

SVINEC V PITNI VODI V SLOVENSКИH VRTCIH IN OSNOVNIH ŠOLAH

LEAD IN DRINKING WATER IN SLOVENE KINDERGARTENS AND PRIMARY SCHOOLS

Katarina Bitenc¹

Prispelo: 2. 4. 2010 - Sprejeto: 4. 10. 2010

Izvirni znanstveni članek
UDK 628.1.033:614.3(497.4)

Izvleček

Izhodišče: Namen dela je ugotoviti, kakšna je koncentracija svineca v pitni vodi v starejših slovenskih vrtcih in osnovnih šolah. Izpostavljenost svincu v zgodnjih fazah otrokovega razvoja lahko namreč povzroča trajne nevrološke in psihološke spremembe.

Metode: Da bi ugotovili, kolikšna je koncentracija svineca v pitni vodi, smo na pipah v vrtcu ali šoli, kjer pripravljajo hrano in pijačo, odvzeli 250 ml pitne vode, ki je v ceveh stala od 8 do 18 ur. Za določitev koncentracije svineca v vodi smo uporabili metodo ICP-MS, za merjenje prostega klora klorimeter, za določanje redoks potenciala in vrednosti pH pa instrument MultiLine P4 s kombinirano elektrodo SenTix ORP oziroma s kombinirano elektrodo SenTix 41-3 s temperaturno sondo.

Rezultati: Analiza vzorcev je pokazala, da je imelo od 39 vzorcev 6 vzorcev koncentracijo svineca nad mejno vrednostjo 10 µg/l, trije vzorci so imeli koncentracijo svineca na meji, to je 10 µg/l, pri dveh vzorcih pa je koncentracija svineca močno presegala mejno vrednost, saj je znašala 42 µg/l oz. 26 µg/l. Negativna odvisnost med vrednostjo pH in koncentracijo svineca v pitni vodi je zmerne in potrjuje domnevo, da je višja koncentracija posledica nižje vrednosti pH vode.

Razpravljanje: Raziskava opozarja na problematiko povečane koncentracije svineca v pitni vodi, s katero se spopadajo starejši vrtci in osnovne šole. Glede na to, da je bila koncentracija svineca po točenju vode v vseh primerih pod mejno vrednostjo 10 µg/l, je najučinkovitejši in najhitrejši ukrep za znižanje koncentracije svineca v pitni vodi nekajminutno točenje vode iz vseh tistih pip, kjer vodo uporabljajo za pitje in pripravo hrane. Za potrebe državnega monitoringa pitne vode je potrebno uveljaviti nov način odvzema vode za ugotavljanje koncentracije svineca, in sicer vzorčenje vode, ki je v ceveh stala vsaj 8 do 18 ur.

Ključne besede: svinec, otroci, pitna voda, zdravje, onesnaženje, Slovenija

Original scientific article
UDC 628.1.033:614.3(497.4)

Abstract

Objectives: The purpose of the study was to determine lead content in drinking water in older kindergartens and primary schools in Slovenia. It is well-known that exposure to lead in early childhood may cause permanent neurological and psychological changes.

Methods: To determine lead concentrations in kindergarten and school drinking water, a sample of 250 ml of drinking water is collected when it has remained stagnant in the pipes for eight to 18 hours. The first-draw sample is taken from a faucet in the kitchen where foods and drinks are prepared. The ICP-MS method was used to determine lead levels in drinking water, colorimeter to measure free chlorine, and MultiLine P4 with a combination electrode SenTix ORP or SenTix 41-3 with integrated temperature sensor to determine redox potential and pH values.

Results: Six of the 39 samples had lead levels higher than 10 µg/l, three samples had borderline lead concentrations (10 µg/l); in two samples lead levels notably exceeded borderline values, reaching 42 µg/l and 26 µg/l. A moderate

¹Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije, Trubarjeva 2, 1000 Ljubljana
Kontaktni naslov: e-pošta: katarina.bitenc@ivz-rs.si

negative correlation was found between the level of pH and lead levels in drinking water, a finding corroborating the assumption that increased lead concentrations in water are due to a low pH level.

Discussion: *The study stresses the problem of elevated lead concentrations in drinking water found in older kindergartens and primary schools. Since all flushed samples contained less than 10 µg/l of lead, the easiest and most effective way to lower lead levels in drinking water would be flushing all water pipes in the kitchen by letting water run for a few minutes. Lead testing will be repeated in summer when water temperatures may increase by up to 10 °C, and lead content in drinking water may double. For the purposes of national drinking water monitoring a new method for determining lead content in drinking water will have to be introduced, i.e. sampling of water that has been sitting in the pipes for at least 8 to 18 hours.*

Key words: lead, children, drinking water, health, pollution, Slovenia

1 Uvod

Svinec je element s kemijskim simbol Pb. Poznali so ga že 4.000 let p.n.š., v času rimskega imperija pa je bil celo najbolj pomembna kovina, saj so ga uporabljali za izdelavo pločevine za strehe, okrasnih predmetov, posode ter vodovodnih cevi. Danes skoraj polovico proizvedenega svinca uporabljajo v proizvodnji baterij in akumulatorjev (1). Svinec uporabljajo tudi v vojaški in računalniški industriji, v industriji motornih vozil, gradbeništvu in medicini. Svinčevi oksidi se ponekod še vedno uporabljajo v industriji barv, stekla, keramike in plastike (2, 3, 4, 5, 6, 7).

Svinec je sive barve in je najmehkejša težka kovina. Na zraku hitro posivi, ker se obda s tankim slojem oksida, ki ga ščiti pred propadanjem. Tudi v vodi se obda z zaščitno plastjo, zato so ga včasih uporabljali za izdelavo vodovodnih cevi, zaradi njegove mehкости in kovnosti pri nizki temperaturi pa so lahko z njim enostavno zatesnili tudi stike med cevmi (7).

Izpostavljenost svincu iz okolja je pomemben javnozdravstveni problem. Svinčeve zvrsti so lahko strupene in v primeru uživanja ali vdihavanja škodujejo zdravju ljudi. Prizadenejo lahko živčevje, možgane, ledvica, rodila in sečila ter vplivajo tudi na vedenje (2, 8). Nekaterе študije so nakazale možnost, da svinec povzroča raka, zato Mednarodna agencija za raziskave raka uvršča anorganski svinec v skupino 2A, kar pomeni, da obstajajo zadostni dokazi o njegovem rakotvornem delovanju na človeka (9).

Škodljivi učinki svinca, predvsem na živčni sistem, se lahko pri otrocih pokažejo že ob manjših koncentracijah svinca v krvi, tj. že precej pod 30 µg/dl (10, 11). Izpostavljenost svincu v zgodnjem obdobju otrokovega razvoja lahko povzroča trajne nevrološke in psihološke spremembe: upočasnen psihični razvoj, nižji inteligenčni količnik, spremembe obnašanja, slabšo učno sposobnost, oslavljen sluh, agresivnost in slabšo motorično koordinacijo (3, 12).

Svinec navadno ni prisoten v pitni vodi, ki pride iz vrtine, ali po pripravi vode. Najpogosteje ga najdemo v vodi, ki je bila v stiku z javnim ali s hišnim vodovodnim omrežjem, ki vsebuje svinčene cevi ali svinčene stike med cevmi. Ocenjujejo, da je vnos svinca preko pitne vode pri otrocih 10 do 20 % celotnega vnosa iz okolja (13). Na koncentracijo svinca v vodi iz vodovodnega omrežja torej odločujoče vpliva količina svinca v materialih za izgradnjo omrežja. V 70. letih so namreč v objekte za izgradnjo vodovodnega omrežja pogosto vgrajevali svinčene cevi ali pa so za spajkanje sklepov med cevmi uporabljali svinčena sredstva (7).

Na izločanje svinca v vodo vpliva starost omrežja; s starostjo se namreč zaradi korozije povečuje površina nagrizenih cevi in drugih delov omrežja, s tem pa se iz cevi izloči več svinca. Na korozijo vpliva vrednost pH vode, temperatura vode, trdota vode in koncentracija prostega klora v vodi; bolj kot je voda mehka, topla in kislila ter višja kot je koncentracija klora v vodi, večja je korozija in večja je možnost izločanja svinca v vodo (7, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19).

Trda voda¹ je manj bogata s svincom, saj vsebuje karbonate in sulfate in iz njih tvori težko topljive bazične svinčeve karbonate in svinčeve sulfate, ki varujejo svinčene cevi pred korozijo (16). V topli vodi je topnost svinca hitrejša; stopnja izločanja svinca iz svinčenih delov omrežja se za vsakih dodatnih 10 °C kar podvoji (20). V kisli vodi poteka raztapljanje svinca v vodi zelo hitro. Vrednost pH vode predstavlja merilo kislinsko-baznega ravnotežja, ki je večinoma odvisno od prisotnosti ogljikovega dioksida v vodi. Višje koncentracije ogljikovega dioksida v vodi pomenijo nižjo vrednost pH, torej večjo kislost vode in s tem večjo možnost raztapljanja svinca v vodi (21).

V Pravilniku o pitni vodi (22), ki je v celoti usklajen z ustrežno direktivo Evropske unije (23), je svinec uvrščen v del B Priloge I, v katerem je določena mejna vrednost 10 µg/l. Ta vrednost bo veljala od 1. novembra 2013 dalje, do takrat pa velja mejna vrednost 25 µg/l. Tudi

¹ V Sloveniji je voda iz vodovoda srednje trda (11 – 14 °dH). Trdota je najpogosteje izražena v nemških stopinjah – 1 °dH ustreza 10 mg kalcijevega oksida na liter vode.

Svetovna zdravstvena organizacija je glede tveganja za zdravje določila sprejemljivo mejno vrednost svınca za pitno vodo pri 10 µg/l (11). Ameriška agencija za varstvo okolja navaja največjo dopustno koncentracijo 15 µg/l in svetuje ukrepe, če je presežena vrednost v več kot 10 % vzorcev iz pip. Poleg tega predlaga, da se v javni ustanovi prepove uporaba pitne vode takrat, ko raven svınca v posameznem vzorcu preseže 20 µg/l (24).

Skupni strokovni odbor za živilske dodatke Organizacije Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (FAO) in Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) (v nadaljevanju JECFA) je neodvisna skupina strokovnjakov, ki določa sprejemljivi dnevni vnos (ADI), največjo dovoljeno količino ostankov (MRL) in (začasno) dopustni tedenski vnos (PTWI) za pomembne škodljive snovi, ki so pogosto prisotne v našem bivalnem okolju. Tako je določila tudi vrednost PTWI za svinec iz vseh virov izpostavljenosti, ki znaša 25 µg/kg telesne mase. Iz vrednosti PTWI je bila izračunana tudi mejna vrednost svınca v pitni vodi 10 mg/l ob predpostavki, da je delež vnosa svınca s pitno vodo 50 % (11, 25).

Namen raziskave je ugotoviti koncentracijo svınca v pitni vodi v starejših slovenskih vrtcih in osnovnih šolah, saj izpostavljenost svincu v zgodnjem obdobju otrokovega razvoja lahko povzroči nepovratne nevropsihološke spremembe. Otroci so zaradi presnovnih posebnosti, hitrejše absorpcije in nizke telesne teže najbolj občutljiva populacija.

2 Metode

Svinec v pitni vodi določamo z laboratorijsko analizo odvzetega vzorca, saj svınca ni mogoče videti, okusiti ali vonjati.

V literaturi poročajo o dveh osnovnih načinih vzorčenja vode za ugotavljanje koncentracije svınca s pomočjo laboratorijske analize. Prvi način določa t. i. pravilo svınca in bakra (*angl.* Lead and Copper Rule), ki zagovarja odvzem 1 litra vzorca pitne vode iz pipe v kuhinji brez predhodnega točenja vode, ki je stala v ceveh 6 ur ali več (26, 27). Drug način odvzema vzorca, ki smo ga uporabili v tej raziskavi, se razlikuje od prvega v tem, da odvezamo le 250 ml vzorca, in sicer brez predhodnega točenja vode, ki je stala v ceveh od 8 do 18 ur (24). Ta način odvzema predpostavlja, da je količina 250 ml vode enaka eni skodelici tekočine, ki jo otrok zaužije z enim pitjem. Raziskave ugotavljajo, da kar četrtno vse popite vode v vrtcu ali šoli predstavlja voda brez predhodnega točenja, torej tista,

ki hipotetično vsebuje več svınca (14, 27). Odvzemu vzorca brez predhodnega točenja vode sledi odvzem drugega vzorca s predhodnim točenjem mrzle vode vsaj 30 sekund do 5 minut (28, 29, 30).

Steklenice so pred vzorčenjem pripravili v akreditiranem laboratoriju Inštituta za varovanje zdravja: oprane so bile z 2 M HCl, nato še z 10 % HNO₃, sprane pa so bile z vodo RX (demineralizirana voda), nato še z vodo Milli Q (deionizirana voda z elektroprevodnostjo 50µS/cm) in osušene v sušilniku pri 105 °C. Uporabljene so bile litrske steklenice, na katerih je bila označena količina 250 ml. Pred odhodom na teren je vzorčevalec v laboratoriju vzel pripravljeni steklenici za dva vzorca: vzorec z vodo, ki je v ceveh stala 8–18 ur, ter kontrolni vzorec z vodo, ki se je predhodno točila 2 minuti.

Ob vstopu v ustanovo se je vzorčevalec predstavil kontaktni osebi. Prepričal se je, da iz izbrane pipe vsaj 8 ur niso točili vode in da je pipa opremljena z letakom o netočenju vode. Odvzemno mesto (pipa) je bila praviloma najpogosteje uporabljena pipa v kuhinji oz. pipa, iz katere izvira voda, ki jo navadno pijejo otroci in iz katere se voda ni točila vsaj 8 ur, vendar ne dlje od 18 ur. Vzorčenja nismo izvajali ob ponedeljkih, saj čez vikend voda predolgo časa stoji v ceveh, zato vzorec ni reprezentativen, saj ne predstavlja vzorcev vode, ki jo navadno pijejo med tednom (27).

Najprej smo napolnili pripravljeno steklenico z 250 ml mrzle vode brez predhodnega točenja. Nato smo opravili terenske meritve – izmerili smo prosti klor, temperaturo, vrednost pH in redoks potencial. Steklenico za kontrolni vzorec smo napolnili z 250 ml vode, ki smo jo predhodno točili 2 minuti oziroma do stabilizacije temperature.

Preden smo vzorce odnesli nazaj v laboratorij, smo jih nakisali s koncentrirano kislino HNO₃ do vrednosti pH<1 (2,5 ml/250 ml vzorca). S konzerviranjem smo vzorce stabilizirali. Pomembno je, da to storimo čim prej, najkasneje v 15 minutah po vzorčenju. Vpliv redčenja vzorcev s kislino smo upoštevali pri statistični obdelavi podatkov in izračunu merilne negotovosti. Vzorce smo nedvoumno označili z identifikacijsko številko in jih predali laboratoriju.

Vzorce je analiziral laboratorij Inštituta za varovanje zdravja, ki je akreditiran po standardih SIST ISO/IEC 17025 za preskusne laboratorije. Pri določitvi koncentracij svınca v vodi smo uporabili metodo ICP-MS (induktivno sklopljena plazma/masna spektrometrija). Merjenje koncentracije prostega klora v vodi smo opravili čim prej po vzorčenju; metoda, ki smo jo uporabili, je klorimetrična, instrument pa klorimeter. Redoks potencial smo izmerili s terenskim instrumentom MultiLine P4 s kombinirano elektrodo

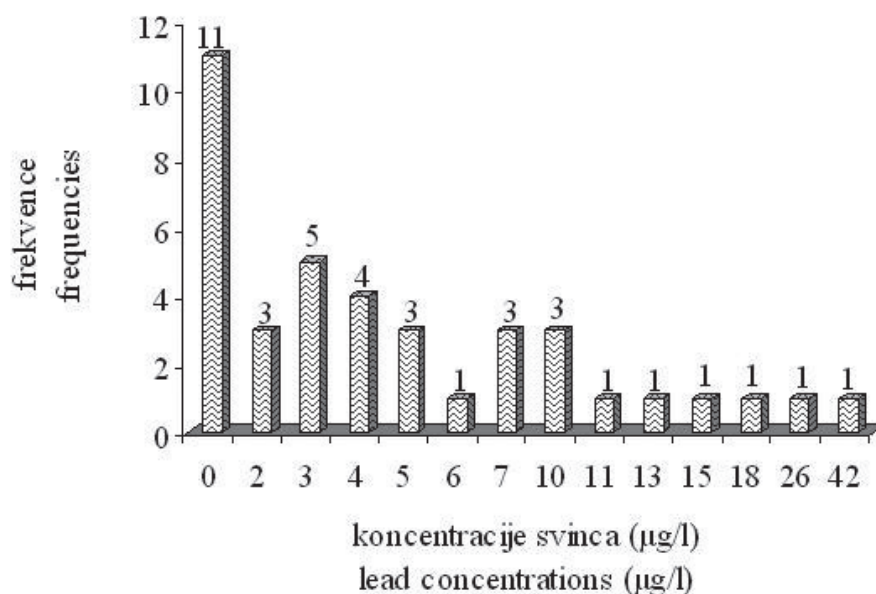
SenTix ORP. Za merjenje vrednosti pH na terenu smo uporabili isti instrument s kombinirano elektrodo SenTix 41-3 s temperaturno sondo.

3 Rezultati

Izbrali smo 39 starejših vrtcev in šol po Sloveniji. Sodelovalo je 6 ustanov iz Osrednjeslovenske in Goriške regije, 5 ustanov iz Jugovzhodne regije, 4 ustanove iz Pomurske, Podravske in Savinjske regije, 3 ustanove iz Koroške in Gorenjske regije in 2 ustanovi

iz Notranjsko-kraške in Obalno-kraške regije. Večina ustanov je bila zgrajena pred letom 1980. Vodovodna omrežja ustanov po potrebi vzdržujejo glede na finančne zmožnosti posamezne ustanove.

Vgrajene cevi v omrežjih izbranih vrtcev in šol so iz različnih materialov. Z anketo smo ugotovili, da so bile po mnenju odgovornih oseb pri izgradnji omrežja najpogosteje uporabljene pocinkane cevi (52 %), 28 % cevi je PVC-cevi, 13 % je svinčenih cevi, 7 % pa je litoželeznih cevi. Seveda je uporabljena vrsta materiala za izgradnjo vodovodnega omrežja odvisna tudi od leta izgradnje posamezne ustanove.



Slika 1. Frekvenčna porazdelitev koncentracij svineca, izmerjenih v izbranih vrtcih in šolah po Sloveniji.
Graph 1. Frequency distribution of lead concentrations measured in selected kindergartens and schools in Slovenia.

Frekvenčna porazdelitev koncentracij svineca je prikazana na Sliki 1. Koncentracije svineca, ki so presegale vrednost 10 µg/l, smo izmerili le po enkrat; izmerjene vrednosti so bile: 11 µg/l, 13 µg/l, 15 µg/l, 18 µg/l, 26 µg/l in 42 µg/l. Pri 6 vzorcih od 39 (15 %) je bila torej koncentracija svineca nad mejno vrednostjo 10 µg/l, tri ustanove pa so imele koncentracijo svineca na meji, to je 10 µg/l.

Ameriška agencija za varstvo okolja (24) predlaga, da se nemudoma prepove uporaba pitne vode v javni ustanovi v primeru, da raven svineca v posameznem vzorcu preseže 20 µg/l. Tolikšno koncentracijo svineca v

pitni vodi smo izmerili v dveh osnovnih šolah v Sloveniji (koncentracija svineca v vodi 42 µg/l oz. 26 µg/l); obe izmerjeni koncentraciji sta presegali tudi trenutno veljavno mejno vrednost, ki jo določa Pravilnik o pitni vodi, to je 25 µg/l.

Izračunali smo tudi izpostavljenost svincu v pitni vodi za 6-letnega otroka, ki v povprečju tehta 20 kg in popije 1,2 litra vode na dan, ob predpostavki, da je delež vnosa svineca preko pitne vode 50 %, (PTWI = 50 % od 25 µg/kg telesne mase = 12,5 µg/kg telesne mase). V primeru, da bi otrok pil vodo z najvišjo izmerjeno koncentracijo svineca v pitni vodi (t.j. 42 µg/l),

bi bila izpostavljenost 17,64 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesne mase, kar presega vrednost PTWI za svinec iz pitne vode 12,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesne mase.

Negativna odvisnost med vrednostjo pH in koncentracijo svinca v pitni vodi je zmerena, kar potrjuje domnevo predhodnih raziskav: nižja kot je vrednost pH vode, višja je koncentracija svinca v njej (11). Drugih, pomembnejših odvisnosti med spremenljivkami nismo opazili, nekatere šibkejšje pa so bile: pozitivna odvisnost med koncentracijo svinca in temperaturo ter pozitivna odvisnost med koncentracijo svinca in starostjo stavbe. Teorija te odvisnosti potrjuje (7, 11, 15).

Vse koncentracije svinca pri kontrolnih vzorcih so bile pod mejno vrednostjo 10 $\mu\text{g}/\text{l}$. 37 kontrolnih vzorcev je imelo koncentracijo svinca pod mejo določanja, t. j. 2 $\mu\text{g}/\text{l}$, pri enem vzorcu smo izmerili koncentracijo svinca 5 $\mu\text{g}/\text{l}$, pri drugem pa 3 $\mu\text{g}/\text{l}$.

4 Razpravljanje

Z raziskavo nismo uspeli dokazati statistično značilne povezanosti med temperaturo vode in koncentracijo svinca. Vzorčenje bi bilo potrebno ponoviti v poletnem času, saj je lahko razlika med zimskimi in poletnimi temperaturami vode v omrežju tudi do 10 °C, kar pomeni, da je lahko koncentracija svinca v vodi celo dvakrat večja kot sicer (20). Potrebno bi bilo upoštevati tudi morebitno ogrevanje vode v omrežju zaradi ogrevanja ustanov v zimskem času.

Z meritvijo izpostavljenosti smo ugotovili, da bi 6-letni otrok s pitjem vode z najvišjo izmerjeno koncentracijo svinca (tj. 42 $\mu\text{g}/\text{l}$) dosegel izpostavljenost 17,64 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesne mase, kar presega vrednost PTWI za svinec iz pitne vode, ki je 12,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesne mase. Izpostavljenost tolikšni količini svinca lahko predstavlja tveganje za pojav škodljivih učinkov na zdravje. Sicer pa je to najslabša možnost, saj 6-letnik ne popije vse vode zjutraj, voda, ki ji je izpostavljen kasneje v dnevu, pa predvidoma ne vsebuje tako visokih koncentracij svinca. V tem primeru gre za oceno s pridržkom, kljub vsemu pa nas opozarja na potencialno tveganje za zdravje.

Ugotovili smo tudi pomanjkljivost navodil za vzorčenje, ki niso nedvoumno zahtevala merjenja temperature vzorca stoječe vode, zato so temperaturo vode merili različno. V primeru ponovitve vzorčenja bomo poskrbeli za natančnejša navodila, kar bo morda izboljšalo pozitivno povezanost med temperaturo in koncentracijo svinca v vodi.

V raziskavo so bile vključene predvsem starejše ustanove, zgrajene pred letom 1980. Morda bi bilo

v drugi del raziskave smiselno vključiti tudi novejše ustanove, da bi ugotovili, ali je koncentracija svinca v teh ustanovah v povprečju nižja kot v starejših zgradbah. Raziskave namreč dokazujejo, da je mogoče tudi raztapljanje svinčevih zvrsti iz novejših materialov, kot so guma, PVC, keramika in medenina (5, 6, 7, 31, 32).

Raziskavo bi lahko nadgradili z laboratorijskim merjenjem procesov raztapljanja svinčevih zvrsti iz modernih materialov za izgradnjo vodovodnega omrežja v različnih vodnih okoljih (kisló/bazično, toplo/hladno, mehka/trda voda, klorirana/neklorirana voda). Predhodne raziskave so pokazale, da bolj kot je voda mehka, topla, kislá in klorirana, večja je korozija in zato višja koncentracija svinca v vodi (11, 16, 17, 18, 19, 28). Ugotovili bomo, ali to velja tudi za raztapljanje svinčevih zvrsti iz modernih materialov, v katerih je prisoten svinec, npr. kot stabilizator v PVC-ceveh (7). Metoda odvzema vode, ki je v ceveh stala od 8 do 18 ur, se močno razlikuje od trenutno uveljavljenih metod za odvzem pitne vode za potrebe državnega monitoringa, kjer se voda ne glede na parameter preskušanja pred odvzemom toči 2 minuti oz. do stabilizacije temperature (33). Uveljaviti bi bilo potrebno nov način odvzema vode za ugotavljanje koncentracij svinca v njej, in sicer vzorčenje vode, ki je v ceveh stala vsaj 8 do 18 ur.

Vse koncentracije svinca pri kontrolnih vzorcih so bile pod mejno vrednostjo 10 $\mu\text{g}/\text{l}$, kar kaže, da je najučinkovitejši ukrep za znižanje koncentracij svinca v pitni vodi nekajminutno točenje, dokler se temperatura hladne vode ne ustalí (približno 2 minuti). Pomembno je, da se voda toči vsako jutro in skozi vse pipe, preden jo uporabimo za pripravo hrane ali pijače. Če namreč voda nekaj ur stoji v ceveh, se možnost onesnaženja s svincem močno poveča. Opozoriti je potrebno, da je ukrep nekajminutnega točenja vode učinkovit le v primeru, da vsebuje svinčene dele omrežja le hišno vodovodno omrežje. V primeru, da vsebuje svinčene dele tudi javno vodovodno omrežje, ta rešitev ni zanesljiva. V tem primeru se je potrebno posvetovati z območnim upravljavcem sistema za oskrbo s pitno vodo in poskusiti rešiti težavo v sodelovanju z njim.

Reševanje težav s svincem mora biti hitro, saj se moramo kar najhitreje odzvati na povečane vrednosti svinca v vodi. Rešitve pa morajo biti tudi trajne, saj je problematiko povečane koncentracije svinca v vodi nujno rešiti za vedno ali vsaj za daljše obdobje. Dolgoročni ukrep, ki je najučinkovitejši, a najdražji, je prenova hišnega vodovodnega omrežja oziroma zamenjava svinčenih delov v omrežju.

5 Zaključek

Z merjenjem koncentracije svinec v pitni vodi nekaterih slovenskih vrtcev in šol smo ugotovili, da je imelo 6 vzorcev od 39 (15 %) koncentracije svinec nad mejno vrednostjo 10 µg/l. Tri ustanove so imele koncentracijo svinec na meji, to je 10 µg/l. Ameriška agencija za varstvo okolja predlaga, da se nemudoma prepove uporaba pitne vode v javni ustanovi v primeru, da raven svinec v posameznem vzorcu preseže 20 µg/l (24). Močno povečano koncentracijo svinec v pitni vodi smo našli v dveh osnovnih šolah v Sloveniji (koncentracija svinec v vodi je bila 42 µg/l oz. 26 µg/l) in je presegala tudi trenutno veljavno mejno vrednost, ki jo določa Pravilnik o pitni vodi, to je 25 µg/l (22).

Z izračunom odvisnosti med vrednostjo pH vode in koncentracijo svinec smo lahko potrdili domnevo o negativni povezanosti med vrednostjo pH vode in koncentracijo svinec v njej: nižja kot je vrednost pH vode, višja je koncentracija svinec v njej. Odvisnosti med temperaturo vode in koncentracijo svinec nismo mogli potrditi, saj med posameznimi vzorci ni bilo velikih temperaturnih razlik. Ugotovili smo, da obstajajo še nekatere šibkejšje odvisnosti: pozitivna odvisnost med koncentracijo svinec in temperaturo vode ter med koncentracijo svinec in starostjo stavbe.

Izračunali smo tudi izpostavljenost svincu v pitni vodi za 6-letnega otroka s telesno težo 20 kg ob predpostavki, da na dan popije 1,2 litra vode z najvišjo izmerjeno koncentracijo svinec (tj. 42 µg/l). Izpostavljenost bi bila 17,64 µg/kg telesne mase, kar presega še sprejemljivi tedenski vnos in zato predstavlja tveganje za zdravje. Čeprav je ocena pripravljena ob predpostavki najvišje izmerjene koncentracije svinec v pitni vodi in je dejanska izpostavljenost verjetno manjša, predstavlja naša ugotovitev opozorilo na morebitno tveganje.

V prihodnosti nameravamo ponoviti vzorčenje v poletnem času, da bi ugotovili, kakšnim koncentracijam svinec so otroci izpostavljeni v tem letnem času, v vmesnem času pa nameravamo opozoriti odgovorne osebe v vrtcih in šolah, da je potrebno sprejeti ustrezne ukrepe, s katerimi bi znižali koncentracijo svinec v pitni vodi. Ti obsegajo npr. nekajminutno točenje vode iz vseh pip, iz katerih se toči voda za pripravo hrane in pitje, ali pa celo prenovo hišnega vodovodnega omrežja oziroma zamenjavo svinčenih delov v omrežju.

Literatura

1. Saxman D. World market for industrial batteries. In: Broussely M, Pistoia G, editors. Industrial applications of batteries: from cars to aerospace and energy storage. Amsterdam, Oxford: Elsevier, 2007: 737-762.
2. Klaassen CD. Heavy metals and heavy metal antagonists. In: Brunton L, Lazo J, Parker K, editors. Goodman & Gilman's the pharmacological basis of therapeutics. New York: McGraw-Hill, 1996: 1754-1758.
3. Ducatman AM. Clinical environmental medicine. In: McCunney RJ, editor. A practical approach to occupational and environmental medicine, 3rd ed. New York: Little, Brown and Company, 2003: 737-745.
4. Health Canada. Lead crystalware and your health. Ontario: Health Canada, 2003. Pridobljeno 02.05.2007 s spletne strani: http://www.hc-sc.gc.ca/hl-vs/alt_formats/pacrb-dgagpcr/pdf/iyh-vsv/prod/crystal-cristal-eng.pdf.
5. Centres for Disease Control and Prevention. Childhood lead poisoning from commercially manufactured French ceramic dinnerware. Atlanta: Centres for Disease Control and Prevention, 2004. Pridobljeno 02.05.2007 s spletne strani: <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5326a4.htm>.
6. Golja V. Materiali v stiku s pitno vodo. In: Vodni dnevi 2005. Ljubljana: Slovensko društvo za zaščito voda, 2005.
7. Thornton I, Rautiu R, Brush S. Lead – the facts. Pridobljeno 02.05.2007 s spletne strani: <http://www.ila-lead.org/lead-information/lead-the-facts>.
8. Likar M. Vodnik po onesnaževalcih okolja. Ljubljana: Zbornica sanitarnih tehnikov in inženirjev Slovenije, 1998.
9. World Health Organization. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human. IARC 87, Inorganic and organic lead compounds. Geneva: WHO, 2006.
10. Cope WG, Leidy RB, Hodgson E. Classes of toxicants: use classes. In: Hodgson E, editor. A textbook of modern toxicology. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2004: 49-54.
11. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed. Vol. 1. Health criteria and other supporting information. Geneva: WHO, 2006.
12. Tong S, Von Schirnding YE, Prapamontol T. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. Bulletin of the World Health Organization 2000; 78: 1068-1074.
13. U.S. Environmental Protection Agency. Lead in your drinking water. EPA 810-F-93-001. Washington: Environmental Protection Agency, Office of Water, 1993. Pridobljeno 02.05.2007 s spletne strani: <http://www.p2pays.org/ref/05/04655.htm>.
14. Karr C, Sathyanarayana S, Beaudet N. Lead in Seattle school drinking water: a review of the health implications. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://depts.washington.edu/pehsu/reports/report-lead.pdf>.
15. U.S. Environmental Protection Agency. Is there lead in my drinking water?. EPA 816-F-05-001. Washington: Environmental Protection Agency, Office of Water, 2005. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: http://www.epa.gov/safewater/lead/pdfs/fs_leadindrinkingwater_2005.pdf.
16. Prpić-Majić D, Zavalic M. Anorganske kemijske štetnosti. In: Šarić M, Žuškin E, editors. Medicina rada i okoliša. Zagreb: Medicinska naklada, 2002: 129-208.
17. Moore M. Chlorine's effect on corrosion in drinking water systems. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://mtac.isws.illinois.edu/mtacdocs/qf/ChlorinesEffect.pdf>.
18. Cantor AF, Park JK, Vaiyavattajam P. The effect of chlorine on corrosion in drinking water systems: final report. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://mtac.isws.illinois.edu/mtacdocs/CorrosionFinRpt/CorrosnFinRpt00.pdf>.
19. Cantor AF. Water distribution system monitoring: a practical approach for evaluating drinking water quality. Boca Raton: CRC, Taylor & Francis Group, 2009.
20. Gray NF. Drinking water quality, problems and solutions. New York: Cambridge University Press, 2008.

21. Mehikić D. Svinec v pitni vodi v nekaterih vrtcih in osnovnih šolah v zdravstveni regiji Ljubljana: specialistična naloga, 2001.
22. Pravilnik o pitni vodi. Uradni list RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r03/predpis_PRAV3713.html.
23. Direktiva Sveta 98/83/ES z dne 3. novembra 1998 o kakovosti vode, namenjene za prehrano ljudi. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31998L0083:SL:NOT>.
24. U.S. Environmental Protection Agency. 3Ts for reducing lead in drinking water in child care facilities: revised guidance. EPA/816-R-05-001. Washington: Environmental Protection Agency, Office of Water, 2005. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: http://www.epa.gov/safewater/schools/pdfs/lead/toolkit_leadschools_guide_3ts_childcare.
25. World Health Organization. Lead in drinking water: background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. Geneva: WHO, 2003.
26. U.S. Environmental Protection Agency. Lead and copper rule: summary of revisions. EPA 815-R-99-020. Washington: Environmental Protection Agency, Office of Water, 2000. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: http://www.epa.gov/leadcopperrule/pdfs/guidance_lcmr_summary_rule_compliance_dates.pdf.
27. U.S. Environmental Protection Agency. Lead and copper rule – clarification of requirements for collecting samples and calculating compliance – fact sheet. Washington: Environmental Protection Agency, Office of Water, 2004. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: http://www.epa.gov/leadcopperrule/pdfs/memo_lcmr_samplingrequirements_1104.pdf.
28. Skipton S. Drinking Water: Lead. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2426&context=extensionhist>.
29. Arizona Department of Environment Quality. A annual for assessing lead in drinking water in Arizona schools and day care facilities. Phoenix: Arizona Department of Environmental Quality, 2004. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://www.azdeq.gov/download/lead.pdf>.
30. Schardt D. Get the lead out – what you don't know can hurt you. Nutrition Action Healthletter, 2005; 32: 2-7.
31. Al-Malack MH. Migration of lead from unplasticized polyvinyl chloride pipes. Journal of Hazardous Materials, 2001: 263-274.
32. Vilarinho C, Soares, D, Barbosa, J, Castro F. Leaching of brass tap in long-term direct contact with water. Materials Science Forum, 2004: 839-843.
33. Program monitoringa pitne vode 2009. Ljubljana: Ministrstvo za zdravje, 2009. Pridobljeno 02.03.2010 s spletne strani: <http://www.ivz.si/index.php?akcija=podkategorija&p=154>.