

# Problematika arzénu v pitných vodách SR a prevádzkové skúsenosti s odstraňovaním As

Viliam Šimko, Vladimír Hamaj  
Hydrotechnológia Bratislava s.r.o.

## Úvod

Arzén a jeho zlúčeniny sa bežne vyskytujú v zemskej kôre a taktiež sa využívajú na komerčné účely (napr. zliatiny, pesticídy, v minulosti liečivá).

Z hľadiska toxických účinkov treba rozlišovať medzi toxicky závažnými anorganickými a veľmi málo až netoxickými organickými zlúčeninami arzénu.

Do vody sa anorganický arzén dostáva rozpúšťaním minerálov z rúd, ale aj z priemyselných odpadov a z atmosferického spadu.

Existuje viacero prác, ktoré dokumentujú vysoké koncentrácie arzénu v podzemných vodách (až do  $100\text{mg/l}^{-1}$ ) prírodného (geogénneho) pôvodu. V prípade zvetrávania banskej hlušiny obsahujúcej arzenopyrit môže koncentrácia arzénu v podzemnej vode dosiahnuť až  $5\text{ mg/l}^{-1}$ . Zvýšený obsah As v podzemných vodách možno vo všeobecnosti predpokladať v niektorých sedimentárnych horninách vulkanických oblastí, v areáloch geotermálnych systémov a oblastiach banskej ťažby zlata a uránu (ide o koncentrácie nad  $50\text{ }\mu\text{g/l}^{-1}$ ). Sú známe prípady, keď sa arzén mobilizoval do podzemných vôd v dôsledku intenzívneho zavlažovania poľnohospodárskych pôd, pričom koncentrácia As môže dosiahnuť až  $1\text{mg/l}^{-1}$ .

Z hľadiska príčin zvýšenej koncentrácie rozlišujeme v Slovenskej republike dve skupiny vôd: prvá sa viaže na ložiská sulfidov (Malé Karpaty, Nízke Tatry a Slovenské Rudohorie). Druhá skupina vôd je zjavne ovplyvnená kontamináciou a ojedinele zvýšené hodnoty ( $50$  až  $250\text{ }\mu\text{g/l}^{-1}$ ) tohto druhu sa vyskytujú sporadicky na celom území Slovenska (Geochemický atlas Slovenska, Podzemné vody, 1996).

V osemdesiatych a deväťdesiatych rokoch sa vykonal vo svete celý rad rozsiahlych štúdií (mnohé ďalšie sa plánujú) a zistilo sa, že vo svete sú milióny ľudí vystavení chronickému pôsobeniu arzénu tým, že konzumujú pitnú vodu so zvýšeným obsahom arzénu.

## Arzén v pitnej vode – limitné hodnoty

STN 75 7111 Pitná voda NMH As	=	$10\mu\text{g/l}$
SZO 1993 odporúčaná hodnota	=	$10\mu\text{g/l}$
Smernica EÚ, 3. november 1998	=	$10\mu\text{g/l}$
US EPA	=	$50\mu\text{g/l}^*$
Kanada	=	$20\mu\text{g/l}$
Kalifornia	=	$50\mu\text{g/l}$
Česká republika	=	$50\mu\text{g/l}$

### Ciele:

US EPA	pod DL
Kanada	$5\mu\text{g/l}$

- limit je v revízií

### **Arzén vo vodných zdrojoch SR**

Prekročenie najvyššej medznej hodnoty v ukazovateli arzén ( $As = 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$ ) sa najviac dotýka nasledovných okresov, resp. vodárenských lokalít :

- Banská Bystrica - obec Pohronský Bukovec
- Brezno - vodovodný rad obcí Jasenie, Predajná, Nemecká, Podbrezová
- Košice-okolie - Zlatá Idka
- Levice - Nová Dedina, Santovka
- Prievidza - Dlžín
- Zlaté Moravce - Zlatno
- Veľký Krtíš - lokalita Modrý Kameň – Riečky a obec Dolné Strháre
- Žiar n/Hronom - Hliník n/Hronom, Lehôtka pod Brehy, Rudno nad Hronom, Štiavnické Bane, Kohútov – Nová Baňa

### **Prevádzkové skúsenosti s odstraňovaním arzénu na vodnom zdroji Santovka**

Problematika odstraňovania arzénu z pitnej vody je v praktickom vodárenstve na Slovensku úplne nová a vlastne až do roku 1998 arzén našich technológov nijako zvlášť netrápil. Situácia sa zmenila po radikálnom sprísnení limitnej koncentrácie arzénu v novelizovanej STN 75 7111 – Pitná voda z doterajších  $50 \mu\text{g/l}$  na  $10 \mu\text{g/l}$ . Sprísnená hodnota sa opiera o doporučenie Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO), ktorá tento limit navrhla na základe nových a jednoznačných dôkazov o karcinogenite arzénu v pitnej vode. Po nadobudnutí platnosti novej STN sa tak prevádzkovatelia viacerých vodovodov dostali do situácie dodávateľov pitnej vody nevyhovujúcej STN. Tak tomu bolo aj v prípade vodovodu Santovka, ktorý patrí do správy ZsVaK OZ Levice. Aj keď prekročenie limitnej hodnoty nebolo alarmujúce, okamžite sa začalo hľadať riešenie a vypracovali sa viaceré technicko-ekonomické štúdie.

Prepojenie vodovodu Santovka s levickým vodovodom vychádzalo pri najúspornejšom technickom riešení na 60 mil. Sk, využitie prebytočnej vody zo studne Žriediel Santovka a.s., ktorú však bolo treba taktiež upravovať (odželezovanie a odmangánovanie), vychádzalo na 5 mil. Sk, alebo kupovať už upravenú vodu z toho istého zdroja. Všetky ponúkané riešenia boli technicky a investične pomerne náročné a posledné dve aj komplikované obchodno-nájomným vzťahom s a.s. vlastníacou vodný zdroj. Situácia vyvrcholila v októbri 1999, kedy okresný hygienik zakázal používať vodu z vodovodu na pitie a varenie a OZ ZsVaK Levice bol nútený zabezpečiť pitnú vodu provizórnym spôsobom z náhradného zdroja cez výtokový stojan. Nakoniec správca a prevádzkovateľ vodovodu Santovka ZsVaK Bratislava š.p. prijal technické riešenie ponúknuté fy Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., a to výstavbu kontajnerovej úpravne vody na odstraňovanie arzénu priamo v areáli vodného zdroja Santovka, aj keď stupeň dôvery k navrhutej technológii bol zo strany investora veľmi nízky, čo je pochopiteľné vzhľadom na skutočnosť, že nikto v SR ani ČR nemal doteraz z odstraňovaním As žiadne skúsenosti.

### **Pôvodná koncepcia zásobovania vodovodu**

Voda z troch studní (HGS - 1, HVS – 9, HVS – 10) je čerpaná v množstve  $7,8 \text{ l/s}$  do zbernej studne (ZS), z ktorej je prečerpávaná do vodojemu. Vodovod je zásobovaný z vodojemu gravitačne. Prevádzka čerpadiel je automatizovaná. Hladina vody vo vodojeme ovláda spôsobom štart – stop čerpadlá v zbernej studni a nadväzne hladina vody v ZS riadi chod čerpadiel v 3 studniach vodného zdroja. Ročná potreba vody činí cca  $40.000 \text{ m}^3$ . V mesiacoch júl, august dosahuje spotreba vody až 4 násobok spotreby v ostatných mesiacoch.

## Súčasná koncepcia zásobovania vodovodu

Pôvodná koncepcia zásobovania vodovodu Santovka zostala principiálne zachovaná, bola len doplnená zaradením úpravne vody do výtlačného potrubia najvýdatnejšej studne HVS-9. To znamená, že 57,7 % z celkovej výdatnosti vodného zdroja sa upravuje (odstránenie arzénu) a ostatných 42,3 % vody sa bez úpravy mieša s upravenou vodou v zbernej studni. Spôsob čerpania a dopravy vody ako aj automatika čerpania ostali teda bez zmeny, čo realizáciu stavby významne zjednodušilo.

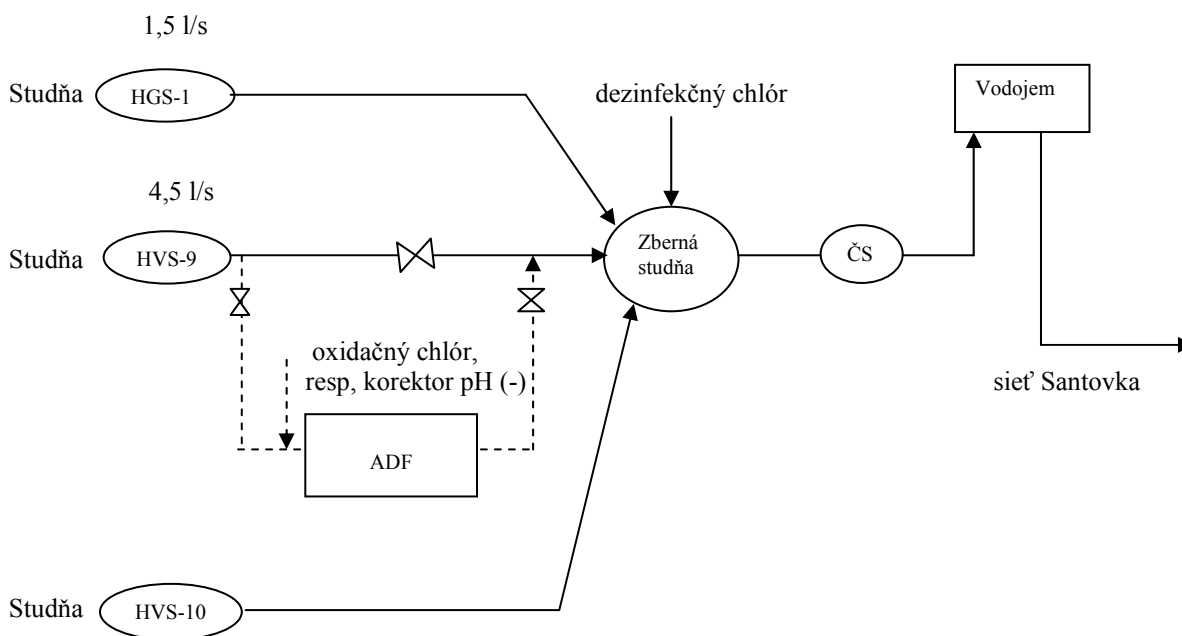
## Technológia úpravy vody zo studne HVS – 9

Bola realizovaná adsorpčná technológia odstraňovania arzénu z vody pri použití granulovaného hydroxidu železitého (GEH), ako sorbentu. Sorpčný materiál bol aplikovaný v klasických tlakových filtroch DN 1200. Jedná sa o progresívnu technológiu, ktorej progresívnosť spočíva najmä vo vysokej sorpčnej kapacite použitého materiálu (v závislosti od konkrétnych podmienok upraví množstvo vody rovnajúce sa 50.000 – 100.000 násobku objemu náplne). GEH – sorbent vyvinuli len nedávno vývojoví pracovníci TU v Berlíne a firmy GEH – Wasserchemie GmbH (SRN) a doteraz bol aplikovaný v SRN a Anglicku. Voda sa jednoduchým prietokom filtračnou vrstvou sorbentu zbavuje arzénu.

V záujme zvýšiť variabilitu použitej technológie je možnosť do potrubia surovej vody dávkovať oxidačné činidlo (napr. chlórnan sodný), alebo korektor pH(-) (napr.  $H_2SO_4$ ). Adsorbčná kapacita použitého sorbentu GEH rastie s klesajúcou hodnotou pH – upravovanej vody, ako aj s rastúcou valenciou arzénu (adsor. kapacita pre  $As^{5+} > As^{3+}$ ). Po úplnom vyčerpaní sorpčnej kapacity použitého materiálu sa tento likviduje na skládke toxického odpadu.

Výmenu materiálu v prípade ÚV Santovka predpokladáme v horizonte 5 – 8 rokov.

## Vodovod Santovka – technologická schéma



ADF = adsorpčná filtrácia, 2xDN 1200

ČS = čerpacia stanica

## **Harmonogram výstavby ÚV**

Zmluva na projekt a dodávku stavby bola podpísaná dňa 3.4.2000 s termínom dokončenia stavby 30.6.2000.

Stavenisko odovzdal investor dodávateľovi dňa 17.5.2000.

Skúšobná prevádzka úpravne vody s dodávkou vody do vodovodu bola zahájená 27.6.2000, tzn. po necelých 6-tich týždňoch realizácie stavby.

Investičný náklad stavby dosiahol čiastku 3,1 mil. Sk.

## **Kvalita upravenej vody**

Kvalita upravenej vody je pravidelne monitorovaná v rámci prevádzkovej kontroly kvality vody v laboratóriách ZsVaKu (OZ Levice, PR Bratislava). Dosahované výsledky potvrdzujú funkčnosť a opodstatnenosť realizovanej technológie úpravy vody. Tab. č.1 obsahuje minimálne, maximálne a priemerné hodnoty arzénu v monitorovaných kontrolných bodoch počas doterajšieho priebehu skúšobnej prevádzky.

Tab.č.1

Odborné miesto	Arzén ( $\mu\text{g/l}$ )		
	Min.	Max.	Priemer
Surová voda	15,2	20,8	18,1
ADF č.1	pod DL	pod DL	pod DL
ADF č.2	pod DL	pod DL	pod DL
Zberná studňa	6,0	10,0	8,2
Vodovodná sieť	5,8	9,8	8,2

*Poznámka* : DL = detekčný limit analýzy

## **Záver**

V r. 2000 bola vybudovaná na Slovensku prvá úpravňa vody na odstraňovanie arzénu z pitnej vody (obecný vodovod Santovka).

Vysoká účinnosť zrealizovanej technológie v doterajšom priebehu skúšobnej prevádzky potvrdzuje efektívnosť vynaložených investícií a opodstatnenosť navrhnutého technického riešenia.

Realizáciou progresívneho technického riešenia sme dosiahli hlavný zámer, t.j. dodávať do vodovodnej siete pitnú vodu v súlade s náročnými požiadavkami novelizovanej STN 75 7111 Pitná voda, pričom prevádzková náročnosť obsluhy vodovodu sa prakticky nezvýšila. Zvýšenie prevádzkových nákladov súvisí najmä s nákladmi na zaobstaranie novej filtračnej náplne po vyčerpaní sa jej adsorpčnej kapacity (5 – 8 rokov) a činí cca plus 1,5 Sk/m<sup>3</sup> vody dodanej do siete.

Dpt. Vilam Šimko  
Ing. Vladimír Hamaj  
Hydrotechnológia Bratislava s.r.o.  
Čajakova 14, 811 05 Bratislava 1  
tel. \*\*421 7 572 014 11, -13, -17  
fax. \*\*421 7 524 98 255  
e-mail : [hydroba@isternet.sk](mailto:hydroba@isternet.sk)