

AKTUALNO IZ REGIJ

VISOKE VSEBNOSTI SVINCA V ZGORNJI MEŽIŠKI DOLINI

STORY ABOUT MEŽA VALLEY-LIVING WITH LEAD

Matej Ivartnik¹, Nataša Kovač², Helena Pavlič¹, Marjana Simetinger¹, Neda Hudopisk¹, Irena Ferlin¹, Brigita Hočevar¹

1. Nacionalni inštitut za javno zdravje
2. Agencija RS za okolje

IZVLEČEK

Zaradi visoke vsebnosti svineca v okolju je bilo območje Zgornje Mežiške doline leta 2007 razglašeno kot degradirano območje in deležno posebne sanacije s ciljem zaščititi zdravje ljudi, še posebej otrok. Podatki kažejo, da so se po izvedbi nekaterih ukrepov znižale koncentracije svineca v zraku in v tleh. Tudi obremenjenost otrok Zgornje Mežiške doline s svincem se je v prvih letih izvajanja sanacijskih ukrepov hitro izboljševala, v zadnjih letih pa ostaja na isti ravni. Za nadaljnje izboljševanje bodo ključni primerno izvedeni ukrepi, izboljševanje življenjskega okolja in nadaljnje vzdrževanje doseženega. V bodoče bo potrebno več ciljnega dela z manjšimi skupinami in s posameznimi otroki, pri katerih bo ugotovljeno večje tveganje za vnos svineca, ter individualno usmerjeno svetovanje v korist zmanjšanja vsebnosti svineca v krvi otroka.

Ključni pojmi

svinec v krvi; biomonitoring; degradirano območje; onesnaženost okolja; Mežiška dolina, otroci; remediacijski program; varovanje zdravja

Kratice

CDC - Centre for Disease Control and Prevention (Center za preprečevanje in obvladovanje bolezni)

IEUBK - Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model (Model za napoved svineca v krvi otrok na podlagi izpostavljenosti iz različnih virov)

PBET test - multivalent test za določanje biološko dostopne frakcije kovin

Uvod

Posledica večstoletnega rudarjenja in industrije svineca je prekomerna onesnaženost Zgornje Mežiške doline s svincem in drugimi toksičnimi kovinami. Kljub temu da so se izpusti svineca v Zgornji Mežiški dolini v zadnjih 30 letih nenehno zmanjševali, se pred izvedbo ciljnih sanacijskih ukrepov izpostavljenost ljudi svincu ni zmanjševala sočasno z izpusti. Najverjetnejši razlog je v spremenjenih primarnih virih izpostavljenosti. Svinec se je namreč kopičil v zgornji plasti tal, posledica tega pa je tudi sproščanje s svincem obremenjenega prahu. Z vdihavanjem tega prahu in z zaužitjem hrane, gojene na onesnaženih tleh, se je kljub zmanjševanju izpustov nadaljevalo kopičenje svineca v ljudeh, ki so živeli na tem območju. Da bi zmanjšali izpostavljenost in vnos svineca pri prebivalcih Zgornje Mežiške doline je bil pripravljen program ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja, ki je bil sprejet decembra 2007 v obliki odloka (Odlok o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini; Uradni list RS, št. 119/07). Z namenom, da bi nadzorovali učinek uvedenih sanacijskih ukrepov, se izvajajo meritve koncentracij svineca v delcih v zraku, v tleh in tudi meritve vsebnosti svineca v krvi otrok (1).

Koncentracije svineca v zraku so se v Zgornji Mežiški dolini od leta 2007 znižale

Povprečne koncentracije svineca v zraku (v delcih PM₁₀) so se na merilni postaji v Žerjavu od leta 2007 znižale (Tabela 1), vendar ostajajo v primerjavi z drugimi merilnimi mesti v Sloveniji visoke. Raven svineca v Sloveniji je bila v letu 2013 pod ciljnim vrednostmi, ki jih določa Evropska direktiva o kakovosti zraka 2008/50/ES. Vrednosti svineca na merilnem mestu Žerjav v Mežiški dolini so bile nekoliko višje, vendar niso presegale mejne vrednosti (0,5 µg/m³ oz. 500 ng/m³) (2,3).

Obdobje meritev	Koncentracije svineca (Pb) v zunanjem zraku [ng/m ³]
18. 4.-21. 6. 2007	498
27. 9. 2007-1. 10. 2008	383
29. 5.-31. 12. 2009	294
1. 1.-31. 12. 2010	256
2013	251
2014	326

SLIKA 1

Povprečne letne koncentracije svineca v zraku na merilnem mestu Žerjav (3)

Visoke vsebnosti svineca v zemlji v Zgornji Mežiški dolini terjajo izjemno previdnost zaradi možnosti vstopa svineca v prehranjevalno verigo

Da bi ocenili obremenjenost tal s svincem v Zgornji Mežiški dolini, smo analizirali različne vrste tal oziroma materiale, od zgornje plasti avtohtonih tal, gradbenega materiala do makadamskih površin in peska s ceste. Kot posebej problematičen se je izkazal makadamski material, katerega izvor so pogosto halde, na katerih je odložen rudarski odpad. Razširjena uporaba takšnega materiala je v veliki meri pripomogla k širjenju onesnaženja iz doline v višje ležeča območja. Analize materiala iz makadamskih cest in dvorišč s kmetij, ki ležijo v okolici doline, so pokazale precej večjo obremenjenost tega materiala s svincem kot je bila obremenjenost tamkajšnjih avtohtonih tal. Te površine so zaradi precejšnje prometne obremenitve (lokalni promet, prevoz do turističnih točk in prevoz lesa) lahko pomemben vir onesnaževanja. V preteklosti se je predelan odpadni rudniški material uporabljal tudi za gradnjo hiš, med drugim za zgornje sloje fasad, tradicija pa sev določeni meri še vedno ohranja.

Monitoring tal leta 2007 (ROTS) je pokazal, da je bila koncentracija svineca v vzorcih zgornje plasti tal v Sloveniji od 10 do 2000 mg/kg. Mejna vrednost (85 mg/kg) je bila presežena na 11 lokacijah v Sloveniji, med drugim tudi v Žerjavu v Zgornji Mežiški dolini. Na tej lokaciji je bila presežena opozorilna imisijska vrednost (100 mg/kg), kritična imisijska vrednost (530 mg/kg) pa je bila presežena na lokaciji Podpeca. Povprečna vrednost svineca v zgornjem sloju tal je bila 114 mg/kg, kar je nad opozorilno vrednostjo. V vzorcih tal iz obdelovalnih površin je bila vsebnost svineca precej nižja, kar pomeni, da kmetijstvo na nivoju Slovenije ni izvor onesnaževanja. Glede na ugotovljeno močno onesnaženost tal je bila Zgornja Mežiška dolina opredeljena kot degradirano območje, od leta 2008 pa se tam izvaja okrepljen monitoring tal (4).

V septembru 2008 je bilo vzorčenje tal izvedeno na 26 lokacijah v Zgornji Mežiški dolini. Odvzeti so bili vzorci tal in makadamskih dvorišč. Ugotovljene koncentracije svineca v vzorcih so bile med 26 in 4483 mg/kg, mejna vrednost je bila presežena pri 40 vzorcih, kritična vrednost pa pri 18 vzorcih. Najbolj zaskrbljujoče so bile zelo visoke koncentracije svineca v vzorcih tal, odvzetih iz igrišč vrtcev, ki v so zgornji plasti tal znašale od 267 mg/kg do 1 244 mg/kg. V povprečju so bile koncentracije svineca v vzorcih makadama višje kot v vzorcih tal. Razlog za to je uporaba že omenjenih rudarskih odpadkov za urejanje dvorišč in gozdnih cest (5).

V letu 2009 so bili odvzeti vzorci tal in vrtnin na 17 lokacijah. V 19 vzorcih talnega materiala je analiza pokazala koncentracije svineca med 26 in 8 355 mg/kg. Nizke koncentracije (41 mg/kg-55 mg/kg) so bile ugotovljene pri vzorcih, odvzetih iz igrišč vrtcev, saj je bila tam že v začetku leta izvedena sanacija zgornje plasti tal (6).

V letu 2010 so bili analizirani vzorci materiala, odvzetega na 11 lokacijah. Ponovno so bile ugotovljene nizke koncentracije svineca na lokacijah, ki so bile predhodno prekrte s čisto

zemljo. Na večini drugih lokacijah so bile ugotovljene visoke koncentracije svinca, od 100,5 mg/kg do 4 200 mg/kg. Tudi v letu 2011 je bilo vzorčenje materiala izvedeno na 11 lokacijah. Pri devetih vzorcih je bila izmerjena koncentracija svinca nad kritično vrednostjo (530 mg/kg), med temi so bili tudi trije vzorci peska, pometeni z asfaltnih cest. Vzorci materiala iz cestnih pometačev so vsebovali visoke koncentracije svinca, cinka in kadmija (7).

Da bi preverili obremenjenost fasad s svincem, so bile v letu 2012 izvedene meritve s prenosnim Innov-x Delta rentgenskim fluorescenčnim spektrometrom (XRF), ki pokažejo sestavo materiala na površini sten. Na novih fasadah in notranjih stenah novejših objektov so bile izmerjene nizke koncentracije svinca, na zunanjih okrušenih fasadah pa so vrednosti svinca presegle 1 000 ppm, na starejši stavbi so dosegle celo vrednosti od 15 659 do 59 475 ppm (1,5-5,9% Pb) (8).

Leta 2013 so bili analizirani vzorci naravnih tal, makadamskih cest in vrtno zemlje. Najnižje koncentracije svinca so bile ugotovljene na lokacijah, kjer je bila izmenjava zemlje že izvedena (od 62,2 mg/kg do 190,2 mg/kg). Vrednosti mediane za koncentracijo svinca v drugih vzorcih so bile: 661,4 mg/kg za naravna tla, 534,8 mg/kg za vrtna tla in 1071,8 mg/kg za makadamski material (3).

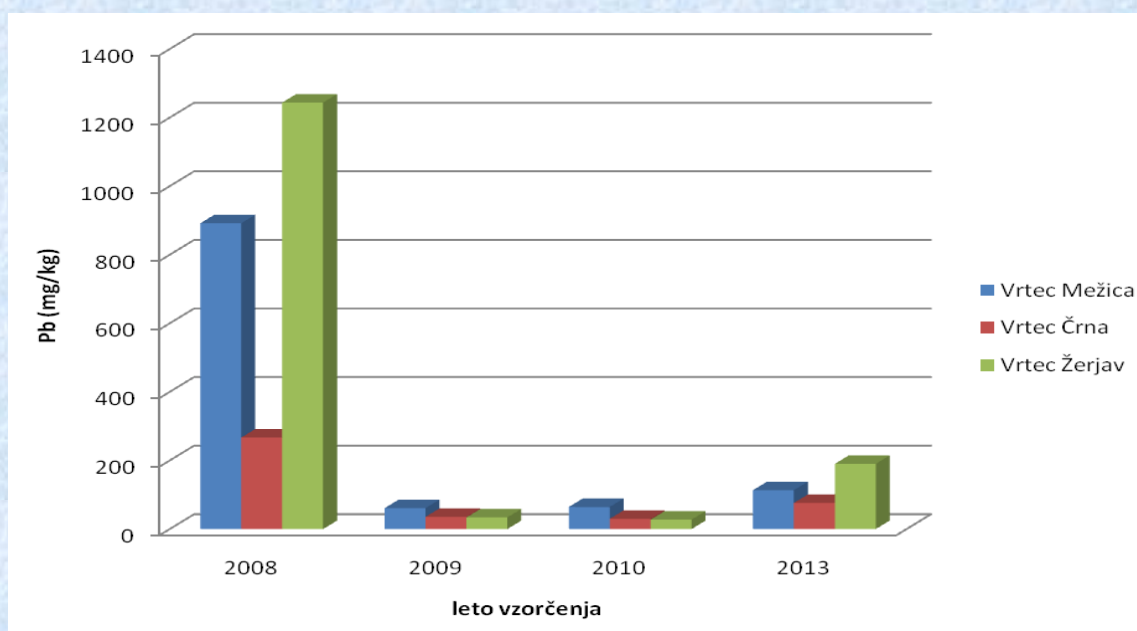
Ker nam celokupna koncentracija svinca daje le delne informacije o možni izpostavljenosti (absorpcija zaradi zaužitja), smo izvedli tudi nekaj testov materiala na biološko dostopno frakcijo svinca. Uporabljen je bil večvalentni preizkus PBET (9), ki simulira pogoje v prebavilih. Ugotovljena biološko dostopna frakcija svinca v vzorcih je bila med 6 % in 20,7 % za želodčno fazo ter med 2,5 % in 24 % za črevesno fazo. Čeprav se ti deleži zdijo nizki, pa lahko ob upoštevanju zelo visokih celokupnih koncentracij svinca predstavljajo pomemben način vnosa svinca v telo otrok (10).

Omeniti velja tudi primerjavo vsebnosti svinca v opranem in neoprانem vzorcu jagod, ki je pri neoprani polovici vzorca pokazal štirikrat večjo koncentracijo svinca kot pri oprani polovici. To pomeni, da večina svinca na doma pridelani vrtnini prihaja iz tal in prašnih delcev, zato je temeljito pranje sadja in zelenjave pomemben ukrep za zmanjšanje vnosa svinca v telo (10).

Vlada Republike Slovenije je izvedla različne ukrepe, da bi zmanjšala onesnaženost s svincem v Zgornji Mežiški dolini

Eden izmed uvedenih ukrepov je tudi preplastitev zgornje plasti tal. Na ta način s prevleko iz čistih tal na površinah, kjer se zadržujejo otroci, preprečimo neposreden stik otrok z onesnaženimi tlemi in zmanjšamo možnost vnosa onesnaženja v telo. Primerjava obremenjenosti tal je pokazala, da s časom prihaja do mešanja tal in onesnaženje prehaja iz spodnjih v vrhno plast. Primerjava tal po dveh letih od sanacije je pokazala, da je zgornja plast tal s težkimi kovinami precej manj obremenjena kot pred sanacijo. Po petih letih pa so se koncentracije analiziranih elementov povišale, so bile pa še vedno mnogo nižje, kot pred preplastitvijo (Slika 2). V bodoče pri preplastitvah predlagamo ureditev vmesne bariere iz geotekstila (3).

Zaradi onesnaženosti tal je možno, da svinec preide v telo. Svinec se v telo vnaša z zaužitjem, z vdihavanjem, preko kože, njegovi škodljivi učinki na zdravje pa so lahko akutni ali kronični. V začetni fazi se povišana koncentracija svinca pokaže v krvi, v kasnejših fazah pa ta vstopa v organe, zlasti v možgane. Odlaga se v kosteh, kjer zamenjuje kalcij, ki je sicer ključnega pomena za rast in obnavljanje okostja. Zaradi razvoja organov in okostja je zato z zdravstvenega vidika potrebno poudariti pogostejšo kronično izpostavljenost svincu otrok, starih do šest let, saj lahko vodi do živčno razvojnih motenj, ki se pokažejo šele v poznejših letih. S svincem so lahko povezani tudi drugi bolezenski znaki in bolezni, kot so nevrološke bolezni, nepojasneni krči, bolečine v trebuhu, razvojne težave, motnje v razvoju, hiperaktivnost, motnje vedenja, izguba sluha, slabokrvnost itd. Ker je zgodnje odkrivanje bremena svinca pri otrocih zelo pomembno, se v Zgornji Mežiški dolini izvaja reden biomonitoring svinca v otroški krvi, da bi s tem odkrili morebitno tveganje za njihovo zdravje (1).



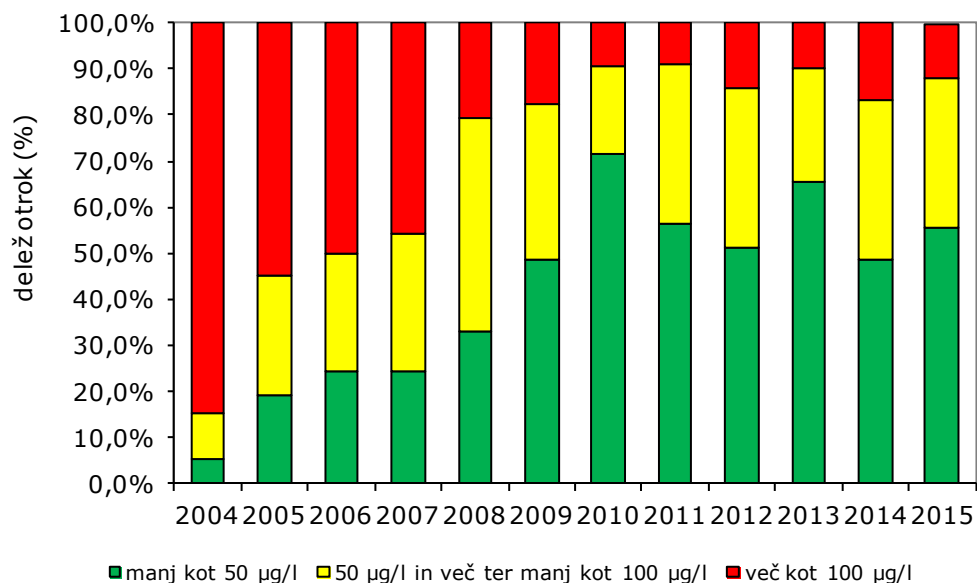
SLIKA 2

Primerjava koncentracij svınca v zgornji plasti tal (0-5 cm) na igriščih vrtcev v Zgornji Mežiški dolini pred (2008) in po sanaciji zgornje plasti tal (2009, 2010, 2013)

Med ukrepi, ki se izvajajo, je tudi reden monitoring krvi otrok na vsebnost svınca

Najbolj pogost način ocenjevanja skupne obremenjenosti prebivalstva s svincem je merjenje svınca v krvi, saj je le-ta pokazatelj vnosa in vezave svınca v zadnjem mesecu do dveh pred testiranjem krvi. Pri skupnem vnosu svınca v telo imajo pomembno vlogo različni dejavniki, kot so zrak, pitna voda, prehrana, zemlja, prah, način obnašanja oziroma življenja v okolju in tudi fiziološke značilnosti posameznikov.

Pričetek izvajanja ukrepov v okolju je pozitivno vplival na prebivalce Zgornje Mežiške doline in jih spodbudil k izvajanju aktivnosti za zmanjšanje izpostavljenosti težkim kovinam iz okolja. Na podlagi ukrepov so se vrednosti svınca v obdobju 2004-2010 v vzorcih krvi triletnih otrok iz Zgornje Mežiške doline (445 vzorcev) zniževale. V obdobju 2004-2007 je imela povišane vsebnosti (100 µg/l) dobra polovica otrok, v obdobju 2008-2009 približno petina, v letih od 2010 do 2015 pa desetina otrok. V enakem obdobju se je povečeval delež otrok z nizkimi vsebnostmi svınca v krvi (pod 50 µg/l), ki je leta 2010 celo presegel 70 %. Od leta 2010 do 2015 (520 vzorcev) je znašal delež otrok s povišano vsebnostjo svınca v krvi od 9,1 do 16,7 %, delež otrok z nizko vsebnostjo svınca v krvi pa od 48,5 do 71,6 %. (1)



delež otrok (%)	Enota	2004	2005	2006	2007	2008	2009
število otrok	št.	20	42	50	70	73	74
maksimalna vrednost svineca	µg/l	375	303	480	500	358	208
minimalna vrednost svineca	µg/l	23	19	10	16	13	17
povprečje svineca	µg/l	174,8	113,6	115,3	97,8	82,4	65,6
več kot 100 µg/l	%	85,0 %	54,8 %	50,0 %	45,7 %	20,5 %	17,6 %
50 µg/l in več ter manj kot 100 µg/l	%	10,0 %	26,2 %	26,0 %	30,0 %	46,6 %	33,8 %
manj kot 50 µg/l	%	5,0 %	19,0 %	24,0 %	24,3 %	32,9 %	48,6 %
delež otrok (%)	Enota	2010	2011	2012	2013	2014	2015
število otrok	št.	116	110	84	61	66	83
maksimalna vrednost svineca	µg/l	301	221	279	330	517	321
minimalna vrednost svineca	µg/l	9	21	15	12	22	19
povprečje svineca	µg/l	46,6	57,3	65,6	56,2	76,2	65,1
več kot 100 µg/l	%	9,5 %	9,1 %	14,3 %	9,8 %	16,7 %	12,0 %
50 µg/l in več ter manj kot 100 µg/l	%	19,0 %	34,5 %	34,5 %	24,6 %	34,8 %	32,5 %
manj kot 50 µg/l	%	71,6 %	56,4 %	51,2 %	65,6 %	48,5 %	55,4 %

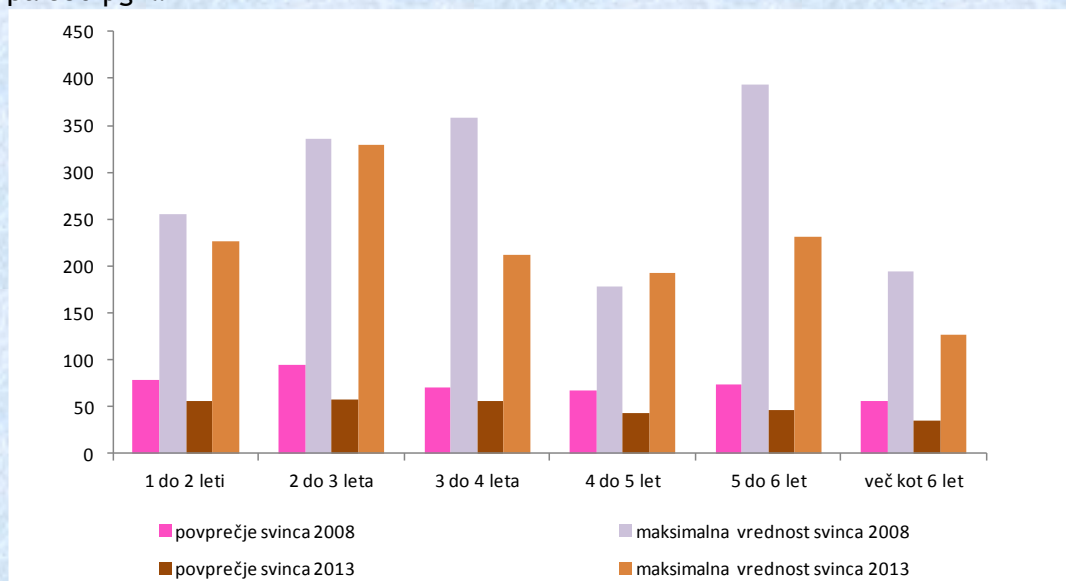
SLIKA 3

Delež vzorcev krvi triletnih otrok iz Zgornje Mežiške doline, glede na ciljno vrednost programa (100 µg/l)
Vir: NIJZ, 2015 (povzeto po Kazalci okolja v Sloveniji, http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=600&lang_id=94)

V letu 2008 je bila v okviru letnega programa ukrepov izvedena prevalenčna študija, s katero se je ugotavljala skupna obremenjenost otrok Mežiške doline s svincem. V študijo so bili zajeti otroci, stari od enega do devetih let iz Zgornje Mežiške doline in otroci, stari tri leta iz Spodnje Mežiške doline. Študija je pokazala bistveno večjo obremenjenost otrok Zgornje Mežiške doline (Slika 4). Najvišje vsebnosti svineca so bile ugotovljene pri najmlajših, predvsem v starostni skupini od dveh do treh let (24 do 36 mesecev), sledi starostna skupina od enega do dveh let. Izračun, narejen na podlagi študije, je pokazal, da imajo otroci, ki živijo v Zgornji Mežiški dolini, petkrat večje tveganje za povišano vrednost svineca v krvi v primerjavi z otroci, ki živijo v Spodnji Mežiški dolini (11).

Leta 2013 je bila študija ponovljena. Primerjane vrednosti (aritmetična sredina, geometrična sredina, mediana, delež otrok z vrednostmi pod 100 µg/l oz pod 50 µg/l)

svinca v krvi so bile za otroke iz Spodnje Mežiške doline nižje kot za otroke iz Zgornje Mežiške doline. Pri primerjavi vsebnosti svine v krvi otrok iz Zgornje Mežiške doline je študija, izvedena leta 2008, pokazala višje vsebnosti kot študija v letu 2013. Povprečna vrednost, geometrična sredina in mediana so bile višje za vse skupine otrok (glede na spol, starost in kraj bivanja). Leta 2008 je bila najvišja izmerjena vrednost 393 µg/l, v letu 2013 pa 330 µg/l.



	Enota	1 do 2 leti	2 do 3 leta	3 do 4 leta	4 do 5 let	5 do 6 let	več kot 6 let
povprečje svine 2008	µg/l	79	94	71	68	74	56
maksimalna vrednost svine 2008	µg/l	256	335	358	178	393	195
povprečje svine 2013	µg/l	56	57	56	43	47	35
maksimalna vrednost svine 2013	µg/l	227	330	212	192	232	127

SLIKA 4

Povprečne in maksimalne vrednosti svine v krvi otrok iz Zgornje Mežiške doline v letih 2008 in 2013, glede na starostno skupino (ciljna vrednost je 100 µg/l) (1)

Poleg rednega monitoringa svine v krvi otrok je bila leta 2008 izvedena študija Pagetova bolezen in svinec v Zgornji Mežiški dolini. Pagetova bolezen je kronična bolezen okostja z lokalizirano motnjo v remodelaciji kosti. Etiologija te bolezn ni znana, med možnimi vzroki za nastanek pa je tudi svinec. Obolevnost v Zgornji Mežiški dolini je bistveno večja kot drugje na Koroškem in tudi v Sloveniji. Ugotovljeno je bilo, da je prevalenca Pagetove bolezn v Zgornji Mežiški dolini 145,1/100 000 prebivalcev, v regiji Ravne 3,0/100 000 prebivalcev, v regiji Maribor 2,5 in v regiji Ljubljana 1,5/100 000 prebivalcev (12).

Leta 2009 je bila v Zgornji Mežiški dolini izvedena tudi študija z uporabo modela IEUBK, ki je ugotovljala povezanost vsebnosti svine v krvi tri leta starih otrok s koncentracijami svine v zemlji, hišnem prahu, zraku in pitni vodi, in sicer glede na lokacijo bivanja. Ugotovljeno je bilo, da so svincu najbolj izpostavljeni tisti otroci, ki živijo na najbolj onesnaženih območjih. Ugotovljeno je bilo tudi, da lahko na izpostavljenost svincu in na njegov vnos v telo v veliki meri vpliva vsak posameznik sam, in sicer z ustrezno osebno higieno, prehrano in higieno bivalnih prostorov. Kot najbolj obremenjujoča dejavnika sta se pokazala onesnažena zemlja in hišni prah (13).

V telesu je prisotnost svine neželena in nepotrebna. Raziskave kažejo, da prihaja do negativnih vplivov na zdravje otrok že pri nižjih vrednostih svine v krvi in varnega

območja praktično ni možno določiti. Določene raziskave v svetu nakazujejo povezavo svinca in bolezenskih znakov že pri vrednostih 25 µg/l krvi (14), zato je bilo predlagano tudi znižanje referenčne vrednosti za svinec v krvi za otroke in ženske v rodnem obdobju in sicer iz 100 na 50 µg/l krvi (15). V letu 2012 je CDC uvedel strožjo referenčno vrednost, za povišano vsebnost svinca v krvi malih otrok (0-7 let starosti), pri katerih je potrebna obravnava. Sočasno CDC opušča pojem "level of concern". Nova referenčna vrednost 50 µg/l krvi je določena na podlagi statističnih podatkov populacije ameriških otrok. Cilj programa je zato tudi višanje deleža otrok z nižjo vsebnostjo svinca v krvi (manj kot 50 µg/l) (16).

V letu 2014 je bila izvedena primerjava obremenjenosti otrok s svincem po manjših prostorskih conah. Na območju občin Mežica in Črna na Koroškem smo oblikovali 24 prostorskih con. V posamezni coni so bili ulice, kraji, ki nimajo skupne le geografske lege, ampak predvsem način življenja in potencialne vire neposrednega onesnaževanja iz bližnje okolice (industrija, promet). V posamezno cono so bili otroci uvrščeni na podlagi naslova stalnega bivališča. Primerjava izračunov povprečja, geometrične srednje vrednosti, mediane, deleža otrok z vsebnostjo svinca po rangih: pod 50, 50 do 99, 100 do 199 in nad 200 µg/l krvi, je pokazala največje obremenjenost otrok v conah, ki so blizu sedanjih oziroma preteklih industrijskih obratov, kjer so starejše hiše oziroma objekti, kjer je precej makadamskih površin in so bile izmerjene tudi višje vsebnosti svinca v tleh (Žerjav, Rudarjevo, Knapovška-Polena) (17).

Zaključki

Rezultati kažejo, da je bil največji padec vsebnosti svinca v krvi otrok takoj na začetku izvajanja programa, ko je tudi program stekel z največjo vnemo in so imeli sorazmerno grobi ukrepi v močno prizadetem okolju hiter učinek. Z leti je dinamika izvajanja ukrepov upadla, vsebinske dopolnitve programa niso zaživele in trend upadanja vsebnosti svinca v krvi se je ustavil, v letu 2014 pa je bilo celo poslabšanje. Za nadaljnji napredek bo potrebnega več dela z manjšimi skupinami in s posameznimi otroki (individualna usmerjena svetovanja v domačem okolju otrok), izvajanje ukrepov (sanacija tal, preplastitve makadamskih površin, ureditve fasad...) pa bo potrebno tudi na površinah v zasebni lasti, kar do sedaj ni najbolje uspelo.

Otroci, pri katerih so ugotovljene povišane vrednosti svinca v krvi, potrebujejo individualno obravnavo z identifikacijo virov izpostavljenosti svincu in usmerjeno individualno svetovanje za zmanjšanje izpostavljenosti in vnosa svinca v telo. Slednje nakazuje nujnost celostne obravnave in povezavo med onesnaženjem okolja ter varovanjem zdravja ljudi. Meritve svinca v okolju (zrak, zemlja, voda ...) omogočajo ugotavljanje in spremljanje obremenjenosti okolja in so osnova za spremljanje pojava ter ugotavljanje primernosti izvedenih ukrepov. Poleg spremljanja je treba izvajati tudi programe za zmanjšanje vnosa svinca v telo - ozaveščanje, informiranje in motiviranje prebivalcev za vzdrževanje visokega nivoja higiene (osebne higiene, higiene notranjega in zunanjega bivalnega okolja) in vključevanje varovalnih živil (prehrana z zadostimi vitamini C in D, železa, kalcija, beljakovin ...) v vsakodnevno prehrano.

Literatura

1. Kazalci okolja v Sloveniji, Vsebnost svinca v krvi otrok na območju Zgornje Mežiške doline http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=600.
2. Kakovost zraka v Sloveniji, Letna poročila, ARSO http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost_letna.html.
3. Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini za programsko obdobje 2013/2014, NIJZ OE Ravne, 2015.
4. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije, Poročilo za leto 2007, BF Ljubljana, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, 2008.

5. Zaključno poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini za leto 2008, ZZV Ravne, 2008.
6. Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini v letu 2009, ZZV Ravne, 2010.
7. Zaključno poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini za leto 2010, ZZV Ravne, 2010.
8. Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini v letu 2012, ZZV Ravne, 2012.
9. Turner et al. (2007). Bioaccessibility of metals in dust from the indoor environment: application of a physiologically based extraction test. *Environ Sci Technol.* 2007 Nov 15;41(22):7851-6.
10. Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini za programsko leto 2011, ZZV Ravne, 2012.
11. Hudopisk N. (2009). Prevalenčna študija obremenjenosti otrok Zgornje Mežiške doline s svincem in program zmanjševanja škode za zdravje otrok v Zgornji Mežiški dolini zaradi izpostavljenosti svincu, specialistično delo.
12. Hudopisk N. (2008). Pagetova bolezen in svinec v Zgornji Mežiški dolini, diplomsko delo.
13. Ivartnik M. in I. Eržen. (2010). Uporaba modela IEUBK za napoved vsebnosti svınca v krvi otrok pri raziskavah in sanaciji okolja v Zgornji Mežiški dolini. *Zdravstveno Varstvo* 2010; 49: 76-85.
14. O'Grady K. (2001). Lead Environmental Awareness and Detection, Canada, febr 2001.
15. Jakubowski, 2006. Jakubowski M. Development of a coherent approach to human monitoring in Europe, D 6.1-6.3 Utility and sensitivity of biomarkers, *ESBIO 2006*.
16. New Blood Lead Level Information, CDC
http://www.cdc.gov/nceh/lead/acclpp/blood_lead_levels.htm.
17. Pavlič H. (2014). Primerjava obremenjenosti otrok s svincem po conah in predlogi ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti, diplomska naloga.

Relevantne spletne strani

http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=600&lang_id=94

<http://www.sanacija-svinec.si/>