

SEMINARSKA NALOGA

pri predmetu: *TOKSIKOLOGIJA*

NEKAJ O VNOSU KADMIJA S HRANO V SLOVENIJI

Študentke:

Nives Gregorc, nivesgregorc@yahoo.com (34122002)

Maruša Ramšak, mm.ramsak@gmail.com (34122008)

Maja Koren, maja.koren25@gmail.com (34122005)

Vrsta študija: *izredni*

Mentor: *izr. prof. dr. Bojan Sedmak*

Velenje, december 2013

1. Kadmij

Kadmij je dvovalentna kovina, ki je naravno prisotna v zemeljski skorji v različnih spojinah. Glavni viri kadmija v okolju so naravni pojavi (izbruhi vulkanov, erozija, preperevanje kamnin) in onesnaževanje okolja z industrijo (rudarstvo, kovinska industrija, sežigalnice, kurišča, odlagališča odpadkov) ter kmetijstvom (umetna gnojila). (Blaznik et al, 2012)

Svetovna zdravstvena organizacija (2000) je navedla, da približno 85 – 90 % skupnih emisij kadmija v zraku izvira iz antropogenih virov (npr. taljenje in rafiniranje neželeznih kovin, komunalni odpadki, fosfatna mineralna gnojila, sežiganje, izgorevanje fosilnih goriv). Kadmij je naravno prisoten v rudah skupaj s cinkom, svincem in bakrom, nastaja kot stranski proizvod pri njihovem pridobivanju, taljenju in prečiščevanju. Kot nečistoča je prisoten še v fosfatnih mineralnih gnojilih, fosilnih gorivih (npr. premog, nafta, les), cementu in tobačnih izdelkih. (Karo, 2013)

V okolju je kadmij zaskrbljujoč dejavnik zaradi svoje toksičnosti in akumulacije. Po vstopu v okolje se akumulira v sedimentih in v tleh, s tem pa je potencialno dostopen rastlinam ter lahko vstopi v prehransko verigo. (Karo, 2013) Kadmij se lahko nahaja v zraku - običajno je vezan na delce, lahko je vezan v sedimentu ali pronica v podzemno vodo, najdemo ga tudi v pitni vodi - nečistoče vodovodnega sistema. (Blaznik et al, 2012) Uporablja se za izdelavo električnih baterij (posebno baterij Ni-Cd), pri pridobivanju raznih zlitin, v industriji barvil in lakov, plastike, umetne gume, itd. (Karo, 2013)

2. Kadmij in njegova toksičnost

Kadmij je en izmed najbolj strupenih snovi. Človek mu je izpostavljen z vnosom hrane in vode, zlasti nevarno je vdihavanje kadmijevega oksida (poklicna izpostavljenost). Pomemben vir je tudi kajenje. Preko kože v telo ne vstopa. Prenos na plod prek placente majhen. Najbolj so za prisotnost kadmija dovzetni otroci med prvim in tretjim letom, najmanj pa starostniki. Obdelovalci vrtov so izpostavljeni kadmiju bodisi preko doma pridelanih vrtnin ali preko nenamernega zaužitja zemlje, ki je na vrtnini. Bolj občutljiva skupina so ženske, ki imajo v krvi malo železa. Razpolovna doba kadmija je v telesu od 7 do 30 let, zato sta pomembna tako trenutni vnos kot trajanje izpostavljenosti. Izloča se preko ledvic, izločanje z blatom in mlekom je minimalno. (Romih et al; Zidarič, 2012; Bešter, 2013)

Pri spremljanju oziroma biomonitoringu se najpogosteje meri koncentracija kadmija v krvi, ki odraža nedavno izpostavljenost in celokupno obremenjenost. Kadmij v urinu odraža količino kadmija v ledvicah. Zastrupitev zdravimo s simptomatskim zdravljenjem in odstranitvijo zastrupljenca od vira. V najhujših primerih je potrebna dializa in kelacijska terapija. (Eržen et al, 2005)

Preko pljuč se absorbira okrog 40% vdihanega kadmija, absorbcija preko črevesne sluznice je razmeroma slaba (pod 5% zaužitega). Na biorazpoložljivost, akumulacijo in toksičnost vpliva prehranski status posameznika (npr. vsebnost kalcija, železa), zdravstveno stanje in kronične bolezni. Kadmij ima visoko afiniteto do celičnih struktur, ki vsebujejo SH skupino, vpliva na metabolizem kalcija, kar privede do izgube kalcija in hudih osteoporoze. Njegovo toksičnost in/ ali vpliv na absorbcijo v črevesu lahko zmanjšajo bioelementi (kalcij, železo, cink, baker) in vitamini (C, D₃). Po absorbciji v tankem črevesu gre v kadmij v kri, se veže na eritrocite in odlaga v ledvični skorji. (Turk; Eržen, 2005)

Kronična izpostavljenost kadmiju povzroči zlasti okvare ledvic, kjer se nabira v ledvični skorji in moti izločanje beljakovin, akutna izpostavljenost povzroči poškodbe testisov. Kadmij lahko poškoduje tudi dihala in prebavila, lahko povzroča zmanjšano rast, visok pritisk in kardiovaskularne bolezni ter raka prostate in pljuč. Toksičen učinek ima tudi na plod. (Romih et al, Turk)

Mednarodna organizacija za proučevanje raka je leta 2012 uvrstila kadmij v skupino 1, kot kancerogenega za človeka. (Zidarič, 2012)

"Trenutni rezultati kažejo, da izpostavljenost kadmiju povzroča genomske nestabilnosti, ki se nanašajo na kopičenje sprememb v genomu med življenjskim ciklom celic, ki se šteje za glavno gonilno silo pri karcinogenezi. Odmerek kadmija ne povzroči direktne poškodbe DNK, vendar povzroča povečanje reaktivnih kisikovih spojin, ki poškodujejo DNK in vplivajo na signalizacijo celic. Kadmij zavira DNK popravilne mehanizme, kar vodi v celično smrt (apoptozo), lahko se kopičijo celice z nepopravljenimi poškodbami DNK, kar poveča stopnjo mutacije in genomske nestabilnosti." (Filipič, 2011).

Poškodbe ledvic se pojavijo z zakasnitvijo, ker se v celicah ledvične skorje kadmij veže na nizkomolekularen protein - metalotionein (vsebuje SH skupino), ki v telesu skrbi za transport cinka in bakra. Zaradi podobnosti se ga 80-90% *in vivo* veže na omenjeni protein. Nastali proteinski kompleks se nato transportira v ledvice, kjer se filtrira skozi glomerule in reabsorbira v proksimalne tubule, kjer proteinaze kompleks razgradijo in sprostijo kadmij, ta pa poškoduje celice. Vezava na metalotionein in skladiščenje poteka tudi v jetrih (10 krat manj kot v ledvicah). (Turk)

Nekroza testisov, degeneracija in popolna izguba spermijev se pojavi že po nekaj urah po zastrupitvi zaradi toksičnega delovanja kadmija na ožilje, ki obdaja testise. Kadmij zmanjša prekrvavitev in preskrbo s kisikom, kar kaže na to, da je akutna toksičnost povezana s fiziološkimi procesi. (Turk)

2.1. Učinki kalcija v prehrani na toksičnost kadmija v organizmu

Učinki kalcija se kažejo v treh različnih fazah: pri absorbciji kadmija iz prebavnega trakta, pri zadrževanju, razporeditvi in kopičenju kadmija v organizmu ter pri sami toksičnosti.

Kalcij ima v telesu zelo pomembno vlogo (npr. gradi skelet), znotraj celice je sekundarni obveščevalec in pomaga pri regulaciji procesov v celici že od oploditve dalje (regulacija srca in krčenja mišic, regulacija krvnega pritiska, stabilizacija permeabilnosti membran, kofaktor encimatskih reakcij, stabilizira celične strukture, izločanje, gibanje, ...). (Brzoska, 1998)

Kalcij lahko zmanjšuje absorpcijo kadmija v tankem črevesu neposredno, ker tekmujeta za ista vezavna mesta v epitelu prebavnih resic. Preko metabolizma vitamina D3 lahko posredno njegovo absorpcijo celo tudi poveča. V primeru zmanjšane vnosa kalcija v telo (ali motenj v omenjenem metabolizmu), je manjša tudi njegova koncentracija v krvi. To sproži izločanje paratiroidnega hormona, ki stimulira encim v mitohondrijskih tubularnih ledvičnih celic. To vodi k povečani tvorbi aktivnega vitamina D3, ki povzroči večjo sintezo nizko molekularnega proteina, ki veže kalcij in je odgovoren za njegovo absorpcijo, ki se lahko zviša in vsebnost kalcija v krvi naraste. Problem nastane, ker se lahko tudi kadmij (zaradi podobnega premera iona) s skoraj enako afiniteto veže na isti nizko molekularni protein in s tem zmanjša absorpcijo kalcija in poveča absorpcijo kadmija. (Brzoska, 1998)

Povečana absorpcija kadmija iz prebavnega trakta, poveča vsebnost kadmija v krvi in s tem večjo dostopnost za privzem v tkiva in organe. Majhen vnos kalcija v telo s prehrano poveča zadrževalni čas in akumulacijo v telesu. Kalcij vpliva tudi na razporeditev kadmija v telesu. Če ga v hrani primanjkuje, se dalj časa zadržuje v tankem črevesu in ledvicah ter se najprej kopiči v ledvicah in jetrih. Kadmij se lahko kopiči tudi v živčnem sistemu in kosteh. Raziskava na podganah je pokazala, da ima povišan vnos kalcija pozitiven učinek tudi pri kopičenju kadmija pri materi in plodu. Povišana akumulacija kadmija v tkivih pri prehrani z malo kalcija je povezana s povečano sintezo metalotioneina, zaradi povečanega vnosa kadmija. Gre za glavni protein, ki veže kadmij v organizmu in stopnja njegove sinteze določa vsebnost kadmija v tkivih. Kadmij se akumulira v ledvicah in jetrih saj imajo največjo sposobnost sinteze metalotioneina. (Brzoska, 1998)

Pri visokem pritisku naj bi kadmij deloval kot blokator kalcijevih kanalov, ker z njim tekmuje za iste receptorje in poveča permeabilnost celičnih membran za kalcijeve ione. Istočasno pa naj bi vplival še na zadrževanje natrija in vode, ki tudi vplivata na krvni tlak, saj natrij poveča koncentracijo intracelularnega kalcija. (Brzoska, 1998)

Kalcij vpliva tudi na biodostopnost kadmija v tleh in vodi ter s tem zmanjša možnost vstopa kadmija v prehranjevalno verigo. Trda voda tako zmanjša toksičnost kadmija, zaradi prisotnosti kalcija.

3. Kadmij v Sloveniji

3.1. Hrana

Kadmij v hrani (rastlinski ali živalski) je posledica onesnaženosti tal ali/ in vode. Ker je kadmij dobro dostopen rastlinam (bolj kot na primer svinec ali baker) obstaja velika verjetnost, da lahko vrtnine, pridelane na onesnaženih območjih, vsebujejo prekomerne količine tega elementa. (Bešter, 2013)

Rastline bolje sprejemajo kadmij, če so tla kisla, biodostopnost pa zmanjšajo organske snovi in glina ter mikorizne povezave. Vnos v rastlino je lahko pasiven ali aktiven, v rastlinah je kadmij zelo mobilan. Najbolj so dovzetni krompir, špinača in pšenica. Dobri akumulatorji kadmija so tudi glive, školjke ter mehkužci. (Blaznik et al, 2012)

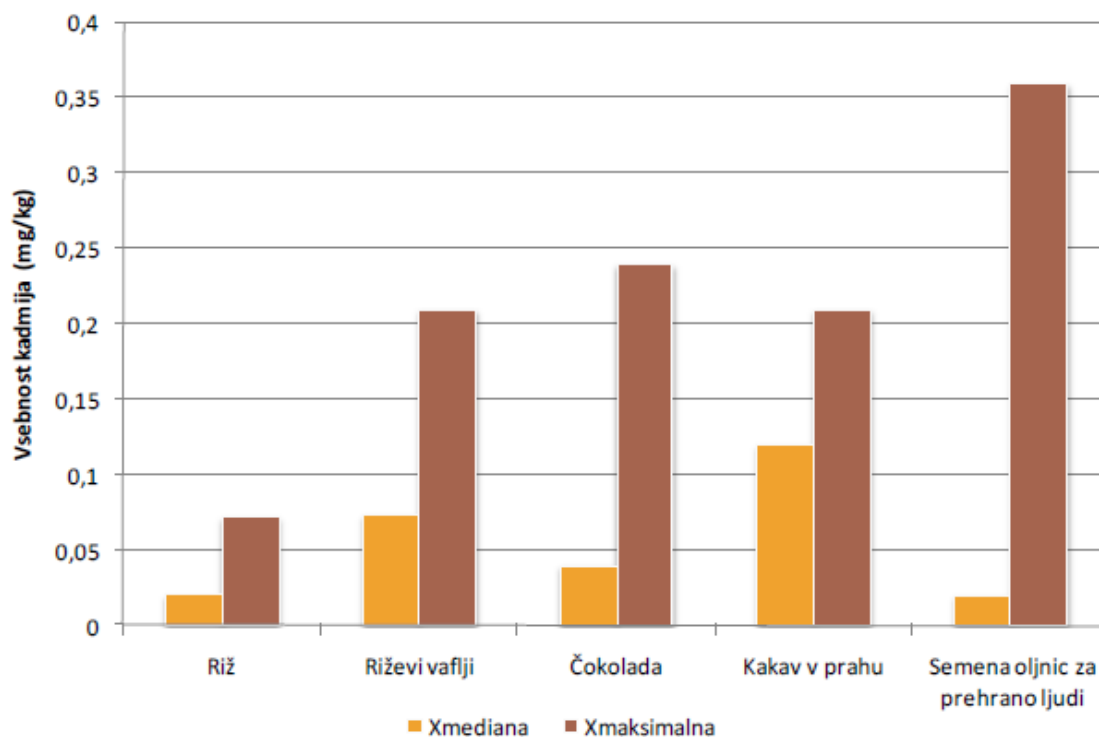
Potrošnja živil rastlinskega izvora z večjimi vsebnostmi kadmija lahko predstavlja resno nevarnost za zdravje ljudi in živali tudi pri vsebnostih, ki niso fitotoksične. Za rastline je kadmij neesencialen element. Sprejem kadmija iz tal v rastline je odvisen od vrste rastlin, vsebnosti kadmija in drugih kovin v tleh, od kislosti tal, od kationske izmenjalne kapacitete, od redoks potenciala, od količine organske snovi v tleh, itd.. Porazdelitev kadmija med koreninami in nadzemnim delom je odvisna od vrste rastline, rastnega medija, časa rasti in temperature okolja. (Karo, 2013)

Pri nekadilcih kar 90 % kadmija pride v telo s hrano (skoraj 70% z rastlinsko), zato so sprejeti ukrepi za varovanje zdravja v obliki mejnih vrednosti za kadmij v živilih. V evropski predpis so vključeni meso in drobovina govedi, konj, ovac, svinj in perutnine, mišičnina rib, raki, školjke, glavonožci, žita, soja, zelenjava, sadje, gobe in prehranska dopolnila. (Blaznik et al, 2012)

Evropska raziskava Evropske agencije za varnost hrane (EFSA) je pokazala, da na vnos kadmija bolj vpliva hrana, ki jo zaužijemo pogostejše in v večjih količinah, kot hrana, ki vsebuje največ kadmija. Gre za žita in žitne izdelke, zelenjavo in zelenjavne izdelke ter korenovke in gomoljnice. Povprečna izpostavljenost Evropejcev 2,04 µg na kilogram telesne teže na teden. Kadmiju so zaradi velike porabe zelenjave bolj izpostavljeni predvsem vegetarijanci in veliki porabniki samoniklih gob. Sprejemljiva vrednost podana s strani odbora EFSA je 2,5 µg na kilogram telesne mase na teden. To

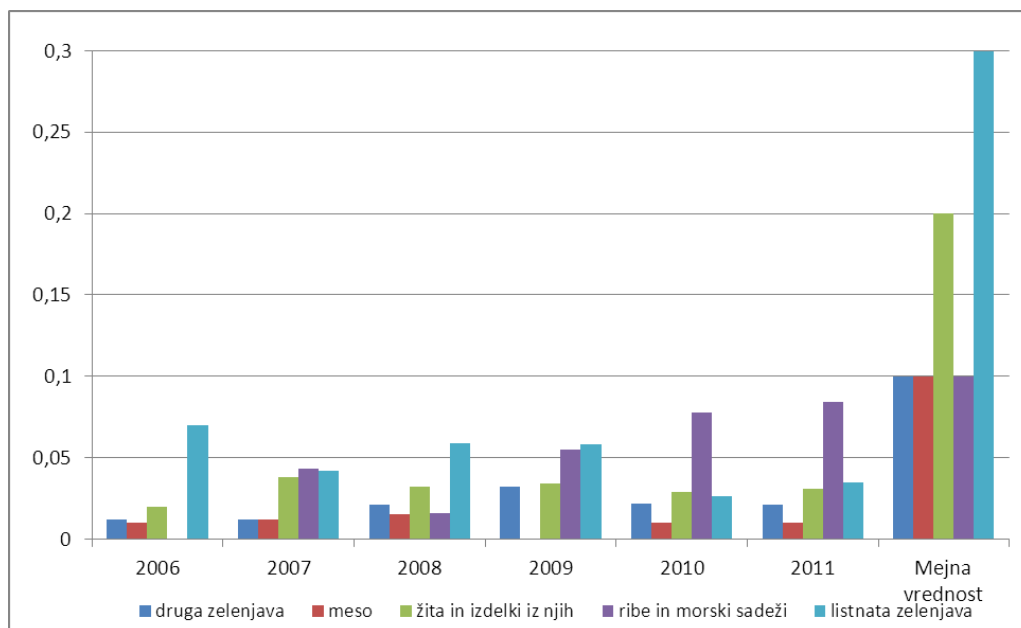
pomeni, da je verjetno celotna izpostavljenost pri otrocih in večjih ljudeh presega varno mejo in bo zato potrebno zmanjšati vsebnost kadmija v živilih za dojenčke in majhne otroke. (Blaznik et al, 2012)

Na podlagi Priporočil Evropske unije (EU) in zahtev za poročanje Evropski komisiji in Evropski agenciji za varno hrano ter analize stanja onesnaženosti živil so bile v Sloveniji v letu 2012 opravljene preiskave vzorcev živil (riž, riževi vafliji, čokolada in semena oljnic, žita) tudi na vsebnost kadmija. Na spodnjem grafu so prikazane vsebnosti kadmija v posameznih skupinah živil. Razen za riž, mejne vrednosti niso predpisane. Mejna vrednost za riž je 0,20 mg/kg, ki pa v nobenem izmed tridesetih vzorcev ni bila presežena. (Zidarič, 2012)



Graf 1: Vsebnost kadmija v posameznih skupinah živil (Vir: Zidarič, 2012)

Preiskali so tudi trideset vzorcev žit iz širšega Celjskega območja. Mejna vrednost 1 mg/kg ni bila presežena. Najvišje vsebnosti so bile v pšenici, ovsu, piri in ječmenu, najnižja pa v koruzi. Vsebnosti so bile odvisne tudi od povišanih obremenitev tal s kadmijem. Na spodnjem grafu je prikazana povprečna vsebnost kadmija v nekaterih živilih v obdobju 2006 - 2011 v Sloveniji in njihove mejne vrednosti. Mejne vrednosti niso presežene, še najbolj se jim približajo ribe in morski sadeži. (Blaznik, 2012)



Graf 2: Povprečna vsebnost kadmija v nekaterih živilih v obdobju 2006 - 2011 v Sloveniji in njihove mejne vrednosti (Vir: ARSO)

Raziskave slovenskega krompirja v letih 2008 - 2011 so pokazale, da je povprečna koncentracija v vzorcih olupljenega krompirja 0,04 mg/kg, kar je dvakrat več od povprečja v EU, predpisana mejna vrednost pa je 0,10 mg/kg. Ob običajnih prehranjevalnih navadah to ne predstavlja tveganja za ljudi. (Blaznik et al, 2012)

V obdobju 2006 - 2011 je pri vseh živilih, razen listnate zelenjave, vsebnost kadmija naraščala. Kljub temu dovoljene mejne vrednosti za kadmij v Sloveniji niso bile presežene. (Blaznik et al, 2012)

V Sloveniji je leta 2002 potekala raziskava Zavoda za zdravstveno varstvo Celje (ZZV CE) živil rastlinskega izvora na področju Teharij in Medloga za katera se ve, da sta onesnažena s kadmijem, s katero so ugotovili, da je bila s slovenskimi predpisi predpisana dopustna vsebnost kadmija presežena v krompirju, korenju, pesi, solati in pšenici, ne pa v jabolkih, fižolu, kumarah, zelju in koruzi. Gre za različno stopnjo sprejema glede na vrsto rastline. Vsebnost kadmija v rastlinah se je skladala z raziskavami onesnaženosti zemljine iz leta 1989. V splošnem pridelava izbranih vrtnin in njihovo zaužitje ne predstavlja tveganje za pojav neželenih učinkov za zdravje ljudi zaradi prekomernega vnosa kadmija. Tveganje za pojav neželenih učinkov za zdravje ljudi je obstajalo le na vrtu z največjo vsebnostjo kadmija v tleh. (Eržen et al, 2005)

Na območjih s povečano koncentracijo kadmija je lahko sporna pridelava varne hrane, saj so neonesnažena tla eden glavnih pogojev za njeno pridelavo. Poleg tega je v mestih pridelava vrtnin zelo pogosta, zato so lahko ljudje (predvsem pridelovalci vrtnin) dodatno izpostavljeni kadmiju preko zaužitja vrtnin, ki so pridelane na domačem vrtu. (Karo, 2013)

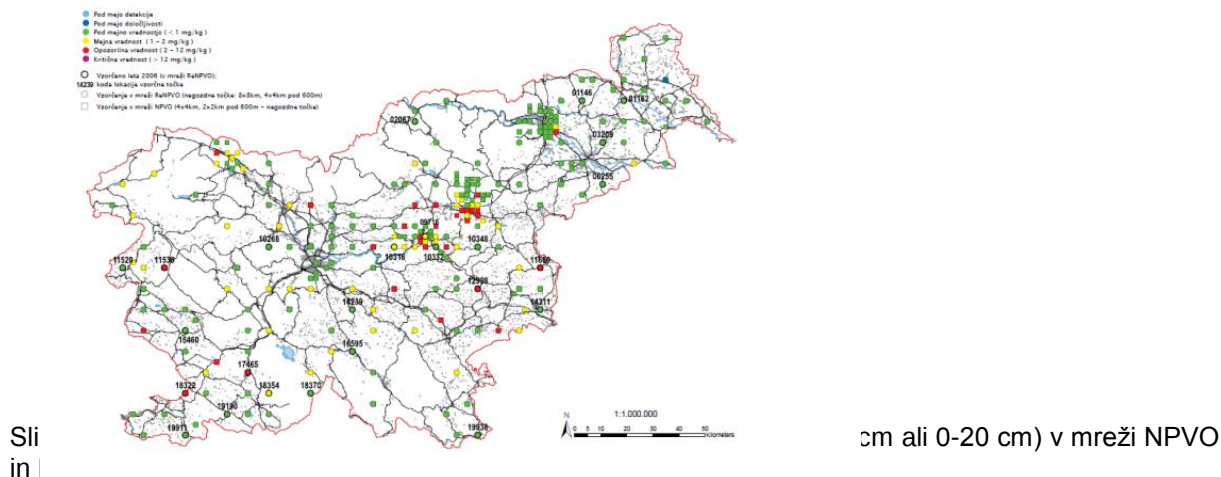
V obdobju 2009 - 2011 je bilo v sklopu nacionalnega spremljanja težkih kovin opravljenih 592 preiskav na prisotnost težkih kovin v mišičnini divjadi. Rezultati kažejo, da so, razen enega, rezultati močno pod mejo določeno za meso govedi, ovac in svinj, medtem, ko meja za meso divjačine pa ni določena. Na podlagi vzorčenj iz 1998, 2005 in 2006, ko je bila presežena vsebnosti kadmija v notranjih organih srnjadi v številnih območjih Slovenije, je na območju Slovenije uradno prepovedana uporaba ledvic divjih parkljarjev za prehrano ljudi. (Hladnik Trček, 2012)

Izvedena je bila raziskava vsebnosti onesnažil v živilih živalskega izvora, v vrtninah, v ribah iz šaleških jezer in v gozdnih sadežih iz Šaleške doline. Na podlagi pridobljenih rezultatov so ugotovili, da so vsebnosti kovin v vzorcih tkiv domačih živali, kravjem mleku in kokošjih jajcih bistveno nižje od zakonsko dopustnih vsebnosti in niso omejevale njihove primernosti za prehrano ljudi. Ribe iz šaleških jezer so primerne za prehrano ljudi, saj noben vzorec rib ni prekoračeval maksimalno dovoljenih vsebnosti. (Mavec, 2012)

3.2. Onesnaženost tal

Vzrok za visoke koncentracije kadmija v tleh je lahko usedanje prahu iz industrijske dejavnosti, poplavljanje tal z onesnaženo vodo ali uporaba blata iz čistilnih naprav in uporaba fosfatnih gnojil. Zakonodaja za kadmij v tleh predpisuje mejno (1 mg/kg suhih tal), opozorilno (2 mg/kg suhih tal) in kritično (10 mg/kg suhih tal) imisijsko vednost. V raziskavi onesnaženosti tal Slovenije leta 2006 so ugotovili, da so s kadmijem najbolj onesnažena tla v Mežiški kotlini, Celjski kotlini, v okolici Jesenic ter Idrije. Prihaja do presežanja opozorilnih kot tudi kritičnih vrednosti. (Zupan et al, 2007)

Na spodnji sliki je prikazana stopnja onesnaženosti tal s kadmijem v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006



V spodnji tabeli (Tabela 1) so navedeni kraji, kjer prihaja do preseženih opozorilnih vrednosti. Vzorčenje je bilo izvedeno v obdobju med 1989 in 2008.

Cd - presežena opozorilna vrednost	Podpeca (Črna na Koroškem), Črna na Koroškem (Črna na Koroškem), Žerjav (Črna na Koroškem), Hlebce (Radovljica), Trenta (Bohinj), Stara Fužina (Bohinj), Krn (Kobarid), Čadrg (Tolmin), Grad (Cerklje na Gorenjskem), Kapla (Braslovče), Dobrteša vas (Žalec), Štore (Štore), Slivna (Moravče), Čepovan (Nova Gorica), Trebče (Bistrica ob Sotli), Pungert (Litija), Dolnje Impolje (Sevnica), Vojščica (Miren-Kostanjevica), Orehovec (Krško), Senožeče (Divača), Pivka (Pivka), Beka (Hrpolje-Kozina)
------------------------------------	---

Tabela 1: Lokacije, ki so presegle opozorilno vrednost. (Vir: medmrežje 2)

Kadmij iz tal lahko sprejmejo rastline, boljši sprejem je, če so tla kisla, biodostopnost pa zmanjšajo organske snovi in glina ter mikorizne povezave.

Za čiščenje tal onesnaženih s kadmijem se lahko izvede bioremediacijo z uporabo oljne ogrščice. (Romih) Za fitoremediacijo se lahko uporabita tudi rani in modrikasti mošnjak. (Kavčič, 2011)

3.3. Pitna voda

V pitni vodi najdemo kadmij zaradi nečistoč vodovodnega sistema. Ker je človek kadmiju direktno izpostavljen tudi preko vode, je v Sloveniji predpisana maksimalna dovoljena koncentracija, ki znaša 5 µg/l. V okviru programa monitoringa pitne vode v Sloveniji za leto 2012 koncentracija ni bila presežena. Ob preseženih vrednostih se predlaga takojšnja odprava vzrokov in ustrezni postopki priprave. (ZZV Celje, 2007, Sovič 2013)

3.4. Onesnaženost zraka

Kadmij se v zraku nahaja predvsem zaradi človekovih aktivnosti. Običajno je vezan na delce. Človek je kadmiju v zraku lahko izpostavljen direktno - preko vdihavanja (predvsem pri poklicni izpostavljenosti) ali posredno zaradi usedanja delcev na tla in na rastline ter uživanja rastlinske in živalske hrane iz onesnaženih območij. Pomembna sta tako zračna depozicija kadmija na mestu nastanka kot daljinski transport.

Povprečna mesečna koncentracija kadmija v delcih PM10 v zunanjem zraku v letu 2013 na merilnih mestih v Sloveniji (Ljubljana, Maribor, Iskra) ne presega zakonsko predpisane ciljne vrednosti 5 ng/m³. (ARSO, 2014)

Povprečna koncentracija kadmija je na merilnem mestu Žerjav v letu 2008 presegla mejno vrednost. Na tem območju se zato izvaja sanacijski program v skladu z Odlokom o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini. (Bolte et al, 2010)

4. Zaključek/predlogi

Kadmij je dvovalentna težka kovina in je ena izmed strupenih snovi. Velika večina virov kadmija je antropogenega izvora, v tla pa prehaja s pomočjo umetnih gnojil, rudarstva in kovinske industrije, sežigalnic, odlagališč odpadkov, itd. Lahko se nahaja tudi v zraku, v podtalnici, sedimentu in na tak način (s pomočjo) z rastlinsko/živalsko hrano in pitne vode ter vdihavanjem vstopa v naše telo. Zlasti nevarno je tudi vdihavanje kadmijevega oksida in kajenje. Najbolj so kadmiju izpostavljeni otroci do 3 let in ženske z malo vsebnostjo železa v krvi, najmanj starostniki. Razpolovna doba kadmija je 7 do 30 let. Kadmij je primarno toksičen za ledvice in jetra, povzroča pa tudi zmanjšan vnos kalcija v telo. Do tega pride, ker se lahko kadmij (zaradi podobnega premera iona) s skoraj enako afiniteto kot kalcij veže na isti nizko molekularni protein in s tem zmanjša absorpcijo kalcija in poveča absorpcijo kadmija. Dolgotrajna izpostava kadmiju vodi najprej do anemije in poškodb ledvic in kosti. Nizka vsebnost kalcija vodi v večjo absorpcijo kadmija, daljši zadrževalni čas, večjo akumulacijo in s tem večjo toksičnost. Kronična oralna izpostava kadmiju v živalih povzroči zmanjšano rast zaradi pomanjkanja kalcija. Poškodbe kosti nastanejo, ker kadmij vpliva na absorpcijo kadmija v črevesu in tudi poškoduje renalne tubule in povzroči veliko izločanje kalcija z urinom. Kadmij, v odsotnosti kalcija, povzroča tudi motnje v sproščanju kalmodulinsko odvisnih nevrottransmiterjev, kar povzroča izgubo orientacije in mišičnih krčev. Enako lahko povzroča anemijo, visok krvni pritisk in zmanjšuje reprodukcijo. Do vnašanja kadmija v telo pride preko vode, pa tudi hrane s pomočjo rastlin (glej zgoraj). V njih je kadmij zelo mobilan, najbolj ga sprejemajo krompir, špinata, pšenica, glive, meškuži in školjke.

Pri analizi hrane v Sloveniji so ugotovili, da nobeno izmed 30 žit ni imelo presežene mejne vsebnosti kadmija. Prav tako je vsebnost kadmija v letih 2006-2011 po raziskavah opravljenih na mesu, listnati zelenjavi, žitah in žitnih izdelkih, ostali zelenjavi, ribah in morskih sadežih manjša od predpisane mejne vrednosti. Po opravljenih meritvah na področju Teharij in Medloga so bile najdene presežene vrednosti kadmija v krompirju, korenju, pesi, solati in pšenici, kljub temu so raziskave na mišičninah divjadi in pridelkih živalskega ter rastlinskega izvora ter rib in gozdnih sadežev pokazale, da so vsebnosti (vseh kovin) kadmija močno pod mejno vrednostjo.

Pri raziskavi onesnaženosti tal so ugotovili, da gre za največjo onesnaženost s kadmijem na področju Mežiške in Celjske kotline, ter v okolici Jesenic in Idrije. Na to vplivajo predvsem industrijski obrati na teh področjih. V nekaterih krajih na teh območjih prihaja do preseganja opozorilnih in včasih kritičnih vrednosti. V zraku in pitni vodi v zadnjih letih po rezultatih monitoringa mejne vrednosti niso bile presežene.

Kratkoročno je mogoče povečano izpostavljenost kadmiju in s tem večjo ogroženost zdravja posameznih skupin ljudi, ki uživajo hrano, pridelano na območju KS Teharje in KS Medlog, zmanjšati le s spremembo kmetijske pridelave. Na podlagi dosedanjih raziskav in podatkov iz literature je bila sestavljena lestvica o sprejemu težkih kovin v užitne dele nekaterih rastlin in izdano priporočilo o tem, katere pridelke na tem območju ne bi smeli pridelovati, da bi na ta način zmanjšali vnos kadmija v telo. To so predvsem živila, ki so bila uvrščena v kategorijo visoki in srednji sprejem. Poleg tega je potrebno posebno pozornost nameniti bogatenju tal in se izogniti uporabi mineralnih gnojil, ki vsebujejo kadmij, saj bi s tem stanje tal še poslabšali. Glede na to, da je razpolovni čas za kadmij in svinec v tleh stoletje in več, pa bi bilo potrebno razmisliti tudi o možnosti opustitve teh površin za kmetijsko pridelavo. (Eržen et al, 2005)

Cilj(i):

- zmanjšati vplive s težkimi kovinami onesnaženega zraka, vode in tal na prehranjevalno verigo,
- preprečevanje negativnih učinkov na zdravje ljudi, ki jih povezujemo z vsebnostjo kovin v živilih;
- zagotoviti redno spremljanje vsebnosti kadmija (in svinca) v nekaterih živilih, v skladu z določili Uredbe Komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, ki določa naslednje mejne vrednosti:
 - listnata zelenjava: 0,3 mg/kg (svinec); 0,2 (mg/kg) (kadmij);
 - druga zelenjava: 0,1 mg/kg (svinec); 0,05 (mg/kg) (kadmij);
 - meso: 0,1 mg/kg (svinec); 0,05 (mg/kg) (kadmij);
 - žita in izdelki iz njih: 0,2 mg/kg (svinec); 0,1 mg/kg (kadmij);
 - ribe in morski sadeži: 0,1 mg/kg (le za kadmij), (1,0 oz. 0,05 mg/kg za živo srebro). (Blaznik)

Učinki kovin, ki jih povezujemo z zdravjem ljudi, obremenilno vplivajo na prehranjevalno verigo, ki se preko živil konča pri človeku. Prisotnost kovin v živilih, bodisi rastlinskega ali živalskega izvora, je v glavnem posledica njihovega prehajanja iz obremenjenega naravnega okolja v organizme rastlin in živali (npr. pri živilih rastlinskega izvora se začne že v fazi pridelave). Preračunavanje ugotovljene vsebnosti kovin v živilu v možni vnos onesnaževala z zaužitjem hrane je kompleksen postopek, pri katerem se upošteva več faktorjev, od priprave živila do načinov prehranjevanja različnih populacijskih skupin (odraslih, šolskih in odraščajočih otrok ter dojenčkov). Pri ocenah prehranskega vnosa onesnaževal s hrano je potrebno upoštevati, da predstavljajo živila blago, ki se najhitreje giblje znotraj posamezne države ali v okviru mednarodne trgovine. Zato je zelo majhna verjetnost, da bi bili potrošniki, oziroma spremljana (občutljiva) populacija, dalj časa ali akutno izpostavljeni morebitno prisotnim višjim količinam onesnaževal v enem in istem živilu. (Blaznik)

Oskrba z varno in prehransko ustrezno hrano, ki ne ogroža zdravja ljudi in potrošnikov, je temeljno vodilo nacionalne prehranske politike – kot usklajenega načrtovanja resornih ministrstev in strokovnih institucij - ter posredno enega najpomembnejših dejavnikov varovanja zdravja kot javnega interesa. Zato tudi vse aktivnosti oziroma ukrepe, namenjene preprečevanju negativnih učinkov, ki jih povezujemo z vsebnostjo kovin v živilih, razumemo kot del nacionalnega sistema varnosti živil/hrane. (Blaznik)

5. Viri

ARSO. 2010. *Poročilo o okolju v Sloveniji, 2009*. Dostopno prek: http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/poročila/poročila%20o%20stanju%20okolja%20v%20Sloveniji/POS2009_zdruzeni_dokument0.pdf

ARSO. 2014. *Povprečne mesečne koncentracije težkih kovin in policikličnih ogljikovodikov v delcih PM10 v zunanjem zraku v letu 2013*. Dostopno prek: http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/2013PM10_slo.pdf

Blaznik Urška, Škrjanc Barbara, Hlastan Ribič Cirila, Gregorič Matej, Priveršek Jasmina. 2012. *Presoja varnosti z oceno tveganja za zdravje ljudi v povezavi z vnosom kadmija preko krompirja slovenskega porekla*. Dostopno prek: http://www.ivz.si/prehrana?pi=5&_5_Filename=attName.png&_5_MediaId=6371&_5_AutoResize=false&pl=8-5.3.

Blaznik Urška. 2012. *Vnos kovin v človeško telo s hrano*. Dostopno prek: http://kazalci.arso.gov.si/print?ind_id=522&lang_id=302

Bolte Tanja. 2010. *Ocena onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM10, ogljikovim monoksidom, benzenom, težkimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policikličnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH) v SLOVENIJI za obdobje 2005-2009*. Dostopno prek: http://www.arso.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Ocena_kakovost%20Zraka2010.pdf

Brzoska Malgorzata M., Moniuszko-Jakoniuk Janina. 1998 *The influence of calcium content in diet on cumulation and toxicity of cadmium in the organism*. Dostopno prek: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9456077>

Eržen Ivan, Bošnjak Ksenija, Uršič Simona. 2005. *Kadmij in svinec v živilih rastlinskega izvora, pridelanih na območju Teharij in Medloga (MO Celje) - Kazalca onesnaženosti okolja*. Dostopno prek: <http://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-FWOAPYAZ/>

Filipič Metka. 2011. *Mechanisms of cadmium induced genomic instability*. Dostopno prek: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0027510711002478>

Hladnik Trček Katja. 2012. *Statistična analiza podatkov nacionalnega monitoringa kadmija in svinca v mišičnini divjadi v obdobju 2009-11*. Dostopno prek: http://www.vurs.gov.si/fileadmin/vurs.gov.si/pageuploads/PDF/EPI/Nova_6/Statisti.pdf

Kavčič Nina. 2011. *Hiperakumulacija kadmija pri različnih populacijah ranega mošnjaka v Sloveniji in pomen za fitoremediacijo*. Dostopno prek: http://pefprints.pef.uni-lj.si/1407/1/Diplomsko_Delo_Nina_Kavcic.pdf

Karo Bešter Petra. 2013. *Ocena tveganja vnosa kadmia z vrtninami na lokalno prebivalstvo mestne občine Celje*. Dostopno prek: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/gozdarstvo/dd_karo_bester_petra.pdf

Mavec, Marko. 2012. *Ugotovitve inštituta ERICo, povezane s stanjem okolja v Šaleški dolini v zadnjih 20 letih*. Dostopno prek: <http://www.te-sostanj.si/si/files/default/Blok%206%20in%20okoljske%20raziskave.pdf>

Romih Nadja, Grabner Boštjan, Ribarič Lasnik Cvetka. *Remediacija onesnaženih tal s težkimi kovinami*. Dostopno prek: http://www.kis.si/datoteke/file/kis/SLO/MEH/.../PRIROCNIK_IOP-1.pdf

Sovič Nataša, Bregar Renata. 2013. *Monitoring pitne vode 2012 letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2012*. Dostopno prek: http://www.ivz.si/Mp.aspx/?ni=115&pi=5&_5_Filename=attName.png&_5_MediaId=6910&_5_AutoResize=false&pl=115-5.3.

Turk Tom. *Toksinologija z osnovami toksikologije*. Dostopno prek: <http://web.bf.uni-lj.si/bi/biokemija/studenti/Teze/Toksinologija%20s%20toksikologijo.htm>

Zidarič Metka. 2012. *Spremljanje vsebnosti nekaterih onesnažil v živilih (akrilamid, etil karbamat, kadmij, anorganski arzen)*. Dostopno prek: http://www.uvhvvr.gov.si/fileadmin/.../onesnazevala/Porocilo_zakljucno.pdf

Zupan Marko, Grčman Helena, Lobnik Franc. 2007. *Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji v letu 2006*. Dostopno prek: <http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/tla/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Publikacija%20Raziskave%20onesna%C5%BEenosti%20tal%20Slovenije%20v%20letu%202006.pdf>

ZZV Celje. 2007. *Kadmij*. Dostopno prek: <http://www.zzv-ce.si/kadmij>