

OKOLJSKA TVEGANJA

Environmental Risks

Boris Kompare* UDK 628.1:504.4.05/06

Povzetek

Maksimalno dovoljene imisijske (okoljske) koncentracije (MDK) lahko določimo po dveh pristopih: prvi je »ekološki« pristop, ki predpostavlja, da je vsako onesnaženje v naravi nenaravno in zatorej nezaželeno, in postavlja MDK praktično na mejo detekcije trenutne kemijske analitike, drugi je realen znanstveni pristop, ki temelji na zdravstvenem tveganju. Na podanih primerih se izkaže, da je bilo večkrat povzročenega preveč preplaha in da je bila škoda oz. so bila angažirana sredstva ob »urgentnem reševanju« (po prvem pristopu) mnogo previsoka v primerjavi z objektivnim tveganjem.

Abstract

When dealing with maximum allowable concentrations (MAC) in the environment, one generally does not know which mechanisms and suppositions stand behind the adopted MAC values. Two approaches are presented. The first is the environ-

mental approach, which considers any form of man-made pollution in the environment to be unnatural and thus not acceptable – hence, any detectable quantity or concentration is potentially harmful. This approach sets MAC at the detection limit of current tools of analytical chemistry. The second is the realistic, scientific approach based on a health-risk analysis, i.e. the probability that, in a population of 100,000, one person will fall ill or die due to pollution if he/she drinks 2 litres of water daily throughout the expected lifespan of 70 years. In this case, MAC is calculated on the basis of field data (environmental accidents) or in-vitro measurements. The contribution presents some typical conflict situations in Slovenia following environmental accidents, which are characterized by unnecessary overreactions as a result of considering only the first approach instead of calculating the actual risk according to the second approach.

Uvod

Tveganje pri okoljskih nesrečah sestavlja več istočasnih faktorjev tveganja, npr. lokacija (v zaščitnih pasovih vodovoda ali izven njih), vrsta tal in zaščitnega pokrova nad vodonosnikom (ali je prisoten glinini sloj, organska zemljina, grob/fin material itd.), vrste vodonosnika (naplavine, kras, površinska voda...) itd. Tudi samo onesnažilo se različno obnaša v vodi, zraku in zemljini oz. v polarnem ali nepolarnem mediju (porazdelitev oz. fugalnost). Zaradi te izredne kompleksnosti določitve usode onesnažila in posledično celotnega tveganja se bomo v tem prispevku osredotočili samo na en vidik tveganja, in sicer na definicijo tveganja pri dolgotrajnem uživanju onesnažene vode. Le-ta je lahko neposredno ali posredno povezana z (ekološko) nesrečo ali pa je posledica stalnega onesnaževanja okolja, kot so izpusti odpadnih vod iz industrije in tudi iz gospodinjstev.

Obremenjenost (onesnaženje) okolja oz. obremenjenost (onesnaženje) hrane z nezaželenimi snovmi je tesno povezana s tveganjem, da pri določeni koncentraciji nezaželenih snovi v okolju ali hrani zbolimo ali celo umremo. V tem članku se bomo omejili na definicijo in razlago maksimalno dopustnih koncentracij (MDK) nezaželenih snovi v pitni vodi. Pitna voda namreč predstavlja osnovno vrsto hrane (in s tem človekovega okolja ter posledično človeka samega) in je glede na načine nastanka in pridobivanja med najbolj ogroženimi vrstami hrane.

Pri definiciji in razlagi pomena MDK poznamo dva pristopa:

- Prvi je »ekološki« pristop, ki predpostavlja, da je vsako onesnaženje v naravi nenaravno in zato nezaželeno – torej je že najmanjša ugotovljena koncentracija potencialno škodljiva. Ta pristop postavlja MDK praktično na mejo detekcije trenutne kemijske analitike.
- Drugi je realen znanstveni pristop – tj. zdravstveni kriterij, ki temelji na tveganju, da v populaciji 100.000 ljudi ena oseba zboli oz. umre za posledicami onesnaženja, če v

svoji življenjski dobi 70 let pije po 2 litra vode dnevno. MDK je izračunan na podlagi dejanskih in-situ meritev (nesreče) oz. preračunan na podlagi in-vitro oz. in-situ meritev na poskusnih živalih.

Žal pristopa med seboj nista združljiva, ampak se lahko celo izključujeta. Upoštevanje samo prvega pristopa privede do absurdnih situacij, ko je voda s koncentracijo onesnaženja tik pod MDK povsem primerna za pitje, medtem ko za malenkost prekoračena MDK pomeni, da voda sploh ni primerna za pitje. V naših predpisih za pitno vodo je na žalost uporabljen samo ta prvi pristop, iz katerega tudi sledijo absurde, komične situacije ob poslabšanju kakovosti vode nad MDK. Na drugi strani pa bi upoštevanje samo drugega pristopa lahko pomenilo potuho povzročiteljem onesnaženja oz. premajhno skrb vodovodnega podjetja za dobavo čim bolj neoporečne pitne vode. V praksi je torej treba težiti k doseganju okoljskih kriterijev MDK, hkrati pa ob prekoračitvi teh MDK uporabiti načela zdravstvenih kriterijev in realno oceniti tveganje, ki je nastalo zaradi povečanega onesnaženja.

V nadaljevanju sta najprej podrobneje opisani ozadji obeh principov, potem pa je podanih nekaj primerov, iz katerih lahko bralec sam oceni dejansko realno kritičnost oz. rizičnost ob povečanem onesnaženju.

Osnove onesnaženja vode in zdravstvenega tveganja

Pod pojmom onesnaženje (pitne) vode je praktično mišljena vsakršna vsebnost organizmov ali snovi, izgled, vonj in okus vode, ki ni zaželen iz estetskih in/ali zdravstvenih vidikov. Onesnaženje pitne vode torej pomeni neposredno ali posredno nevarnost tveganja za zdravje ljudi, ki to vodo uživajo.

Onesnažena (pitna) voda pa še ne pomeni nujno, da je tudi neuporabna oz. da je ne smemo dalj časa uporabljati kot pitno vodo. Uporabnost onesnažene pitne vode presojamo namreč s koncentracijo onesnaženja v vodi oz. s količino

* doc. dr., Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Hajdrihova 28, Ljubljana, bkompare@fgg.uni-lj.si

nezaželeni snovi, ki se lahko ob daljšem uživanju vode nakopiči v telesu. Oboje skupaj pa presojamo z vidika učinkov na človeka. Prekomerno onesnažene vode so tiste, pri katerih eden ali več preiskanih parametrov presega MDK za pitno vodo.

Ekološki kriterij (1. pristop)

Izhodišče tega kriterija je, da je (razen nujno potrebnih mikroelementov) vsak organizem oz. vsaka snov, ki je prisotna v pitni vodi, nezaželen in kot taka dejansko ali tudi samo potencialno škodljiva zdravju.

V zgodovini obstoja človeške vrste oz. njene evolucije iz drugih vrst so se ljudje privadili na povsod prisotno globalno onesnaženje vode. To z drugimi besedami pomeni, da je človek razvil relativno odpornost na nekatere vrste (naravnega) onesnaženja, ki se pogosto pojavljajo v vodah, ki jih uporabljamo za pripravo pitne vode. Koncentracije takih snovi, na katere je človek relativno odporen, se tipično gibljejo v mg/l.

Človek pa je v zadnjih nekaj sto letih s svojo industrijsko revolucijo povzročil intenzivno kemizacijo okolja. Strokovnjaki ocenjujejo, da je sintetiziranih preko 8 milijonov umetnih, tako anorganskih kot organskih spojin, od katerih se masovno (prek 10.000 t/leto) uporablja prek 100.000 spojin (EC, 1996). Na te spojine se človeštvo ni imelo časa privaditi, saj so za to potrebne stotine generacij. Zato so tipične koncentracije, ki povzročajo negativne učinke, 1000-krat manjše od naravnega onesnaženja, na katerega se je človek pač že privadil. Tako koncentracije umetnih snovi, ki so še varne za preskrbo s pitno vodo, izražamo v 0,001 mg/l oz. v µg/l ali pa v še manjših koncentracijah.

Od omenjenih 100.000 do 200.000 spojin, ki so v široki uporabi, pa je le majhen odstotek (nekaj tisoč!) temeljito raziskanih na možne zdravstvene učinke na človeka. Čeprav zakonodajne velikih držav po svetu (ZDA, EU, Japonska itd.) zahtevajo, da se vsaka nova kemikalija pred registracijo temeljito preizkusi, pa so ti preizkusi silno dragi, obsežni in dolgotrajni. Slednje je največja ovira pri pridobivanju podatkov (recimo o mutagenosti), zato se večinoma za določanje lastnosti kemikalij uporabljajo matematični modeli. Le-ti pa vseh lastnosti ne morejo napovedati dovolj natančno (Jørgensen, 1994).

Prav zaradi omenjenih dveh dejstev, tj.:

- umetne kemikalije so razmeroma nove in se na njih človek ni utegnil privaditi in
- možni so zakasneni učinki (bioakumulacija, kronični efekti po dolgih letih, mutagenost v naslednjih generacijah itd.),

se ekološki kriterij postavlja na varno stran in zagovarja konzervativno načelo, da je že vsaka prisotnost oz. vsaka koncentracija take učinkovine zdravju potencialno škodljiva. Iz tega izvira princip določevanja MDK glede na trenutno mejo zmožnosti kemijske analitske opreme. Po tem principu tudi lahko pričakujemo, da se bodo ob naslednji reviziji predpisov za pitno vodo znižale tudi MDK, pač ustrezno razvoju kemijske analitske opreme.

Zdravstveni kriterij (2. pristop)

Smernice WHO (World Health Organization) izhajajo iz predpostavke, da je povprečen človek težak 60 kg, da živi 70 let in da skozi svoje življenje vsak dan popije 2 litra vode. Če so pozamezna onesnažila posebej nevarna dojenčkom in mlajšim otrokom, je predpostavljeno tudi, da je teža dojenčka 5 kg, le-ta pa popije dnevno 0,75 litrov vode, teža otrok pa je 10 kg, le-ti pa popijejo 1 l vode dnevno.

Za kemijske učinkovine, ki izkazujejo prag strupenosti, je določena dnevna sprejemljiva količina glede na kg mase človeka (TDI – Tolerable Daily Intake). Za take učinkovine je s študijo porazdelitve učinkovine med vodo, zrak in hrano določen delež, ki prispe v telo z vodo. Če take informacije ni bilo mogoče pridobiti, je privzeto, da je delež v vodi 10-odstoten. Sicer pa se da tako informacijo zmodelirati s pomočjo modela porazdelitve (fugacity model) posamezne substance med vodo, zrak in zemljo ter med adsorbirane in bioakumulirane oddelke (Jørgensen, 1994). Napovedovanje poteka s pomočjo poznavanja osnovnih fizikalnih in kemijskih karakteristik opazovane učinkovine, kot npr. hidrofilnost, liofilnost, parni tlak, gostota, Henryjeva konstanta, sorpcijski koeficient itd.

Za učinkovine, ki so verjetno rakotvorne, je bil uporabljen matematični model za prenos podatkov z laboratorijskih živali na človeka. Pri tem so ocenili verjetnost, da v populaciji 100.000 ljudi en človek zboli in umre za posledicami uživanja onesnažene vode s koncentracijo onesnaženja dovoljeno za 70-letno uživanje. Pri teh analizah so definirane posebne koncentracije, npr. LOAEL (lowest observed adverse effect level) = najnižja koncentracija z nezaželenimi učinki, ali pa NOAEL (no observed adverse effect level) = koncentracija brez opaženih nezaželenih učinkov.

Pomembno je poudariti, da vrednosti, podane v smernicah WHO, niso obvezujoče, pač pa je prepuščeno posamezni državi, da glede na svoje zdravstvene, ekonomske in kulturne pogoje in zmožnosti priredi ustrezne MDK. Vsekakor pa se pri tem razume, da se pri takšni analizi strokovno uporabi analiza tveganja, stroškov in koristi.

Analiza tveganja pri onesnaženju podtalnice Dravskega polja s pesticidi in onesnaženju kraškega izvira reke Krupice s PCB-jji

Leta 1989 je prišlo do povečanega, sicer že prej večkrat znanega onesnaženja podtalnice Dravskega polja s pesticidi. Onesnaženi so bili vodnjaki za vodovode Slovenske Bistrice, Kidričevega, Ptujja in posamezni lokalni viri. Nad takrat veljavno dopustno koncentracijo so bili ugotovljeni posamični pesticidi, predvsem pa atrazin in alaklor (alaklor 0,03-2,01 µg/l, atrazin 2,32-5,51 µg/l).

Z namenom, da bi preprečili možne negativne posledice ugotovljenega onesnaženja pitne vode za zdravje prebivalstva, je republiška sanitarna inšpekcija prepovedala uživanje vode iz navedenih javnih in lokalnih vodovodov (vodnjakov). Pitno vodo so v času prepovedi in do interventne izgradnje (dragega) transportnega vodovoda Maribor-Ptuj razvažali v prizadete kraje s cisternami.

Rismal (1990) je s študijo pokazal, da je bil preplah pretiran in da so bili sprejeti urgentni sanacijski ukrepi nesmotrni. Prekoračene so bile namreč MDK za pitno vodo (alaklor 0,001 µg/l, atrazin 5 µg/l), ki jih je SFRJ sprejela na podlagi nepoznanih, verjetno ekoloških kriterijev. Rismal pa je koncentracije onesnaženja primerjal s priporočili WHO in ugotovil, da koncentracije niso bistveno presežene za uživanje skozi celotno življenjsko dobo 70-ih let (alaklor 2 µg/l, atrazin 3 µg/l). Za krajše obdobje okoli 10 let, kolikor se je računalo, da bi utegnili onesnaženje trajati, pa so dopustne koncentracije WHO za razred višje od maksimalno izmerjenih v podtalnici. O svojih izsledkih je Rismal obvestil ustrezne inšpekcije in zavode za zdravstveno varstvo, vendar brez uspeha.

Podobno analizo je Rismal (1990) v isti študiji naredil še za primer onesnaženja kraškega izvira reke Krupice v Beli Krajini s polikloriranimi bifenili (PCB) v koncentracijah 0,35–0,5 µg/l. Spet se je pokazalo, da so sicer prekoračene MDK za pitno vodo po takrat veljavnih jugoslovanskih predpisih (0,001 µg/l), niso pa bile prekoračene MDK za pitno vodo po predpisih WHO za dolgoletno, tj. celoživljenjsko uživanje (0,5 µg/l). Preplah v Krupi je bil torej povsem odveč. Seveda pa to ne pomeni, da ni bilo treba izvesti sanacije – to vsekakor, vendar pri tem ni bilo treba na tak način vznemirjati ljudi in potrošiti ogromnih družbenih sredstev za izvajanje preštevilnih analiz vode Krupice in pretiranega zdravstvenega monitoringa »prizadetih« prebivalcev.

Konec koncev bi že ves čas od onesnaženja naprej lahko izvir Krupice uporabljali kot vir pitne vode, zaradi preplaha v preteklosti pa ta količinsko in kakovostno pomemben vir vode še danes ni zajet v vodopreskrbo sicer z vodo deficitarne Bele Krajine.

Sklepne misli

V prispevku je podana analiza dveh pristopov za določitev maksimalnih dopustnih koncentracij (MDK) onesnaževal v pitni vodi. Objektivni zdravstveni kriterij upošteva tveganje, da zaradi onesnažene vode z določeno verjetnostjo zbolijo določen del prebivalstva (1:100.000 v 70 letih). Ekološki kriterij je še bolj restriktiven, saj izhaja iz dejstva, da v pitni vodi ne sme biti niti sledov nezaželenih snovi. Ta kriterij tipično predpisuje MDK, ki so za več redov velikosti strožji od MDK po zdravstvenem kriteriju.

Na primeru dejanskega onesnaženja podtalnice Dravskega polja s pesticidi in onesnaženja kraškega izvira reke Krupice s PCB-ji smo pokazali, da onesnaženja v Sloveniji niso bila kritična v pogledu zdravstvenih kriterijev in da je bil po

nepotrebem izzvan preplah med prebivalstvom in izvedeni nekateri nepotrebni sanacijski ukrepi, za kar so bila neupravičeno oz. nesmotrno porabljeni velika družbena sredstva.

V prihodnje upamo, da se bo ob podobnih nesrečah zbrala strokovna skupina, ki bo znala trezno presoditi nastalo situacijo in s pomočjo matematičnih modelov na objektivni osnovi izdelati risk-cost-benefit analizo, nato pa ustrezno strokovno (inženirsko) ukrepati in voditi sanacijo.

Literatura:

1. EU (European Commission), 1996. EU technical Guidance Documents for risk assessment of new and existing substances. European commission, Luxembourg.
2. Jørgensen, S. E., 1994. Fundamentals of Ecological Modelling (2nd ed.). Developments in Environmental Modelling 19, Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo. (ISBN 0-444-81578-3)
3. Rismal, M., 1990. Analiza zdravstveno-hidrotehnične problematike onesnaženja podtalnice Dravskega polja s pesticidi. FAGG-IZH, Ljubljana. (IZH-d-211)
4. WHO, 1993. Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Volume 1: Recommendations. WHO, Geneva. (ISBN 92 4 154460 0)
5. WHO, 1996. Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Volume 2: Health criteria and other supporting information. WHO, Geneva. (ISBN 92 4 154480 5)
6. WHO, 1997. Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Volume 3: surveillance and control of community supplies. WHO, Geneva. (ISBN 92 4 154503 8)
7. WHO, 1998a. Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Addendum to Volume 1: Recommendations. WHO, Geneva. (ISBN 92 4 154514 3)
8. WHO, 1998b. Guidelines for drinking-water quality. Second edition. Addendum to Volume 2: Health criteria and other supporting information. WHO, Geneva. (ISBN N/A)