

OPTIMALIZACE SANAČNÍCH PRACÍ V AREÁLU PODNIKU BALAKOM, A.S. OPAVA – KOMÁROV

**Vlastimil Pištěk 1), Miroslav Minařík, Markéta Sotolářová 2), David Ides 3),
Jaroslav Bárta 4)**

1) *INPOST spol. s r.o., Havlíčkova 6, Uherské Hradiště, e-mail: pistek@inpost.cz*

2) *EPS, s.r.o., Hutník 1403, Veselí nad Moravou, e-mail: eps@epsro.cz*

3) *Institut geologického inženýrství, HGF, VŠB – TU O, 17. listopadu 5, Ostrava – Poruba, e-mail: david.ides@vsb.cz*

4) *G Impuls Praha spol. s r.o., Přístavní 24, Praha 7, e-mail: post@gimpuls.cz*

1 Úvod

Na pozemku společnosti Balakom, a.s. proběhla v minulých letech sanace horninového prostředí a podzemních vod kontaminovaných organickými polutanty – ředidly používanými při výrobě barev. Do roku 2003 bylo odstraněno více než 76 tisíc litrů volné fáze RU.

Prakticky náhodně byl na lokalitě zjištěn další zdroj znečištění, který se do té doby žádným způsobem neprojevoval ani v nejbližších monitorovacích objektech a sanační práce bylo nutné prodloužit. Vzhledem k problematickým hydrogeologickým poměrům lokality nebylo možno zdroj znečištění exaktně lokalizovat a přesně tak vymezit kontaminační mrak. Kontaminace sanované lokality byla způsobena netěsnostmi na podzemním přivaděči surovin do areálu podniku Balakom, drobnými úkapy a úniky při manipulaci a skladování surovin. Kontaminant má hustotu menší než voda, vyskytuje se na hladině podzemní vody. Při napjaté hladině podzemní vody se zpravidla transportují do hydrogeologických pastí ve stropu kolektoru, kde se sekundárně akumulují. Během sanačních prací v roce 2004 bylo zjištěno, že množství sesbírané volné fáze RU výrazně překročilo celkové předpokládané množství volné fáze RU. Aby byla objasněna příčina této nové skutečnosti, byl v zájmovém prostoru realizován doprůzkum další práce, jejichž dalším cílem bylo aktuálně a detailně lokalizovat rozšíření kontaminačního mraku, výskytu volné fáze RU, optimalizovat sanační čerpání a zvýšit účinnost čistících jednotek.

2 Geologické a hydrogeologické poměry oblasti

Geologická stavba zájmové lokality se odráží velmi výrazně na geomorfologii povrchu. Kvartérní sedimenty jsou reprezentované 6 – 7 m mocným souvrstvím glaciálu, překrytých povodňovými a sprašovými hlínami o mocnosti cca 3 m. Z hydrogeologického hlediska má na lokalitě význam geohydrodynamická struktura kvartérních sedimentů údolní nivy Opavy a případné reliktové vyšších teras či glaciálu, s intenzivní vodní výměnou se zemským povrchem. Základním typem jsou průlinové kolektory s volnou až mírně napjatou hladinou a zavěšené zvodně v místech navážek. Podzemní voda v přírodním kolektoru terasových sedimentů tvoří zvodně s napjatou hladinou. Tento kolektor je v přímém propojení s řekou Opavou, která tvoří její místní odvodňovací bázi. Báze kolektoru je lokalizovaná na úrovni cca 11 m pod povrchem.

3 Realizované sanační práce

Kontaminovaná podzemní voda je čerpána ze třech sanačních vrtů tkz. spodními čerpadly o jednotlivém výkonu cca 2 l/s, které vytváří depresní kužel zabraňující šíření kontaminace. Z hladiny podzemní vody je odčerpávána volná fáze RU. Odčerpávaná kontaminovaná voda prochází přes gravitační odlučovač do stripovacích kolon, kde je zbytková kontaminace zachycena a vyčištěná voda následně vypouštěna do místní vodoteče. Kontaminované vzdušiny ze stripovací kolony jsou dočišťovány na filtrech s náplní aktivního uhlí.

4 Strop kolektoru

Již od počátku sanačních prací, kdy bylo sesbíráno výrazně vyšší množství volné fáze NEL než projekt předpokládal, existovala domněnka o přítomnosti hydrogeologické pasti ve stropu kolektoru, kde se mohla např. sekundárně akumulovat volná fáze RU. Proto bylo přistoupeno k aktuálnímu doprůzkumu zájmového prostoru, jehož cílem bylo stanovit aktuální a reálný rozsah kontaminačního mraku a výskyt volné fáze RU na hladině podzemní vody a také vymapovat strop kolektoru. Za tímto

účelem byly realizovány průzkumné nevystrojené jádrové sondy a proveden geofyzikální průzkum lokality.

Výsledky fyzického průzkumu vedly ke stanovení stropu kolektoru a jeho reliéfu. K vykreslení tvaru stropu byla použita krigovací metoda, když z jednotlivých fyzických sond byl strop kolektoru interpolován do prostoru. Výsledky této interpolace vedly k zjištění, že reliéf kolektoru je zvlněný tvořící menší strukturní antiklinálu v blízkosti vrtu HSV-13 a další u vrtu HSV-12. Toto jsou místa potenciálního výskytu zásoby většího množství volné fáze RU. Při aktuálním doprůzkumu bylo zjištěno, že nejmasivnější kontaminace se vyskytuje v prostoru mezi sanačními vrtly HSV-11 a HSV-12. Této skutečnosti odpovídá i vysoké množství odčerpané volné fáze RU z těchto vrtů.

Díky těmto skrytým strukturním pastem nebylo možné zjistit tuto rozsáhlou kontaminaci před započítáním sanačního čerpání – rozšiřováním deprese dochází k postupnému uvolňování a strhávání kontaminantu (volné fáze RU) směrem k sanačním vrtům (tj. ve směru proudění podzemních vod).

Důsledkem tvaru kolektoru je rozdílná mocnost kontaminované vrstvy v zájmovém prostoru. V oblasti hydrogeologické pasti (tj. v prostoru mezi vrtly HSV-11 a HSV-12), kde se strop kolektoru vyskytuje cca 2,5 m p.t. dosahuje mocnost znečištěné zóny až 4,5 m. Průměrná mocnost kontaminovaného horninového prostředí se pohybuje v rozmezí 2,5 až 3,0 m.

Obraz tvaru kolektoru byl dán do souvislosti z výsledky geofyzikálního průzkumu. Geofyzikální průzkum realizovala firma G Impuls Praha spol s r.o.

Úkolem radarového měření bylo navázat na starší geofyzikální průzkum, a tak přispět k lepšímu poznání geologických, resp. hydrogeologických poměrů lokality. Zvláštní pozornost byla věnována detekci kontaminovaných oblastí a vyhledání míst, kde se mohou tvořit tak hydrogeologické pasti.

Měření proběhlo zejména v severním předpolí budov skladu, tj. na panelovém či asfaltovaném parkovišti nákladních vozů. Měření bylo provedeno s radarovou aparaturou SIR 10 (GSSI, USA) v režimu s anténním systémem 100 MHz a 500 MHz. Anténní systém 500 MHz se ukázal v průběhu prací jako méně účinný (hloubkový dosah, problémy s pronikáním elektromagnetických vln armaturou panelů), a proto byl upřednostněn systém 100 MHz.

Pro lepší pochopení fyzikálních poměrů lokality byl odebrán vzorek s relativně čistou podzemní vodou (čirá tekutina) a vzorek s výraznou kontaminací (tmavá, téměř neprůhledná, kapalina). U čirého roztoku byl zjištěn měrný elektrický odpor 18,5 ohm/m. Kontaminovaná kapalina se chovala prakticky jako izolant. Tento poznatek vedl k předpokladu, že kontaminované oblasti se mohou projevat jako výrazné odrazné struktury.

Interpretace dat byla zejména soustředěna na sledování rozhraní mezi jílovitější povrchovou polohou a podložní štěrkovou polohou (strop kolektoru). V mírně zvýšené oblasti (nad 239 m n.m.) se nacházejí HSV-11, HSV-12 a HSV-9. Zmiňovaná místa mají charakteristický, intenzivní projev na radarových záznamech. Přibližně úhlopříčně je vedena proměřovaným územím velmi drobná deprese charakterizovaná výškou pod 239 m n.m. Ze získaných dat lze soudit, že místo současné akumulace volné fáze RU je především mezi vrtly HSV-11 a HSV-12. Kontaminace se evidentně koncentruje do míst elevací štěrkové polohy.

Výsledky geofyzikálních prací a průzkumných nevystrojených jádrových sond výrazně přispěly k poznání geologické struktury a zejména k přesné lokalizaci znečištění resp. výskytu volné fáze RU na hladině podzemní vody.

5 Optimalizace režimu čerpání podzemních vod

Pro nalezení optimálního množství čerpaných vod byly provedeny čerpací pokusy. Toto období trvalo 2 měsíce. Pokusy spočívaly v postupném snižování hladiny podzemní vody na čerpaných sanačních vrttech HSV-11, HSV-12 a HSV-13 a měření hladiny podzemních vody na všech HG objektech. Tento

pokus vedl k vykreslení hydroizohyps při různém snížení hladiny podzemní vody na sanačních vrtech. Při nejmenším snížení (tj. 2,5 m p.t. u HSV-11 a 3,5 m p.t. u vrtu HSV-12) se deprese vyskytovala zejména kolem vrtu HSV-13. Při snižování hladiny podzemní vody se dosah deprese postupně rozšířil na celou kontaminovanou oblast. V závislosti na dosahu deprese se měnilo zároveň množství sesbírané volné fáze RU. Z důvodu optimální činnosti sanačních jednotek a množství volné fáze RU byl režim čerpání nastaven tak, aby bylo sesbíráno optimální množství fáze a zároveň, aby sanační jednotka dokázala dekontaminovat čerpané kontaminované podzemní vody. Zájmová lokalita je charakteristická napjatou hladinou podzemní vody. Rozhraní nepropustných jíílů od šterkovitého kolektoru je cca 3 m p.t. (cca 238,5 m n.m.), tzn. že teprve při snížení hladiny podzemní vody na sanačních čerpaných vrtech větším než 3 m začíná docházet k vytváření depresního kužele, který stahuje a akumuluje volnou fázi v prostoru sanačních čerpaných vrtů. Při snížení hladiny pod cca 238,5 m n.m. (pod 3 m p.t.) dochází k požadovanému snížení hladiny pod strop kolektoru. Jak již bylo uvedeno výše, množství sesbírané volné fáze RU mělo přímou závislost na množství čerpané podzemní vody. Při optimalizaci sanačního čerpání docházelo k různým výkyvům množství akumulované volné fáze RU. Se zvyšujícím se množstvím odčerpávané vody se zvyšovalo množství sbírané volné fáze RU. Toto zjištění souvisí z dosahem deprese. Čím větší je dosah deprese, tím se zvýší hydraulický spád a se strhne větší objem volné fáze RU. Při optimalizaci systému je tedy vhodné čerpat jen takové množství znečištěné podzemní vody, aby dosah deprese zasáhl pouze na kontaminované území a nestahoval vody ze širšího okolí – vody nezasažené kontaminací.

6 Optimalizace účinnosti sanačních jednotek

Čistící efektivita sanačních jednotek byla optimalizována a to z důvodu velkého objemu čerpaných vod a jejich neočekávanému masivnímu znečištění způsobenému zejména sbíraným množstvím volné fáze RU. Graficky je efektivita sanační jednotky shrnuta v grafech č. 1 a č. 2.

Pro vody čerpané z vrtu HSV-11 a HSV-12 byly používány k čištění čerpaných vod stripovací věže. Z grafu č. 1 je zřejmé, že efektivita sanační jednotky pro NEL dosahovala cca 80%. Tato účinnost je dostatečná. Efektivita sanační jednotky pro vrt HSV-13 tj. bubla dosahuje cca 50%.

V grafu č. 2 je znázorněna efektivita sanační jednotky pro BTEX. Účinnost bubly (vody čerpané z vrtu HSV-13) dosahovala cca 35%. Tato efektivita byla velice nízká. Efektivita stripovacích věží (vody čerpané z vrtu HSV-11 a HSV-12) byla cca 95%.

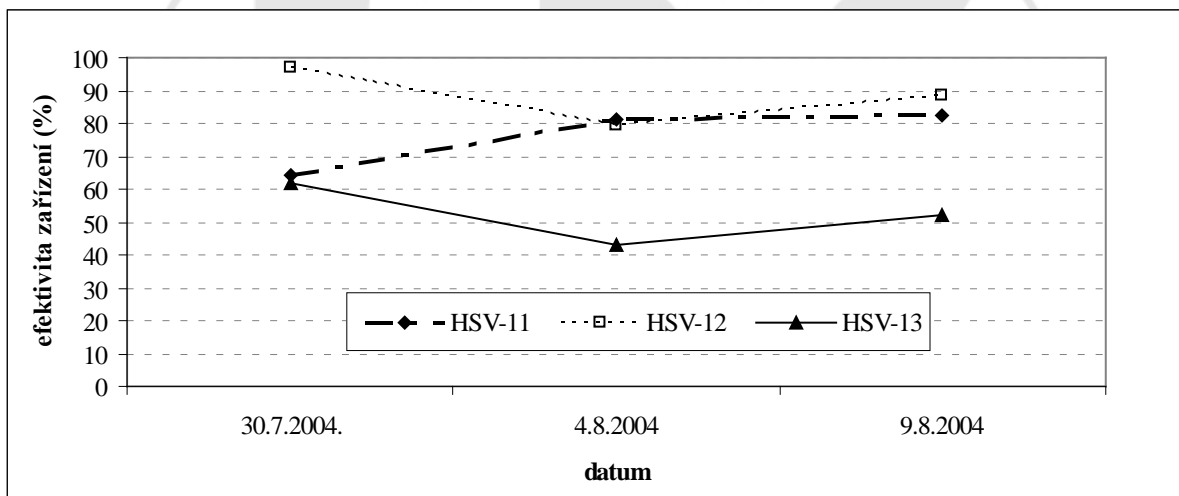
Z grafu č. 3 a č. 4, které graficky znázorňují účinnost stripovací věže a bubly pro NEL a BTEX, je evidentní markantní rozdíl v účinnostech obou zařízení. Zatímco stripovací věže prokazují vysokou účinnost jak v odstraňování BTEX (95%) i NEL (80%), bubla vykazovala nedostatečnou účinnost pro NEL (60%) a kolísající trend pro BTEX (účinnost v rozmezí 5 – 80%).

Dosažení maximální možné účinnosti sanační jednotky bylo možné jen po kalibraci celého sanačního procesu tj. dosažení ideální čerpaného množství podzemních vod v závislosti na sběru volné fáze kontaminace a dosahu deprese (až k hranici znečištění).

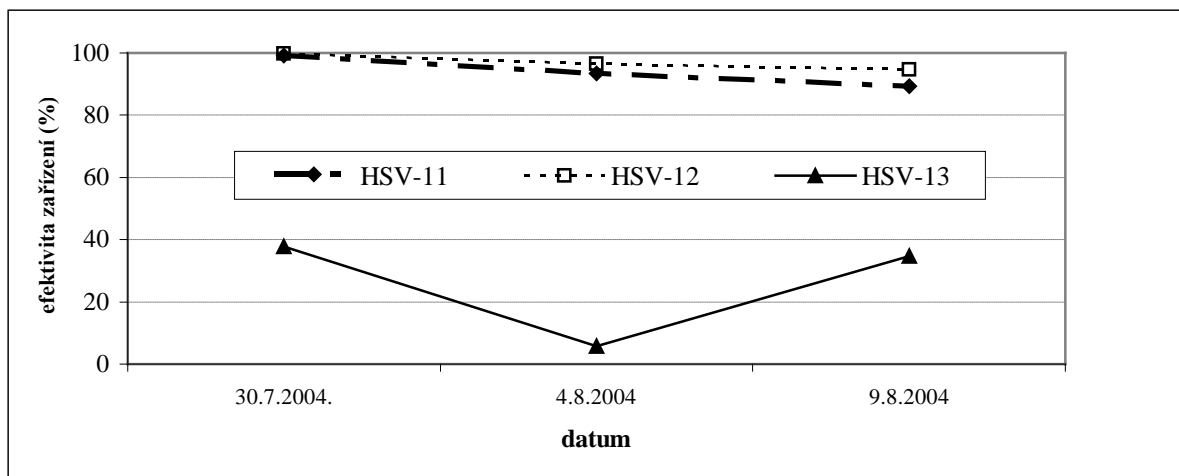
V grafu č. 5 je zpracována účinnost stripovací věže při různém režimu čerpaných vod. S narůstajícím množstvím čerpaných vod dochází k mírnému snížení účinnosti v čištění BTEX a naopak k zvýšení účinnosti v čištění NEL (lze vysvětlit spolupůsobením přirozených biodegradačních pochodů v zarůstající stripovací věži).

Graf č. 6 zpracovává stejným způsobem účinnost bubly, účinnost čištění NEL se snižuje se stoupajícím množstvím čerpaných vod.

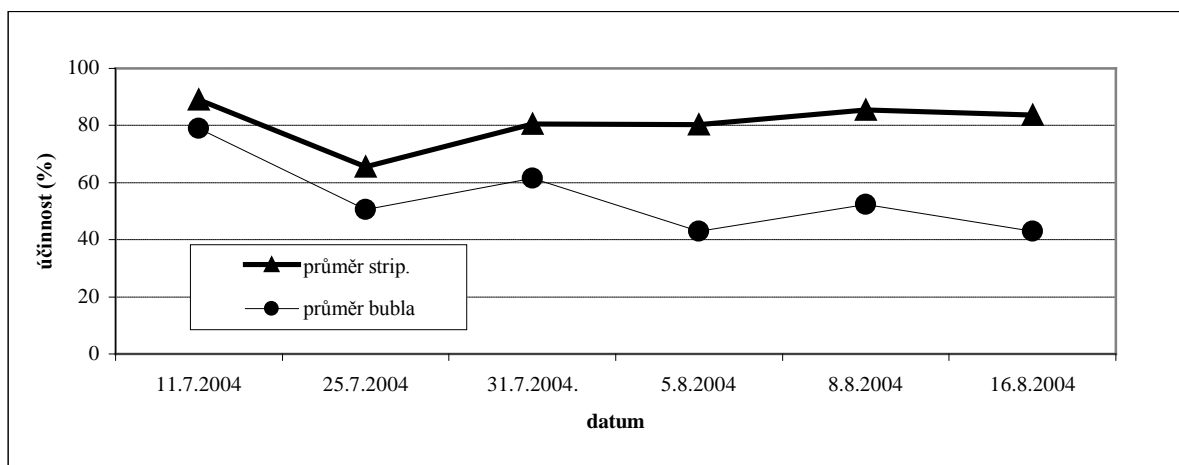
Graf č. 1: Efektivita sanační jednotky – NEL



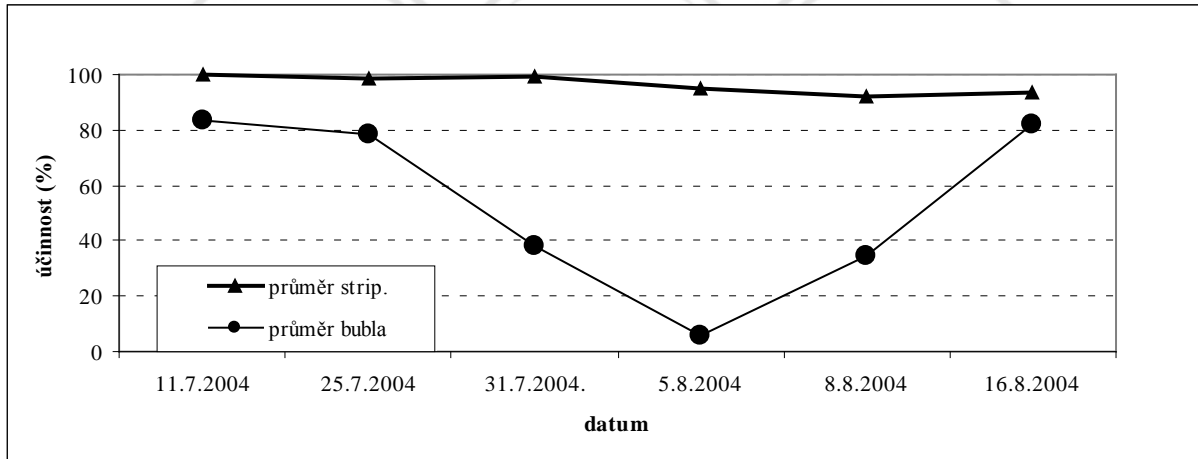
Graf č. 2: Efektivita sanační jednotky – BTEX



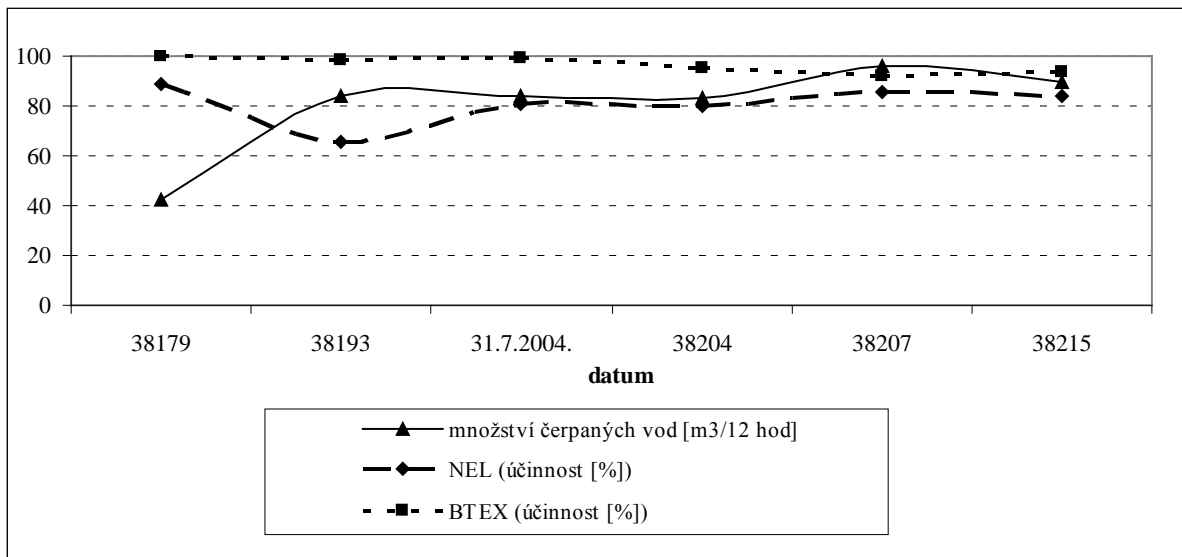
Graf č. 3: Srovnání účinnosti stripovačky a bubly pro NEL



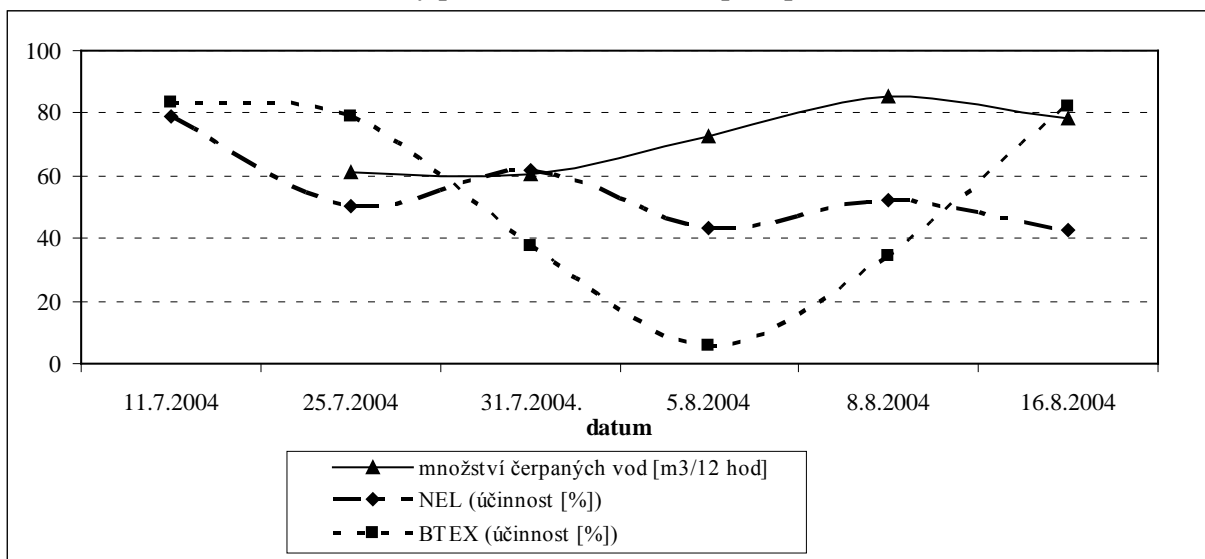
Graf č. 4: Srovnání účinnosti stripovačky a bubly pro BTEX



Graf č. 5: Srovnání účinnosti stripovačky při různém režimu čerpání podzemních vod



Graf č. 6: Srovnání účinnosti bubly při různém režimu čerpání podzemních vod



V rámci optimalizace stripovacích věží byla testována různá výplň stripovacích věží – desková výplň a prostorová výplň. Desková výplň stripovací věže vykazovala nižší účinnost než výplň prostorová při dekontaminaci vod znečištěných NEL i BTEX. Prostorová výplň vykazovala účinnost dekontaminace NEL 14%/0,1 m³ (při celkovém dekontaminačním objemu 0,44m³, kdy množství čerpaných kontaminovaných vod činilo 7,5 m³/hod). Pro BTEX tato hodnota při stejném čistícím objemu a stejném zatížení odpovídala 20%/0,1 m³. Desková výplň vykazovala účinnost NEL 9%/0,1m³ (při stejném režimu) a pro BTEX 17%/0,1 m³.

V důsledku tohoto testování efektivitu sanační jednotky (vysoké nároky na efektivitu sanační jednotky vzhledem k vysokému neočekávaného množství volné fáze RU tj. vysoké koncentrace znečištění) byla rekonstruována sanační jednotka. V současné době jsou všechny čerpané vody čerpány do 30 m³ nádrže, ze které přepadem přetékaají do 2 m³ nádrže (z důvodu eliminace případné volné fáze RU) a odtud jsou přiváděny na stripovací věže, kde jsou vody dekontaminovány na sanační limit a dále vypouštěny do vodoteče.

8 Závěr

V rámci optimalizace sanačního režimu proběhlo testování čerpání, zkoumání účinnosti sanační jednotky, byl proveden geofyzikální průzkum, který měl za úkol společně s aktuálním doprůzkumem (vrtný průzkum s odběrem vzorků) odpovědět na otázku reliéfu kolektoru a rozšíření kontaminace.

Výsledkem těchto prací bylo zjištění, že zájmové území má velice složitou hydrogeologickou a geologickou stavbu. V oblasti se nachází napjatá zvržená. Strop kolektoru je mírně zvlňený a místy tvoří významné hydrogeologické pasti, ve kterých se akumuluje volná fáze RU (v prostoru mezi sanačními objekty HSV-11 a HSV-12). Díky této skutečnosti nemohly být tyto ložiska volné fáze RU lokalizovány dříve než došlo k uvolnění akumulované kontaminace sanačním čerpáním směrem k sanačním vrtů HSV-11, HSV-12 a HSV-13.

Optimalizací sanačního režimu byl určen optimální režim čerpání vod. Sanační jednotka byla rekonstruována – nedostačující bubla byl nahrazen novou stripovací věží kruhového průřezu, stripovací věže byly zvýšeny o jedno patro (zvýšení dekontaminačního prostoru), všechny stripovací věže obsahují prostorovou výplň, která je výrazně účinnější než desková.

Díky této optimalizaci sanačních prací byla dosažena maximální efektivita sanačních prací prováděných na lokalitě.

