

Dusičnany v pitných vodách a zdravie detskej populácie

Vyhovujúca úroveň zásobovania obyvateľstva pitnou vodou predstavuje jedno z najvýznamnejších opatrení na ochranu zdravia ľudí a charakterizuje životnú úroveň krajiny.

Právny rámec stanovujúci požiadavky na kvalitu pitnej vody a jej kontrolu tvorí prijatím posledných legislatívnych úprav v roku 2006 § 11 zákona č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov a nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu, ktoré nadobudli účinnosť od júna 2006.

Medzi najzávažnejšie úlohy a povinnosti z hľadiska plnej harmonizácie legislatívy s právom EÚ patrí dosiahnutie zhody vo všetkých ukazovateľoch kvality pitnej vody, vykonávanie monitorovania kvality pitnej vody, udeľovanie výnimiek z parametrických hodnôt, podávanie správ spotrebiteľovi i Európskej komisii (EK). Dosiahnutie zhody v požadovaných kvalitatívnych ukazovateľoch v SR je problematické v chemických ukazovateľoch: NO_3^- , NO_2^- , As, Sb, Fe, Mn.

Povinnosť sledovať kvalitu pitnej vody pre prevádzkovateľov verejných vodovodov ustanovuje zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách. Výsledky vlastného monitorovania je prevádzkovateľ povinný odovzdať orgánom verejného zdravotníctva. Monitorovanie v mieste zhody, t. j. u spotrebiteľa, vykonáva štát prostredníctvom úradov verejného zdravotníctva podľa zákona č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve. Systém štátneho monitorovania bol vypracovaný a schválený hlavným hygienikom SR už v roku 2003 a je zavedený na všetkých úradoch verejného zdravotníctva v SR. Výsledky monitoringu sú zaznamenávané na regionálnej úrovni programom VYDRA. Ich spracovanie a analýza sa pre celé Slovensko za každý kalendárny rok od roku 1995 realizuje v Národnom referenčnom centre pre pitnú vodu RÚVZ Košice.

Dusičnany a dusitany patria v rámci monitoringu kvality pitnej vody medzi najčastejšie skúšané chemické ukazovatele kvality pitnej vody. V roku 2005 sa vykonalo 6 060 laboratórnych skúšok na obsah dusičnanov vo vzorkách pitnej vody. Koncentrácia dusičnanov prekročila v roku 2005 limitnú hodnotu v 73 prípadoch (1,2 %).

Na základe údajov z posledných rokov odhadujeme, že 10 900 spotrebiteľov napojených na verejné vodovody v SR pije pitnú vodu s vyšším obsahom dusičnanov a 1 150 spotrebiteľov s vyšším obsahom dusitanov ako je limit stanovený v nariadení vlády. Situáciu nadlimitných hodnôt v ukazovateľoch dusičnany a dusitany v SR za roky 1998 – 2005, zistenú v rámci monitoringu kvality pitných vôd z verejného zásobovania realizovanom na RÚVZ v SR (pozri obr. 1, príloha, s. 12).

Narastajúce používanie umelých hnojív, zaobchádzanie s organickými odpadmi, menovite z poľnohospodárskeho chovu hospodárskych zvierat a zmeny vo využití pôdy sú hlavné faktory zodpovedné za progresívny nárast dusičnanov v podzemných vodách za posledných 40 rokov. Vplyv poľnohospodárskej činnosti na kvalitu vody sa najviac prejavuje v okresoch v pôsobnosti RÚVZ Košice, Rimavská Sobota, Michalovce, Trebišov a Trnava. Nadlimitné koncentrácie dusičnanov sa vyskytujú predovšetkým u menších obecných vodovodov. V 15 európskych krajinách sa pohybuje percento populácie využívajúcej pitnú vodu s obsahom dusičnanov nad 50 mg/l v rozmedzí 0,5 do 10 %, čo je takmer 10 miliónov ľudí.

V podmienkach Banskobystrického kraja je dlhodobou nevyhovujúcou kvalitou vody z verejných vodovodov v ukazovateli dusičnany zásobovaných 3 576 obyvateľov, a to najmä v okresoch Rimavská Sobota, Revúca, Veľký Krtíš, Lučenec, Poltár (pozri obr. 2, príloha, s. 12). Pretože v Banskobystrickom kraji je 15,8 %, t. j. 104 200 obyvateľov zásobovaných pitnou vodou z individuálnych vodných zdrojov, je možné reálne predpokladať, že vysokým koncentráciám dusičnanov je exponovaný vyšší počet obyvateľov ako počet zistený na základe objektívnych údajov o hromadnom zásobovaní pitnou vodou. Najnepriaznivejšia situácia, t. j. najvyšší počet obyvateľov zásobovaných pitnou



foto: Tomáš Kopečný

odbery a analýzy z takýchto zdrojov: v prípade podozrenia na prenos infekčnej choroby, v rámci prenatálnej starostlivosti o matku a dieťa v rodinách, kde sa očakáva narodenie dieťaťa, pri riešení sťažností, pri mimoriadnych situáciách (napr. povodne).

Dusičnany sú rozšíreným kontaminantom povrchovej a podzemnej vody na celom svete. Akumulácia dusičnanov v prostredí je dôsledkom používania dusíkatých hnojív a znečistenia odpadovými vodami. Najčastejším zdrojom dusičnanov sú priemyselné odpadové vody, skládky odpadov, septiky, žumpy a pastviny. Ďalšími zdrojmi sú splachy z poľnohospodársky obrábanej pôdy hnojenej dusíkatými hnojivami, sú konečným produktom mineralizácie organických látok. Zlúčeniny dusíka sú emitované do ovzdušia elektrárnami a automobilovou dopravou a pri zrážkach sa z ovzdušia dostávajú na zem. Dusičnany majú malú absorpčnú schopnosť, ľahko prenikajú pôdou a kontaminujú podzemné vody. Pohyb dusičnanov v pôde a ich schopnosť kontaminovať podzemnú vodu závisí od viacerých faktorov, zahŕňajúcich charakter pôdy, lokalizáciu a charakteristiku formovania podzemnej vody, zvodnené horizonty a klimatické podmienky. Pôvod kontaminácie pitnej vody dusičnanmi závisí tiež od hĺbky a konštrukcie studní. Identifikovať zdroj dusičnanov v studniach je často veľmi obtiažne. Je to tým, že dusičnany prúdia s podzemnou vodou a ich zdroj môže byť rôzne vzdialený od studne. Vo väčšine prípadov je ťažké odhadnúť čas, za ktorý dusičnany vsiaknu pôdou do podzemnej vody, lebo tento závisí od druhu pôdy a hĺbky vodnej hladiny.

Zdravotné dôsledky výskytu dusičnanov v pitných vodách

Záťaž obyvateľstva z pitnej vody obsahujúcej zdravotne významné chemické látky sa hodnotí na základe najvyššie zistenej koncentrácie, zistenej početnosti prekročovania limitných hodnôt a porovnaním tolerovateľného denného príjmu. Ak je kvalita pitnej vody v súlade s požiadavkami nariadenia vlády SR č. 354/2006 Z. z., potom by ani pri celoživotnom príjme 2 litrov denne nemalo dôjsť k negatívnemu ovplyvneniu zdravotného stavu obyvateľstva. Podľa týchto údajov je zrejme, že v SR dominuje expozícia dusičnanom.

Dusičnany sú po použití rýchlo a kompletne absorbované v hornej časti tenkého čreva. Sú rýchlo distribuované v organizme. Približne 25 % požitých dusičnanov je vylučované do slín, kde sú sčasti redukované ústnu

Tab. 1 Výskyt methemoglobinémie v BB kraji za obdobie rokov 2000 – 2005

Rok	Okres	Miesto	Počet ochorení	Etiológia: pitná voda	Etiológia: neznáma
2000	Lučenec R. Sobota	Filákov	1	1	-
		Kráľ	1	-	1
2001	Lučenec	Holíša	1	1	-
2002	R. Sobota R. Sobota	Gortva	1	-	1
		Barca	1	1	-
2003	R. Sobota R. Sobota	Dulovo	1	1	-
		Rim. Seč	1	1	-
2004	R. Sobota R. Sobota Veľký Krtíš	Žíp	1	1	-
		Uzovská Panica	1	1	-
		Muľa	1	1	-
2005	R. Sobota	Radnovce	1	1	-

mikroflórou na dusitany. Bakteriálna redukcia dusičnanov na dusitany môže prebiehať i v iných častiach zažívacieho traktu okrem žalúdka, kde k nej dochádza len pri zníženej kyslosti. Dusičnany samy o sebe vykazujú nízku toxicitu. V neredukujúcom prostredí a v nízkych koncentráciách nie sú dusičnany pre dospelého a zdravého človeka škodlivé a nemožno preto hovoriť o ich primárnej toxicite. Avšak za určitých podmienok sa môžu dusičnany redukovať na dusitany, ktoré sú z toxikologického hľadiska podstatne nebezpečnejšie.

Deti nie sú malí dospelí

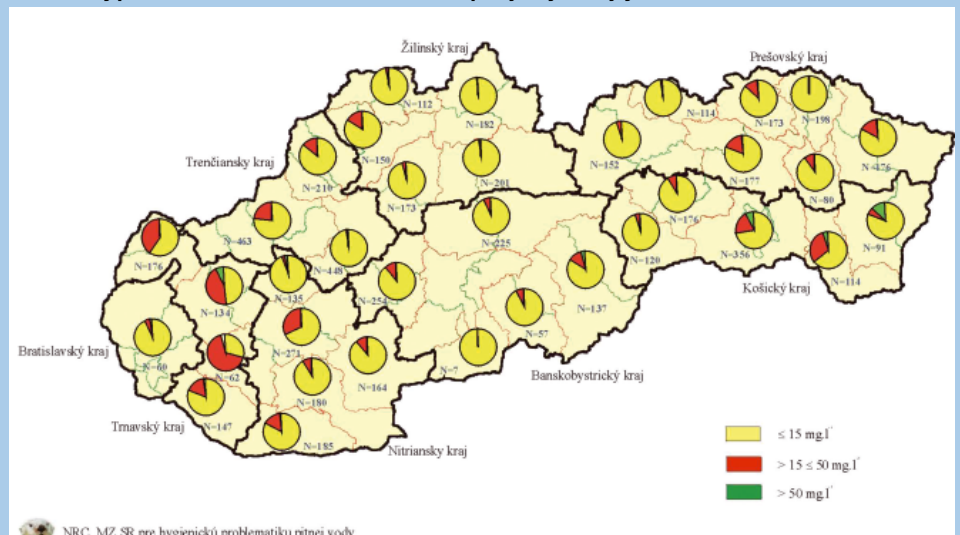
Osobitnou rizikovou skupinou z hľadiska posudzovania expozície dusičnanom v pitných vodách je detská populácia, pre ktorú sú charakteristické rozdielne a jedinečné spôsoby expozície: v pomere k telesnej hmotnosti prijímajú vyšší objem tekutín ako staršie deti a dospelí, ďalej dynamický fyziologický vývoj, dlhšia očakávaná dĺžka života, a teda dlhšia expozícia. Deti sú politicky bezmocné, nevedia a nemôžu sa brániť. Pretože deti reprezentujú budúcnosť našich spoločností, ochrana ich prostredia a zdravia sa stáva medzinárodnou kľúčovou úlohou. Novorodenci, deti a mládež predstavujú 40 % svetovej populácie. Je potrebné brať do úvahy skutočnosť, že sa u nich prejavujú účinky faktorov životného prostredia sumačne a generačne, t. j. účinky na začiatku života sa prejavujú v dospelosti alebo až v ďalšej generácii a môžu viesť k dlhotrvajúcim následkom alebo k poškodeniu zdravia.

Medzi hlavné globálne riziká ohrozenia zdravia detí zo životného prostredia podľa WHO patria aj nebezpečné domové studne pitnej vody a chemické nebezpečenstvá, medzi ktoré sa zaraďujú aj dusičnany v pitných vodách. Zo zdravotného hľadiska majú dusičnany význam ako zdroj dusitanových iónov v organizme. Vo vyšších koncentráciách môžu ovplyvňovať enzýmy tráviacej sústavy, resorpciu určitých živín, metabolizmus vitamínu A a funkciu štítnej žľazy.

Toxické účinky dusičnanov u detí sú dané hlavne redukciami na dusitany a následnou reakciou dusitanov s hemoglobínom. Dochádza k dusičnanej alimentárnej methemoglobinémii a to oxidáciou dvojmocného iónu $Fe(2)^+$ na trojmocný $Fe(3)^+$ za premeny krvného farbiva hemoglobínu na tmavohnedý methemoglobín, ktorý nie je schopný prenášať kyslík. Klinická manifestácia zníženého transportu kyslíka v organizme sa väčšinou objavuje po prekročení 10 % koncentrácie metHb. Prejavuje sa šedo-modrým zafarbením kože okolo úst a na koncoch prstov a nosa (cyanóza). Pri obsahu metHb nad 25 % sa objavuje slabosť, zrýchlený pulz a dýchanie, hnačky, pri 50 – 60 % metHb už môže dôjsť k úmrtiu. Normálna koncentrácia metHb u človeka je do 2 %, u kojencov do 3 mesiacov veku do 3 %.

Najcitlivejšou časťou populácie sú práve kojenci do 3 mesiacov veku, ktorí sú ohrození pri príprave kojeneckej stravy z vody s obsahom dusičnanov. Príčin vyššej citlivosti u nich je niekoľko. Jedná sa o väčší podiel fetálneho Hb, ktorý sa ľahšie oxiduje na metHb a deficit enzýmu metHb-reduktázy, ktorá spätne redukuje metHb na Hb. Ďalšou príčinou môže byť vyššie pH v žalúdku, umožňujúce bakteriálne osídlenie a redukciu dusičnanov na dusitany. Tvorba dusitanov, a tým aj riziko methemoglobinémie je zvýšené pri infekciách zažívacieho traktu, ktoré sú u detí častejšie. Ďalšou viac citlivou skupinou populácie k tvorbe metHb sú tehotné ženy a ľudia s deficitom glukoso-6-fosfát dehydrogenézy alebo metHb-reduktázy a ľudia so zníženou žalúdočnou kyslosťou (achlorhydria, atrofická gastritis). Pri vzniku dusičnanej alimentárnej met-

Percentuálny podiel koncentrácie dusičnanov vo vzorkách pitnej vody z verejných vodovodov v SR v roku 2005



hemoglobínémie sa uplatňujú najmä tieto faktory: voda s obsahom nepripustného množstva dusičnanov, pH žalúdočnej šťavy, bakteriálna flóra horných častí gastrointestinálneho traktu redukujúca nitráty, vstrebávanie dusitanov z gastrointestinálneho traktu do krvi, vplyv enzýmového systému redukujúceho methemoglobín na hemoglobín a pravdepodobne aj vplyv fetálneho hemoglobínu.

Dojčenie dieťaťa pokiaľ možno aspoň 3 mesiace a používanie bezchybnej pitnej vody na prípravu umelej výživy možno považovať za základné preventívne opatrenia. U detí od 3 mesiacov veku je hlásených málo prípadov methemoglobinémie. V štúdiu u detí konzumujúcich vodu s obsahom dusičnanov 100 – 500 mg/l nebola nájdená zvýšená hladina metHb v porovnaní s deťmi s vodou do 44 mg/l. WHO udáva, že u hlásených prípadov methemoglobinémie u detí bola zistená dávka dusičnanov v rozmedzí 37,1 – 108,6 mg/kg s priemerom 56,7 mg/kg. V štúdiách zahrňujúcich i prípady subklinicky zvýšenej methemoglobinémie bol obvyčajne nájdený významný vzťah ku koncentrácii dusičnanov v pitnej vode od úrovne 44,3 – 88,6 mg/l a vyššie a takmer výhradne u kojencov do 3 mesiacov veku.

Pretože väčšina prípadov ochorení bola popísaná po používaní vody zo súkromných a často bakteriologicky kontaminovaných studní, je veľmi pravdepodobný súčasný vplyv infekcie. Boli tiež popísané prípady methemoglobinémie, kde zrejme skutočne jediným známym vyvolávacím činiteľom bola zvýšená endogénna tvorba dusičnanov (a následne dusitanov) v dôsledku gastrointestinálnej infekcie.

Výskyt methemoglobinémie v Banskobystrickom kraji za obdobie rokov 2000 – 2005 udáva tab. 1. V sledovanom období sa vyskytlo celkom 11 prípadov methemoglobinémie, z toho v 9 prípadoch bola príčinou ochorenia voda s vysokou koncentráciou dusičnanov, v 2 prípadoch bola príčina ochorenia neznáma.

Okrem vzniku methemoglobinémie vysoké koncentrácie dusičnanov redukovaných na dusitany reagujú so sekundárnymi a terciálnymi aminmi za vzniku nitrozamínov. Dusitan sa v žalúdku vstrebáva s aminom, ktorý je prítomný prakticky všade: v zelenine, mäsovcých, mliečnych a obilných výrobkoch, vo vajciach, pive a víne, v liekoch, pesticídoch atď.

Nitrozamíny však vznikajú aj exogénne neenzymatickými pochodmi. Vytvorené nitrozamíny sa môžu inkorporovať do rastlín, a potom sa potravinovým refazcom dostávajú do organizmu človeka, alebo sa môžu z pôdy

vylúhovať do pitnej vody. Bolo dokázané, že nitrozamíny sú schopné vyvolávať tvorbu nádorov vo všetkých telesných orgánoch, hlavne tráviaceho traktu, močového mechúra a lymfatického systému, s výnimkou kostí. Pravidelný príjem vitamínu C môže preventívne zabrániť vzniku karcinogénnych nitrozamínov a naopak, chronicky nízka hladina kyseliny L-askorbovej môže dispozíciu zvyšovať. Z toho by sa dalo usudzovať, že prítomnosť vitamínu C v požívatinách dáva možnosť určitej kompenzácie zvýšeného obsahu dusičnanov.

Je potrebné zabezpečiť vyhovujúcu kvalitu pitnej vody v ukazovateľoch dusičnanov?

Zabezpečenie vyhovujúcej kvality pitnej vody v ukazovateľoch dusičnanov je vysoko aktuálne.

Prevažná väčšina producentov pitnej vody, ktorá nesplňa stanovené limity v týchto ukazovateľoch, má platnú výnimku na používanie takejto pitnej vody udelenú orgánmi na ochranu zdravia najmä v rokoch 2002 a 2003. Výnimky sú udelené v súlade s požiadavkami platnej legislatívy, teda len v tých prípadoch, že tieto nepredstavujú riziko ohrozenia zdravia ľudí a ak dodávanie pitnej vody v danej oblasti nemožno zabezpečiť iným adekvátnym spôsobom. Platnosť výnimky nesmie presiahnuť 3 roky. Ak sa po tomto období nezlepší kvalita dodávanej pitnej vody, je možné poskytnúť druhú výnimku v trvaní najviac troch rokov. V tomto prípade však musí SR svoje rozhodnutie oznámiť EK s náležitým odôvodnením. Vo výnimkových prípadoch môže členský štát požiadať o tretiu výnimku na obdobie maximálne troch rokov. Po uplynutí doby platnosti výnimiek sa vykoná náležitá kontrola. Ak sa ani po tomto období nedosiahla zhoda s požadovanými kvalitatívnymi ukazovateľmi, EK pristúpi k uplatňovaniu sankcií voči SR.

Do obdobia dosiahnutia vyhovujúcej kvality pitnej vody v ukazovateľoch dusičnanov v verejných vodovodoch a zníženia počtu obyvateľov zásobovaných pitnou vodou z individuálnych zdrojov nekontrolovanej kvality je potrebné na regionálnej úrovni, najmä v dotknutých oblastiach, venovať pozornosť výchove obyvateľstva o význame kvality pitnej vody v prevencii ochorení, a to najmä detskej populácie. Ďalej presadzovať pre deti náhradné zásobovanie pitnou vodou vyhovujúcej kvality a podporovať v rámci prenatálnej starostlivosti o matku vyšetrovanie kvality vody ak je jej domácnosť zásobovaná vodou z individuálneho vodného zdroja.

MUDr. Katarína Slotová
Regionálny úrad verejného zdravotníctva Banská Bystrica