

Odhad zdravotného rizika z konzumácie vody z voľne prístupného prameňa v Košiciach

MUDr. Zuzana Dietzová, Ph.D.; Ing. Zuzana Bratská

Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Košiciach,
Ipeľská ulica č. 1, 040 11 Košice, dietzova@ruvzke.sk

Anotácia: V meste Košice je už dlhé roky obyvateľmi využívaný minerálny prameň „Anička“ na pitie pre miestne obyvateľstvo. Kvalitu minerálnej vody pravidelne mesačne sleduje Regionálny úrad verejného zdravotníctva. Voda vykazuje aj po zavedení technologickej úpravy občas nadlimitné koncentrácie arzénu. Vzhľadom na to, že ide o obľúbený prameň, nachádzajúci sa priamo v meste a obyvatelia si čerpajú vodu aj do fľaš na spotrebu v domácnostiach, bol vykonaný odhad zdravotného rizika z arzénu a výpočet doporučeného množstva vody na pitie na deň pre dospelú osobu a dieťa tak, aby u konzumentov nedošlo k nepriaznivým zdravotným účinkom z vplyvu arzénu.

V meste Košice sa v lokalite okresu Košice 1, neďaleko rieky Hornád, v prímestskom parku z názvom Anička, nachádza minerálny prameň obyvateľmi nazývaný „Anička“ alebo tiež "Gajdovka".

Archívne záznamy spomínajú výskyt minerálnych prameňov v tejto oblasti už v 14. storočí. Prameň Anička bol objavený v roku 1863 a po prvej svetovej vojne tu boli zriadené mestské kúpele. Neskôr sa táto minerálna voda používala aj na pitné účely. Postupom času bol z hygienických dôvodov zdroj minerálnej vody zlikvidovaný, s využívaním sa opäť začalo až v roku 1980 zriadením vrtanej studne hlbokej 13 m, no aj tento zdroj bol o pár rokov pre hygienickú závadnosť zlikvidovaný. V roku 1995 bol vo vzdialenosti cca 100 m od neho vybudovaný nový vrtný zdroj minerálnej vody „vrt G-5“ hlboký 30 m, okolo ktorého bolo možné vytvoriť aj pásmo hygienickej ochrany. Tento vrt s výdatnosťou 0,3 l vody za sekundu slúži svojmu účelu doteraz.

Voda je podľa platných právnych predpisov klasifikovaná ako "prírodná, slabo mineralizovaná, hydrogénuhličitanovo-chloridová, vápenato sódnno-horečnatá, uhličitá, sírna voda hypotonická, studená (teplota cca 13 stupňa C)". Voda po uskladnení dlhšom ako 24 hodín nadobúda zemito-naftový zápach, spôsobený bakteriálnymi kmeňmi, ktoré prežívajú v minerálnych vodách hlbokého obehu. Sú však hygienicky neškodné. V rámci zachovania pôvodnej arómy čerstvej minerálky je preto vhodné vodu užívať do 12-tich hodín po jej odčerpaní. Prípadný zákal môže spôsobovať prítomnosť železa vo vode, ale ani to nie je prekážkou v konzumácii.

Prameň obhospodaruje Správa mestskej zelene v Košiciach, monitorovanie kvality minerálnej vody vykonáva Regionálny úrad verejného zdravotníctva Košice. Posudzovanie výsledkov laboratórnych rozborov vody sa vykonáva podľa Výnosu MP SR č. 51 z 15. marca 2004, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu SR upravujúca prírodnú minerálnu vodu, pramenitú vodu

Katióny:	mg/l
Li	0,25
Na	251,30
K	33,00
NH ₄	0,07
Ca	272,54
Mg	127,43
Fe	1,33
Mn	0,24
Sr	1,29
Bo	0,03
As	0,05

Anióny:	mg/l
F	1,30
Cl	306,29
Br	1,00
J	0,10
SO ₄	244,00
NO ₃	0,01
NO ₂	0,05
PO ₃	0,04
HCO ₃	1366,80

CO ₂	1277,70
H ₂ S	3,30
H ₂ SiO ₃	20,51
HBO ₂	19,37

Celková mineralizácia: 2645,65
Teplota vody: 13,0°C

a balenú pitnú vodu. Kontrolné odbery a hodnotenia výsledkov sú realizované cca raz mesačne. Zachytený prameň je chránený ochranným plotom na zamedzenie možnosti jeho priameho znečistenia.

Voda je čerpaná ponorným čerpadlom, ktoré je uvedené do prevádzky vždy po zatlačení jedného z troch ovládačov, inštalovaných na odbernom stojane. Z výsledkov sledovania kvality vody z vrtu za posledné roky (Tab. 2) vyplýva, že vo vode je stále prekračovaná prípustná koncentrácia arzénu, preto sa pristúpilo v roku 2006 k jeho odstraňovaniu technológiou, navrhnutou spoločnosťou Hydrotechnológia Bratislava s.r.o. V rámci tejto technológie bol použitý sorbent - materiál GEH a Bayoxide E33, čím sa docielilo významné zníženie koncentrácie As (pozri Tab. 3). Najvyššia medzná hodnota pre As v minerálnej vode je stanovená na 0,01 mg/l.

Tab. 2: Koncentrácia As v minerálnom prameni v surovej vode.

rok	deň	mg/l	rok	deň	mg/l	rok	deň	mg/l
2004	4.II	0,0468	2006	30.I	0,05	2008	19.VIII	0,053
	2.III	0,0297		20.II	0,035		29.X	0,044
	6.IV	0,0411		13.III	0,033		25.XI	0,052
	3.VI	0,0077		21.III	0,064	2009	17.II	0,03
	14.VI	0,0611		11.IV	0,033		13.V	0,016
	20.VII	0,0555		15.V	0,054		23.VI	0,024
	23.VIII	0,0471		26.VI	0,042	2010	10.II.	0,023
	13.IX	0,0482		15.VIII	0,033		20.V.	0,032
	20.IX	0,0347		10.X	0,025		17.VI.	0,014
	25.X	0,0495		21.XI	0,038		12.VIII.	0,10
	30.XI	0,0606		13.XII	0,066	2011	29.III.	0,049
2005	4.I	0,0157	2007	16.IV	0,044		29.VI.	0,030
	23.II	0,0398		29.V	0,041		23.VIII.	0,041
	16.III	0,0559		19.VI	0,044		24.X.	0,059
	6.IV	0,039		26.VII	0,051	Vypočítaný priemer		
	4.V	0,0454		14.VIII	0,033	0,042 mg/l		
	2.VI	0,0477		11.IX	0,044	Vypočítaný medián		
	8.VI	0,0606		22.XI	0,045	0,044 mg/l		
	20.VII	0,0368		5.XII	0,044			
	8.VIII	0,0423		13.XII	0,029			
	19.IX	0,028						
	7.XI	0,031						
	6.XII	0,059						

Tab. 3: Koncentrácia As v minerálnom prameni v upravenej vode. Priemer: 0,0108, medián: 0,0048 mg/l.

rok	deň	mg/l	rok	deň	mg/l
2006	13.XII	0,0033	2008	24.I	0,0017
	13.XII	0,0034		20.II	ND
	14.XII	0,0034		18.III	0,0017
2007	21.III	0,0034		7.IV	0,0017
	5.XII	0,0017		15.IV	0,003
	13.XII	0,0017		24.IV	0,005
2009	17.II	0,0017		20.V	0,0059
	17.II	0,0017		26.VI	0,0084
	10.III	0,0048		9.VII	0,017
	20.IV	0,0072		15.VII	0,013
	13.V	0,027		19.VIII	0,023
	28.V	0,025		17.IX	0,0017
	23.VI	0,031	20.X	ND	
	23.VI	0,03	29.X	0,0017	
	14.VII	0,029	25.XI	ND	
	18.VIII		9.XII	0,0017	

Vypočítaný priemer
0,0108 mg/l

Vypočítaný medián
0,0048 mg/l

V súčasnosti sa úprava kvality minerálnej vody od r. 2009 nevyužíva. Zistilo sa, že používaný sorbent GEH a Bayoxide E33 nebol vhodný na úpravu takejto vody s vysokým obsahom sírovodíku. Dochádzalo k nadmernému obohacovaniu vody železom (do 30 mg/l), pričom sa menili aj senzorické vlastnosti vody. Tiež došlo k odstráneniu typického sírovodíkového zápachu a ku vytváraniu železitých zrazenín vo vode. Na tieto skutočnosti nás opakovane upozorňovali občania, ktorí túto vodu pravidelne konzumovali.

Hodnotenie zdravotného rizika – Risk Assessment, ktoré sme realizovali, je postup, ktorý využíva syntézu všetkých dostupných údajov podľa súčasného vedeckého poznania pre určenie druhu a stupňa nebezpečnosti predstavovaného určitou látkou – škodlivinou. Používa sa tiež na určenie v akom rozsahu boli, sú, alebo v budúcnosti môžu byť pôsobeniu škodliviny vystavené jednotlivé skupiny populácie a tiež k charakterizácii potenciálnych rizík vyplývajúcich z konkrétnych zistení.

Prvým krokom v procese hodnotenia zdravotného rizika je určenie nebezpečnosti sledovanej škodliviny. Tento krok zahŕňa zber údajov a vyhodnotenie dát o možných typoch poškodenia zdravia a o podmienkach expozície, za ktorých k týmto poškodeniam dochádza. Následkom týchto zistení musí byť vyhodnotenie vzťahu medzi dávkou (expozíciou) a odpoveďou, teda kvantifikácia rizika. Expozíciu je nutné chápať ako kontakt škodliviny s vonkajšími hranicami organizmu, alebo jej požitie. Hodnotenie expozície sa v odhade zdravotného rizika považuje za najobťažnejšie, ale súčasne predstavuje aj kľúčový krok pri hodnotení rizika, popisujúci zdroje, cesty vstupu, veľkosť a trvanie expozície danej populácie sledovanému faktoru. Expozíciu je možné hodnotiť buď priamym meraním koncentrácií škodliviny v životnom prostredí, alebo modelovaním t.j. modelmi popisujúcimi osud látky v prostredí alebo v ľudskom organizme. Konečným krokom v procese hodnotenia rizika je syntéza získaných dát a určenie pravdepodobnosti, s akou sledovaný objekt utrpí niektoré z možných poškodení zdravia. Účelom hodnotenia rizika je poskytnúť podklad pre riadenie - management rizika.

Mnohými epidemiologickými štúdiami vo svete bolo preukázané, že príjem nadlimitných koncentrácií arzénu do ľudského organizmu spôsobuje degeneratívne zmeny v zrakovom a sluchovom nerve, bolestivú periférnu polyneuritídu, encefalopatiu, anémiu a zhubné nádory najmä obličiek, pečene a kože.

Cieľom určenia nebezpečnosti, v našom prípade arzénu, bolo zmonitorovať expozíciu škodlivej látky, ktorá závisí na dávke a môže mať za následok rôzne toxické účinky, ktoré sa môžu prejaviť od jemných biochemických, fyziologických a patologických zmien až po smrť.

U minerálneho prameňa „Anička“ sme sa zamerali na odhad rizika ohrozenia zdravia u detí a dospelých miestnych konzumentov z príjmu arzénu, t. j. škodliviny s dokázaným karcinogénnym účinkom. Modelové výpočty odhadu zdravotných rizík z arzénu boli vykonané podľa metodiky zavedenej organizáciou US EPA, vstupnými údajmi pre výpočty boli tieto podklady:

- priemerná koncentrácia As v upravenej minerálnej vode 0,0108 mg/l (1,08 E-02)
- priemerná koncentrácia As v surovej minerálnej vode 0,0420 mg/l (4,2 E-02)
- smerný faktor rizika rakoviny u As (US EPA, 1998) 1,5 mg / kg váhy / deň
- referenčná dávka ingesciou (US EPA, 1998) 0,3 µg / kg váhy / deň
- priemerná denná spotreba vody u dospelého 1 až 2 litre
- priemerná denná spotreba vody u malých detí 0,3 až 0,5 litra
- priemerná váha malých detí 13,2 kg
- priemerná váha dospelého človeka 70 kg
- celoživotná expozícia 70 rokov

Tabuľka 4: Výpočtom urobený odhad rizika prírastku prípadov rakoviny u obyvateľov pri celoživotnej expozícii arzénom (70 rokov).

Zdroj	Koncentrácia As vo vode v mg/l	CSF/Cancer Slope Faktor Smerný faktor rizika rakoviny (mg/kg/deň)	Odhad maximálneho denného príjmu (mg/kg/deň)		Excess Lifetime Cancer Risk Riziko prírastku prípadov rakoviny pri celoživotnej expozícii
			deti	dospelí	
voda upravená	0,0108	1,5 (1,5 E-03)	0,00082 (8,2 E-04)	0,00031 (3,1 E-04)	3,0 E-02 (t.j. 3 zo 100)
Voda surová	0,0420	1,5 (1,5 E-03)	0,0032 (3,2 E-03)	0,0012 (1,2 E-03)	1,2 E-01 (t.j. 12 zo 100)

Postup pre hodnotenie rizika výskytu rakoviny (Cancer Risk, US EPA, 1998)

počet prípadov na veľkosť populácie	riziko rakoviny	stupeň rizika
< ako 1 na 1 000 000	veľmi nízke	1
>ako 1 na 1 000 000	nízke	2
< ako 1 na 100 000	stredné	3
> ako 1 na 100 000	vysoké	4
< ako 1 na 10 000	veľmi vysoké	5
> ako 1 na 10 000		
< ako 1 na 1 000		
> ako 1 na 1 000		

Z výsledkov výpočtov vyplýva, že pri celoživotnej expozícii, t.j. 70 rokov by bolo riziko vzniku rakoviny spôsobené pitím minerálnej vody technologicky upravenej v 3 prípadoch na 100 obyvateľov, čo by sa podľa hodnotiacej tabuľky klasifikovalo ako 5. rizikový stupeň t.j. veľmi vysoké riziko. Pri pití vody neupravenej (surovej) by bolo riziko u 12 obyvateľov zo 100, t.j. tiež veľmi vysoké riziko. Avšak ide len o modelový výpočet, pričom je veľký predpoklad, že v živote k tejto modelovej situácii nedochádza, dospelí nepijú denne 2 litre tejto vody a deti 0,5 litra. Konzumácia minerálnej vody „Anička“ je považovaná za občasnú alebo sezónnu, preto sme vykonali prepočet na prekročenie referenčnej dávky pre arzén z vody a to tak, že sme postupne výpočtom hľadali takú dávku/množstvo vody, kedy bude príjem arzénu do organizmu pod zavedenú referenčnú hodnotu v mg/kg váhy a deň.

Tabuľka 5: Výpočtom urobený odhad maximálneho denného príjmu arzénu pri konzumácii rôzneho množstva vody.

Zdroj	Koncentrácia As vo vode v mg/l	Noncancer Reference Dose (RfD)	Odhad maximálneho denného príjmu (mg/kg/deň)		Odhad maximálneho denného príjmu (mg/kg/deň)	
			deti (1 liter)	dospelí (2 l)	deti (0,3 litra)	dospelí (1 l)
voda upravená	0,0108	0,0003 (3,0 E-04)	0,00082 (8,2 E-04)	0,00031 (3,1 E-04)	0,00025 (2,5 E-04)	0,00015 (1,5 E-04)
Voda surová	0,0420	0,0003 (3,0 E-04)	deti (1 liter) 0,0032 (32 E-04)	dospelí (2 l) 0,0012 (12 E-04)	deti (0,1 litra) 0,00030 (3,0 E-04)	dospelí (0,5 l) 0,00030 (3,0 E-04)

Postup pre hodnotenie rizika chronického poškodenia zdravia (US EPA, 1998):

Referenčná dávka (RfD) a jej násobky	Riziko nárastu nekarcinogénnych ochorení ako prahových následkov	stupeň rizika
RfD a menej ako RfD	minimálne	1
do 5 násobku RfD	nízke	2
5 - 10 násobok RfD	stredné	3
viac ako 10 násobok RfD	vysoké	4

Z výsledkov výpočtov vyplynulo, že pri dennej konzumácii technologicky upravovanej minerálnej vody z prameňa „Anička“ u detí v množstve do 0,3 l a u dospelých do 1 litra denne, by nemalo dochádzať k prekročeniu odporúčenej referenčnej dávky arzénu. Pri konzumácii minerálnej vody surovej (neupravovanej) bolo množstvo modelovo vypočítané u detí na 0,1 l a u dospelých na 0,5 l denne, tak aby nedochádzalo k dennému prekračovaniu RfD pre arzén a aby neboli konzumenti vystavení rizikám nárastu negatívnych zdravotných účinkov.

Záver

Problematika posudzovania zloženia a kvality voľne prístupných minerálnych vôd na Slovensku je stále problematická a nejasná, chýba jednoznačný legislatívny predpis. V odborných kruhoch sa rôznia názory na posudzovanie ich kvality a najmä na posudzovanie prítomnosti vyšších koncentrácií minerálov, prípadne toxických či

ťažkých kovov. Pri posudzovaní nie je možné vychádzať z kritérií stanovených pre pitnú vodu, ale ani z kritérií na balenú vodu. Minerálna voda z voľne prístupných prameňov je konzumovaná náhodne, ojedinele, sezónne, ale u niektorých miestnych konzumentov aj pravidelne.

Vypracovanie takeého predpisu by však bolo problematické a zdá sa, že v súčasnej dobe je aj ťažko realizovateľné, pretože jednak jednotlivé premene majú svoje špecifické zloženie, u mnohých sú prirodzenou súčasťou aj kovy považované zo zdravotného hľadiska za toxické a ich konzumácia je nekontrolovateľná. Mnohé sú využívané v kúpeľníctve na kúpanie a alebo aj na pitie, avšak pri známom zložení a pod dozorom lekára.

Výpočtom je možné stanoviť, aké maximálne množstvo vody sa doporučuje konzumentom vypiť za deň, v prípade ak má prameň svojho správca a kvalita vody je pravidelne monitorovaná, avšak i tu nemožno v rámci doporučení urobiť jednoznačný záver z hľadiska zdravotných rizík, pretože výpočet množstva konzumovanej vody sa stanovuje podľa RfD na kg osobnej váhy a deň, nezohľadňuje sa ďalší dôležitý faktor a to, že konzument danú noxu môže prijímať do organizmu denne aj v rámci svojho potravinového reťazca, alebo aj inými cestami napríklad inhaláciou či kontaktom a to buď vo svojom životnom alebo pracovnom prostredí. Takto môže byť referenčná dávka na deň pre danú škodlivinu prekračovaná a zdravotné riziká sa tým zvyšujú. Za významný faktor v rámci diskusie na predmetnú problematiku je nutné tiež uvažovať o rozdielnej úrovni a schopnosti metabolického a imunitného systému jednotlivcov - konzumentov.

Takýto záver so vstupom všetkých citovaných faktorov vyplýva aj z našich modelových výpočtov a odporúčaní pre miestne obyvateľstvo pri konzumácii minerálnej vody z prameňa „Anička“. K týmto informáciám sa konzumenti v Košiciach dostávajú prostredníctvom lokálnych informačných tabúl pri prameni, miestnych masmédií, alebo z informačnej webovej stránky Regionálneho úradu verejného zdravotníctva v Košiciach.

Použitá literatúra

1. US EPA, Integrated Risk Information System. Risk Assessment – Multipathway Exposure. Risksoft 2,0 /software/. 1998
2. ATSDR, Division of Toxicology. Minimal Risk Levels for Hazardous Substances. 2003. Dostupné na internete : <http://atsdr.cdc.gov/mrls.html>
3. Výnos MHSR a MZSR z 15.3.2004, č. 608/9/2004-100, ktorým sa vydáva hlava Potravinového kódexu SR upravujúca minerálnu vodu, pramenitú vodu a balenú pitnú vodu.