (5 ks), aplikačných vrtov (4ks)
- **sanácia zemín premývaním s použitím tenzidov.** Postup je podobný ako u premývania vodou, iba s tým rozdielom, že voda používaná na premývanie je doplnená o technické, alebo prírodné tenzidy (povrchovo aktívne látky). Aplikácia: vsádkovým spôsobom cez vrty, jednoduchým rozstrekom na terén, neskôr vybudované zasakovacie rýhy permanentne naplnené vodou a časť vody rozstrekovaná na terén.
- **sanácia zemín *in situ* bioventingom.** Do pásma prevzdušnenia je privádzaný prúd vzduchu zatláčaním. Mikroorganizmom je tak vytvorené prostredie, ktoré vyhovuje ich životným podmienkam. Mikroorganizmy sa množia a k stavbe svojich tiel využívajú aj C obsiahnutý v ropných látkach. Pre povzbudenie ich činnosti sa do horninového prostredia dodávajú živiny, roztoky pripravené na báze priemyselných hnojív. Aplikácia nutrientov bola uskutočňovaná vsádkovým spôsobom cez vrty, neskôr cez zasakovacie rýhy.

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)



3. sanácia podzemných vôd in situ

- sanácia podzemnej vody čerpaním a čistením

Znečistená podzemná voda bola čerpaná a po vyčistení vypúšťaná späť do horninového prostredia. V prvej fáze sanácie bola podzemná voda odčerpávaná z hydrogeologických vrtov. Po vybudovaní drénov bola podzemná voda čerpaná prioritne z drénov a doplnkovo z hydrogeologických vrtov. Čistenie čerpanej vody bolo uskutočňované na technologickej linke, ktorá pozostávala z lapolu (zachytávanie prípadnej voľnej fázy a hrubých nečistôt), GSO (gravitačne - sorpčného odlučovača) a stripovacej veže (oddeľovanie prchavých látok).

- sanácia podzemnej vody in situ oxidáciou

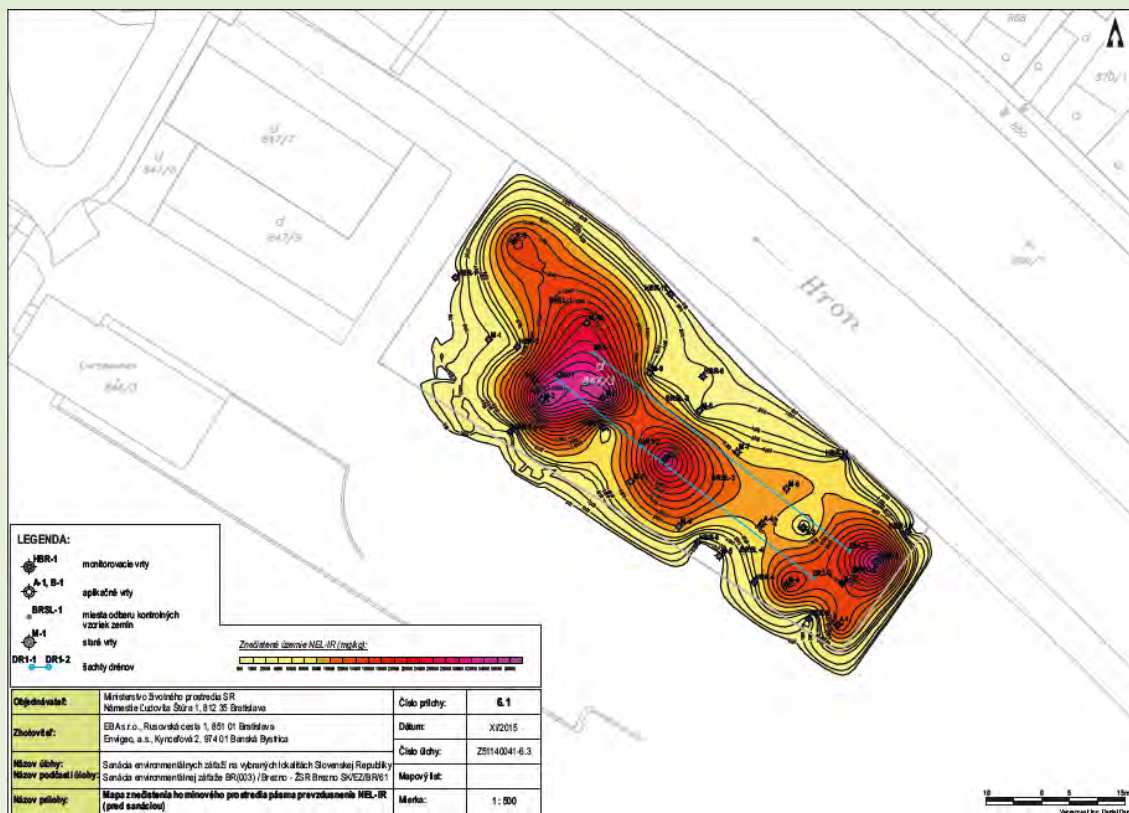
a) **airsparging** - sanačná technológia, ktorou sa dosiahne zníženie koncentrácií prchavých zložiek ropných uhľovodíkov rozpustených v podzemnej vode, alebo nasorbovaných na pevné častice. Technológia je založená na vháňaní vzduchu prostredníctvom prevzdušňovacích vrtov do kontaminovaného pásma nasýtenia, čím sa umožní fázový transfer kontaminantu z rozpustenej fázy do plynnej fázy.

b) **chemická oxidácia** - sanačná technológia, pri ktorej sa do znečisteného pásma nasýtenia dodáva silný oxidant, spravidla vo forme vodného roztoku, aby v dôsledku chemických interakcií nastala deštrukcia kontaminujúcich látok rozpustených v podzemnej vode. Oxidanty sa do znečistenej oblasti dodávali prostredníctvom injekčných vrtov, resp. drénov. Ako oxidačné činidlo bol použitý peroxid vodíka.

Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

VÝSLEDKY SANÁCIE

Znečistenie horninového prostredia v pásme prevzdušnenia NEL-IR pred sanáciou



Znečistenie horninového prostredia v pásme prevzdušnenia NEL-IR po sanácii



Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

VÝSLEDKY SANÁCIE

Znečistenie horninového prostredia v pásme nasýtenia
NEL-IR pred sanáciou



Znečistenie horninového prostredia v pásme nasýtenia
NEL-IR po sanácii



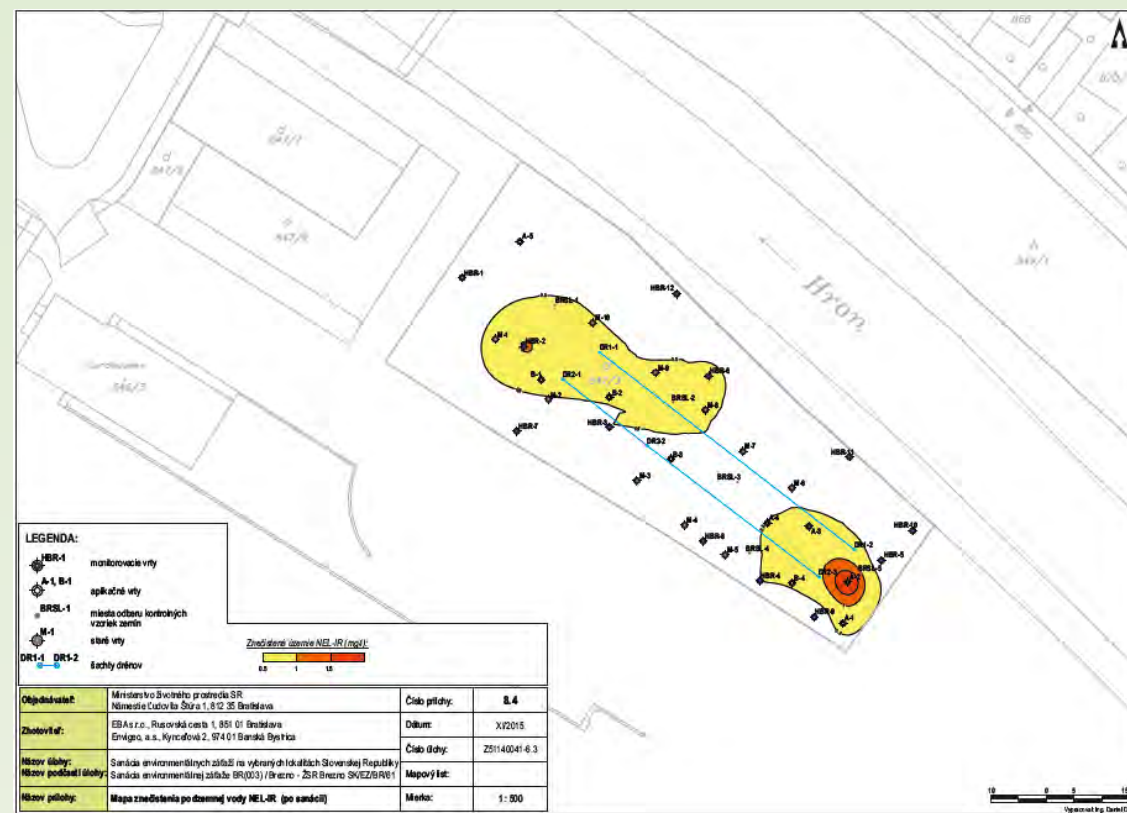
Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

VÝSLEDKY SANÁCIE

Znečistenie podzemnej vody NEL-IR pred sanáciou



Znečistenie podzemnej vody NEL-IR po sanácii



Environmentálna záťaž BR (003) / BREZNO – ŽSR BREZNO (SK/EZ/BR/61)

VÝSLEDKY SANÁCIE

1. sanačnými prácami bola **dosiahnutá sanačná hodnota pre zeminy**
 - maximálna koncentrácia NEL-IR v pásme nasýtenia bola znížená o 93%, v pásme prevzdušnenia o 90%
 - priemerná koncentrácia NEL-IR v pásme nasýtenia bola znížená o 83%, v pásme prevzdušnenia o 80%
2. sanačnými prácami bola **dosiahnutá sanačná hodnota pre podzemné vody**
3. posanačnou aktualizovanou analýzou rizika bolo preukázané, že :
 - na lokalite **nie je environmentálne riziko** zo znečistenia zemín v kontaktnej (biologickej) zóne,
 - v hodnotenom území **nie je riziko šírenia sa znečistenia** ropných látok
 - na lokalite **nie je riziko znečisťovania povrchovej vody** infiltráciou znečistenej podzemnej vody
 - na lokalite **nie je riziko ohrozenia zdravia ľudí.**

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)



Východiskový stav

Environmentálna záťaž vznikla ako dôsledok dlhodobej banskej činnosti; baníctvo bolo v tejto oblasti rozvinuté najmä v období 14. – 19. storočia. Išlo predovšetkým o ťažbu medi, neskôr v menšej miere o ťažbu železa (Co, Ni, Ag). Súčasný stav opusteného ložiska reprezentujú rozsiahle haldy lokalizované na pomerne strmých svahoch, ktoré predstavujú priestor na infiltráciu zrážok. V priestore EZ sa nachádza aj väčší počet banských diel. Zvetrávanie primárnej mineralizácie na haldách, ako aj rozklad sekundárnych minerálov vplyvom zrážok spôsobuje kontamináciu povrchových a podzemných vôd.

Prioritnými znečisťujúcimi látkami sú Cu a Fe, prípadne širšia asociácia prvkov s nižšou prioritou: As, Sb, Zn, Cd, vrátane mierne kyslej reakcie vôd (pH).

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)



GEOLOGICKÝ PRIESKUM – METODIKA

- Nevystrojené sondy: 28 ks do hĺbky 17 m
- Vystrojené hydrogeologické vrty: 27 ks do hĺbky 20 m
- Odbery a analýzy vzoriek zemín: 240 ks
- Odbery a analýzy vzoriek podzemných vôd: 90 ks
- Odbery vzoriek povrchovej vody: 20ks
- Terénne merania
- Geodetické zameranie vrtov
- Hydrodynamické skúšky
- Vypracovanie čiastkovej záverečnej správy s AAR

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

GEOLOGICKÝ PRIESKUM – VÝSLEDKY

- haldový materiál obsahuje najmä vysoké koncentrácie medi (10 až 40 x prekračujúce IT hodnotu, priemerná koncentrácia je 4 589 mg/kg), v menšej miere aj arzén, ojediniele ortute v koncentráciách len nad ID hodnotu.
- zeminy (horninové prostredie v podloží hald) a pôdy obsahujú rovnaké kontaminanty - najmä meď a arzén, koncentrácie sú však podstatne nižšie ako v haldovom materiáli (priemerná koncentrácia v pôdach je 1 617 mg/kg).
- do vodných výluhov z horninového prostredia prechádza meď (vo vysokých koncentráciách – nad IT kritérium pre podzemné vody), menej často ortuť a len veľmi zriedkavo arzén.

ZÁVERY ANALÝZY RIZIKA

- znečistenie Cu a As v horninovom prostredí a pôde predstavuje **environmentálne riziko pre receptory** (organizmy) v biologickej kontaktnej zóne,
- v lokalite nie je identifikované riziko šírenia znečistenia podzemnou vodou pre Cu, ale je **identifikované riziko šírenia sa znečistenia podzemnou vodou pre Al**,
- v lokalite je **závažné riziko pre povrchový tok** vyplývajúce z výtoku drenážnych vôd s vysokými koncentraciami Cu do povrchových vôd – veľkosť tohto rizika (vplyvu drenážnych vôd na povrchové) sa mení v závislosti od hydrologických stavov,
- v lokalite bolo preukázané **riziko karcinogénnych účinkov As na populáciu** pri dermálnom kontakte a náhodnej ingescii zeminy.
- V území je potrebná sanácia podzemnej vody a horninového prostredia vrátane antropogénnej navážky zameraná na elimináciu identifikovaných rizík, alebo organizačné opatrenia, ktoré tieto riziká budú minimalizovať.

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

STANOVENIE CIEĽOVÝCH HODNÔT SANÁCIE

Pre biologickú kontaktnú zónu : cieľ sanácie – *eliminovať riziko pre organizmy v biologickej kontaktnej zóne*

Vysoké koncentrácie sú viazané najmä na haldový materiál, ktorý nie je možné upraviť tak, aby boli cieľové hodnoty (IT kritérium pre obytné zóny) dosiahnuté. Je potrebné rešpektovať skutočnosť, že haldové pole predstavuje prvok s vysokou historickou hodnotou a je významným turistickým cieľom a atraktivitou obce. Vzhľadom na plošný rozsah a objem uloženého odpadu nie je možné vykonať aktívnu sanáciu (izoláciu alebo odťaženie) biologickej kontaktnej zóny .

Pre podzemnú vodu : cieľ sanácie - *eliminovať riziko šírenia znečistenia hliníka*

Vzhľadom na plošný rozsah a skutočnosť, že kontaminácia Al v podzemnej vode nevzniká prostým šírením z nejakého zdroja, ale rozkladom Al minerálov prítomných v prostredí stanovenú cieľovú hodnotu nie je možné dosiahnuť aktívnym a jednorázovým sanačným zásahom a je potrebné riziko eliminovať iným spôsobom. Navrhnutá bola reakčná bariéra zriadená na okraji lokality tak, že do zvodnenej vrstvy bude vložená vrstva dolomitického štrku s cieľom upraviť pH podzemnej vody a znížiť uvoľňovanie Al z horninového prostredia do vody.

Pre povrchovú vodu : cieľ sanácie - *znížiť koncentrácie Cu v povrchovom toku na akceptovateľnú úroveň*

Koncentrácie Cu v povrchovej vode môžu byť znížené len znížením koncentrácií v drenážnej vode ktorá vteká do vody povrchovej. Ako cieľová hodnota bola stanovená koncentrácia Cu = 0,5mg/l, čo zodpovedá koncentrácii prípustnej pre vodu vhodnú na závlahy –najpravdepodobnejší spôsob využívania vody Zeleného potoka. Navrhnutá metóda sanácie zahŕňala vybudovanie tesniacej bariéry s drénom na zachytenie znečistenej podzemnej vody, zachytenie voľného výtoku drenážnej (banskej) vody spod haldy, vybudovanie zberných nádrží so zabudovaným filtrom na znižovanie koncentrácie Cu vo vode.

Pre zdravie ľudí : cieľ sanácie - *eliminovať riziko As pre zdravie ľudí*

Východiskový stav rovnaký ako pre biologickú kontaktnú zónu. Vysoké koncentrácie sú viazané najmä na haldový materiál, ktorý nie je možné za súčasného stavu poznania upraviť tak, aby mohli byť cieľové hodnoty dosiahnuté. Pre elimináciu zdravotných rizík navrhujeme dodržiavať organizačné opatrenia – základným a najefektívnejším opatrením je dodržiavanie už vydaného zákazu kutania v haldách.

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

PRIEBEH SANÁCIE

Skúšobná prevádzka sanácie podzemnej vody

Cementácia

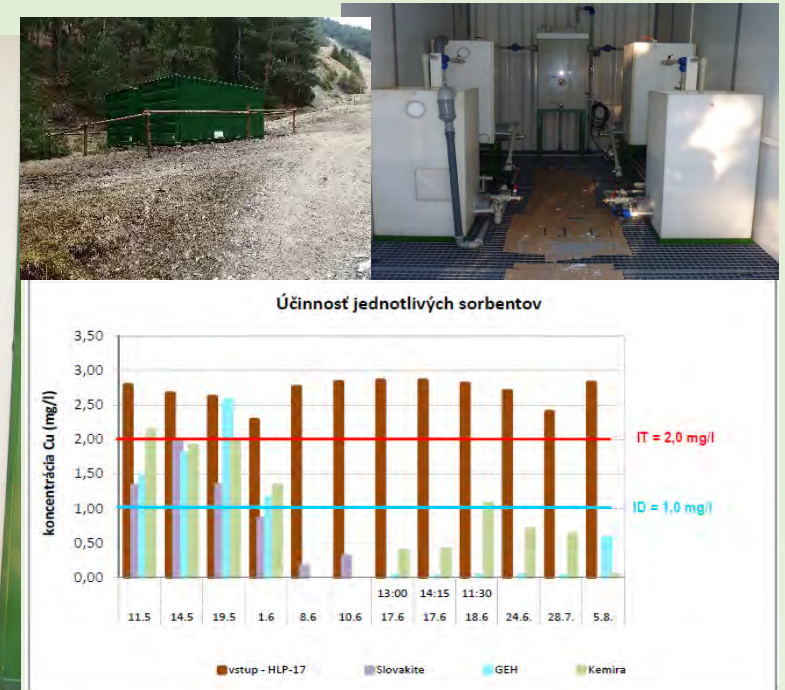
Železné piliny, granulované surové Fe, železný šrot



Krátkodobý účinok, prevláda sorpcia na oxidoch Fe, ktoré sa mechanicky uvoľňujú

Sorpcia

Zeolit, aktívne uhlie, Kemira, GEH (granulované hydroxidy Fe), Slovakite (tepelne a zrnitostne upravená zmes zeolitu, bentonitu, alginitu a dolomitu), polovypálený dolomit (PVD)



Najvhodnejší sorbent do filtračnej vrstvy podzemnej filtračnej bariéry:
Slovakite

Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

PRIEBEH SANÁCIE

Vybudovanie drenážnych prvkov

- *Tri drenážne vetvy* na zachytenie znečistenej podzemnej vody
- *Zberná šachta*, do ktorej sú privedené drenážne rúry a z ktorej je voda odvádzaná do zbernej nádrže
- *Tesniaca bariéra* vo forme ílovej steny
- *Prívodné potrubie*, ktoré privádza vodu z drénov do zbernej nádrže a filtračnej bariéry



Úprava haldy, záchyt prameňa

- *Odťaženie časti haldového materiálu* tak, aby bolo možné zriadiť záchyt výtoku drenážnej vody. Materiál bol priamo na lokalite zhodnotený – vytriedený na frakcie a použitý na terénne úpravy
- *Záchyt výtoku drenážnej vody* – výtok spod haldy, ktorý v suchom období predstavuje hlavný prameň Zeleného potoka.

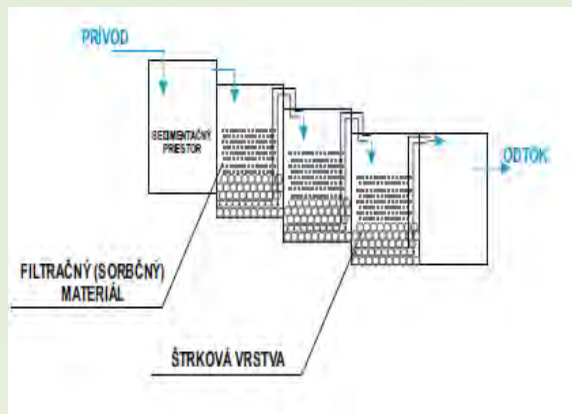


Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

PRIEBEH SANÁCIE

Filtračná bariéra

5 podzemných betónových nádrží s objemom 12 m³ s filtračnou vrstvou zo sorbentu Slovakit a štrku frakcie 8-16 mm. Do nádrží je privádzaná drenážna voda – výtok spod haldy a podzemná voda – vyústenie drénu. Cu je zachytávaná na sorbente, jeho kapacita je navrhnutá tak, aby výmena bola nutná 1 x za 5 rokov.



Reakčná bariéra

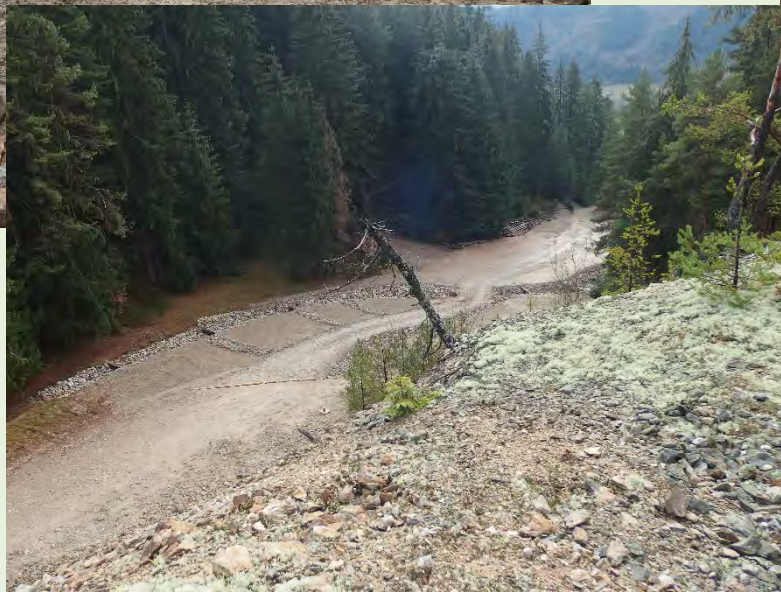
zriadená na okraji lokality tak, že do zvodnenej vrstvy bola vložená vrstva dolomitického štrku s cieľom upraviť pH v podzemnej vode a znížiť uvoľňovanie Al z horninového prostredia do vody.



Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

PRIEBEH SANÁCIE

Úprava koryta toku, konečné úpravy terénu



Environmentálna záťaž BB (012) / Ľubietová - Podlipa (SK/EZ/BB/12)

VÝSLEDKY SANÁCIE

Účinnosť filtračnej bariéry

označenie vzorky	Cu - vstup (mg/l)	označenie vzorky	Cu - výstup (mg/l)
LPD-1/ 08.10. 2015	1,469	F-1	0,058
LPD-1 / 15.10.2015	1,047	F-1	0,161
LPD-1/ 22.10.2015	0,731	F-1	0,045

Vybudovaná trvalá filtračná bariéra plní stanovený cieľ na 100 % – znižuje koncentráciu Cu pred vstupom drenážnej/banskej vody do povrchového toku pod cieľovú hodnotu 0,5 mg.l⁻¹, čo bolo preukázané vo všetkých vzorkách odoberaných na výstupe z filtračnej bariéry. Vykonané sanačné opatrenia zachytávajú – sanujú – podzemnú vodu z celej plochy environmentálnej záťaže.

Výsledky analýzy rizika

Riziká boli sanáciou odstránené :

- v lokalite nedochádza k ďalšiemu šíreniu Cu podzemnou vodou, súčasný stav nepredstavuje riziko šírenia znečistenia podzemnou vodou,
- v lokalite nie je riziko znečisťovania povrchovej vody.

SANÁCIA ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ NA VYBRANÝCH LOKALITÁCH BANSKOBYSTRICKÉHO KRAJA

Parametre projektu

Žiadateľ o nenávratný finančný príspevok:

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky

Operačný program Životné prostredie

Prioritná os 4 – Odpadové hospodárstvo

Opatrenie 4.1 – Odpadové hospodárstvo

Čas realizácie: 3/2013 – 12/2015

Kód výzvy: OPZP-PO4-12-1

Kód ITMS: NFP24140110299

Celkové oprávnené výdavky projektu: 2 743 996,48 EUR

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ.