

PROBLEMATIKA KVALITY VOD ODKALIŠŤ MYDLOVARY A OKOLÍ

- Josef Tomášek 1), Zbyněk Skála 2), Josef Vacek 2)
- 1) *Středisko odpadů Mníšek s.r.o., Pražská 900, 252140 Mníšek pod Brdy, e-mail: som@sommnisek.cz*
- 2) *DIAMO s.p., o.z. SUL, ul. 28. října 184, 261 13 Příbram, e-mail: hesnaur@diamo.cz*

Historie

- Úpravna uranových rud (název MAPE Mydlovary) byla provozována v letech 1962 až 1991. Zpracovávala se zde ruda z ložisek v západních Čechách, Okrouhlé Radouni, Příbrami, Dolní Rožínce i ze Stráže pod Ralskem s výrobní kapacitou 600 ktun za rok. Přepřacováno bylo celkem 16,8 mil. tun uranových rud, vyrobeno 28,5 tis. tun uranu v koncentrátu a na odkaliště o celkové ploše cca 280 ha postupně uloženo 35,8 mil. tun úpravárenských kalů. Technologie zpracování uranové rudy byla kyselá nebo alkalická, přičemž převahu mělo kyselé zpracování.
- Vybudovaná odkaliště využívala vytěžené prostory po těžbě lignitu dolu Svatopluk (odkaliště KIII, KII), další byla vybudována v návaznosti na tato odkaliště (odkaliště skupiny IV). Odkaliště KI bylo vybudováno jako první a bylo realizováno na terénu s hrázemi z vyloužené rudy.

Referát navazuje na materiál přednesený na konferenci TĚŽBA A JEJÍ DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ VI - Problematika odkalištních vod Mydlovary, který se zabýval především množstvím vod v odkalištích, v drenážních systémech a celkovou bilancí vod. Tentokrát se referát zabývá monitorovacím systémem povrchových, podzemních a odkalištních vod, včetně časového vývoje kvality vod, dopadu bývalé uranové činnosti na vody v okolí odkališť a předpokladům dalšího vývoje v návaznosti na probíhající sanační práce.

- Problematika kvality vod oblasti Mydlovary se týká
 - Vlastních odkalištních vod
 - Podzemních vod v okolí odkališť
 - Povrchových vod

- **Odkalištní vody:**

- V systému nakládání s vodami v odkalištích jsou rozlišovány:
 - Volné vody odkališť
 - Vázané vody odkališť
 - Drenážní vody odkališť

Volné vody odkališť vytváření lagunu v odkalištích a jsou tvořeny zbytkovou vodou z plavení vyloužené uranové rudy na odkaliště, srážkovými vodami, vodami z drenážních systémů a dále vodami z jiných odkališť v rámci regulace výšky hladin v jednotlivých odkalištích. Kvalita volných vod odkališť je pravidelně sledována (systematicky od roku 1994) - v současnosti na odkalištích s existující volnou hladinou s tím, že v časovém vývoji je markantní pokles všech sledovaných majoritních složek.

Vázané vody odkališť jsou tvořeny vodou, která je součástí uložené vyloužené uranové rudy – jedná se tedy o vody, které jsou pod volnými vodami odkališť v tuhém sedimentu. Nejedná o původní složení vázaných vod, neboť tyto jsou ředěny průsaky volných vod přes uložený rmut do podloží a do drenážního systému odkališť. Na odkaliště nelze pohlížet jako na homogenní systém. V důsledku způsobu plavení jednotlivých odkališť a i časovým působením se vytvořily preferenční cesty průsaků, nelze tedy v některých částech odkališť vyloučit složení vod blízké původnímu. Kvalita těchto vod byla původně stejná jako kvalita vod při naplavování.

Údajů o kvalitě těchto vod je málo - složení volných vod odkališť před rokem 1990 jsou převzaty údaje ze zprávy: Revize vlivu chemické úpravy uranového průmyslu MAPE Mydlovary na životní prostředí (MEGA, RNDr. Anděl, listopad 1991). Analýzy z roku 1989:

odkaliště	pH	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	RL	U	Ra
		mg/l					Bq/l
KI	8,5	4000	350	10	6500	2,0	2,0
KIV/R	8,0	15000	250	230	22000	4,0	7,0
KIV/C1F	6,0	2500	150	30	3500	0,01	0,05
KIV/C1Z	6,0	20000	800	400	30000	0,1	12
KIV/C2	4,5	18000	700	350	26000	0,2	7,0
KIV/D	4,5	13000	500	350	20000	0,4	8,0
KIV/E	4,5	8000	450	200	13000	0,25	3,0
K III	5,8	13000	600	350	19000	0,03	1,5

- **Drenážní vody** odkališť jsou tvořeny průsakovými vodami z odkalištního prostoru přes hrázový systém a vodami z extravilánu, které jsou stahovány do drenážního systému. V případě vod z extravilánu se jedná jednak o přirozené vody, dané geochemickými vlastnostmi horninového prostředí v okolí, jednak v některých případech o důlní vodu, jejichž složení je významně ovlivněno bývalou těžbou lignitu i stávající polohami lignitových slojí.
-
- Kvalita drenážních vod odkališť je pravidelně sledována (systematicky od roku 1994) - v současnosti v 6 profilech - s tím, že v časovém vývoji je markantní pokles všech sledovaných majoritních složek. Drenážní vody jsou čerpány do nádrže ANKV, příp. ANDV a následně jsou čištěny v nádrži ANDV před vypouštěním do Vltavy.

■ Podzemní vody v okolí odkališť:



■ V podzemních vodách jsou sledovány:

- podzemní vody v realizovaných vrtech a jedné pravidelně sledované studni (v Mydlovarech)
- vývěry

Odkaliště Mydlovary jsou situována na severním okraji budějovické pánve, jejíž výplň je tvořena svrchnokřídovými uloženinami klikovského souvrství až tercierními sedimenty zlivského a mydlovarského souvrství. Podloží a okolí pánevních uloženin tvoří moldanubické krystalinikum, reprezentované zejména biotitickými pararulami.

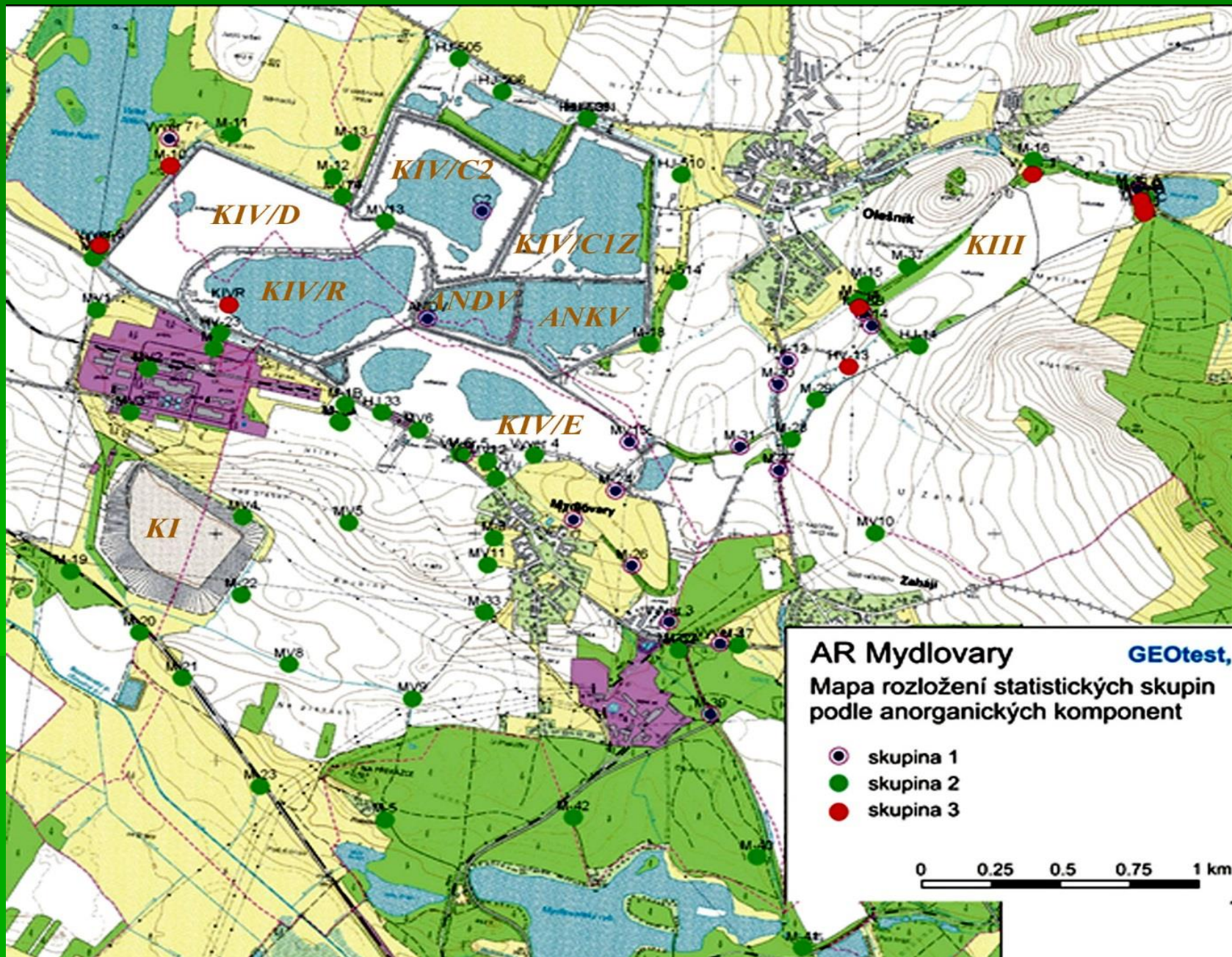
Kolektor podzemní vody je tvořen zejména propustnějšími písčitymi vrstvami křída a terciéru a dále v omezenějším rozsahu i nevytěženými zbytky lignitové sloje. Transmisivita hornin klikovského a mydlovarského souvrství je v důsledku jejich jílovitého vývoje velmi nízká ($10^{-5} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) a transmisivita hornin moldanubika je ještě nižší ($10^{-5} - 10^{-7} \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Generelní směr proudění podzemní vody ve zájmovém území je v převážné části území odkališť k JZ, v oblasti Soudného potoka se směr proudění stáčí mírně k JV.

■ Podzemní vody

-
- Systematický monitoring kvality podzemních vod se provádí od roku 1994, v dalších letech byl monitoring doplněn o další monitorací vrty, případně byly některé profily pro neaktuálnost vyřazeny. Doplnění monitorovacího systému probíhá průběžně. I před rokem 1994 existovaly některé monitorovací profily. Výsledky až na výjimky (např. HJ-606) nejsou však již k dispozici.
-
- Rovněž rozsah monitoringu se průběžně upravoval stejně jako četnost. Např. v případě NH_4^+ a NO_3^- došlo ke změně ukazatelů na N-NH_4^+ a N-NO_3^- . Současný rozsah monitoringu obecně z hlediska sledovaných složek: pH, N-NH_4^+ , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , N-NO_3^- , CHSK_{Cr} , rozpuštěné látky, Al, As, Be, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, V, Zn, Ba, Ca, Cr, Pb, Sr, U, ^{226}Ra .
-
- K dispozici je v současnosti rozsáhlý soubor dat pokrývající období 1994 - 2016.

- V rámci AR (Komplexní analýza rizik areálu a odkališť s.p. DIAMO u Mydlovar včetně širšího okolí, 2012) bylo provedeno statistické zpracování dat metodou shlukové analýzy hlavních komponent - byly určeny hlavní složky jakosti vod, kterými jsou pH, NH_4^+ , Na^+ , Mg^{2+} a SO_4^{2-} . Po výběru těchto složek s nejvyšší variancí byla na soubor dat aplikována metoda shlukové analýzy. Jedním z grafických výstupů tohoto řešení je tzv. dendrogram, pomocí, kterého je možné odlišit statisticky významné odlišnosti jednotlivých skupin.
- V případě zkoumaného území bylo porovnání výsledků shlukové analýzy založené jednak na všech stanovovaných anorganických složkách chemických rozborů a jednak na těch složkách, které byly vytipovány na základě metody hlavních komponent jako významné. Rozdělení do skupin všech analýz podzemních vod, vývěrů a vod odkališť bylo v obou případech shodné, což potvrzuje správnost použití metody hlavních komponent.
- Na základě vyhodnocení statistických metod bylo zjištěno, že jakosti podzemních vod v okolí odkališť Mydlovary lze rozdělit do 3 základních skupin.

- Podzemní vody spadající do třetí skupiny lze označit za vody, které jsou z hlediska anorganických komponent ovlivněny odkališti. Skupina 1 jsou skupiny vod, které jsou ovlivněny lignitovými vodami, u skupiny 2 se jedná o ovlivnění směsné nebo žádné.
-
- Rozložení jednotlivých skupin v ploše sledovaného území je uvedeno na následující situaci. Rozdělení do skupin nelze chápat absolutně, ale z hlediska převažujících vlivů jako výsledek statistického hodnocení. Skutečné ovlivnění (vodami z odkališť, lignitovými vodami) vyžaduje hlubší rozbor.



Podzemní vody jsou odebírány pro analýzy v současnosti z 54 vrtů a jedné domovní studny v obci Mydlovary, nově (od roku 2016) ze tří dalších vrtů směrem ke Zlivi (Ověření možnosti šíření kontaminace podél bývalého dolu Václav směrem k jímacím vrtům ve Zlivi).

Oblast jihozápadně od odkaliště K III

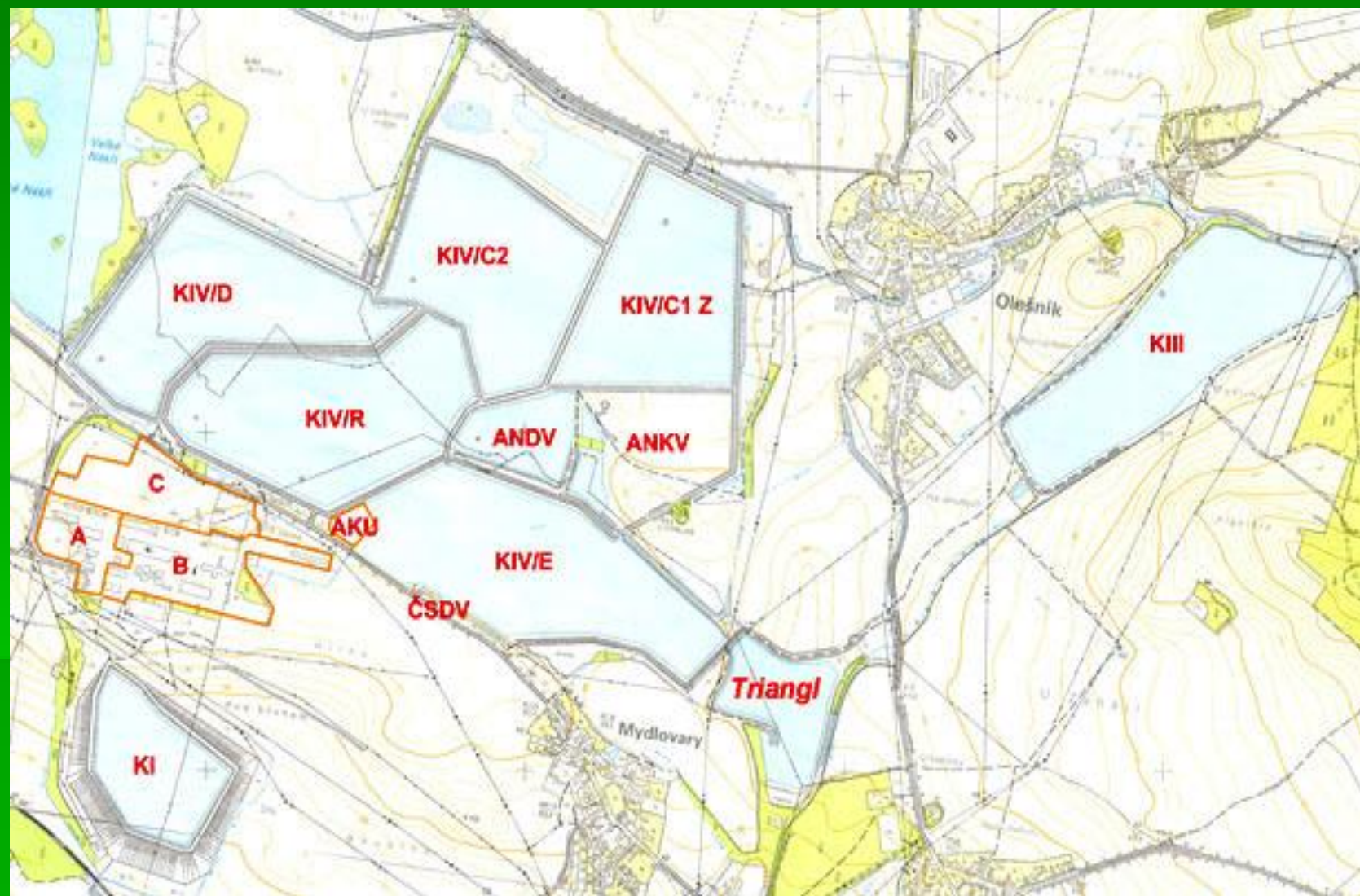
Tato oblast patří stále mezi nejvíce znečištěné části zájmového území s vysokým obsahem rozpuštěných látek v podzemní vodě.

Mezi nejvýznamnější kontaminanty zde již od počátku monitoringu patří toxické kovy, amonné ionty, sírany, sodík, železo a mangan. Nejvíce znečištěné podzemní vody, které jsou ovlivněny bývalou hornickou činností a jsou vázány na materiál vnější výsypky a zbytky uhelné sloje bývalého uhelného lomu jsou velmi kyselé (např. pH ve vrtu M-38A se pohybuje okolo hodnoty 4 a obsahují zvýšené koncentrace rozpuštěných kovů).

Stále vysoké obsahy síranových a amonných iontů a sodíku však svědčí rovněž o úniku znečišťujících látek z kalojemu KIII (maximálních hodnot dosahují koncentrace ve vrtech HV-13 a M-38A pod hrází odkaliště).

Jak již bylo uvedeno v předchozích zprávách, oba typy znečištěných podzemních vod se při postupu od kalojemů mísí a jsou dále transportovány k jihozápadu a jihu nevytěženými zbytky uhelné sloje, která se vyznačuje nejvyššími hodnotami propustnosti (20 m/rok, Lusk 2001) v daném území.

Je zřejmé, že kontaminace podzemních vod pochází jak z uložených kalů z bývalé činnosti MAPE (např. amonné ionty, sodík), tak z důlních vod bývalých lignitových dolů (rozpuštěné kovy



Oblast jižně a jihozápadně od odkaliště Triangl

Tato oblast navazuje na oblast jihozápadně od kalojemu KIII a tvoří s ní nejvíce znečištěnou část sledovaného území. Původ znečištění v této oblasti je rovněž smíšený a pochází z bývalé činnosti MAPE-ukládání kalů, z výsypky bývalého lignitového dolu, ale také z odkaliště Triangl. Kontaminanty popsané v předchozí kapitole jsou do této oblasti transportovány podzemní vodou šířící se zejména vrstvami nevytěžené uhelné sloje. Další kontaminanty se mohou do roztoků dostávat v prostoru kalojemu Triangl, kde jsou uloženy elektrárenské popílký a v území západně až jihozápadně od Trianglu, kde jsou rovněž uloženy materiály vnější výsypky uhelného lomu Svatopluk.

Z výsledků je zřejmé, že koncentrace sledovaných látek jsou v této oblasti řádově nižší než v oblasti pod odkalištěm KIII. Ani v této oblasti výsledky monitoringu podzemních vod za rok 2016 neprokázaly žádné významné změny v rozložení nebo úrovni kontaminace v této oblasti.

Oblast jihovýchodně od odkališť, jižně od silnice Mydlovary-Zahájí

Tato oblast navazuje na oblast jihozápadně od kalojemu KIII a tvoří s ní nejvíce znečištěnou část sledovaného území. Původ znečištění v této oblasti je rovněž smíšený a pochází z bývalé činnosti MAPE-ukládání kalů, z výsypky bývalého lignitového dolu, ale také z odkaliště Triangl. Kontaminanty popsané v předchozí kapitole jsou do této oblasti transportovány podzemní vodou šířící se zejména vrstvami nevytěžené uhelné sloje. Další kontaminanty se mohou do roztoků dostávat v prostoru kalojemu Triangl, kde jsou uloženy elektrárenské popílký a v území západně až jihozápadně od Trianglu, kde jsou rovněž uloženy materiály vnější výsypky uhelného lomu Svatopluk.

Z výsledků je zřejmé, že koncentrace sledovaných látek jsou v této oblasti řádově nižší než v oblasti pod odkalištěm KIII. Ani v této oblasti výsledky monitoringu podzemních vod za rok 2016 neprokázaly žádné významné změny v rozložení nebo úrovni kontaminace v této oblasti.

Oblast západně od odkaliště K IV/D

Území bylo dříve součástí bývalého těžebního prostoru západního pole lignitového dolu Svatopluk, které mělo být vyuhleno začátkem 70. let minulého století. Těžba však byla zastavena ve vzdálenosti cca 350 m jihovýchodně od současné západní hráze kalojemu KIV/D a území tedy zůstalo těžbou nedotčené.

V dané oblasti jsou dlouhodobě zjišťovány vysoké koncentrace amonných iontů, síranů, chloridů, železa, manganu a sodíku. Mezi nejvíce znečištěné vrty této oblasti patří stále vrt M-10, z čehož lze předpokládat, že k úniku kontaminace z kalojemu K IV/D dochází zejména v oblasti tohoto vrtu. V roce 2016 došlo na vrtu M-9 k nárůstu hodnot v ukazatelích chloridy, železo, mangan, sodík a k poklesu v ukazateli amonné ionty. Ve vrtech M-45 a M-46 jsou zjišťovány řádově nižší hodnoty zmiňovaných kontaminantů. Vlivem úniku kontaminace z kalojemu dochází ke zhoršení kvality vody v rybníku Velké Nákrří, který s kalojemem bezprostředně sousedí.

Celkově lze říci, že ani v této oblasti nedošlo k výrazným změnám v úrovni kontaminace oproti předchozím rokům.

Oblast jižně od odkaliště K IV

Tato oblast (vrty M-2A,B, M-7, M-6) není zasažena významnějším znečištěním pocházejícím ať z uložených kalů z bývalé činnosti MAPE, nebo z důlních vod bývalých lignitových dolů.

Oblast jižně od odkaliště K I

Jedná se o oblast vrtů M-19 až M-22. V této oblasti není dlouhodobě zjišťováno významné znečištění.

Oblast mezi teplárnou Mydlovary a Mydlovarským rybníkem

Jedná se o oblast s vrty (M-42 až M-44) situovanými nejdále od zdrojů kontaminace (odkališť) po směru proudění podzemní vody. Nicméně podzemní vody i v této oblasti vykazují mírné znečištění. Koncentrace sledovaných látek však nedosahují takových hodnot jako vrty situované směrem na sever až severovýchod proti směru proudění podzemní vody.

Nejvyšší koncentrace kontaminantů jsou zaznamenávány ve vrtech M-44 a M-42. Na základě dlouhodobého monitoringu v oblasti odkališť lze konstatovat, že podzemní voda je již v této oblasti mírně kontaminovaná především v důsledku bývalé důlní činnosti.

Oblast jihovýchodně od odkališť, jižně od silnice Mydlovary-Zahájí

Tato oblast zahrnuje území pokračováním koryta terciérních hornin směrem do Budějovické pánve, tj. k potenciálním receptorům (jímacím vrtům) v okolí města Zlivi. Uhelne sloje byly v tomto území v minulosti převážně vytěženy dolem Václav a vyrubaný prostor vyplněn jak vnitřními výsypkami dolu, tak později i popelovinami z nedaleké elektrárny Mydlovary.

Výsledky monitoringu potvrzují, že v této oblasti dominují kyselé vody ovlivněné bývalou důlní, příp. jinou činností. Ve vzorcích podzemní vody z vrtů M-32, M-40 a M-41 byly zjištěny zvýšené koncentrace kovů (Al, As, Ni, Be). Dlouhodobě jsou v této oblasti zjišťovány velmi kyselé vody (hodnota mezi 3-4).

Šíření kontaminace potvrzují výsledky analýz podzemní vody z vrtů M-40 a M-41. Vrty jsou situované v prostoru koryta terciérních hornin, kde zbytky nevytěžených uhelných slojí, uhelná hmota ve výsypkách a propustné písčité horizonty představují vhodné prostředí pro další šíření kontaminace jižním až jihovýchodním směrem.

Od roku 2004, kdy byly realizovány vrty M-40 až M-41 podél bývalého dolu Václav (bývalý lignitový důl) dochází k prokazatelnému vzrůstu koncentrací uranu a beryllia, příp. dalších ukazatelů v těchto profilech monitoringu podzemních vod. Maximální zjištěné koncentrace ve vrtu M-40 - 0,020 mg Be/l, 0,052 mg U/l; ve vrtu M-41 - 0,022 mg Be/l, 0,050 mg U/l

Tento stav je značně překvapivý, neboť nemá návaznost v kvalitě podzemních vod ve směru vyuhlení po lignitu od odkaliště KIII (důl Svatopluk východ), příp. od odkaliště KIV/E (důl Svatopluk západ) přes odkaliště Triangl (důlní pole Triangl) k vyuhlenému prostoru severně od dolu Václav a k samotnému dolu Václav.

Před rokem 1962 probíhala těžba v dole Václav – vydobytý prostor následně sloužil k ukládání popelovin z elektrárny Mydlovary. Po vyčerpání zásob lignitu přešel závod v průběhu roku 1973 na spalování sokolovského hruboprachu, dopravovaného v ucelených soupravách po 30 vagónech až na vlečku elektrárny. Jako doplňkové palivo se sokolovské uhlí využívalo již i před tímto obdobím.

Ukončení ukládání popelovin v bývalém dole Václav lze odhadovat v souvislosti se vznikem odkaliště Triangl - kolaudace 31. 5. 1981. Ukládání popelovin na odkaliště Triangl bylo ukončeno v dubnu roku 2001. Plný přechod EMY na zemní plyn 2001.

Využívání bývalého dolu Václav k ukládání popelovin a škváry lze odhadnout na období cca 1950 - 1990, přičemž k ukládání produktů spalování ze sokolovského uhlí zhruba na 1970 - 1990. Po tomto období došlo k rekultivaci skládky popelovin - nejsou k dispozici informace jakým způsobem.

V zájmovém prostoru byly stanoveny dva dobývací prostory: Mydlovary a Zliv. V dobývacích prostorech již nezahrnuté vytěžené prostory jižně od dobývacího prostoru Mydlovary – okolí lokality „triangl“ a jižně od této oblasti, stejně tak není zahrnut vydobytý prostor dolu Václav. Dobývací prostor Zliv stanoven rozhodnutím Ministerstva paliv č.j. 32.1/83/63 ze dne 10.10.1963. V závěrečné zprávě o výpočtu zásob není zmínka o dobývání v dobývacím prostoru Zliv. Zřejmě zde dobývání vůbec neprobíhalo.

Ložisko sokolovského uhlí je v západočeském terciéru, který byl rovněž znám výskytem akumulací uranového zrudnění průmyslově využívaného především v 60-tých letech minulého století. Vyšší obsahy Be byly známy vlastností sokolovského uhlí. Je tedy možné, že předmětná kontaminace podél bývalého dolu Václav nemá souvislost s uranovou činností (odkališti), ale má původ v popílkách ze sokolovského uhlí zde uložených.

Tento vliv bude posouzen na základě odběrů vzorků vod a pevné matrice z připravovaných vrtů v prostoru bývalého dolu Václav k realizaci v tomto roce.

V roce 2015 byly ve směru proudění podzemních vod od vrtu M-41 směrem k jímacím objektům vod ve Zlivi vybudovány kontrolní vrty MX1, MX2 a MX3. Dosavadní výsledky monitoringu neukazují na šíření kontaminace tímto směrem.

Vývěry

Ve svrchních zvodnělých kolektorech se projevuje vzdouvací účinek odkališť na hladinu podzemní vody, která v jeho důsledku na některých místech vystupuje až nad povrch. Výsledkem je několik vývěrů v okolí odkališť.

Vývěry – převaha kontaminace - důlní vody z lignitu - hlavní vývěry - západně a severozápadně od odkaliště KIV/D, severozápadně od odkaliště KIII, při silnici Mydlovary - Zahájí. Vývěr u silnice Zahájí - Olešník - kontaminace důlní vody z lignitu + odkalištní vody. V případě vývěrů u odkaliště KIV/D a KIII se předpokládá časový pokles vydanosti v souvislosti s odvodňováním sanovaných odkališť.

Povrchové vody v okolí odkališť

Povrchové vody jsou odebrány k analýze v současnosti z 8 profilů (3x Stoka Svatopluk, 2x Bezdrevský potok, 2x rybník Velké Nákří a 1x Mydlovarský rybník). Současný rozsah monitoringu obecně z hlediska sledovaných složek: pH, N-NH₄⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, N-NO₃⁻, CHSK_{Cr}, rozpuštěné látky, Al, As, Be, Cd, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, V, Zn, Ba, Ca, Cr, Pb, Sr, U, ²²⁶Ra, celková objemová aktivita alfa, beta.

Výsledky monitoringu povrchových vod jsou pro sledovanou lokalitu typické a nevykazují výrazné trendy.

Monitoring vod v oblasti Mydlovar prováděný DIAMO s.p., oz. SUL Příbram představuje velký rozsah sledovaných profilů jak z hlediska odkalištních vod, podzemních vod, tak povrchových vod. Mimo to jsou monitorovány další profily z hlediska nakládání s odkalištními vodami - velmi podrobně např. kvalita vyčištěných vod vypouštěných do Vltavy.

Výsledky monitoringu podzemních vod a povrchových vod jsou předmětem každoročních zpráv zpracovaných nezávislou firmou včetně hodnocení vývoje.

Základní výsledky jsou publikovány každoročně na serveru diamo.cz „ZPRÁVA o výsledcích monitoringu a stavu složek životního prostředí o. z. SUL“.

Dlouhodobé výsledky monitoringu jsou předmětem specializovaných studií z hlediska možného dalšího vývoje a to i s ohledem na probíhající sanační práce.

Všechny tyto údaje jsou využívány pro úpravy plánu monitoringu (např. doplnění monitorovacích profilů, četnost odběrů, rozsah sledovaných složek), příp. i pro nápravná opatření.

Na základě dosavadních výsledků je možné konstatovat, že probíhající sanační práce mají obecně pozitivní vliv na kvalitu odkalištních, podzemních vod i povrchových vod v souvislosti s bývalou uranovou činností. Problematika kontaminovaných vod souvisejících s bývalou těžbou lignitu (případně odkalištěm Triangl, výsypkami popelovin včetně bývalého dolu Václav) je dalším specifickým rysem zájmového území a probíhající sanační práce na odkalištích toto řeší jen z části.

Problematika vod odkališť Mydlovary a okolí představuje značně složitý problém a zcela jistě bude v monitoringu a vyhodnocování dále pokračováno.

Předkládaný referát nastiňuje problematiku kvality podzemních a povrchových vod jen v hrubých rysech. Problematika vod v oblasti Mydlovar je složitý a dlouhodobý problém, je nutno se mu nadále věnovat, důsledně vyhodnocovat nové poznatky a přijímat odpovídající opatření.

Děkuji za pozornost

Děkuji za pozornost