

LOM HÁJEK – komplexní řešení sanace výsypky kontaminované chlorovanými látkami (zpráva o průběhu výzkumu a přípravě technicko-ekonomické studie)

ANOTACE

Na lokalitě lom Hájek u Karlových Varů byla v šedesátých letech 20. stol. prováděna těžba uranu s doplňkovou těžbou kaolínu, bentonitu a čediče. V blízkosti těžby byla v předpolí lomu založena i výsypka, do které bylo v letech 1966 až 1968 uloženo cca 3000 až 5000 tun balastních izomerů a chlorovaných benzenů z výroby HCH ze Spolany Neratovice. Navezení těchto látek proběhlo v několika etapách, a přesné údaje o množství a místě uložení nejsou v současné době známy. Samotný odval byl založen v pramenné oblasti Ostrovského potoka a v důsledku vlivu vod byl postižen sesuvem. V průběhu času se v důlních vodách vytékajících z výsypky objevily již zmíněné kontaminanty. DIAMO s.p. provádí od roku 1991 hydrologický, klimatologický a hydrochemický monitoring lokality a v současné době probíhá příprava na vypracování technickoekonomické studie, která komplexně řeší možné postupy budoucí sanace. Do 30.6.2016 má vzniknout projekt sanačních prací, který bude předložen ČIŽP a následně realizován.

Protože dílčí opatření zásadním způsobem neovlivnila situaci na lokalitě, bylo přistoupeno ke komplexnímu výzkumu pěti hlavních okruhů, které by mohly situaci na lokalitě významně zlepšit. Jedná se o 1) nalezení nejvhodnějšího způsobu čištění důlní vody vytékající z tělesa výsypky, 2) zpracování návrhu řešícího definitivní stabilitu tělesa výsypky, 3) ověření možného vlivu infiltrace atmosférických srážek do tělesa výsypky na její stabilitu a na kvalitu a množství drenážních vod a navržení technického opatření k zamezení vlivu infiltrace atmosférických srážek, 4) ověření možných přítoků podzemních vod do tělesa výsypky a v případě zjištění přítoků navrhnout technická opatření k jejich eliminaci a 5) ověření místa možného uložení balastních izomerů HCH v tělese výsypky a navrhnout způsob jejich likvidace.

CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

Zájmové území se rozkládá v katastru obcí Hroznětín, Hájek u Ostrova, Bystřice u Hroznětína. Po hospodářsko-správní stránce je území součástí Karlovarského kraje. Předmětem zájmu je výsypka bývalého lomu Hájek, který je situovaný cca 500 m od rekreační osady Velký rybník.

V současné době je většina výsypky zarostlá náletovou vegetací. Na svahu výsypky jsou viditelné povrchové projevy sesouvání především v původní odlučné oblasti sesuvu, kde je v odlučné hraně dobře patrný pokles velikosti až 0,5-1 m.

Západně od lokality cca 500 m se nachází chatová osada Velký rybník a stejnojmenná vodní nádrž, která slouží také jako koupaliště. Směrem jižním a západním obklopují zájmové území lesy s oborou Hájek. Obora Hájek, Lesní závod Horní Blatná s.p., se nachází v prostoru mezi osadou Velký Rybník a obloukem železniční trati Ostrov nad Ohří – Sadov. V

oboře se chová mufloní zvěř a divoká. Oborou protéká Ostrovský potok v délce cca 1200 m, přičemž výtok z drenážního systému výsypky lomu Hájek do Ostrovského potoka je situován v bezprostřední blízkosti oplocení obory. Východním směrem dále po toku Ostrovského potoka se nacházejí rybníky Ostrovské kaskády, které jsou využívány k chovu ryb. Ryby se po výlovu znovu nasazují do dalších chovných rybníků, přičemž délka pobytu v rybníku Horní Štít nepřevyšuje 1 rok.

Severně od výsypky se nachází bývalý povrchový lom Hájek, kde byla ukončena povrchová těžba kaolínu a v současné době je lom částečně zatopený. Severovýchodně od výsypky je situována zatopená lomová jáma. Lomové jezero je neoficiálně využíváno jako koupaliště. Zájmovou lokalitu a její okolí zobrazuje obrázek č. 1.

Dle informací odboru územního plánování MÚ Ostrov nad Ohří se neplánují žádné změny ve využití zájmového území (např. bytová výstavba).

Geologické a hydrogeologické poměry

Vlastní lom Hájek je situován na nejjižnějším okraji hroznětínské pánve tvořené vulkanosedimentární tercierní sérií. Tercierní výplň pánve je tvořena tufitickými horninami, jílovcí, uhelnými jíly a ojediněle proplásky uhlí, písčitymi jíly apod. Výplň pánve o celkové mocnosti cca 30 m nasedá na kaolinizovaný karlovarský žulový masiv. V podloží terciéru se vyskytuje vrstva přeplaveného kaolinu, který vyplňuje fosilní deprese a nasedá na autochtonní kaolinizovanou krustu žulového masivu. Mocnost kaolinizované zóny je kolem 10 m.

Výsypka lomu Hájek leží již těsně za hranou pánve a je uložen na elevaci tvořené žulovým masivem, kterým proniká tercierní bazaltoidní peň. V podloží výsypky se pravděpodobně vyskytují i útržky kaolínové krusty žulového masivu a tercierních sedimentů.

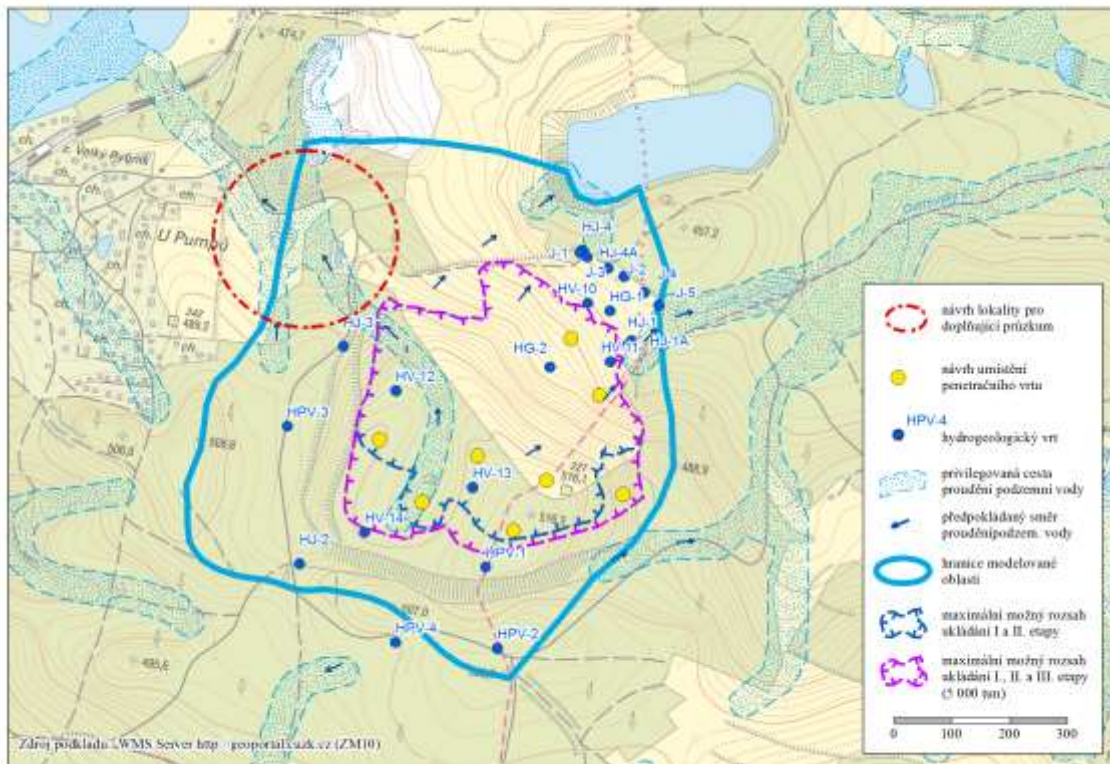
Rozhraní mezi tercierními sedimenty a žulovým masivem probíhá mezi okrajem výsypky a hranou jámy lomu. Přesná lokalizace rozhraní mezi žulovým masivem a tercierními sedimenty byla v severním předpolí výsypky vymapována průzkumnými vrty v roce 1994. Vrty zastihly víceméně rovnoměrně upadající skalní navětralé podloží ve směru řady vrtů J-5 až HJ-4.

Kaolín byl na ložisku zjištěn společně s bentonitem v průběhu skrývkových prací na uranové zrudnění v roce 1968 a od 20. listopadu téhož roku také společně těžen. Bentonitová surovina byla na tomto ložisku zastížena v roce 1968 v podloží čediče a tvořila mezivrstvu mezi ním, radioaktivní surovinou a kaolínem. Bentonit byl nevhodně odklizen na deponie, hlavně zpočátku po jeho nález. Bentonitový horizont je většinou v současné době zcela odtěžen, jen v okrajových částech lomu lze nalézt jeho zbytky jako žlutohnědé až zelené polohy mezi vulkanity a kaolínem. Vlastní těžba suroviny byla prováděna od poloviny roku 1969, tj. v období, kdy již asi polovina zásob byla neselektivně odtěžena na deponii. K 1.1 1971 zde bylo vytěženo na 50 000 t k použití ve slévárně a výplachové technice. K 1.1 1972 byla ukončena těžba U-zrudnění a cca 120 000 t bentonitu z deponií bylo předáno Keramickým závodům Most n. p. spolu s předúpravňovanou infiltrační rudou v Hroznětíně. Hlavní výskyt bentonitu na ložisku byl v oblasti Hájek – sever.

Uranové zrudnění: důvodem k zahájení těžby na tomto ložisku byl výskyt tercierního U-zrudnění. Geneticky se jedná o infiltrační exo-endogenní ložisko, které vzniklo změnou fyzikálně - chemických faktorů (tlaku, pH či Eh prostředí) či vzájemnou reakcí mezi roztokem a horninou apod. Ložiskový horizont s koncentrací uranového zrudnění lze považovat za ekvivalent sloje mezilehlé. Samotné zrudnění (chudé) bylo vázáno na šedé vrstvy s

organickou příměsí a dělilo se uměle do 4 souvrství. Vzhledem k nedostatku informací (např. o zásobách, kovnatosti), které bylo způsobeno utajením a skartováním údajů za socialismu, lze uvést, že těžba U a čediče byla ukončena k 15. 11. 1971. Čedič byl dobýván spolu s radioaktivní surovinou také z toho důvodu, že lávový příkrov tvořil velkou část nadloží rudních poloh.

V lomu bylo vytěženo 202,7 t uranu, 846 458 m³ čediče, 243 617 m³ kaolínu a 5 325 m³ bentonitu.



Obr. 1: Přehledná situace lokality s doprovodnými informacemi.

V zájmovém území jsou vyvinuty tři zvodnělé kolektory. První kolektor je vázaný na litologicky různorodé tercierní horniny pánevní výplně. Jako celek lze hodnotit tuto litostratigrafickou jednotku jako málo propustnou (vlivem převahy tufitických a jílovitých hornin). Propustnější jsou pouze lokálně vyvinuté písčité a uhelné polohy. Tento kolektor je dotován především infiltrací srážkových vod a menší měrou i přetékáním ze spodního kolektoru. K odvodňování dochází prostřednictvím skrytých i zjevných pramenních vývěřů do místních rybníků a vodotečí.

Druhý kolektor je vázán na rozpukané a tektonicky porušené zóny žulového masivu. Vzhledem k intenzivní tektonické expozici oblasti je zájmové území velmi hustě porušeno zlomovými strukturami několika směrů a několika zlomovými systémy. Hydrogeologická funkce zlomů a puklin ve svrchních partiích žulového masivu je výrazně pozměněna procesem kaolinizace. Tento kolektor je dotován z převážné míry vodami z JZZ svahů Krušných Hor. K odvodnění dochází pramenními vývěřmi na tektonických liniích. Hlavní charakteristika žulového kolektoru je jeho výrazná nehomogenita a anizotropie s variacemi propustnosti na úrovni několika řádů (t.j. pro poruchové systémy).

Z regionálního hlediska jsou oba tyto kolektory od sebe hydraulicky odděleny polohou kaolínu, která vytváří pro žulový kolektor artézský strop. Třetí kolektor se vytváří v kvartérních sedimentech a ve výsypkách. Zde patrně existuje kvartérní kolektor na méně propustném kaolinizovaném nebo terciérním prostředí, případně je možná i existence kolektoru souvisejícího s existencí sesuvného území, tj. horizont existující uvnitř smykové plochy.

Podzemní voda z karlovarského žulového masivu a prosakující srážková voda jsou s velkou pravděpodobností majoritní příčiny transportu polutantů v podzemním prostoru výsypky. Totéž je možné konstatovat s velkou pravděpodobností i o příčině sesuvných jevů, i když v tomto případě může být příčinou výskyt podzemní vody v mělkém kolektoru. Existence klasických sesuvných jevů nebyla ale v ostatních částech výsypky registrována.

Podle výsledků průzkumných prací provedených v roce 1994 a dříve má hladina podzemní vody ve skalním podloží spád ve směru na SV a je tedy drénována nejen lokálně vodotečí pod výsypkou (Ostrovský potok), ale i zbytkovou jámou lomu Hájek. Vzájemný hydraulický vztah mělké vody ve výsypce převážně srážkového původu a podzemní vody vyvěrající ze skalního podloží není doposud s ohledem na rozložení průzkumných děl podrobně znám.

RIZIKA A DÍLČÍ ŘEŠENÍ

PROBLEMATIKA ULOŽENÍ ODPADŮ

Do výsypky lomu Hájek bylo v letech 1966 až 1968 uloženo kolem 3000 až 5000 tun balastních izomerů a chlorovaných benzenů (CB) z výroby lindanu (g-HCH) ve Spolaně Neratovice. Odpad byl bez zabezpečení uložen do několika míst výsypky, převážně po jeho obvodu. Tyto látky byly naváženy do různých míst výsypky v kovových sudech, papírových obalech nebo volně ložené. Přesná místa uložení odpadů nejsou známa. V roce 1977 došlo k sesuvu a k obnažení uloženého chemického odpadu. Sesuv byl sanován zřízením přitěžovací lavice ze sypané kameniny, do které byl zabudován drenážní systém sestávající z trubních drénů v přitěžovací lavici. Od ledna 1989 jsou dokumentovány koncentrace izomerů HCH a chlorovaných benzenů na výtok z drenážního systému a od té doby je výsypka (t.j. jeho sesuvná část) víceméně systematicky monitorován. Vzorkováním vrtů zhotovených v roce 1994 (J-1 až J-5) bylo zjištěno, že kontaminace podzemní vody organickými látkami již překročila konturu výsypky a šíří se převážně k zatopenému lomu Hájek. Od roku 1991 je v zájmovém území prováděn hydrologický, klimatologický a hydrochemický monitoring výsypky lomu Hájek společností AQUATEST a.s.

Dle archivně dohledaných údajů ze Spolany (dopis Spolany č.j. 942/15/Ing. Ko/B1/9B ze dne 2.4.1990, viz Kučera, Dusílek, AQUATEST, AR Spolana Neratovice, 1999) bylo v období let 1966-1967 odvezeno celkem 3 450 tun balastních izomerů HCH. Původcem odpadu byl bývalý n.p. Spolana Neratovice.

Dle dostupných pouze ústních informací se odpad do předmětné lokality dovážel (především v noci) a deponoval chaoticky a prakticky chybí informace o tom, kde se ve zmiňovaných (uváděno celkem cca 8 miliónech metrů kubických zeminy - odhad cca 14 400 000 tun nachází „zdroj kontaminace“, Jech, osobní sdělení). Je třeba si dále uvědomit, že při dokumentovaném plošném sesuvu území (cca 1-2 milióny m³) mohlo navíc dojít i k těžko odhadnutelnému převrstvení (popřípadě promíchání) uložených odpadů s „haldovinou“.

V polovině roku 1999 byla zahájena 1. etapa sanace výsypky lomu Hájek (alternativa kontejmentu) podle zpracované dokumentace firmou Interprojekt - Odpady, Praha. Podle projektové dokumentace jsou sanační práce rozfázovány do dvou etap takto:

1. etapa

Náplní první etapy bylo zřízení těsnícího a krycího prvku nad plochou sesuvu (položení bentonitu o tloušťce 0,3 m, jehož kryt bude tvořen haldovinou o tloušťce 0,45 m). Funkčnost utěsnění byla ověřována monitoringem chemismu a hydrologických charakteristik výsypky. Biologická rekultivace technicky rekultivované plochy byla součástí biologické rekultivace celého těžebního prostoru Hájek, včetně území po těžbě kaolinu. Součástí první etapy bylo i dopravní řešení a vytvoření ochranného svodného příkopu nad zátrhovou linií sesuvu. Tato etapa sanačních prací byla zahájena v roce 1999 a byla ukončena v roce 2002.

2. etapa

Druhá etapa měla být realizována v případě, že monitoring potvrdí nedostatečnou účinnost opatření etapy první, tj. že zabránění infiltrace na ploše sesuvu nesníží dostatečně vyplavování kontaminantů. Projekt 2. etapy sanace předpokládal, že vyplavování kontaminantů je způsobeno dotací puklinové vody z žulového masivu.

V souladu s požadavkem ČIŽP Ústí nad Labem ze dne 19.5.2005 byla před případnou realizací 2. etapy sanace zpracována v roce 2009 aktualizace analýzy rizik. Aktualizovaná analýza rizik potvrdila další šíření kontaminace povrchovými i podzemní vodami a bylo doporučeno pokračovat dále v I. etapě sanace a zároveň zpracovat technicko-ekonomickou studii další etapy sanace.

MONITORING LOKALITY

V souladu s rozhodnutím ČIŽP OI Pízeň (č.j. ČIŽP/431OOV/091989.003/10ZHL) ze dne 16.4.2010 a nabídkovým projektem byl stanoven rozsah monitoringu následovně:

A) Hydrologický a klimatologický monitoring

1. měření denních srážkových úhrnů ve srážkoměrné stanici situované v obci Hroznětín,
2. kontinuální provoz a údržba automatické stanice Fiedler M4016 (do roku 2005 limnigraf) na Ostrovském potoce při jeho výtoku z prostoru odvalu Hájek, s tlakovým čidlem pro měření vodních stavů
3. hydrometrická měření (hydrometrování – metoda rychlostního pole) pro kontrolu a korekci měrné křivky průtoků v profilu této vodoměrné stanice, za nižších průtoků měření objemovou metodou (nádoba 18,5 l)
4. měření vydatnosti soustředěného výtoku z drenážního systému skládky objemovou metodou s četností 6x ročně
5. záměry hladin podzemní vody v 10 vrtech, rovněž s četností 6x ročně.

B) Hydrochemický monitoring (stanovení hodnot isomerů hexachlorcyklohexanu a chlorovaných derivátů benzenu)

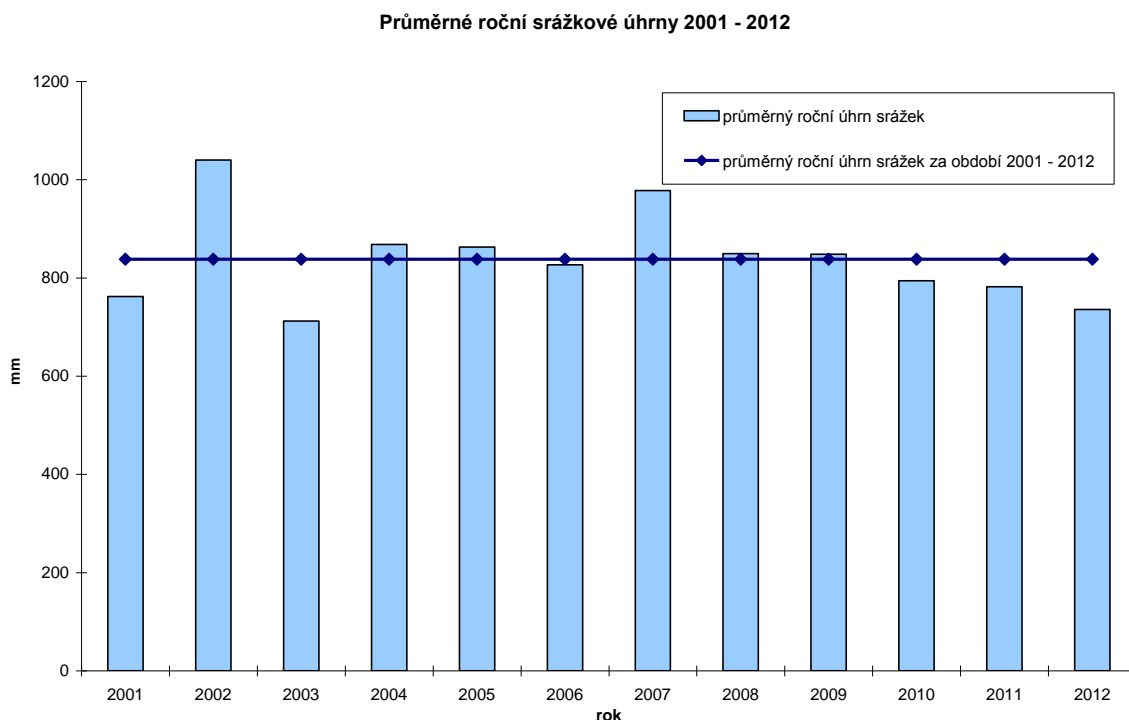
- ☞ monitoring bodu č. 11 - limnigrafická stanice (celkový povrchový odtok z oblasti výsypky) s četností 4x ročně
- ☞ monitoring 9 hydrogeologických vrtů (HJ-1, HJ-1A, HJ-3, HJ-4, HJ-4A, J-2, J-3, J-4, J-5) ročně 1x
- ☞ monitoring vyústění povrchového drenážního příkopu do prostoru nad zatopeným lomem - bod č. 16 a do sedimentační jímky – bod č. 17 v období atm. srážek 1x ročně
- ☞ monitoring 2 profilů na Ostrovském potoce (před zaústěním přítoku ze Ztraceného rybníka - bod.č.12 a při vtoku do rybníka Horní Štít-bod č.13). Souběžně s odběrem vzorku vody bude odebrán i vzorek sedimentu ve stejném profilu. 1x ročně
- ☞ monitoring 1 profilu Zatopený lom (bod č.15) - na výtoku do vodoteče 1x ročně
- ☞ analýzy jedlého podílu svaloviny 2 ryb konzumní velikosti odchycených v rybnících Ostrovské kaskády, přičemž 1 ryba bude odchycena v rybníku Horní Štít. 1x ročně

C) Geotechnické sledování odvalu (*sesuvu*)

1. Monitoring 3vrtů (1xHGv, 2x INKv), 5x EXT

Výsledky hydrologického monitoringu

Atmosférické srážky



Obr. 2: Porovnání ročních srážkových úhrnů za jednotlivé hydrologické roky s průměrným ročním srážkovým úhrnem za celé období po sanaci (2001 – 2012)

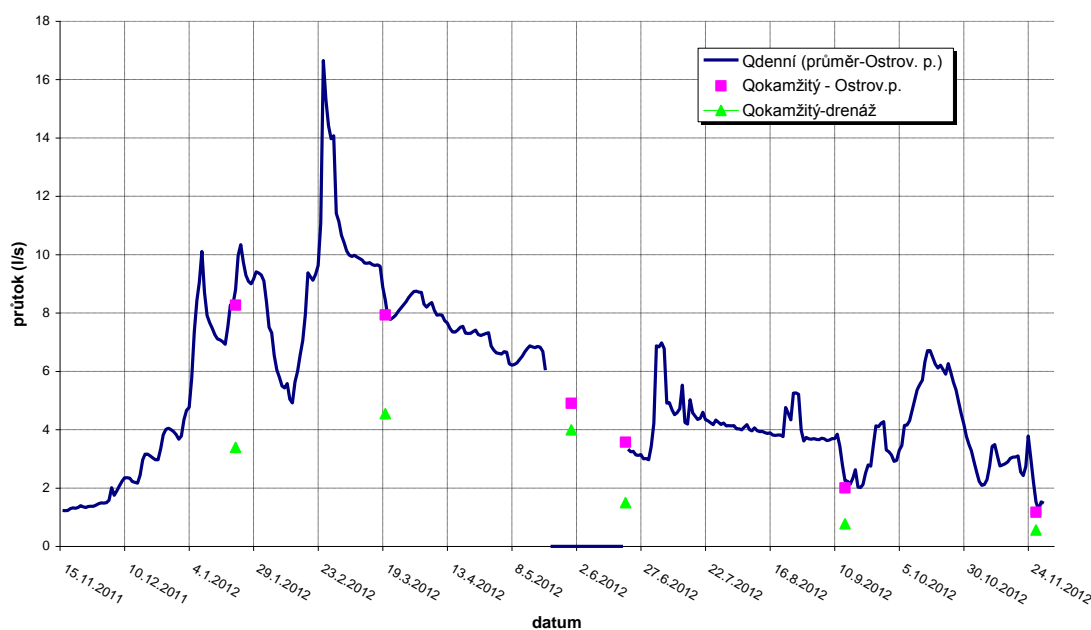
Při posuzování srážkových poměrů byly použity denní úhrny srážek ze srážkoměrné stanice umístěné cca 2,5 km severozápadně od odvalu Hájek v obci Hroznětín. Využitelnost takto

změřených srážkových úhrnů pro zájmové území, potvrdila i korelace s daty ze stanice ČHMÚ- Nejde (vzdálené 12 km sz), provedená v roce 2005.

Celkový odtok

Výsledný celkový povrchový odtok je vyhodnocován na základě hodnot ze závěrového profilu pramenné oblasti Ostrovského potoka v lokalitě odvalu Hájek. Tento profil víceméně reprezentuje celkový odtok z povodí o orografické rozloze 0,498 km². Nutno však zohlednit fakt, že v rámci sanačních prací došlo k terénním úpravám orografického povodí (částečné odvedení povrchového odtoku mimo závěrový profil). Tento fakt není sice zásadní pro dlouhodobé vyhodnocení srážko-odtokových poměrů, ale z pohledu krátkodobých časových intervalů by mohl být významný. Jedná se zejména o období krátkých, intenzivních srážek, či tání sněhu, kdy může jít odhadem o 10 – 20 % celkového odtoku.

Od roku 2005 jsou vodní stavy zaznamenávány automatickou elektronickou stanicí Fiedler-Mágr M41016 zaznamenávající vodní stavy v 15 minutovém intervalu (nahradila klasický mechanický limnigraf umístěný v roce 1993). V období hydrologického roku 2009 až do května roku 2010 byla z důvodu přerušení monitoringu stanice mimo provoz. Poté byl její provoz opět obnoven.



Obr. 3: Průtoky Ostrovského potoka pod výsypkou Hájek a okamžité průtoky drenáže v roce 2012

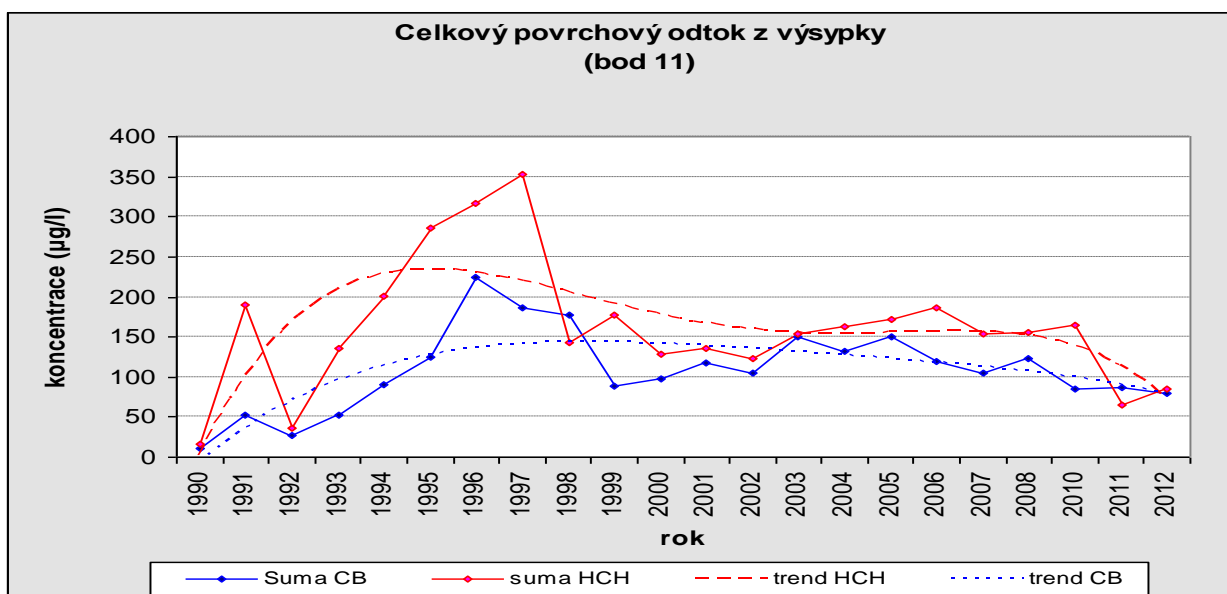
Dle zpřesněných výsledků, získaných v průběhu roku 2013, vytékají z výsyvky vody v objemu od 1 do 6 l/s. Krátkodobě může jít o hodnoty vyšší.

Hydrochemický monitoring

Hydrochemický monitoring výsyvky a jeho širšího okolí navázal na měření provedená v letech 1990 až 2008 a provedenou aktualizovanou analýzou rizik v roce 2009. Analýzou

nově získaných údajů a jejich porovnáním s obdobím monitoringu (1990 až 2008) lze konstatovat následující skutečnosti:

Dlouhodobým monitoringem povrchové a podzemní vody byly zjištěny nejvyšší naměřené koncentrace polutantů HCH a CB v profilu limnigrafické stanice Ostrovského potoka (měřicí bod č.11). V následujícím grafu je uveden vývoj koncentrací polutantů v tomto bodu. V roce 2009 nebyly koncentrace měřeny a od roku 2010 jsou měřeny koncentrace se sníženou četností (4x/rok). V souladu s NV 61/2003 Sb. suma HCH zahrnuje od roku 2007 součet izomerů a-HCH, b-HCH, g-HCH a d-HCH.



Obr. 4: Průměrné celoroční koncentrace sumy CB a sumy HCH v letech 1990 až 2012 – celkový povrchový odtok z výsyvky (bod 11)

Ve srovnání s obdobím před sanací (1991 až 1998) sumární hodnoty koncentrací CB a HCH vykazují stále sestupný trend.

Dlouhodobým monitoringem podzemní vody byly zjištěny nejvyšší koncentrace ve vrtech HJ-1 a HJ-1A, které jsou situovány v blízkosti místa identifikovaného předchozími průzkumnými pracemi jako zdroj intenzivní kontaminace. V roce 2012 koncentrace sumy CB a HCH mírně vzrostly s výjimkou HCH ve vrtu HJ-1A, kde hodnoty poklesly. Od roku 2010 jsou koncentrace CB a HCH měřeny 1x/rok.

Ve vzorcích podzemní vody z monitorovacích vrtů řady J vyhloubených v roce 1994 podél paty přítěživací lavice jsou stále nacházeny jednotky $\mu\text{g.l}^{-1}$ (sumární koncentrace) chlorovaných organických polutantů.

Souběžně s odběrem vzorků vody Ostrovského potoka byly odebírány také vzorky sedimentů z koryta potoka. Koncentrace CB v sedimentech Ostrovského potoka byly pod hodnotami mezí detekce a koncentrace HCH se pohybují v setinách až desetínách mg/kg sušiny.

Závěry z dosavadního monitoringu lokality

Souborně lze výsledky monitoringu výsypky lomu Hájek shrnout následujícím způsobem:

Ve srovnání s obdobím před sanací (1991 až 1998) sumární hodnoty koncentrací CB a HCH celkového odtoku z výsypky Hájek vykazují stále sestupný trend v profilu limnigrafické stanice (bod č. 11).

Porovnáním průměrných koncentrací polutantů s právními předpisy a Metodickým pokynem MŽP- Indikátory znečištění z roku 2012 je možno konstatovat:

- V podzemní vodě je patrné výrazné překračování indikátoru znečištění pro alfa hexachlorcyklohexan (HCH) ve všech vrtech a beta HCH ve všech vrtech s výjimkou vrtu HJ-4. Koncentrace chlorbenzenů nepřekročily indikátory znečištění.
- Koncentrace CB a HCH v povrchové vodě Ostrovského potoka překračují normy environmentální kvality pro sumu HCH a g-HCH (lindan) dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění.
- Koncentrace CB a HCH v sedimentech Ostrovského potoka v roce 2012 nepřekračují normy environmentální kvality dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění.
- V souladu s nabídkovým projektem byly v roce 2012 provedeny analýzy ryb odchycených v rybníku Horní Štít. Všechny zjištěné hodnoty koncentrací CB a HCH byly pod mezí detekce.



KOMPLEXNÍ SANACE (příprava technickoekonomické studie)

Zpracování technicko – ekonomické studie a projektu sanačních prací z rozhodnutí ČIŽP je rozděleno do následujících etap:

I. etapa technicko - ekonomická studie - Zpracování rešerše dostupné literatury české i zahraniční s obdobnou tematikou a provedení revize veškeré dostupné dokumentace a výsledků týkajících se sanace lokality. Připravit předběžný projekt průzkumu a pilotních zkoušek. Zpráva byla předložena v lednu 2011.

II. etapa technicko - ekonomické studie - Realizovat výzkum, doprůzkum a pilotní zkoušky do 31.12.2014.

III. etapa technicko - ekonomické studie - Vypracovat technicko – ekonomickou studii a předložit tuto studii ČIŽP k vyjádření do 31.12.2015. Následně vypracovat projekt sanačních prací a předložit tento projekt ČIŽP k vyjádření do 30.6.2016.

Příprava komplexního řešení situace na lokalitě je zaměřena na řešení pěti hlavních okruhů.

Výstup činnosti 1: Navržení nejvhodnějšího způsobu vyčištění vytékající (drenážní) vody z tělesa výsypky tak, aby byly naplněny limity dle NV č. 61/2003 Sb. v platném znění, včetně likvidace vzniklých produktů (kaly).

Výstup činnosti 2: Ověření doposud naměřené deformace a zpracování návrhu řešícího definitivní stabilitu tělesa výsypky.

Výstup činnosti 3: Ověření možného vlivu infiltrace atmosférických srážek do tělesa výsypky na její stabilitu a na kvalitu a množství drenážních vod. Navržení technických opatření k zamezení vlivu infiltrace atmosférických srážek.

Výstup činnosti 4: Ověření přítoků podzemních vod do tělesa výsypky a v případě zjištění přítoků navržení technických opatření k jejich eliminaci.

Výstup činnosti 5: Ověření místa možného uložení cca 3 500 tun balastních izomerů HCH v tělese výsypky a navržení způsobu jejich likvidace.

Z hlediska rozvrhu plánovaných prací v roce 2013 byly realizovány činnosti v následujícím rozsahu:

1. Čištění drenážních odpadních vod

Laboratorní výzkum provedený TUL Technická univerzita v Liberci) v roce 2013 byl zaměřen na tři možnosti čištění odpadních vod:

1. Použití chemické oxidace. Výzkum zjistil, že aplikace chemické oxidace pro eliminaci znečištění odpadních vod HCH a CB na lokalitě Hájek je neúčinná.

2. Pasivní mokřadní systém. Byly vytipovány dva účinné sorbenty pro použití v pasivním systému – rašelina a aktivní uhlí a stanovena jejich sorpční kapacita. Byla ověřena schopnost nanoželeza účinně odbourávat HCH a CB ve vodě z lokality.

V koncentračním testu byly zjištěny účinné koncentrace, v kinetickém testu rychlost reakce. Kinetický test ověřil poměrně rychlou dobu pasivace materiálu (14 dnů), což ukazuje limitaci použití materiálu v dlouhodobém pasivním systému. Jako součást pasivního systému bude na počátku roku 2014 kolonovými testy ověřena možnost kombinace použití sorpce, makroželeza a biologické degradace.

3. Propustná reakční bariéra. Kolonové testy ověřily velmi dobrou schopnost makroželeza – železných špon z třískového obrábění – odbourávat znečištění vody na lokalitě. Data získaná z kinetického testu poskytují parametry (minimální dobu zdržení a kontaktu) potřebné pro návrh reakční propustné bariéry na lokalitě.

V rámci doprůzkumu v rámci činnosti 1 bylo na lokalitu instalováno kontinuální zařízení pro monitoring vydatnosti výronu vod z odvalu.

2. Zajištění stability tělesa výsypky

V roce 2013 byla stěžejní činností v rámci kapitoly 2 „Zajištění stability tělesa výsypky“ realizace inženýrsko-geologického průzkumu. Inženýrsko-geologický průzkum byl společný pro všechny 3 metody sanace průzkumu. V rámci inženýrsko-geologického průzkumu byl zahájen a z větší části realizován program laboratorních zkoušek. Tyto činnosti směřují k získání informací o charakteru a vlastnostech zemin a hornin ve vlastním tělese odvalu a v jeho podloží.

Další činností v roce 2013 byla realizace monitorovacího systému skládky, který bezprostředně navazoval na inženýrsko-geologický průzkum. Monitorovací systém odvalu poskytne v roce 2014 a v rovněž v roce 2015 informace o aktuálním stavu sesuvného území v tělese odvalu.

Geometrie řešeného problému byla definována jednak inženýrsko-geologickým průzkumem (průběh vrstev) a rovněž geodetickými pracemi na zaměření povrchu odvalu.

3. Zamezení vlivu infiltrace a atmosférických srážek

V roce 2013 zahrnovala tato činnost především vybudování systému měření určeného pro sběr dat. Tento systém zahrnuje sledování meteorologických dat (2 meteorologické stanice), vybudování zařízení pro monitoring průtoků drenážních vod z tělesa odvalu a instalace 7 lysimetrů pro stanovení míry infiltrace srážek do tělesa odvalu. Zároveň byla zahájena měření tohoto systému. Získaná data budou použita v roce 2014 pro zpracování hydrologického modelu lokality.

4. Eliminace vlivu přítoku podzemních vod

Vedle srážkových vod, které vertikálně pronikají do tělesa výsypky, je dle dostupných informací pravděpodobný a předpokládaný nátok podzemních vod do prostoru výsypky.

Jedná se jednak o vody natékající z okolí a zároveň se jedná o vody natékající z podloží. Podíl jednotlivých typů vod v tuto chvíli nelze oddělit. Tyto vody po proniknutí do tělesa výsypky mohou nasycit kontaminanty, které jsou pak vyplavovány mimo zájmový prostor. Tím dochází ke zvětšování množství kontaminovaných vod a k jejich nekontrolovatelnému průsaku mimo sledovanou oblast.

Podrobná analýza této situace byla založena na získání dat:

- ze shromáždění a důkladného prostudování veškerých podkladů, týkajících se lokality,

- z geofyzikálního průzkumu,
- z vrtných pracích,
- z hydrodynamických zkoušek,
- z karotážního měření,
- z monitoringu množství i kvality podzemních vod uvnitř i vně prostoru odvalu.

Na základě podrobné analýzy ze získaných dat byly zahájeny práce na přípravě a tvorbě koncepčního modelu proudění podzemní vody a transportu kontaminantů.

5. Ověření možného uložení HCH a návrh opatření

Pro odpovědné navržení a provedení výzkumných a zejména pak doprůzkumných aktivit bylo nutné provést shromáždění a důkladné prostudování veškerých podkladů, týkajících se lokality. Z těchto důvodů byla provedena rešerše hydrogeologických a geologických poměrů lokality Hájek, studium historických dokumentů, mapových podkladů, zákresů a obchodní korespondence, a to na základě archivních zpráv a podkladů z Archivu DIAMO, s.p., Příbram.

Dále byly zpracovány veškeré dostupné archivní letecké měřičské snímky (LMS) z archivu Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu se sídlem v Dobrušce (VGHMÚř). Také byly zakoupeny snímky z nosiče WorldView-2.

Na základě výsledků geofyzikálních prací a leteckých snímků byla vytipována místa, kde proběhl atmogeochemický průzkum. Metoda atmogeochemického průzkumu je založena na zachycení organických látek uvolněných do půdního vzduchu a na jejich následné analýze.

V roce 2014 budou realizovány a dokončeny činnosti v následujícím rozsahu:

1. Čištění drenážních odpadních vod

V rámci výzkumu na Technické univerzitě Liberec byly v kontextu činnosti 1 zkoumány tři základní postupy možnosti čištění odpadních vod z výronu na patě odvalu Hájek – oxidace, pasivní mokřadní systém a propustná reakční brána. V roce 2014 budou pokračovat kolonové testy, které budou zaměřeny na studium možnosti kombinace sorpce, chemické (abiotické) redukce a anaerobní biodegradace (bioredukce).

V rámci výzkumu na Technické univerzitě v Liberci bylo v průběhu roku 2013 zkoumáno několik variant čištění odpadních vod z výronu na patě odvalu lomu Hájek. Cílem výzkumu byl návrh vhodných sanačních opatření, která by v konkrétních podmínkách zamezila transportu hlavních kontaminantů - izomerů hexachlorcyklohexanu (HCH) a derivátů chlorbenzenu (CB) - obsažených v odvalových vodách do okolního prostředí. Na základě dosažených výsledků z uskutečněných experimentů v laboratorním měřítku a na základě fyzikálně chemických dat, získaných přímo na lokalitě (on site) v roce 2013, byly navrženy 4 alternativy remediačních systémů, které byly v rámci pilotních a poloprovozních zkoušek v první polovině roku 2014 vybudovány na lokalitě. Jedná se o následující typy remediačních systémů:

A - Přírodní mokřad

Přírodní mělká nádrž o rozměrech cca 12 x 4 x 0,5 m s půdním substrátem (hlínou), do které budou nasazeny mokřadní rostliny z lokality (orobinec). Stěny a dno nádrže jsou zatěsněny fólií.

B - Biodegradační nádrž

Přírodní mělká nádrž o rozměrech cca 12 x 4 x 0,5 m se substrátem podporujícím biodegradaci HCH a CB (substrát: drť z kukuřice, obilný šrot a dřevěné štěpky). Stěny a dno nádrže jsou zatěsněny fólií.

PRB - Propustná reakční bariéra

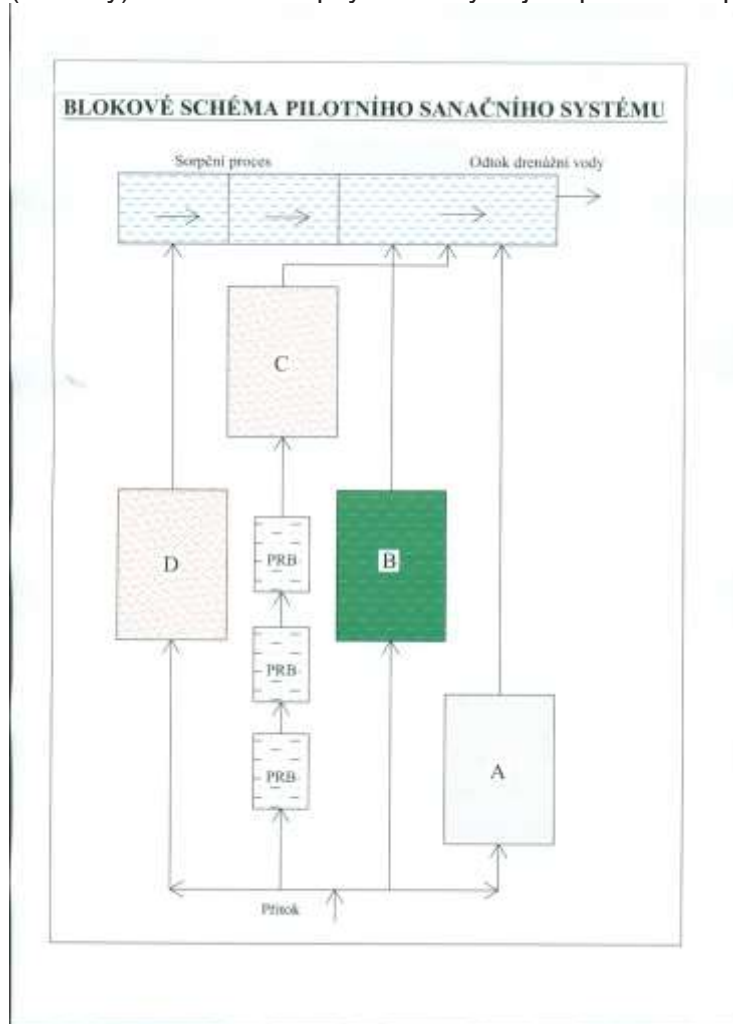
3 v sérii propojené mělké kontejnery (každý cca 4 m³), vyplněné železnými šponami. Kontejnery jsou zatěsněny proti přístupu vzduchu.

Ca D - Sedimentační nádrž

Přírodní mělké nádrže, podélně protékané, o rozměrech 12 x 4 x 0,5 m. Nádrže nejsou vyplněny substrátem a slouží k separaci vysrážených kovů (Fe a Mn). Stěny a dna nádrží jsou zatěsněna fólií.

Stávající betonové koryto odtoku drenážní vody - sorpční proces

Část objemu betonového koryta (začátek) je využit pro umístění sorpčního materiálu (rašeliny) a dřevěné štěpky. Celkový objem použité sorpční směsi cca 8 m³.



Obr. 5: Blokové schéma pilotního sanačního systému

Porovnání jednotlivých čistících systémů s výsledky získanými v laboratoři a jejich účinnost v reálných podmínkách na lokalitě, umožní optimální výběr a nadimenzování systému při finálním řešení dočišťování důlních vod, které budou vytékat z výsypky.

2. Zajištění stability tělesa výsypky

Náplň této činnosti bude v roce 2014 spočívat v dokončení inženýrsko-geologických prací (realizace doplňkových vrtaných sond, sondy dynamické penetrace), finalizaci programu laboratorních zkoušek a zahájení souhrnu geotechnických výpočtů (analýza historického vývoje lokality).

3. Zamezení vlivu infiltrace a atmosférických srážek

Tato činnost bude v roce 2014 spočívat v provedení kontroly minerálního těsnění odvalu a stanovení jeho vlastností (kopané sondy, odběr vzorků, laboratorní zkoušky, vsakovací

zkoušky). Dále bude zpracován úvodní hydrologický model lokality a geotechnické výpočty proudění podzemní vody a jejich vliv na stabilitu odvalu.

4. Eliminace vlivu přítoku podzemních vod V roce 2013 byly v rámci činnosti 4 provedeny terénní práce (geofyzikální průzkum, vrtné práce, hydrodynamické zkoušky, karotážní měření a monitoring vod), jejichž výsledky budou sloužit v roce 2014 pro tvorbu matematického modelu proudění podzemní vody a transportu kontaminantů.

Pro model proudění budou využity i údaje zajištěné v rámci činnosti 3 (detailní monitoring atmosférických srážek a průsakových vod).

Cílem matematického modelu proudění vody na odvalu lomu Hájek bude ověření hydrogeologických podmínek v tělese odvalu a vytvoření proudového pole pro následnou simulaci transportu znečištění.

5. Ověření možného uložení HCH a návrh opatření

V návaznosti na výsledky DPZ (dálkový průzkum Země), zejména ze situace lokality v roce 1967, bylo do míst s předpokládaným výskytem odpadů obsahujících HCH soustředěn přímý průzkum za účelem ověření jejich výskytu v tělese odvalu.

V tělese odvalu bylo provedeno celkem 15 úzkoprofilových sond do hloubky cca 10,8 m. Původní předpoklad byl 8 sond do hloubky 20 m, což se ukázalo technicky neproveditelné. Celková metráž 160 m tak byla splněna. Sondy byly hloubeny pomocí penetrační soupravy HVS-144 s vrtným průměrem 63 mm na jádro ukládané do PVC tubusů (linerů). V jednom případě byl zastiženy kontaminanty a u několika dalších úzkoprofilových sond byl organolepticky zaznamenán zápach. Podrobné laboratorní testy zatím probíhají.

ZÁVĚR

Rokem 2014 budou dokončeny průzkumné a výzkumné práce a během roku 2015 dojde k vypracování technicko – ekonomické studie a následně projektu sanačních prací. Následná realizace je reálná v roce 2017.

V souladu se situací na lokalitě je patrné, že jednoduchá a jednostranná řešení, v minulosti zaviněné neuváženým rozhodnutím, neexistují. Budoucí řešení situace na lokalitě bude jistě nákladné a z důvodu komplikovanosti nemůže být ideální. Přesto je naděje na uspokojivé řešení, které zmírní negativní jevy a napraví současnou situaci.

LITERATURA (výběr)

Aquatest , a.s: **Hroznětín - režimní sledování**, Praha, 1997 – 2013.

Aquatest , a.s: **Technicko-ekonomická studie sanace odvalu lomu Hájek, II. a III. Etapa, Zpráva za rok 2013**, Praha, leden 2014.

Aquatest , a.s: **Projekt pilotních a poloprovozních zkoušek 2014**, Praha, leden 2014.

Aquatest Stavební geologie, a.s: **Projekt monitoringu výsypky lomu Hájek v průběhu a po ukončení 1. etapy sanace**, únor 1997.

Paulin T., Košuličová M., Dusílek P.: **Aktualizovaná analýza rizik výsypky lomu Hájek - sanace výsypky lomu Hájek I. Etapa, varianta B. Závěrečná zpráva**. AQUATEST a.s., Praha, 2009.

Paulin T.: **Hydrologický, klimatický a hydrochemický monitoring 2012. Sanace výsypky lomu Hájek I. Etapa, varianta B. Závěrečná zpráva.** AQUATEST a.s., Praha, 2012.

Novotný J., Pýcha R., Parák J., Bukovský P., Kokeš P.: **Zpracování podkladových materiálů pro sanaci lomu „Hájek“.** Interprojekt odpady, Praha, 1995 (včetně doplňku a