



Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana



**Izpostavljenost
prebivalcev občine Hrastnik
okoljskim onesnažilom
- težkim kovinam v tleh
in živilih rastlinskega izvora -**



POROČILO



**Juričič Mojca, Perharič Lucija, Čakš Tomaž, Zupan Marko,
Kralj Leonida, Gorenc Sonja,
Lajovic Jaro, Erčulj Vanja, Tič Irena**

Ljubljana, junij 2013

Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana
Enota Zasavje

za: v. d. direktorja: mag.Tomaž Čakš, dr. med.

Avtorji:

Mojca Juričič – UL – Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje

Lucija Perharič – Inštitut za varovanje zdravja RS

Tomaž Čakš – Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana

Marko Zupan – UL – Biotehnična fakulteta – Katedra za pedologijo in varstvo okolja

Kralj Leonida – Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana – Enota Zasavje

Gorenc Sonja – Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana – Enota Zasavje

Lajovic Jaro – RHO SIGMA, raziskave in svetovanje

Erčulj Vanja – RHO SIGMA, raziskave in svetovanje

Tič Irena – UL – Biotehnična fakulteta – Katedra za pedologijo in varstvo okolja

Oblikovanje:

Kati Rupnik

Raziskavo je omogočila občina Hrastnik.

KAZALO VSEBINE

KAZALO VSEBINE	I
KAZALO PREGLEDNIC	II
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	III
1 UVOD	1
1.1 VPLIV TEŽKIH KOVIN NA ZDRAVJE ČLOVEKA	1
1.1.1 Arzen	2
1.1.2 Baker	3
1.1.3 Cink	3
1.1.4 Kadmij	3
1.1.5 Krom	4
1.1.6 Mangan	5
1.1.7 Nikelj	5
1.1.8 Svinec	6
1.1.9 Živo srebro	7
1.1.10 Talij	7
2 METODE DELA	8
2.1 LOKACIJE VZORČENJA	8
2.2 POSTOPEK VZORČENJA	11
2.3. ANALITIKA TEŽKIH KOVIN V TLEH IN ŽIVILIH RASTLINSKEGA IZVORA	11
2.3.1. Analitika težkih kovin v tleh	11
2.4 ZAKONSKA DOLOČILA IN PRIPOROČILA	12
2.5. ANKETNI VPRAŠALNIK	14
3 REZULTATI RAZISKAVE	15
3.2 TEŽKE KOVINE V ŽIVILIH RASTLINSKEGA IZVORA	16
3.2.1 Težke kovine v živilih rastlinskega izvora - v korenju	16
3.2.2 Težke kovine v živilih rastlinskega izvora - v solati	16
4 OCENA TVEGANJA ZA ZDRAVJE ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI TEŽKIM KOVINAM IZ DOMA PRIDELANE ZELENJAVE V OBČINI HRASTNIK	24
5 RAZPRAVA	28
6 ZAKLJUČKI	30
7 LITERATURA	31
PRILOGE	35

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1.	Kadmij – sekundarna prisotnost in način vstopa v organizem:	4
Preglednica 2.	Lokacije vzorčenja na območju občine Hrastnik.....	9
Preglednica 3.	Analizirani parametri tal.....	10
Preglednica 4.	Vzorčena živila rastlinskega izvora	10
Preglednica 5.	Analizirani parametri živil rastlinskega izvora	10
Preglednica 6.	Mejne imisijske vrednosti v tleh po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96)-vir: ROTS	12
Preglednica 7.	Mejne vrednosti kadmija v preiskovanih živilih po Uredbi komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, v mg/kg mokre teže	13
Preglednica 8.	Mejne vrednosti svınca v preiskovanih živilih po Uredbi komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, v mg/kg mokre teže	13
Preglednica 9.	Skupine živil rastlinskega izvora po sprejemu težkih kovin	13
Preglednica 10.	Vrednosti težkih kovin v mg/kg v 30 vzorcih tal v občini Hrastnik.....	15
Preglednica 11.	Delež vzorcev glede na referenčne vrednosti onesnaženosti tal, Hrastnik.....	15
Preglednica 12.	Vsebnosti težkih kovin (mg/kg) v živilih rastlinskega izvora – korenje, Hrastnik.....	16
Preglednica 13.	Vsebnosti težkih kovin (mg/kg) v živilih rastlinskega izvora – solata, Hrastnik.....	16
Preglednica 14.	Razdelitev merilnih mest glede na tip okolja, Hrastnik.....	17
Preglednica 15.	Primerjava vrednosti težkih kovin v tleh glede na tip okolja, Hrastnik.....	17
Preglednica 16.	Primerjava povprečnih vrednosti težkih kovin v korenju glede na tip okolja, Hrastnik. 18	
Preglednica 17.	Primerjava povprečnih vrednosti težkih kovin v solati glede na tip okolja, Hrastnik	18
Preglednica 18.	Anketiranci, ki so odgovarjali na vprašanja po spolu	19
Preglednica 19.	Delež anketirancev glede na vrsto uporabljenega gnoja.....	19
Preglednica 20.	Delež anketirancev glede na uporabo pripravkov zaščito rastlin pred škodljivci in boleznimi	20
Preglednica 21.	Delež anketiranih, ki pridelujejo posamezno vrsto zelenjave z zelo nizkim sprejemom težkih kovin.....	20
Preglednica 22.	Delež anketiranih, ki pridelujejo posamezne vrste zelenjave z nizkim sprejemom težkih kovin.....	20
Preglednica 23.	Delež anketirancev pridelujočih posamezno vrst zelenjave s srednjim sprejemom težkih kovin 21	
Preglednica 24.	Delež anketirancev, ki pridelujejo posamezne vrste zelenjave z visokim sprejemom težkih kovin.....	21
Preglednica 25.	Delež anketirancev, ki dokupujejo vrtnine, mesto nakupa	22
Preglednica 26.	Delež anketirancev glede na njihovo oceno onesnaženosti tal svojega vrta.....	22
Preglednica 27.	Delež anketirancev, ki niso nikoli kadili, so prenehali kaditi ali kadijo.....	22
Preglednica 28.	Delež anketirancev, ki imajo v zobeh amalgamske zalivke.....	23
Preglednica 29.	Referenčne vrednosti za kovine	24
Preglednica 30.	Meje detekcije in kvantifikacije za krom, nikelj, svinec in živo srebro.	25
Preglednica 31.	Dnevni vnosi arzena, cinka, kroma in niklja ter tedenski vnosi kadmija, svınca in živega srebra z doma pridelano zelenjavo pri malčkih in odraslih v občini Hrastnik.....	26
Preglednica 32.	Dnevni vnosi arzena, cinka, kroma in niklja ter tedenski vnosi kadmija, svınca in živega srebra z doma pridelano zelenjavo pri malčkih in odraslih v občini Hrastnik v primerih največjih izmerjenih vrednosti kovin	27

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AI	Adequate intake, zadostna zaužita količina
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
EFSA	European Food Safety Authority
EPA	Environmental Protection Agency, Agencija za varstvo okolja
FAO	Food and agriculture organization of the United Nations, Organizacija združenih narodov za prehrano in kmetijstvo
IARC	International Agency for Research on Cancer, Mednarodna agencija za raziskovanje raka
IVZ	Inštitut za varovanje zdravja
MV	Mejna vrednost
PTWI	Provisional Tolerable Weekly Intake, sprejemljiv tedenski vnos
RDA	Recommended Dietary Allowance, priporočen dnevni odmerek
TDI	Tolerable daily Intake, sprejemljiv dnevni vnos
TK	Težke kovine
UL	Tolerable Upper intake Level, največji dovoljeni odmerek
WHO	World health organization, Svetovna zdravstvena organizacija
μg	mikrogram
kg	kilogram
mg	miligram
n.d.	ni določeno
n.p.	ni podatka
t.t.	telesna teža
As	arzen
Cd	kadmij
Cr	krom
Cu	baker
Hg	živo srebro
Mn	mangan
Ni	nikelj
Pb	svinec
Zn	cink
Tl	talij

1 UVOD

Onesnaženje tal je običajno človeku nevidna grožnja. Na videz popolnoma zdrava tla v agro-ekosistemih, kjer gojimo rastline za posredno ali neposredno prehrano človeka in v urbanem okolju, v parkih, na igriščih ob vrtcih in šolah. Povečane vsebnosti nevarnih snovi v tleh se praviloma odražajo tudi v rastlinah in podtalnici in lahko predstavljajo grožnjo za zdravje ljudi (1).

1.1 Vpliv težkih kovin na zdravje človeka

Z izrazom težke kovine običajno označujemo elemente periodnega sistema z visoko relativno gostoto, med katere uvrščamo predvsem svinec, kadmij, cink, baker, krom, nikelj, železo, mangan, molibden, kobalt, živo srebro in arzen.

Večina težkih kovin je naravno prisotnih v tleh, njihov izvor je matična podlaga od koder ob preperevanju le-te prehajajo v talno mešanico. V tleh se običajno nahajajo v kationski obliki in se vežejo zlasti na minerale glin ter negativno nabite organske snovi v tleh. Tako nastanejo stabilni in v tleh obstojni kompleksi, ki so delno topni v vodi in se tako počasi sproščajo v talno raztopino, od koder so težke kovine dostopne tudi rastlinam (2).

Težke kovine se nahajajo praktično povsod v okolju, zato so tako urbana kot neurbana tla večinoma onesnažena s kovinami, katerih izvor so različni naravni in antropogeni viri (3). Nekatere kovine, ki se v okolju pojavljajo kot posledica človekove aktivnosti, pomenijo potencialno nevarnost za človekovo zdravje, saj lahko s prehranjevalno verigo preidejo v organizem (4).

Veliko težkih kovin vnesemo v telo z uživanjem vrtnin, obremenjenih s težkimi kovinami (5), ki sprejemajo in kopičijo različne količine težkih kovin v uporabne in neuprabne dele.

Nekatere izmed njih so esencialne in so potrebne za normalno rast in razvoj organizma, spet druge so toksične že v minimalnih količinah. Prevelike vsebnosti tako esencialnih kot neesencialnih težkih kovin v organizmu ovirajo presnovo in delujejo toksično, predvsem kadar se kopičijo v telesu oz. kadar je vnos v telo hitrejši od njihovega izločanja (6).

Bioakumulacija težkih kovin v prehranjevalni verigi je lahko še posebej problematična za zdravje ljudi. Vstop v telo poteka prvenstveno na dva načina:

- z inhalacijo resuspendiranih delcev prahu in z zaužitjem, pri čemer je prav slednje za človeka, ki ni poklicno izpostavljen, glavni vir izpostavljenosti težkim kovinam.
- z zelenjavo in sadjem kot pomembnim sestavnim delom zdrave in uravnotežene prehrane

V okviru raziskave, katere rezultati so podani v nadaljevanju, je bila izvedena analitika vsebnosti težkih kovin v tleh, v živilih rastlinskega izvora, pridelanih na območju občine Hrastnik in dopolnjena z anketo o ravnanju s tlemi, gojenjem vrtnin in navadami anketirancev in oseb v skupnem gospodinjstvu.

Težke kovine so pomembni onesnaževalci okolja, predvsem kadar so antropogenega izvora. Njihova prisotnost v atmosferi, v zemlji in vodi celo v majhnih količinah lahko povzroči resne težave vsem organizmom. Živila predstavljajo pomemben vir proteinov, vitaminov, kalcija, železa in drugih pomembnih hranil, pri čemer pa lahko vsebujejo tako esencialne kot toksične elemente v različnih koncentracijah. Akumulacija kovin v teh živilih tako lahko predstavlja resno grožnjo človekovemu zdravju (7;8).

1.1.1 Arzen

Arzen se nahaja v zemeljski skorji v koncentraciji približno 5 do 7 mg/kg (min 0.1, max 55 mg/kg) (1), v nižjih koncentracijah pa je pogosto prisoten tudi v zraku, vodi in zemlji (9). V naravi ga sicer najdemo v elementarni obliki, kot kovino, čeprav se najpogosteje pojavlja v obliki anorganskih in organskih arzenovih spojin. Učinki na zdravje so odvisni predvsem od kemijske oblike in fizikalnega stanja, pri čemer velja, da je organski arzen manj akutno toksičen kot anorganski. Učinki na zdravje so zelo različni tudi glede na razlike v oksidacijskem stanju dveh predominantnih anorganskih oblik: trivalentnega arzenita in pentavalentnega arzenata. Organske oblike arzena, ki se akumulirajo predvsem v ribah in lupinarjih so sicer esencialno netoksične. Akumulira se v laseh in nohtih, zato so meritve vsebnosti v teh tkivih dober pokazatelj pretekle izpostavljenosti, medtem, ko trenutno izpostavljenost najlažje določamo glede na vsebnost v urinu, saj se arzen iz telesa izloča prvenstveno prav z urinom. Izpostavljenost človeka arzenu je v prvi vrsti poklicne narave, v organizem pa vstopa tudi z uživanjem kontaminirane pitne vode in predvsem morske hrane.

Predominantni učinki na zdravje, povezani z akutno izpostavljenostjo arzenu zajemajo povišano telesno temperaturo, melanozo, hepatomegalijo, srčno aritmijo, periferno nevropatijo, diarejo in bruhanje ter, ob izredno velikih odmerkih, cca. 70-180 mg za odraslo osebo, tudi smrt. Ob kronični izpostavljenosti so te spojine nevrotoksične, pride lahko do pojava rakavih obolenj, kardiovaskularnih obolenj, kožnih sprememb in prirojenih defektov.

Mednarodna agencija za raziskave raka (IARC) in ameriška agencija za varstvo okolja (EPA) uvrščata anorganski arzen med rakotvorne snovi, na podlagi študij, ki so pokazale povezanost med izpostavljenostjo arzenu in pojavom določenih tipov rakavih obolenj, predvsem kožni rak in rak pljuč. Študije na živalih nakazujejo, da je za določene vrste arzen lahko esencialni element v sledovih, medtem, ko za to pri človeku ni dokazov (10).

1.1.2 Baker

Baker je esencialni element in je potreben za normalno delovanje organizma, v višjih koncentracijah pa je lahko tudi škodljiv. Eden glavnih znakov pomanjkanja bakra je slabokrvnost. Tako lahko pomanjkanje bakra vodi v nenormalno nizko raven belih krvnih celic ter povečano nagnjenost k infekcijam. Osteoporoza ter okvare razvoja kosti so prav tako lahko posledice pomanjkanja bakra in se najpogosteje pojavljajo pri novorojenčkih in otrocih z nizko porodno težo (11). Ameriška Agencija za varstvo okolja uvršča baker med nekancerogene elemente, saj o njegovi morebitni kancerogenosti ni dovolj dokazov (12).

1.1.3 Cink

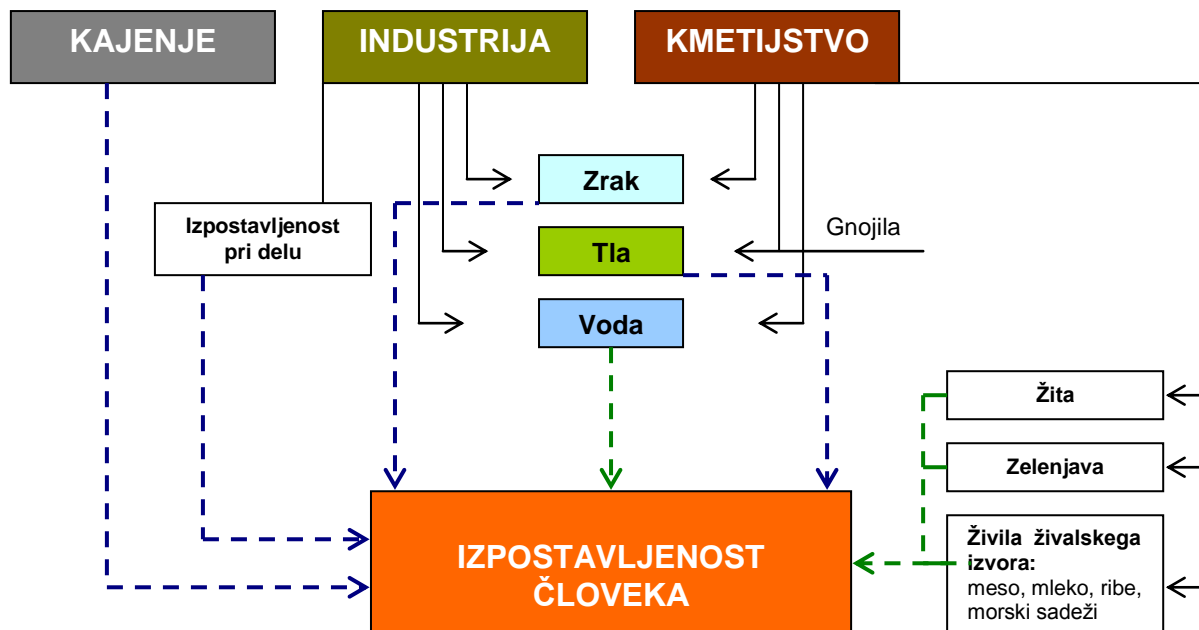
Cink je prisoten v naravi, v okolje pride tudi s človekovo aktivnostjo, kot so rudarstvo, topilnice, proizvodnja jekla, nastaja pri kurjenju premoga in pri sežiganju nekaterih odpadkov. Cink se uporablja v procesu galvanizacije. Visoke vsebnosti v tleh so posledica neprimerne odlaganja odpadkov, ki vsebujejo cink, lahko tudi od posedanja iz zraka (13).

Esencialni element cink je v ustreznih količinah potreben za normalno delovanje organizma. Sodeluje pri številnih presnovnih procesih in ima pomembno vlogo v strukturi beljakovin in celičnih membran ter uravnavanju izražanja genov, celičnem signaliziranju itd. Med simptome pomanjkanja cinka sodijo izguba teka, izpadanje las, dermatitis, nočna slepota in okvara v zaznavanju okusa. Občasno lahko pride do upočasnjene rasti, zmanjšanja odpornosti proti okužbam in slabšega celjenja ran. Kakor pomanjkanje ima tudi presežek cinka neželene učinke na organizem. Akutna zastrupitev s cinkom se kaže kot bolečine v predelu trebuha, diareja, slabost in bruhanje. Le-tega izzovejo odmerki, višji od 200 miligramov. Posledica kronične toksičnosti pa se kaže v poslabšani krvni sliki zaradi anemije in nevtropenije (14).

1.1.4 Kadmij

Kadmij je naravno prisoten v različnih spojinah v zemeljski skorji. V okolje pride preko odpadnih vod, gnojil, zgorevanja fosilnih goriv ali odpadkov. Pronica lahko v podzemno vodo ali se veže v sedimentu, v pitni vodi pa se lahko pojavlja tudi sekundarno zaradi onesnaženja iz delov vodovodnega omrežja. Najpomembnejši vir vnosa kadmija v telo so živila in cigaretni dim (15), pri čemer je 98% vnosa kadmija s hrano zemeljskega (testeričnega) izvora, 1% morskega izvora in 1% izvira iz pitne vode (16).

Preglednica 1. Kadmij – sekundarna prisotnost in način vstopa v organizem:



Legenda:

Način vstopa kadmija v organizem

---> preko dihal

---> preko prebavil

Po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije dnevni vnos kadmija v telo ne sme presegati 1 µg/kg telesne teže (15). Kadmij se sicer kopiči v ledvicah in jetrih, kjer povzroča okvare teh organov, povzroča pa tudi prizadetost pljuč in krhkost kosti. Le majhne količine se izločijo z urinom in iztrebki, izločanje pa poteka zelo počasi. IARC uvršča kadmij in njegove spojine v skupino 1 kancerogenih snovi, kot kancerogenega za človeka, na podlagi rezultatov poskusov na živalih in na podlagi podatkov o delavcih izpostavljenih kadmiju, pri katerih so opazovali povečan pojav karcinoma pljuč. Znana je tudi akutna zastrupitev s kadmijem. Kadmij pri oralnem vnosu v organizem lahko povzroči draženje želodca s posledičnim bruhanjem in drisko.

1.1.5 Krom

Krom je šesti najpogostejši element v zemeljski skorji in obstaja v vrsti oksidativnih stanj od -2 do +6. V naravi se nahaja v treh stabilnih valenčnih oblikah: Cr 0 (elementarni), Cr +3 in Cr +6, zadnji dve imata največji biološki pomen. Trivalentni krom je sicer pogostejši v naravi, a je heksavalentna oblika bolj pomembna v industriji, pa tudi s stališča medicine, saj deluje kot iritant, koroziv in kancerogen (17).

Krom (III) je esencialni element, v organizmu je potreben za metabolizem ogljikovih hidratov, potencira pa tudi učinke inzulina. Cr (III) je prisoten v večini svežih živil in pitni vodi. Primeren dnevni vnos je 50 do 200 mikrogramov. Pomanjkanje kroma je povezano z moteno glukozno toleranco, hiperglikemijo na tešče, glukozurijo, povečanjem maščevja, diabetesom tipa 2, kardiovaskularnimi boleznimi, zmanjšanim številom spermijev in neplodnostjo. Glavna faktorja, ki vplivata na toksičnost kromovih spojin, sta oksidativno stanje in vodotopnost.

Spojine Cr (VI), ki so močni oksidanti in imajo dražeč in koroziven učinek, so mnogo bolj sistemsko toksične od spojin Cr (III). Delujejo alergijsko, toksično in kancerogeno. Večje vsebnosti Cr (VI) v telesu povzročajo izpuščaje na koži, bolezni srca, motnje v presnovi in diabetes (18), zmanjšanje telesne teže, zmanjšano rast, nepravilno delovanje živčnega sistema (Chromium, 2001). Vstopna mesta so pljuča, prebavila in koža. Iz telesa se izloča hitro v obliki Cr (III) z urinom, v organizmu se sicer ne kopiči (17).

1.1.6 Mangan

Mangan je esencialni element v sledovih, potreben za aktivnost številnih encimov v organizmu, ki so potrebni za pravilno izrabo nekaterih vitaminov skupine B in vitamina C.

Vnos mangana v organizem poteka prvenstveno s hrano. Pomanjkanje mangana lahko povzroči množico težav, kar so pokazale številne študije na živalih, le malo pa je bilo študij na človeku, zaradi česar trenutno ni določen priporočen dnevni odmerek (RDA), temveč le varna in primerna vrednost (Estimated safe and adequate dietary daily intake) za odraslo osebo, ki znaša 2 – 5 mg na dan (19). Nasprotno pa je obeleženih veliko primerov intoksikacije z manganom, ki je v velikih količinah za človeka toksičen. Sicer gre v teh primerih predvsem za akutno toksičnost, kot posledica poklicne izpostavljenosti inhalabilnim delcem mangana (20). Ameriška agencija za varstvo okolja je zato določila referenčni dnevni odmerek mangana, ki ga lahko oseba zaužije dnevno tekom celotnega življenja brez znanih škodljivih učinkov za zdravje, ki znaša 10 mg na dan oz. 4,2 mg na dan za pitno vodo (21). Učinki na zdravje se kažejo predvsem na respiratornem sistemu in možganih. Ob zastrupitvi se pojavijo halucinacije, pozabljivost in poškodbe živcev, znane pa so tudi povezave med izpostavljenostjo manganu in pojavom Parkinsonovi bolezni podobnemu nevrološkemu obolenju, pljučne embolije in bronhitisa.

1.1.7 Nikelj

Srebrnkasto kovino najdemo v zemeljski skorji v obliki mineralov, ki vsebujejo nikelj. Nikelj je v okolju zelo razširjen, najdemo ga v zraku, prsti in vodi, prav tako pa je ubikvitaren tudi na področju industrije. Nikelj in njegove spojine se uporabljajo za številne industrijske in komercialne namene, zaradi česar je sorazmerno velik tudi antropogeni vnos niklja v ekosistem. Sicer predstavlja esencialni element v sledovih za številne živalske in rastlinske vrste ter nekatere mikroorganizme. Kljub temu, da je bilo dokumentiranih kar nekaj celičnih procesov, v katerih sodeluje tudi nikelj, posledice pomanjkanja v človekovem organizmu še niso bile determinirane, posledično pa tudi potrebe organizma po niklju niso bile z zadostno

gotovostjo dokazane. Čeprav je nikelj omniprisoten v okolju in vitalnega pomena za določene organizme, pa prekomeren vnos oz. vnos večjih koncentracij deluje toksično na žive organizme. Zabeleženi so bili tudi letalni primeri zaužitja niklja. Vnos niklja v človeški organizem lahko poteka z inhalacijo, zaužitjem ali preko kontakta s kožo. Glavne vire niklja za človeka predstavljajo predvsem kajenje in vdihavanje cigaretne dima, pitna voda in živila. Tako lahko prekomeren vnos niklja v telo privede do prekomerne stimulacije imunskega sistema, negativnih učinkov na živčni sistem ter genetskih okvar. Pogoste pa so predvsem alergijske reakcije oz. kontaktni dermatitis ob stiku s predmeti, ki vsebujejo nikelj in ob poklicni izpostavljenosti predvsem pri izpostavljenosti niklju v prahu in dimu, pri čemer nikelj v tem primeru povzroča tudi rakava obolenja pljuč, nosu in sinusov ter druge bolezni dihalnih organov (22).

1.1.8 Svinec

Med težkimi kovinami se v zemeljski skorji nahajajo največje količine prav svinca, ki ga ljudje izkoriščajo že od nekdaj in je dandanes že močno porazdeljen in razširjen v okolju.

Izpostavljenost in vnos tega ne-esencialnega elementa sta se posledično povečala. Tako poklicna kot okoljska izpostavljenost svincu sta tako postali resen problem v številnih državah v razvoju, kot tudi razvitih državah. Visoke ravni izpostavljenosti škodljivo vplivajo na skoraj vse organe in organske sisteme, predvsem centralni in periferni živčni sistem, ledvice in krvotvorne organe, posledica čezmerne izpostavljenosti pa je lahko tudi smrt. Izpostavljenost nizkim koncentracijam svinca škodljivo vpliva na potek nekaterih biokemijskih procesov v organizmu, psihološke in nevrološke funkcije in ima številne druge škodljive učinke na organizem (23;24).

Svinec deluje akutno ali kronično nevrotoksično. Od akutnih je najbolj značilna encefalopatija, ki se lahko pojavi pri biološki koncentraciji svinca nad 800 mg/l krvi. Skupina z največjim tveganjem so otroci do 7 let. Posledice okvare funkcije možganske skorje se kažejo kot lažje duševne zaostalosti, hiperaktivnost, motnje vedenja in druge razvojne motnje. Klinični znaki kronične zastrupitve s svincem se lahko odražajo kot utrujenost, slabokrvnost, motnje vedenja in razpoloženja, motnje psihomotoričnih funkcij, prezgodnji porodi, okvare ledvic ali okvare kostnega sistema. Na podlagi poskusov na živalih, kjer so dokazali povečano pojavnost ledvičnih tumorjev, IARC uvršča svinec v skupino 2B kancerogenih snovi, kot morda kancerogenega za človeka, anorganske spojine svinca pa v skupino 2A, kot verjetno kancerogene za človeka (Hartner, 2009). Okoljsko izpostavljenost svincu, kjer gre običajno za nizke koncentracije, povezujemo s številnimi viri, kot so fosilna goriva, industrijski procesi, barve, živila v pločevinkah ali vodovodna napeljava, ter različnimi potmi prenosa, npr. po zraku, s hišnim prahom, cestno umazanijo, zemljo, vodo in hrano. Za večinsko populacijo, ki ni poklicno izpostavljena, najpomembnejši izvor, poleg atmosferskega svinca, ki ga vdihavajo, predstavljata voda in hrana (25).

1.1.9 Živo srebro

Živo srebro je težka prehodna kovina, pri sobni temperaturi v tekočem agregatnem stanju, v naravi pa se lahko nahaja v elementarnem stanju ali v obliki rdečega minerala cinabarita. Pojavlja se poleg elementarne še v dveh oksidacijskih stanjih, ionski Hg⁺ (enovalentno živo srebro), ki tvori anorganske soli in Hg²⁺ (dvovalentno), ki tvori anorganske soli in organske spojine. Vse oblike so lahko toksične za človeka, pri čemer je najnevarnejša njegova organska oblika, ki ima zaradi svoje topnosti v lipidih sposobnost prehajanja iz krvi v možgane. Organska oblika se prav zaradi svoje topnosti v maščobah lahko kopiči tudi v živalih, ki so višje v prehranjevalni verigi, posledica tega pa sta bioakumulacija in biokoncentracija, zaradi česar so se v preteklosti že pojavili primeru množičnih zastrupitev npr. z onesnaženimi ribami (26). V okolju je živo srebro vseprisotno, njegov izvor je tako naraven kot antropogen, kot elementarni element in ga najdemo v vodi, zraku, hrani in zemlji, pomemben vir pa so tudi farmacevtski in kozmetični proizvodi. Elementarna oblika ob oralnem vnosu v telo praktično ni toksična, se ne absorbira, v nasprotju z derivati oz. živosrebrnimi solmi. Toksična pa je lahko inhalacija elementarnega elementa. Živo srebro deluje toksično predvsem na možgane, ledvica in pljuča in povzroča obolenja kot so akrodinija, Hunter-Russel sindrom in bolezen Minamata. Iz telesa se izloča preko ledvic, debelega črevesa in jeter. Med simptome akutne oralne zastrupitve štejemo sivo obarvane sluznice, bolečine v trebuhu, bruhanje in diarejo, kri v urinu ter kovinski okus v ustih. Kronična izpostavljenost vpliva predvsem na osrednje živčevje, pojavi se lahko depresija, razdražljivost in drugi podobni simptomi, vnete dlesni in ustna sluznica ter prekomerno slinjenje (27).

1.1.10 Talij

Talij je redek kemijski element, ki sodi med težke kovine. Je mehka kovina sivo-kovinske barve in je zelo strupen, prav tako pa vse njegove spojine. Nahaja se v majhnih koncentracijah v naravi (tla, kamen) ali lahko pride v okolje pri proizvodnji npr. cementa. Posebej je strupen za vodno okolje. Če pride v prehransko verigo, se kopiči v organizmih oziroma bioakumulira in tako povzroča trajno, povečujoče zastrupljanje. Človeško telo absorbira talij zelo učinkovito skozi kožo in sluznice dihal in prebavil. Toksičnost talija se kaže v poškodbi živčevja, ledvic, prebavnih organov. Talij spada med najbolj strupene substance, saj je smrtni odmerek za človeka med 8 do 12 mg/kg telesne teže. Pri akutni zastrupitvi lahko pride do resnih prebavnih motenj, ki vodijo v dehidracijo in smrti zaradi odpovedi cirkulacije. Težje zastrupitve se pokažejo kot izguba las, slepota, paraliza okončin zaradi poškodb živčnega sistema.

Kronični učinki, ki se pojavijo zaradi kopičenja talija v organizmu so utrujenost, glavoboli, depresije, pomanjkanje apetita, bolečine v nogah, izpadanje las in motnja vida (28).

2 METODE DELA

V času od 01. 06. 2012 do 29. 10. 2012 je bilo v okviru raziskave izvedeno vzorčenje tal, vzorčenje živil rastlinskega izvora in ob tem tudi anketiranje.

2.1 Lokacije vzorčenja

Lokacije vzorčenja smo izbrali ob upoštevanju kriterija čimbolj enakomerne razporeditve odzemnih mest na področju občine od severa do juga in od vzhoda do zahoda.

Lokacije so bile razporejene v tri kategorije:

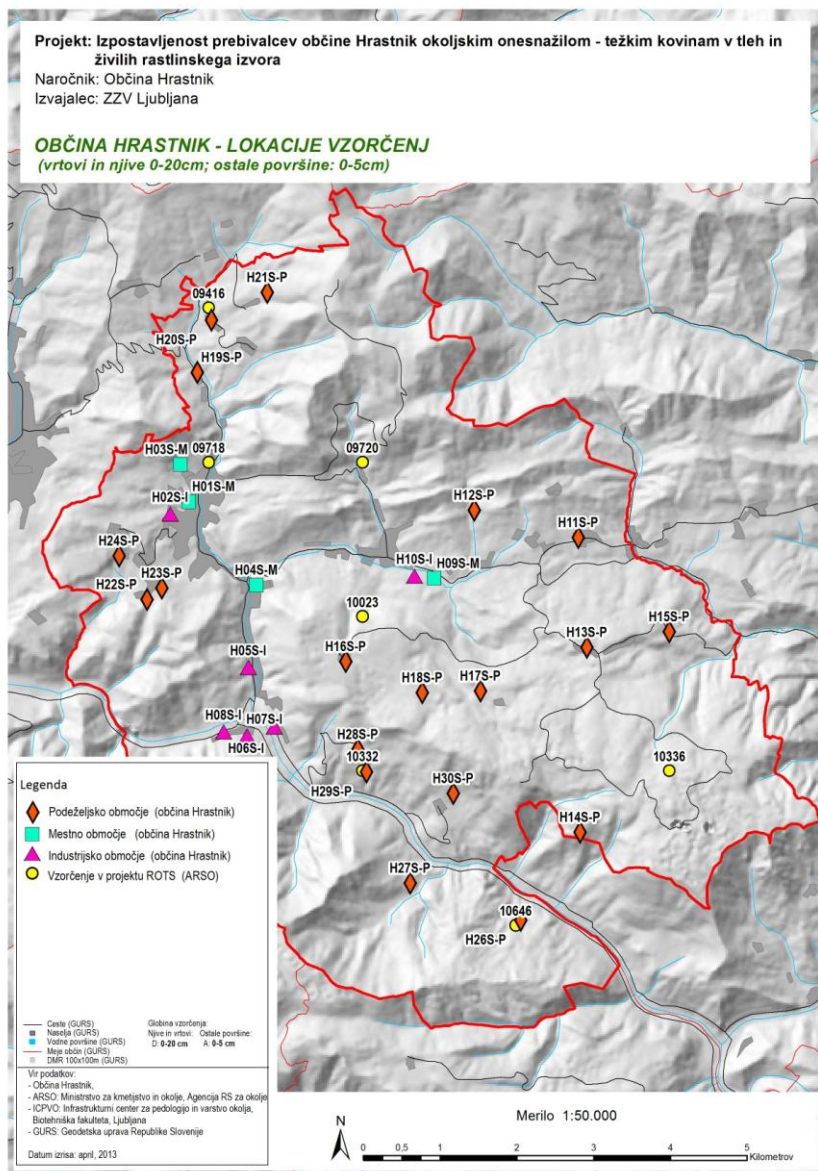
1. mesto (M): lokacije v mestu , v strnjem naselju;
2. industrijsko območje (I): lokacije so blizu industrije oziroma potencialnih onesnaževalcev v območju radija 1 km;
3. podeželje (P): izven strnjega mestnega dela, ruralno območje.

V občini je bilo izbranih 30 lokacij - gospodinjstev, ki imajo vrt.

Odvzetih je bilo

- 30 vzorcev tal,
- 29 vzorcev korenja,
- 30 vzorcev solate

in izpoljenih 30 anketnih vprašalnikov.



Preglednica 2. Lokacije vzorčenja na območju občine Hrastnik

Zaporedna št.	Območje	Lokacija vzorčenja
1	M	C. padlih borcev, Hrastnik
2	I	Veličkova c., Hrastnik
3	M	Studence, Hrastnik
4	M	Taborniška pot, Hrastnik
5	I	Grajska pot, Hrastnik
6	-I	Za Savo, Hrastnik
7	I	Podkraj, Hrastnik
8	I	Podkraj, Hrastnik
9	M	Črdenc, Dol pri Hrastniku
10	I	Laz, Dol pri Hrastniku
11	P	Brdce, Dol pri Hrastniku
12	P	Krišandol, Dol pri Hrastniku
13	P	Turje, Dol pri Hrastniku
14	P	Gore, Dol pri Hrastniku
15	P	Turje, Dol pri Hrastniku
16	P	Kovk, Dol pri Hrastniku
17	P	Kovk, Dol pri Hrastniku
18	P	Kovk, Dol pri Hrastniku
19	P	Boben, Hrastnik
20	P	Čeče, Hrastnik
21	P	Čeče, Hrastnik
22	HP	Prapretno, Hrastnik
23	P	Prapretno, Hrastnik
24	M	Prapretno 53, Hrastnik
25	M	Plesko 7, Hrastnik
26	M	Podkraj 23, Hrastnik
27	P	Podkraj 33, Hrastnik
28	M	Krnice 19, Hrastnik
29	I	Krnice 15a Hrastnik,
30	P	Šavna peč 13 Hrastnik,

Vzorčenje tal

Preglednica 3. Analizirani parametri tal

<i>Zaporedno št.</i>	<i>Element</i>
1	arzen
2	baker
3	cink
4	kadmij
5	krom skupno
6	mangan
7	nikelj
8	svinec
9	živo srebro
10	talij

Vzorčenje živil:

Preglednica 4. Vzorčena živila rastlinskega izvora

<i>Zaporedno št.</i>	<i>Živilo</i>
1	korenje
2	solata

Preglednica 5. Analizirani parametri živil rastlinskega izvora

<i>Zaporedno št.</i>	<i>Element</i>
1	kadmij
2	svinec
3	cink
4	nikelj
5	krom - skupno
6	arzen
7	živo srebro

Vzorci so bili oddani v analizo v laboratorij Zavoda za zdravstveno varstvo Celje, kjer so bila tla analizirana na prisotnost desetih težkih kovin (preglednica 3), vzorci rastlinskega izvora pa na prisotnost sedmih težkih kovin (preglednica 5).

2.2 Postopek vzorčenja

2.2.1. Tla

Na posameznem vzorčevalnem mestu smo na globini 0-20 cm (globina ornice) s sondo za jemanje talnih vzorcev odvzeli od 500 do 1000g tal. Vzorci tal, odvzeti na več mestih preko celotnega vzorčnega območja, shranjeni v plastični vrečki so bili, skupaj z zapisnikom vzorčenja, še isti dan oddani v laboratorij za sanitarno kemijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje.

2.2.2. Živila rastlinskega izvora

Na posameznem vzorčevalnem mestu - vrtu, smo odvzeli 3 do 4 solate (od 500 do 1000g) in 500 g korenja - živila rastlinskega izvora v tehnološki zrelosti. Odvzeti so bili enakomerno po celotni gredi. Vrtnina je bila izpuljena in v grobem očiščena s plastičnimi rokavicami, brez kovinskih pripomočkov. Vzorčili smo v ustrezno embalažo ter vzorce, skupaj z zapisnikom vzorčenja, še isti dan (v 6 urah) oddali v laboratorij za sanitarno kemijo Zavoda za zdravstveno varstvo Celje.

2.3. Analitika težkih kovin v tleh in živilih rastlinskega izvora

2.3.1. Analitika težkih kovin v tleh

Za vzorce tal pobrane v občini Hrastnik jeseni 2012 in analizirane na ZZV Celje je bila uporabljena metoda pod laboratorijsko št. 322. Osnova za določanje so naslednji standardi:

- SIST EN ISO 17294-2:2005 Kakovost vode - Uporaba induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem (ICP-MS) - 2. del: Določevanje 62 elementov.
- SIST ISO 11464:2006 Kakovost tal - Predpriprava vzorcev za fizikalno-kemijske analize
- ISO/DIS 12914:2010 Kakovost tal - Mikrovalovni razklop frakcije topne v zlatotopki za določevanje elementov

Opis določanja:

Priprava vzorca: sušenje, odstranitev kamnov, mletje

Razklop: mikrovalovni razklop pripravljenega vzorca pod tlakom z zlatotopko

Določanje: meritev koncentracije kovin z ICP-MS in preračun na vsebnost v vzorcu

2.3.2 Analitika težkih kovin v živilih rastlinskega izvora

Za vzorce živil rastlinskega izvora odvzetih v občini Hrastnik jeseni 2012 in analiziranih na ZZV Celje je bila uporabljena metoda pod laboratorijsko št. 320. Osnova za določanje so naslednji standardi:

- SIST EN ISO 17294-2:2005 Kakovost vode - Uporaba induktivno sklopljene plazme z masno selektivnim detektorjem (ICP-MS) - 2. del: Določevanje 62 elementov.
- SIST EN 13804:2002 Živila - Določevanje elementov v sledovih - Kriterij izvedbe, splošna navodila in priprava vzorca.
- SIST EN 13805:2002 Živila - Določevanje elementov v sledovih - Razklop pod tlakom

Opis določanja:

Priprava vzorca: odstranitev neužitnih delov, pranje in homogenizacija

Razklop: mikrovalovni razklop pripravljenega vzorca pod tlakom z dušikovo kislino in vodikovim peroksidom





Določanje: meritev koncentracije kovin z ICP-MS in preračun na vsebnost v vzorcu

2.4 Zakonska določila in priporočila

Mejne imisijske vrednosti v tleh določa Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96) (29).

Mejne vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih določa Uredba komisije (ES) št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, ki določa najvišjo dovoljeno vsebnost svinca in kadmija v posameznih živilih, medtem ko mejnih vrednosti za ostale obravnavane kovine ne navaja. Analizirane vsebnosti ostalih parametrov smo primerjali glede na lokacijo.

Preglednica 6. Mejne imisijske vrednosti v tleh po Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96)-vir: ROTS

oznaka	zelena	rumena	rdeča	vijolična
				
dosežena koncentracija merjene nevarne snovi	do mejne imisijske vrednosti	mejna imisijska vrednost do opozorilne vrednosti	opozorilna imisijska vrednost do kritične vrednosti	kritična imisijska vrednost in več
As	<20	≥20	≥30	≥55
Cd	<1	≥1	≥2	≥12
Co	<20	≥20	≥50	≥240
Cr	<100	≥100	≥150	≥380
Cu	<60	≥60	≥100	≥300
Hg	<0,8	≥0,8	≥2	≥10
Mo	<10	≥10	≥40	≥200
Ni	<50	≥50	≥70	≥210
Pb	<85	≥85	≥100	≥530
Zn	<200	≥200	≥300	≥720
fluoridi	<450	≥450	≥825	≥1200

Preglednica 7. Mejne vrednosti kadmija v preiskovanih živilih po Uredbi komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, v mg/kg mokre teže

Element/Živila	<i>Listnata zelenjava, sveža zelišča, gojene gobe in gomoljna zelena</i> mg/kg	<i>Stebelna zelenjava, korenovke (razen gomoljne zelene) in krompir (olupljen)</i> mg/kg
Kadmij	0,20	0,10

Preglednica 8. Mejne vrednosti svineca v preiskovanih živilih po Uredbi komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih, v mg/kg mokre teže

Element/Živila	<i>Zelenjava, razen kapusnic, listnate zelenjave, svežih zelišč in gob; pri krompirju se mejna vrednost uporablja za olupljeni krompir</i> mg/kg	<i>Kapusnice, listnata zelenjava, gojene gobe</i> mg/kg
Svinec	0,10	0,30

Preglednica 9. Skupine živil rastlinskega izvora po sprejemu težkih kovin

Visok sprejem	Srednji sprejem	Nizek sprejem	Zelo nizek sprejem
solata	ohrovt	zelje	fižol
špinača	pesa	koruza	grah
artičoka	repa	brstični ohrovt	kumare
endivija	redkvica	cvetača	paradižnik
kreša	ogrščica	zelena	paprika
repa	krompir	jagodičje	sadje
korenje	čebula		bučke
	pšenica		

2.5. Anketni vprašalnik

Vprašalnik vsebuje 22 vprašanj o:

- splošnih podatkih
- vrtu, uporabi pripravkov
- gojenih vrstah in količinah vrtnin razdeljenih glede na sprejem težkih kovin iz tal
- uporabi vrtnin in dokupovanju
- prehranskih navadah

in načrt vrta z odvzemnimi mesti.

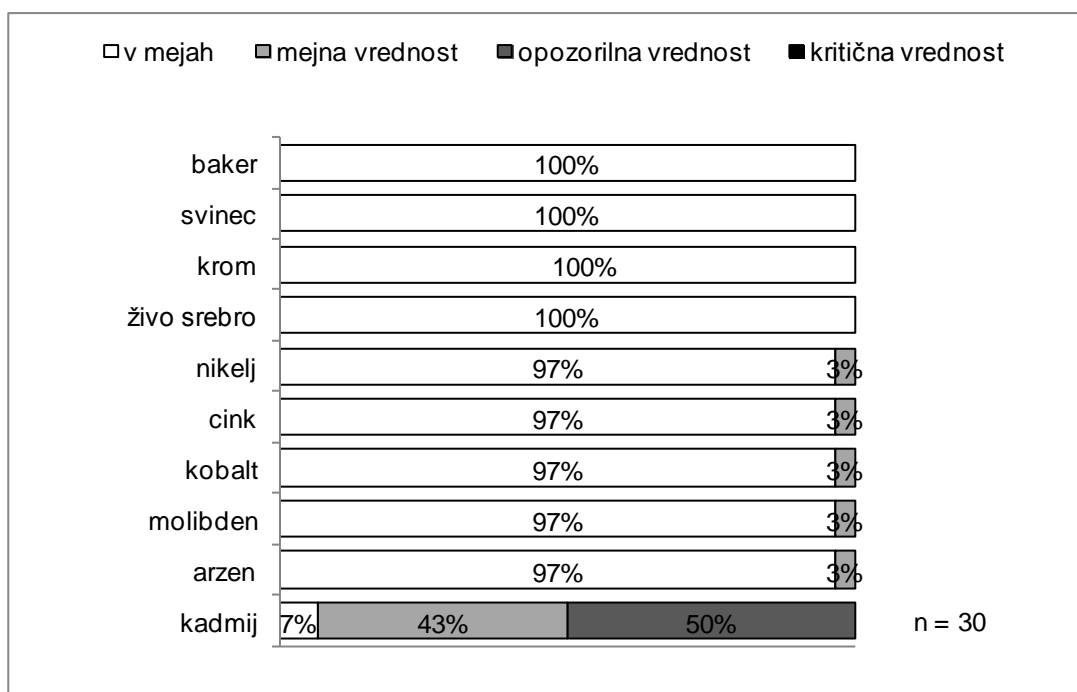
3 REZULTATI RAZISKAVE

3.1 Vsebnosti težkih kovin v tleh

Preglednica 10. Vrednosti težkih v kovin v mg/kg v 30 vzorcih tal v občini Hrastnik

	Hrastnik					
	Najmanjša vrednost	Največja vrednost	Povprečje	Mediana	Standardni odklon	n
kadmij	0.80	4.60	2.02	1.95	0.80	30
baker	10.00	39.00	22.17	21.00	7.27	30
nikelj	17.00	50.00	27.87	27.00	7.55	30
svinec	11.00	75.00	29.67	26.50	13.10	30
cink	42.00	281.00	107.10	99.00	46.46	30
krom	16.00	86.00	42.53	41.00	13.50	30
živo srebro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	30
kobalt	5.00	21.00	8.77	8.00	3.46	30
molibden	1.00	22.00	1.70	1.00	3.83	30
arzen	1.00	27.00	9.70	9.50	4.86	30

Preglednica 11. Delež vzorcev glede na referenčne vrednosti onesnaženosti tal, Hrastnik



Mejna vrednost kadmija je bila dosežena v 50 % vzorcev tal.

Opozorilna vrednost kadmija je bila dosežena v 43 % vzorcev tal, arzena, molibdena, kobalta, cinka in niklja pa v 3% vzorcev.

3.2 Težke kovine v živilih rastlinskega izvora

3.2.1 Težke kovine v živilih rastlinskega izvora - v korenju

Preglednica 12. Vsebnosti težkih kovin (mg/kg) v živilih rastlinskega izvora – korenje, Hrastnik

	Najmanjša vrednost	Največja vrednost	Povprečje	Mediana	Standardni odklon	n
kadmij	0.01	0.14	0.05	0.03	0.04	29
svinec	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	29
cink	1.10	2.90	1.76	1.70	0.46	29
nikelj	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	29
krom	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	29
arzen	0.10	0.50	0.11	0.10	0.07	29
živo srebro	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	29

Analiziranih je bilo 29 vzorcev korenja. V treh vzorcih so bile ugotovljene presežene vsebnosti kadmija.

3.2.2 Težke kovine v živilih rastlinskega izvora - v solati

Preglednica 13. Vsebnosti težkih kovin (mg/kg) v živilih rastlinskega izvora – solata, Hrastnik

	Najmanjša vrednost	Največja vrednost	Povprečje	Mediana	Standardni odklon	n
kadmij	0.01	0.35	0.04	0.03	0.06	30
svinec	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	30
cink	0.70	4.30	1.66	1.45	0.85	30
nikelj	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	30
krom	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	30
arzen	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	30
živo srebro	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	30

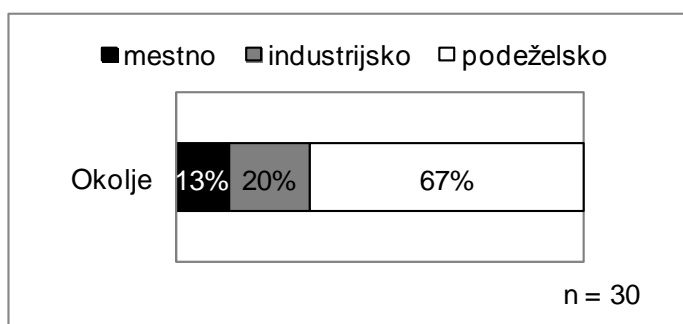
Analiziranih je bilo 30 vzorcev solate. Vsi, razen enega, so bili ocenjeni kot skladni z veljavno zakonodajo za kadmij in svinec.

Na lokaciji, kjer je bila presežena vrednost kadmija v solati, je bila analiza vsebnosti le-tega v korenju v skladu z veljavno zakonodajo za kadmij in svinec.

3.3. Primerjava vsebnosti težkih kovin med okolji

V občini Hrastnik je 13 % mest vzorčenja pripadalo mestnemu okolju, 20 % industrijskemu in 67 % podeželskemu.

Preglednica 14. Razdelitev merilnih mest glede na tip okolja, Hrastnik



Preglednica 15. Primerjava vrednosti težkih kovin v tleh glede na tip okolja, Hrastnik

Kovina	Mestno vs. podeželsko	Industrijsko vs. podeželsko
kadmij	mejno povišano*	primerljivo
nikelj	primerljivo	primerljivo
cink	povišano* *	povišano* *
kobalt	primerljivo	primerljivo
molibden	primerljivo	primerljivo
arzen	primerljivo	primerljivo

* Mejno povišano – p – vrednost je mejno statistično značilna

** Povišano – p – vrednost je statistično značilna

Primerjava narejena na absolutnih vrednostih

V mestnem okolju so mejno povišane vrednosti kadmija in povišane vrednosti cinka, ki je tudi višji v industrijskem okolju v primerjavi s podeželskimi merilnimi mesti.

Preglednica 16. Primerjava povprečnih vrednosti težkih kovin v korenju glede na tip okolja, Hrastnik

Kovina	Mestno vs. podeželsko	Industrijsko vs. podeželsko
kadmij	primerljivo	primerljivo
svinec	primerljivo	primerljivo
cink	primerljivo	primerljivo
nikelj	primerljivo	primerljivo
krom	primerljivo	primerljivo
arzen	primerljivo	primerljivo
živo srebro	primerljivo	primerljivo

Primerjava narejena na absolutnih vrednostih, možen vpliv vzorčenja (19 podeželskih vzorcev)

Primerjava mestnega in industrijskega okolja s podeželskim v onesnaženosti korenja je primerljiva, brez razlik med okolji.

Preglednica 17. Primerjava povprečnih vrednosti težkih kovin v solati glede na tip okolja, Hrastnik

Kovina	Mestno vs. podeželsko	Industrijsko vs. podeželsko
kadmij	primerljivo	povišano**
svinec	primerljivo	primerljivo
cink	primerljivo	povišano**
nikelj	primerljivo	primerljivo
krom	primerljivo	primerljivo
arzen	nižje	nižje
živo srebro	primerljivo	primerljivo

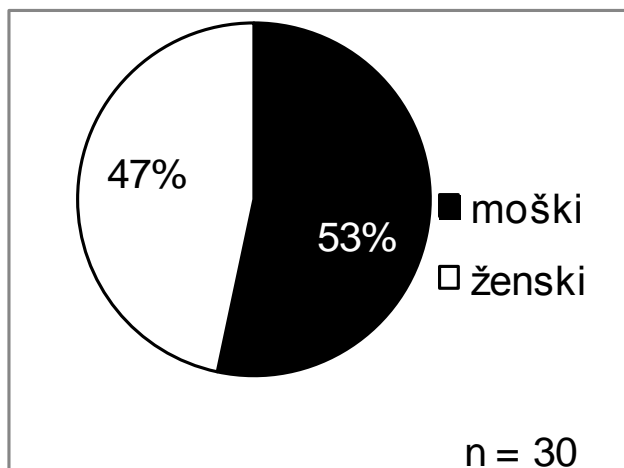
** Povišano – p – vrednost je statistično značilna
Primerjava narejena na absolutnih vrednostih

Primerjava mestnega in industrijskega okolja s podeželskim je pri onesnaženosti solate s težkimi kovinami pri arzenu pokazala, da so vrednosti v mestnem in industrijskem okolju nižje kot v podeželskem.

Ima pa solata v industrijskem okolju v primerjavi s podeželskim višjo vsebnost kadmija in cinka.

3.4. Anketni vprašalnik

Preglednica 18. Anketiranci, ki so odgovarjali na vprašanja po spolu



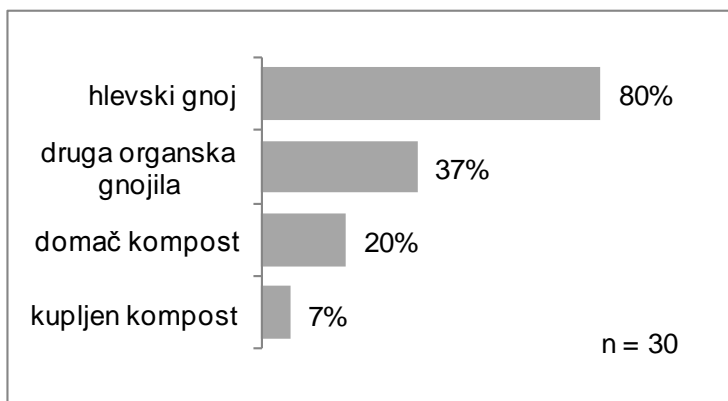
Med anketiranci je bilo 47 % žensk in v 53 % moških.

Povprečna starost anketiranega je bila 54 let.

V gospodinjstvu je bilo povprečno 5 članov, od teh v povprečju en otrok.

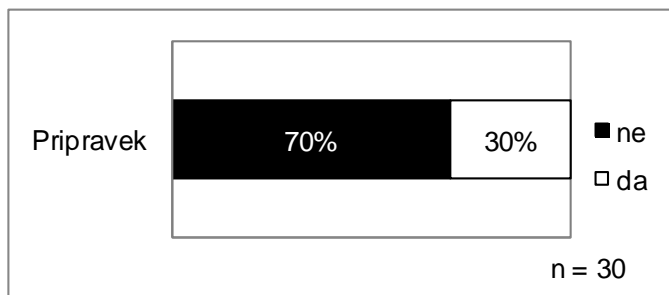
Vrtovi zajeti v raziskavo so bili veliki od 15 – 1500 m², izračunano povprečje je 214 m².

Preglednica 19. Delež anketirancev glede na vrsto uporabljenega gnoja



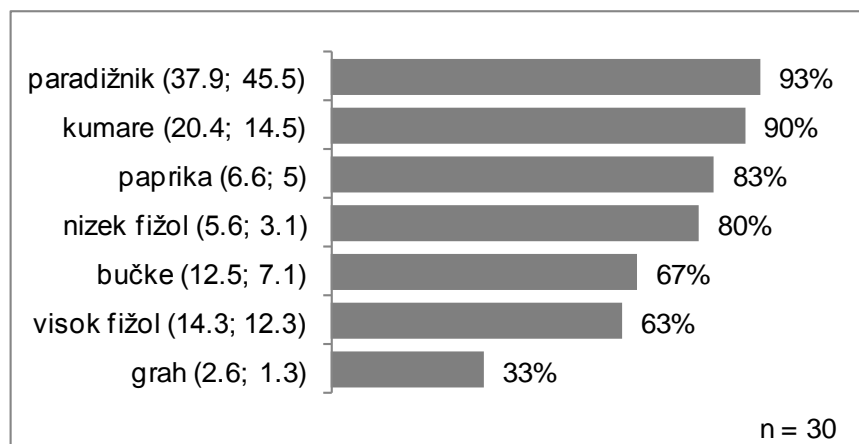
80 % anketirancev za gnojenje uporablja hlevski gnoj, 37 % pa domač kompost in druga organska gnojila. Med organskimi gnojili uporabljajo Biogreno (33 %), Plantelo organik (3 %). Petina (20 %) jih za gnojenje uporablja domač kompost, redki (7 %) jih kompost kupi (preglednica 18).

Preglednica 20. Delež anketirancev glede na uporabo pripravkov zaščito rastlin pred škodljivci in boleznimi



Pripravke za zaščito rastlin uporablja 30 % anketirancev.

Preglednica 21. Delež anketiranih, ki pridelujejo posamezno vrsto zelenjave z zelo nizkim sprejemom težkih kovin

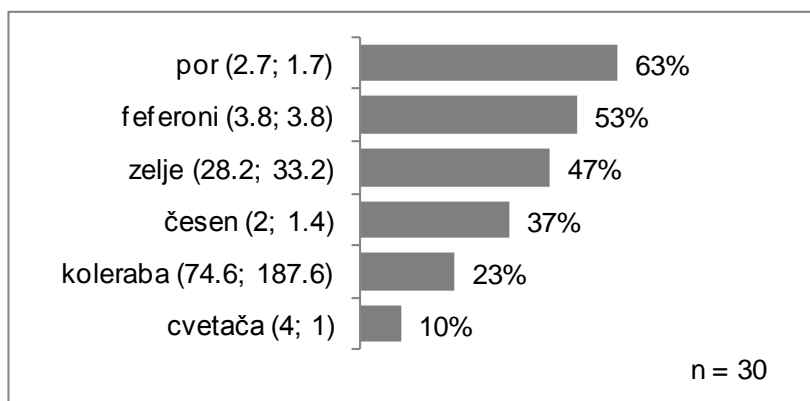


(povprečna količina pridelave v kg in standardni odklon)

Delež anketiranih, ki gojijo posamezne vrste zelenjave z **zelo nizkim** sprejemom težkih kovin je , z izjemo graha, višji od 60 %.

Največ jih prideluje paradižnik in kumare.

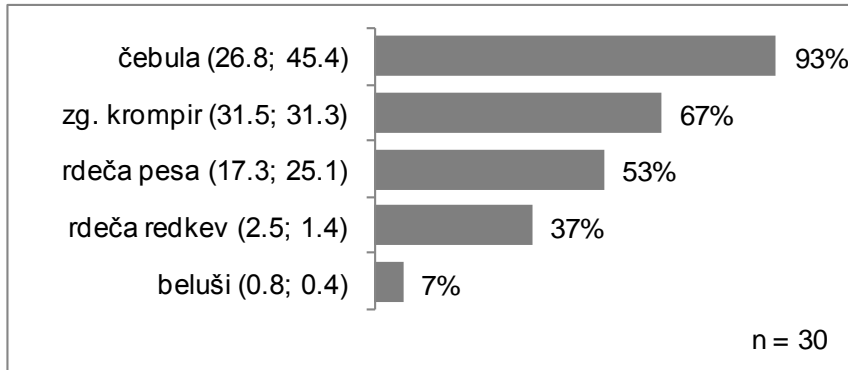
Preglednica 22. Delež anketiranih, ki pridelujejo posamezne vrste zelenjave z nizkim sprejemom težkih kovin



(povprečna količina pridelave v kg in standardni odklon)

Od zelenjave, ki jo uvrščamo v skupino z nizkim sprejemom težkih kovin, več kot polovica anketiranih goji por. V povprečju pridelajo 2.7 kg pora. 53 % jih goji feferone, zelje 47 % - povprečno 28.2 kg. Česen jih prideluje 37 %, kolerabo 23 % in cvetačo 10 %.

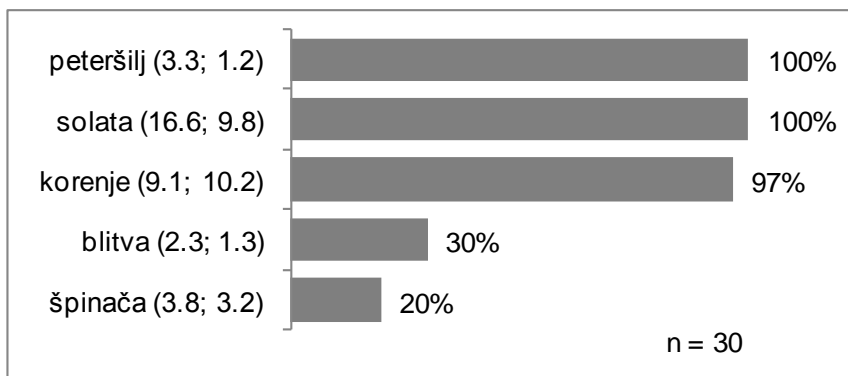
Preglednica 23. Delež anketirancev pridelujočih posamezno vrst zelenjave s srednjim sprejemom težkih kovin



(povprečna količina pridelave v kg in standardni odklon)

Od zelenjave s srednjim sprejemom težkih kovin 93 % anketirancev prideluje čebulo, 67 % zgodnji krompir, 53 % rdečo peso, 37 % rdečo redkev in 7 % beluše. V povprečju pridelajo 26.8 kg čebule, 31.5 kg krompirja in 17.3 kg rdeče pese. Rdečih redkvic pridelajo v povprečju 2.5 kg in belušev 0,8 kg.

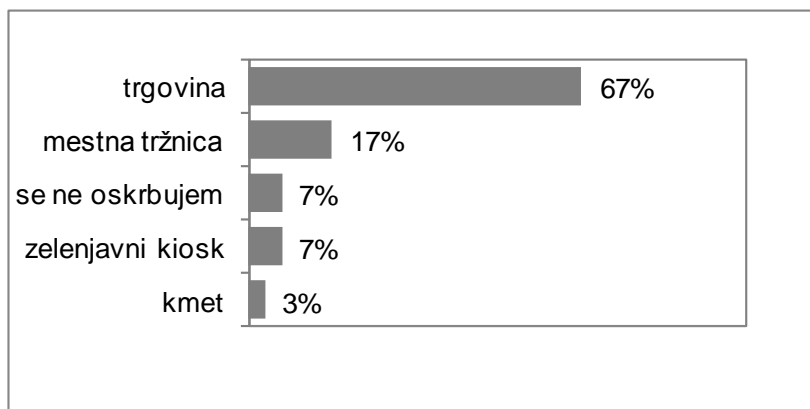
Preglednica 24. Delež anketirancev, ki pridelujejo posamezne vrste zelenjave z visokim sprejemom težkih kovin



(povprečna količina pridelave v kg in standardni odklon)

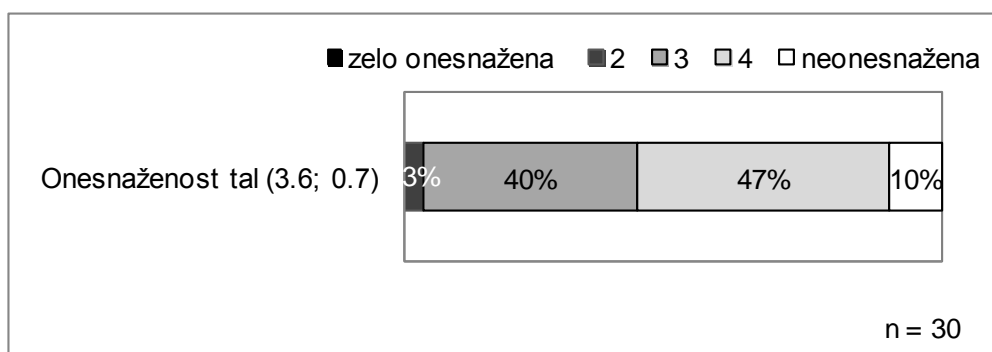
Vsi anketiranci od zelenjave s visokim sprejemom težkih kovin gojijo peteršilj in solato, 97 % pa korenje. Blitvo jih goji 30 %, špinačo pa 20 %. V povprečju pridelajo 3.3 kg peteršilja, 16.6 kg solate, 9.1 kg korenja, 2.3 kg blitve in 3.8 kg špinače.

Preglednica 25. Delež anketirancev, ki dokupujejo vrtnine, mesto nakupa



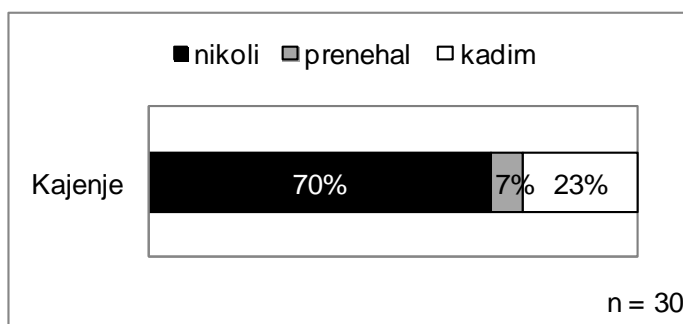
Več kot polovica (67 %) dokupuje zelenjavo v trgovini, 17 % na mestni tržnici, 7 % v zelenjavnem kiosku, le redki (3 %) pri kmetu.

Preglednica 26. Delež anketirancev glede na njihovo oceno onesnaženosti tal svojega vrta



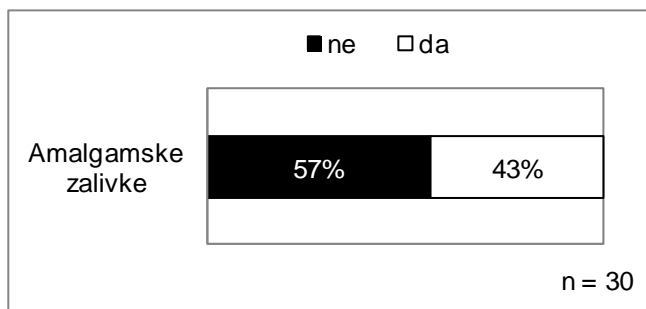
3 % jih meni, da so tla v vrtu zelo onesnažena, večina (40 in 47 % vprašanih je onesnaženost tal ocenila z oceno 3 in 4, 10 % je ocenila tla v vrtu kot neonesnažena.

Preglednica 27. Delež anketirancev, ki niso nikoli kadili, so prenehali kaditi ali kadijo



23 % anketiranih je odgovorilo, da kadijo . Kadmij se nahaja v cigaretah in je tako kajenje dodaten vir izpostavljenosti.

Preglednica 28. Delež anketirancev, ki imajo v zobeh amalgamske zalivke



Manj polovica (43 %) vprašanih ima v zobeh amalgamske zalivke. V amalgamskih zalivkah je živo srebro.

4 OCENA TVEGANJA ZA ZDRAVJE ZARADI IZPOSTAVLJENOSTI TEŽKIM KOVINAM IZ DOMA PRIDELANE ZELENJAVE V OBČINI HRASTNIK

V postopku ocene tveganja se referenčne vrednosti, to je še varne vrednosti posamezne kemikalije, primerja z ocenjeno oziroma izmerjeno izpostavljenostjo. Če je izpostavljenost manjša od referenčne vrednosti, to pomeni, da za večino prebivalstva izpostavljenost ne predstavlja tveganja. Izjema so preobčutljivostne reakcije (npr. alergije), ki so od odmerka nepredvidljive, to pomeni, da se po začetni senzibilizaciji lahko pojavijo že pri zelo majhni izpostavljenosti. Referenčne vrednosti se določijo na podlagi analize vseh razpoložljivih eksperimentalnih, kliničnih in epidemioloških podatkov iz kvalitetno narejenih študij za različne scenarije vključno z več-generacijskimi študijami in študijami toksičnosti za razmnoževanje, pri katerih se ugotavljajo morebitni vplivi v času nosečnosti in dojenja. Pri določanju referenčnih vrednosti se upoštevajo tudi faktorji negotovosti, tako da so po pravilu referenčne vrednosti precej konzervativne.

V preglednici 29 so navedene mednarodno določene referenčne vrednosti za kovine, ki so bile predmet obstoječe raziskave.

Preglednica 29. Referenčne vrednosti za kovine (30; 31; 32; 33;34; 35; 36; 37)

KOVINA	REFERENČNA VREDNOST		
	TDI	(P)TWI	MRL
Arzen (anorganski)			0,3* $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (ATSDR, 2000)
Cink			300** $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (ATSDR, 2013)
Kadmij		2,5 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (EFSA, 2011a)	
Krom	4 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (SZO, 1996a)		
Nikelj	5 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ *** (SZO, 1996b)		
Svinec		< 25 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (EFSA, 2010)	
Živo srebro – anorgansko		4 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (EFSA, 2012)	
Živo srebro – organsko		1,6 $\mu\text{g}/\text{kg tm}$ (EFSA, 2012)	

TDI – sprejemljivi (varni) dnevni vnos za dolgoročno izpostavljenost (>1 leto) izražen na kg telesne mase (tm)

(P)TWI – (provizorični) sprejemljivi tedenski vnos za dolgoročno izpostavljenost

MRL – ocena dnevne izpostavljenosti nevarni snovi, pri kateri je malo verjetno, da bo prišlo do škodljivih učinkov za zdravje.

* dolgoročna izpostavljenost (>1 leto)

** srednjeročna izpostavljenost (14 dni-1 leta)

*** Po mnenju EFSA (2005) ta vrednost ni dovolj zanesljiva.

Za izračun izpostavljenosti smo upoštevali podatke Evropske agencije za varno hrano (34). Kot primerljivo državo smo izbrali Nemčijo, ker so za Nemčijo navedeni podatki o porabi posameznih skupin živil za odrasle in male otroke, to je *toddlers*, otroci, ki so ravno shodili; starost 1 do 3 let. Upoštevali smo podatke o uživanju živil iz skupine zelenjava, izdelki iz zelenjave in gobe pri 97,5 percentili populacije. Za male otroke smo privzeli podatek, da dnevno zaužijejo 14,4 g/kg tm zelenjave, za odrasle pa 4,9 g/kg tm.

Podatki meritev kovin v zelenjavi so bili podani kot vrednosti dejanskih meritev za arzen, cink in kadmij. Za krom, nikelj, svinec in živo srebro so bile podane vrednosti pod mejo kvantifikacije (Preglednica 30).

Preglednica 30: Meje detekcije in kvantifikacije za krom, nikelj, svinec in živo srebro.

KOVINA	Meja detekcije [mg/kg]	Meja kvantifikacije [mg/kg]
krom	0,1	0,5
nikelj	0,1	0,5
svinec	0,01	0,05
živo srebro	0,05	0,1

Pri arzenu smo upoštevali, da je delež anorganskega arzena v zelenjavi 25%. Kadar so podatki podani pod mejo kvantifikacije, se po dogovoru pri izračunu izpostavljenosti upošteva polovična vrednost.

Izračuni prikazani v preglednici 31 kažejo, da uživanje doma pridelane zelenjave pri odraslih prebivalcih občine Hrastnik tudi pri ekstremnih jedcih (97,5 percentila) ne presega sprejemljivih dnevnih vnosov in ne predstavlja tveganja za zdravje odraslih.

Pri malčkih so vnosi arzena, cinka, kroma in niklja iz zelenjave znotraj sprejemljivih dnevnih vnosov za posamezno kovino. Tedenski vnos svinca je na meji sprejemljivega, tedenski vnos kadmija znaša 3 (sprejemljivi tedenski vnos je 2,5 µg/kg tm), medtem ko tedenski vnos anorganskega živega srebra znaša 5 µg/kg tm (sprejemljivi tedenski vnos je 4 µg/kg tm). Kadmij in živo srebro presegata sprejemljivi tedenski vnos za 20%. Pri izpostavljenosti anorganskemu živemu srebru je za razvoj škodljivih posledic na zdravje ključno vdihavanje hlapov, medtem ko se anorgansko živo srebro iz prebavnega trakta slabo absorbira (35). Zato menimo, da vnos živega srebra z zelenjavo, četudi je presežen, ne predstavlja tveganja za zdravje.

Ključni dejavnik tveganja za zdravje je kadmij. Ob tem je pomembno, da smo upoštevali scenarij za 97,5 percentilo vnosa (malčki, ki dnevno pojedjo 14,4 g zelenjave /kg tm). Pri večini, ki poje manjše količine zelenjave, bo izpostavljenost in s tem tveganje ustrezno manjše. Za otroke starejše od enega leta izpostavljenosti nismo izračunali, ker na podlagi izračuna za malčke in za odrasle sklepamo, da bi vnosi bili znotraj sprejemljivih.

Preglednica 31: Dnevni vnosi arzena, cinka, kroma in niklja ter tedenski vnosi kadmija, svineca in živega srebra z doma pridelano zelenjavo pri malčkih in odraslih v občini Hrastnik

KOVINA	Mediana vrednost [mg/kg]		Dnevni vnos kovin [µg/kg/tm]		Sprejemljiv i dnevni vnos [µg/kg/tm]	Tedenski vnos kovin [µg/kg/tm]		Sprejemljivi tedenski vnos [µg/kg/tm]
	korenje*	solata*	malčki	odrasli		malčki	odrasli	
arzen	0,01	0,01	0,04**	0,01**	0,3			
cink	1,7	1,45	22,68	7,72	300			
kadmij	0,03	0,03	0,43	0,15		3,02	1,03	2,5
krom	0,25	0,25	3,6	1,23	4			
nikelj	0,25	0,25	3,6	1,23	5			
svinec	0,025	0,025	0,36	0,12		2,52	0,86	<2,5
živo srebro	0,05	0,05	0,72	0,25		5,04	1,72	4

Op.: Za arzen, cink in kadmij so bili podani dejanski rezultati, za ostale kovine pod mejo kvantifikacije, zato smo pri izračunu upoštevali polovično vrednost meje kvantifikacije.

** Pri vnosu arzena smo upoštevali podatek iz literature, da je pri vnosu s hrano delež anorganskega arzena približno 25%, IPCS, 2001(41).

Posebej smo izračunali izpostavljenost za vzorce, kjer so bile izmerjene največje količine posamezne kovine in ugotovili, da z izjemo cinka izpostavljenost malčkov presega sprejemljive dnevne oziroma tedenske vnose.

Izstopa kadmij, kjer bi redno uživanje zelenjave z največjo izmerjeno vsebnostjo kadmija skoraj 10-krat presegló sprejemljivi tedenski vnos, medtem, ko bi bil pri živem srebru sprejemljivi tedenski vnos presežen 2,5-krat in pri svincu 2-krat. Uživanje doma pridelane zelenjave bi v teh primerih lahko predstavljalo tveganje za zdravje malčkov.

Pri odraslih je sprejemljivi dnevni vnos blago presežen pri arzenu, medtem ko je pri kadmiju sprejemljivi tedenski vnos presežen več kot trikratno. Za ostale kovine je znotraj referenčnih vrednosti (preglednica 32).

Uživanje zelenjave z največjimi izmerjenimi vsebnostmi kovin bi lahko predstavljalo tvegaje tudi za zdravje odraslih - predvsem zaradi vnosa kadmija.

Preglednica 32: Dnevni vnosi arzena, cinka, kroma in niklja ter tedenski vnosi kadmija, svineca in živega srebra z doma pridelano zelenjavo pri malčkih in odraslih v občini Hrastnik v primerih največjih izmerjenih vrednosti kovin

KOVINA	Največja vrednost [mg/kg]		Dnevni vnos kovin [µg/kg/tm]		Sprejemljivi dnevni vnos [µg/kg/tm]	Tedenski vnos kovin [µg/kg/tm]		Sprejemljivi tedenski vnos [µg/kg/tm]
	korenje	solata	malčki	odrasli		malčki	odrasli	
arzen	0,5	0,1	1,08*	0,38*	0,3			
cink	2,9	4,3	51,84	17,64	300			
kadmij	0,14	0,35	3,53	1,20		24,7	8,4	2,5
krom	0,5	0,5	7,2	2,45	4			
nikelj	0,5	0,5	7,2	2,45	5			
svinec	0,05	0,05	0,72	0,25		5,04	1,72	<2,5
živo srebro	0,1	0,1	1,44	0,49		10,08	3,43	4

* Pri vnosu arzena smo upoštevali podatek iz literature, da je pri vnosu s hrano delež anorganskega arzena približno 25% (IPCS, 2001).

Negotovosti

Ocena tveganja je narejena za vnos kovin iz doma pridelane zelenjave. Ob tem nismo upoštevali dejstva, da je vnos kovin možen tudi z uživanjem drugih živil, preko predmetov splošne rabe in z vdihavanjem, ker se kovine vežejo na majhne delce v zraku. Natančnejši vpogled v dejansko izpostavljenost iz različnih virov bo možen, ko bodo na voljo podatki biomonitoringa v kovin.

5 RAZPRAVA

Analiza težkih kovin v vzorcih tal je pokazala, da le 7 % vzorcev tal ni bilo obremenjenih s težkimi kovinami.

43 % vzorcev je glede kadmija doseglo mejno, 50 % pa opozorilno vrednost. Noben vzorec ni dosegal kritične vrednosti .

Pri 3% vzorcev tal (po 1 vzorec tal) je bila izmerjena opozorilna vrednost za nikelj, cink, kobalt, molibden in arzen.

Različne študije vsebnosti težkih kovin v tleh (7;40) so pokazale večjo obremenjenost tal s težkimi kovinami v bolj urbaniziranih, mestnih in industrijskih okoljih, v primerjavi z manj prometnimi in manj industrijsko razvitimi ali ruralnimi področji.

Ko smo absolutne vrednosti vzorcev primerjali po lokaciji (podeželsko-mestno-industrijsko okolje), so bile vrednosti v mestnem okolju mejno povišane za kadmij in povišane za cink. Vrednosti cinka so tudi v vzorcih odvzetih v industrijskem okolju višje kot v vzorcih odvzetih v podeželskem.

Vrednosti težkih kovin v tleh ugotovljene s to raziskavo in vrednosti izmerjene v projektu ROTS (38) se dopolnjujejo in v občini Hrastnik omogočajo vpogled v ustrezno rabo tal (Glej priloge na straneh od 35 do 47).

Rastline različno sprejemajo težke kovine iz tal. Korenje in solato uvrščamo v skupino z visokim sprejemom. V raziskavi so pri treh vzorcih korenja in enem vzorcu solate vrednosti kadmija presegale mejne vrednosti kot jih določa Uredba komisije (ES) št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 .

Vrednosti kadmija so bile pri vzorcu korenja z odvzemnega mesta, kjer je bil odvzet vzorec solate s povišano vrednostjo kadmija, v skladu z zakonodajo.

Primerjava vrtnin je pokazala, da:

- pri korenju ni razlik v vsebnosti težkih kovin, ko primerjamo različne lokacije;
- pri solati je razlika v vrednosti kadmija in cinka, ki je v absolutnih vrednostih v industrijskem okolju višji, kot v podeželskem.

Za arzen je podana ocena tveganja v dolini Kotedrščice in primerjalno tudi z občino Hrastnik (39;41).

Izračuni kažejo, da uživanje doma pridelane zelenjave pri odraslih prebivalcih občine Hrastnik tudi pri ekstremnih jedcih (97,5 percentila) ne presega sprejemljivih dnevnih vnosov in ne predstavlja tveganja za zdravje odraslih.

Pri malčkih, starih 2 do 3 leta, so vnosi arzena, cinka, kroma in niklja iz zelenjave znotraj sprejemljivih dnevnih vnosov za posamezno kovino. Kadmij in živo srebro presegata

sprejemljivi tedenski vnos za 20%, pri izpostavljenosti anorganskemu živemu srebru je za razvoj škodljivih posledic na zdravje ključno vdihavanje hlapov, medtem ko se anorgansko živo srebro iz prebavnega trakta slabo absorbira, zato vnos živega srebra z zelenjavo, četudi je presežen, ne predstavlja tveganja za zdravje.

Ključni dejavnik tveganja za zdravje je kadmij, ob upoštevanju scenarija za 97,5 percentilo vnosa (malčki, ki dnevno pojedjo 14,4 g zelenjave /kg tm). Pri večini, ki poje manjše količine zelenjave, bo izpostavljenost in s tem tveganje ustrezno manjše. Za otroke starejše od treh let izpostavljenosti nismo izračunali, ker sklepamo, da bi vnosi bili znotraj sprejemljivih na podlagi izračuna za malčke in za odrasle.

Pri interpretaciji je potrebno upoštevati, da je raziskava narejena iz 30 enot in da ima zato posploševanje na celotno območje občine oziroma celotno Zasavje omejitve. Dodatne analize in biomonitoring bi omogočile natančnejšo oceno vpliva na zdravje.

6 ZAKLJUČKI

Uživanje rastlin oz. zelenjave, ki prevzema težke kovine iz onesnaženih tal predstavlja pot vnosa težkih kovin v človeško telo.

V vzetih vzorcih tal v občini Hrastnik so bile v 93 % presežene opozorilne vrednosti za kadmij, a niso dosegle kritične vrednosti in v po enem vzorcu presežene kritične vrednosti za arzen in cink.

V živilih rastlinskega izvora s področja občine Hrastnik so bile v treh vzorcih korenja presežene vrednosti za kadmij, v solati so bile presežene mejne vrednosti za kadmij v enem vzorcu, kot jih določa Uredba komisije (ES) št. 1881/2006.

Ocena izpostavljenosti kadmiju, ki je povišan tako v tleh kot v posameznih vzorcih korenja, je pokazala, da je ob uživanju povprečnih količin zelenjave s tem dosežena približno ena četrtnina dopustnega tedenskega vnosa (TWI).

Rezultati raziskave sicer prispevajo k podatkom o okolju in potencialnem tveganju za zdravje prebivalcev občine Hrastnik, vendar vzorčenje zemlje in le dveh vrst vrtnin na 30 lokacijah ne omogoča zanesljive ocene tveganja za zdravje za celotno populacijo in občino.

Natančnejšo oceno vpliva na zdravje bi omogočile dodatne analize in biomonitoring.

Da bi preprečili vnos težkih kovin v telo, priporočamo naslednje ukrepe:

1. Hrano z vrtov vedno dobro operemo pod tekočo vodo in olupimo.
2. Za delo na vrtu uporabljamo rokavice. Po delu na vrtu si vedno umijemo roke.
3. Ko po opravljenem delu pridemo z vrta, pred vstopom v hišo operemo obuvala in se preoblečemo, da z oblačili in obutvijo ne vnašamo zemlje v hišo/stanovanje.
4. Če imamo žival (npr. psa), ga preden vstopi v hišo oščekamo.
5. Ko se zaradi obdelovanja vrta praši, zapremo okna in poskrbimo, da otroci ne bodo v območju prašenja.
6. Lahko se odločimo, da zelenjavo, ki dobro sprejema težke kovine posadimo v lesene zabojnike za vrtnarjenje, v katere damo neosnaženo zemljo, na vrtu pa posejemo vrtnine, ki imajo nizek sprejem težkih kovin ali celo širokolistno travo, ki preprečuje prašenje. Priporočljivo je tudi, da bi mali otroci, uživali zelenjavo vzgojeno v koritih.

7 LITERATURA

1. Zupan M, Grčman H, Lobnik F. 2007. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije v letu 2006 - Ljubljana : Agencija RS za okolje. <http://soil.bf.uni-lj.si/rots/index.php?page=gis/slo>
2. Vernik T, Vrščaj B, Sušin J, Simončič A. Vrtničarstvo v urbanem okolju. V: Jamnik B, Smrekar A, Vrščaj B. Vrtničarstvo v Ljubljani. Geografija Slovenije 21. Ljubljana: Založba ZRC, 2009: str. 54-57.
3. Apostoli P. 2002. Elements in environmental and occupational medicine. *Journal of Chromatography*, 778: 63-97.
4. Markelc I. 2008. Vsebnost težkih kovin v vrtninah, pridelanih na vrtničkih občine Ljubljana. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 40 str.
5. Abrahams PW. 2002. Soils: their implications to human health. *The science of the total environment*, 291: 1-32.
6. Sešek-Briški A. 2005. Povzetek predavanja: Priporočila za odvzem biološkega materiala za analizo elementov v sledovih in odvzem izdihanega zraka za ugotavljanje prisotnosti bakterije *Helicobacter Pylori*. Ljubljana, Klinični center Ljubljana. Po: Markelc I. 2008. Vsebnost težkih kovin v vrtninah, pridelanih na vrtničkih občine Ljubljana. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 40 str.
7. Türkdogan MK, Kilicel F, Kara K, Tuncer I, Uygen I. 2003. heavy metals in soils, vegetables and fruit in the endemic upper gastrointestinal cancer region of turkey. *Environ.Toxicol.Pharmacol.*, 13(3): 175-179.
8. Damek-Poprawa M, Sawicka-Kapusta K. 2003. Damage to liver, kidney and testis with reference to burden of heavy metals in yellow-necked mice from areas around steel-works and zinc smelters in Poland. *Toxicology*, 186(1-2): 1-10.
9. Abernathy CO, Thomas DJ, Calderon RL. 2003. Health effects and risk assessment of arsenic. *Journal of Nutrition*, 133: 1536S-1538S.
10. Whitaker MH, Fowler BA. 2011. Arsenic. Dostopno na <http://www.enotes.com/public-health-encyclopedia/arsenic>. <12.01.2011>.
11. Higdon J. 2007. Cooper. Linus Pauling Institute. Dostopno na <http://lpi.oregonstate.edu/infocenter/minerals/copper/>. <11.01.2011>.
12. Cooper. 2007. Department of health and human services, Atlanta, U.S. The agency for toxic substances and disease registry (ATSDR). Dostopno na <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=37>. <14.01.2011>.
13. Zinc dostopno: <http://www.idph.state.il.us/envhealth/factsheets/zinc.htm>

-
14. Madjar B. 2006. Cink. Dostopno na: <http://www.pomurske-lekarne.si/si/index.cfm?id=2231>. <11.01.2011>.
 15. Cadmium. 1999. Department of health and human services, Atlanta, U.S. The agency for toxic substances and disease registry (ATSDR). Dostopno na <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tf.asp?id=47&tid=15>. <14.01.2011>.
 16. Assche F JV. 1998. The relative contribution of different environmental sources to human cadmium exposure. International Zinc Association Europe. Dostopno na http://www.chem.unep.ch/pb_and_cd/SR/Files/submission%20NGO/lcdA/NiCad%2098%20ofull%20ofinal%20text.pdf <11.01.2011>.
 17. Medeno srce. 2011. Krom. Dostopno na <http://www.medenosrce.net/pogled.asp?ID=644>. <14.01.2011>.
 18. Lenntech. 2008. Water treatment&air purification. Periodic chart of elements. Dostopno na <http://www.lenntech.com/periodic-chart.htm>. <10.01.2011>.
 19. National research council. Recommended dietary allowances, 10th edition. National Academy Press, Washington DC, 1989.
 20. Finley JW, Davis CD. Manganese deficiency and toxicity: are high or low dietary amounts of manganese cause for concern. Biofactors 1999; 10: 15-24.
 21. Velazquez S, Du J. Derivation of the reference dose for manganese.V: Mertz W, Abernathy CO, Oln SS eds. Risk assesment of essential elements. ILSI Press, Washington, 1994: p.235-266.
 22. Duda-Chodak A, Błaszczuk W. 2008. The impact of nickel on human health. J.Elementol. 13(4): 685-696.
 23. WHO.1995. Inorganic lead. Environmental health criteria No. 165.
 24. Goldstein GW. Neurological concepts of lead poisoning in children. Pediatric Annals. 21(6): 384-388.
 25. Tong S, von Schirnding YE, Prapomontol T. 2000. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions. Bulletin of the World health organization, 78(9): 1068-1077.
 26. IVZ. 2011. Živo srebro v varčnih žarnicah. Dostopno na http://www.ivz.si/?ni=138&pi=5&_5_Filename=275.pdf&_5_MediaId=275&_5_AutoResize=false&pl=138-5.3. <12.01.2011>
 27. Patra M, Sharma P. Mercury toxicity in plants. The botanical review 2000; 66 (3): 379-409.

-
28. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for thallium. 1992 [online]. Privzeto:
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=309&tid=49>
 29. Uradni list RS. Mejne imisijske vrednosti v tleh določa Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Uradni list RS 1996 št.68.
 30. ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry). Toxicological profile for Arsenic (Update). Atlanta, Georgia, 2000.
 31. ATSDR. Zinc-Minimalrisklevelsandworksheets. Privzeto 16.7.2013 s spletne strani:
<http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp60-a.pdf>.
 32. EFSA (EuropeanFoodSafetyAuthority). 2010. ScientificOpinion on Lead in Food. Privzeto 14.6.2013 s spletne strani:
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1570.pdf>.
 33. EFSA. 2011a. Statement on tolerableweeklyintakeforcadmium. Privzeto 14.6.2013 s spletne strani: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1975.pdf>.
 34. EFSA. 2011b. The EFSA ComprehensiveEuropeanFoodConsumptionDatabase. Privzeto 21. 1. 2013 spletne strani:
<http://www.efsa.europa.eu/en/datexfoodcdb/datexfooddb.htm>.
 35. EFSA. 2012. Scientificopinion on theriskforpublichealthrelated to thepresenceofmercuryandmethylmercury in food. Privzeto 16.7.2013 s spletne strani:
<http://www.efsa.eu/efsajournal>.
 36. SZO (Svetovna zdravstvena organizacija). 1996a. Traceelements in human nutritionandhealth (A reportof a re-evaluationofthe role oftraceelements in human healthandnutrition) Geneva: WorldHealthOrganization (privzeto 10.6.2013 s:
<http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241561734/en/>).
 37. SZO (Svetovna zdravstvena organizacija). 1996b. GuidelinesforDrinking-WaterQuality. 2. izdaja, WorldHealthOrganization, Geneva, Switzerland.
 38. Zupan M, Grčman H, Lobnik F. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana 2008: Agencija Republike Slovenije za okolje. Privzeto iz: [http://www.svo-rs.si/web/portal.nsf/ae76a4ee10890d4bc1256fb9005f74fe/7ca020fa9667aa75c12575840031ab81/\\$FILE/ROTS08_www2.pdf](http://www.svo-rs.si/web/portal.nsf/ae76a4ee10890d4bc1256fb9005f74fe/7ca020fa9667aa75c12575840031ab81/$FILE/ROTS08_www2.pdf). <12.01.2011>
 39. Perharič L. 2013. Arzen v dolini Kotedrščice. Ocena tveganja za zdravje ljudi.Ljubljana, 2012, IVZ RS
 40. Dabkowska-Naskret H, Rozanski SZ. 2007. Mercury content in garden soils of urban agglomeration. Global NEST Journal, 9(3): 237-241

-
41. IPCS (International Programme on Chemical Safety). 2001. Arsenic and arsenic compounds (2. izdaja) Environmental Health Criteria 224. World Health Organization, Geneva.

PRILOGE

Priloga 1: Občina Hrastnik – CINK (Zn) v zgornjem sloju tal

Priloga 2: Občina Hrastnik – ARZEN (As) v zgornjem sloju tal

Priloga 3: Občina Hrastnik – KADMIJ (Cd) v zgornjem sloju tal

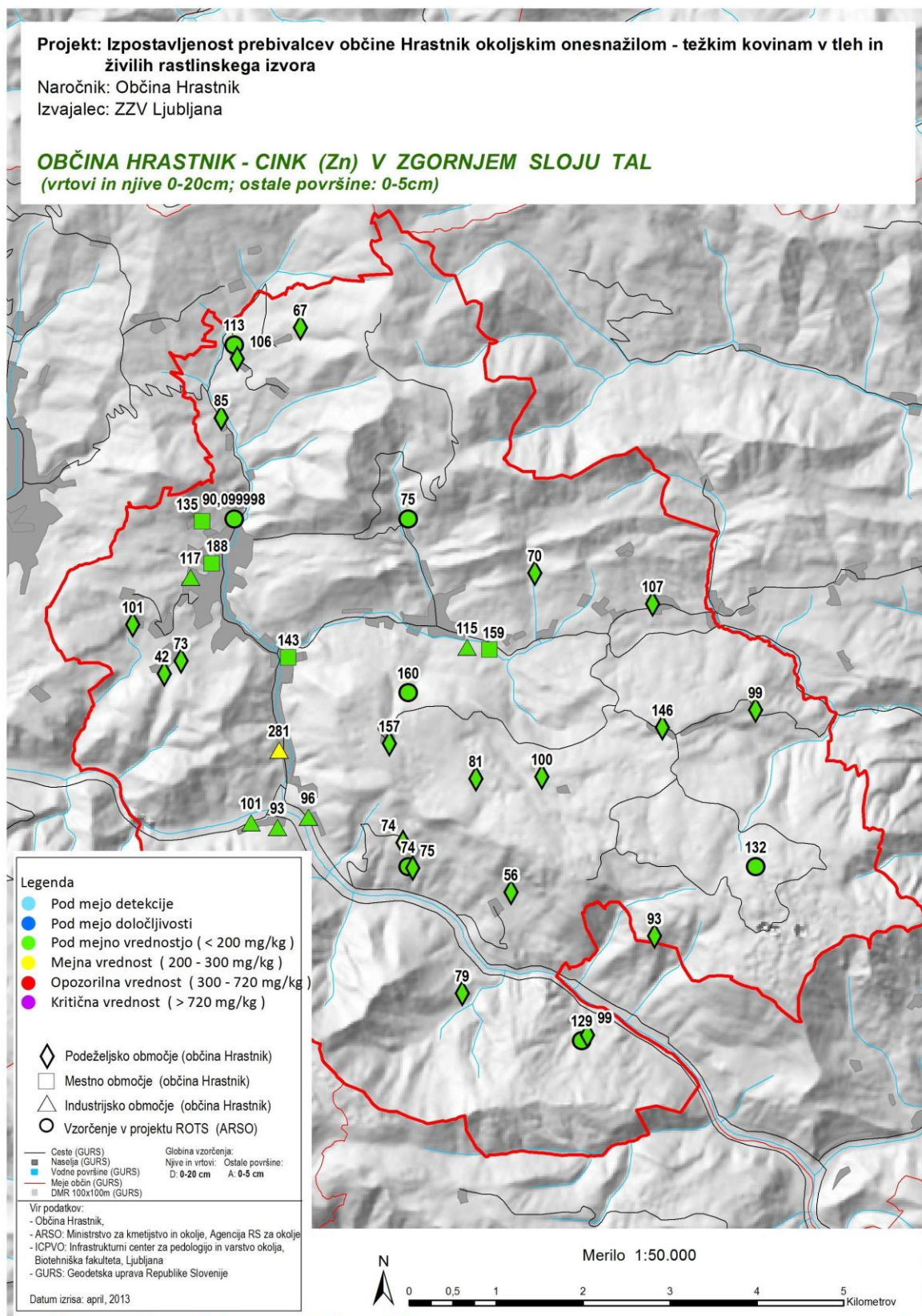
Priloga 4: Občina Hrastnik – KROM (Cr) v zgornjem sloju tal

Priloga 5: Občina Hrastnik – BAKER (Cu) v zgornjem sloju tal

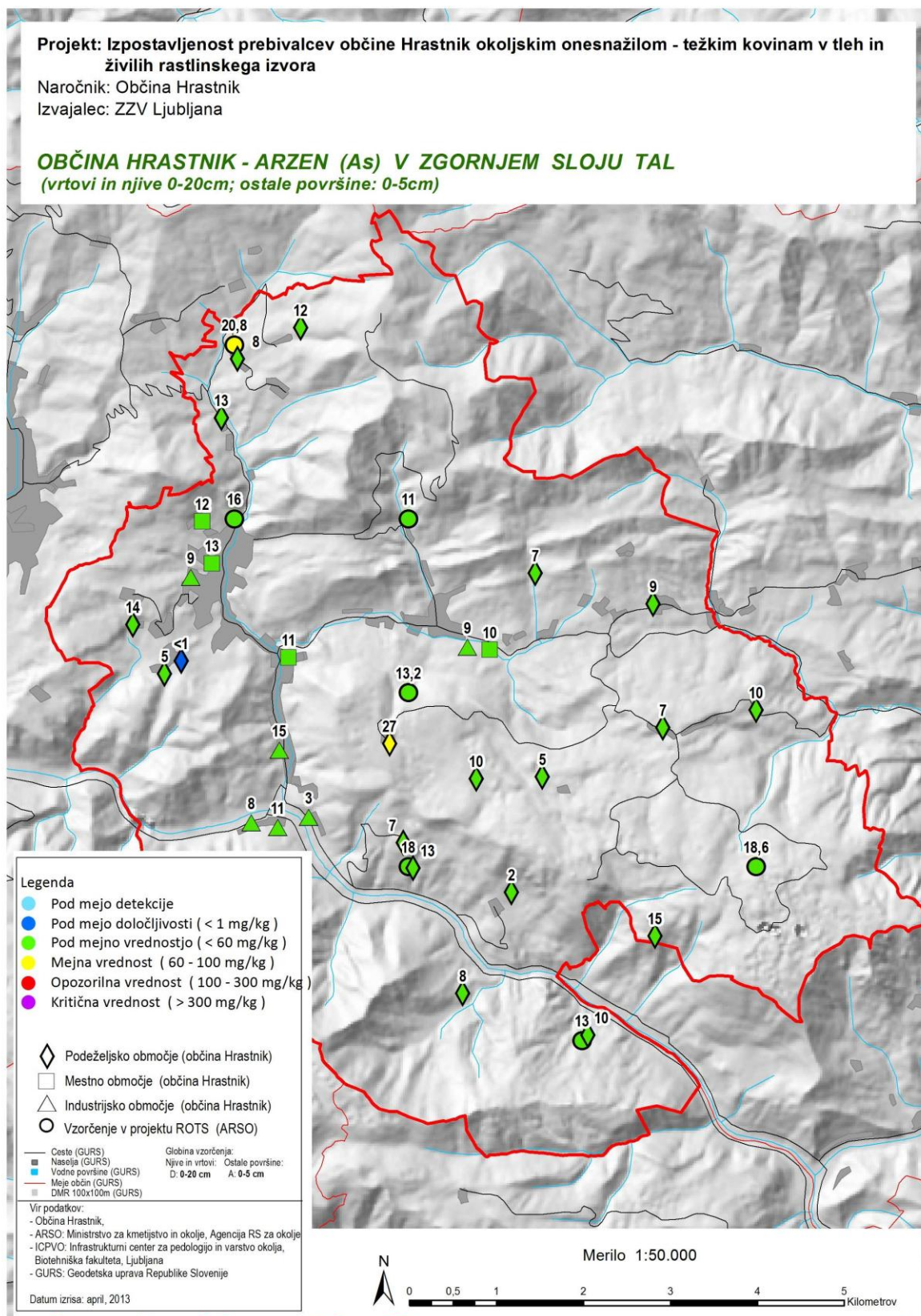
Priloga 6: Občina Hrastnik – ŽIVO SREBRO (Hg) v zgornjem sloju tal

Priloga 7: Občina Hrastnik – SVINEC (Pb) v zgornjem sloju tal

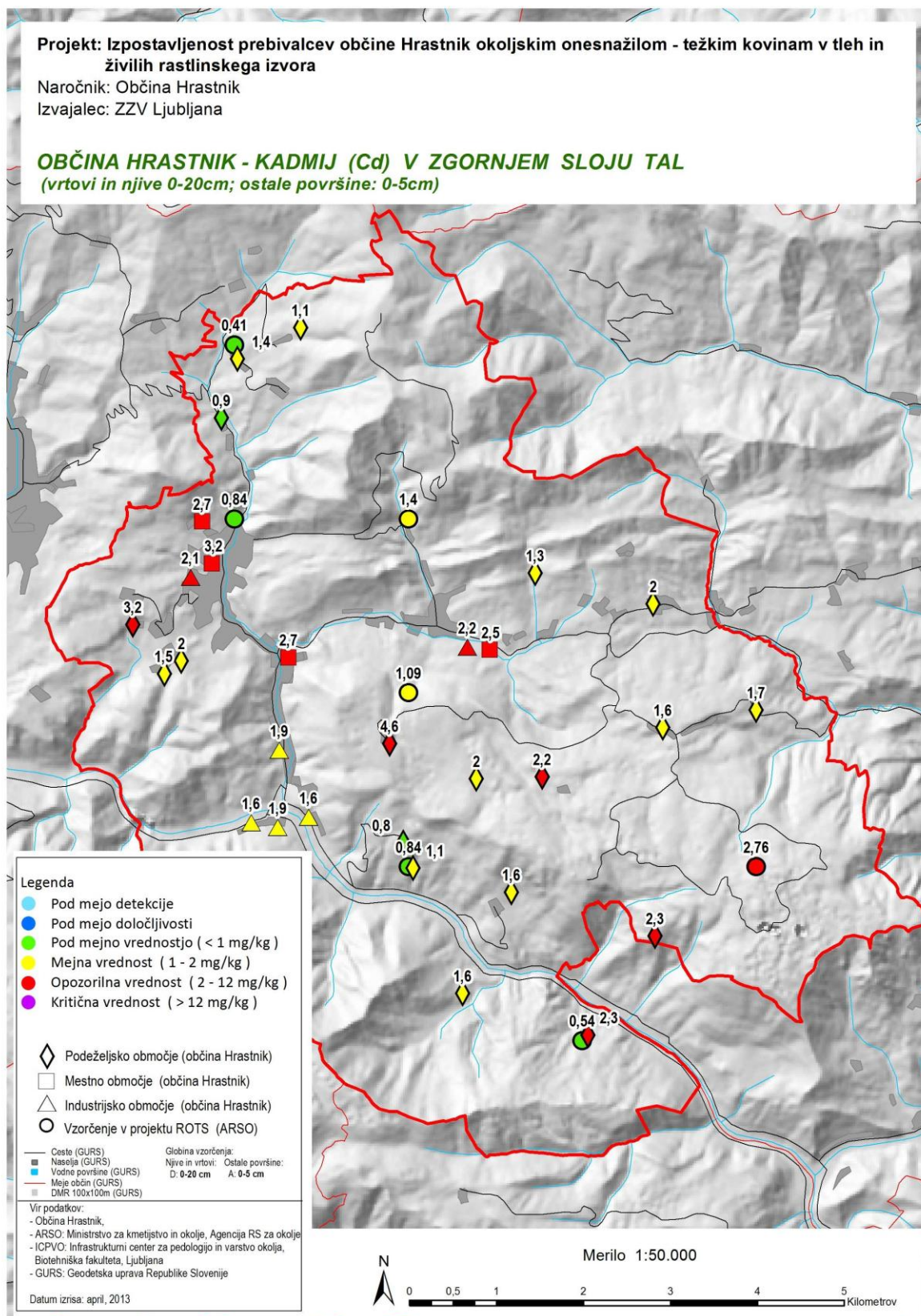
Priloga 1



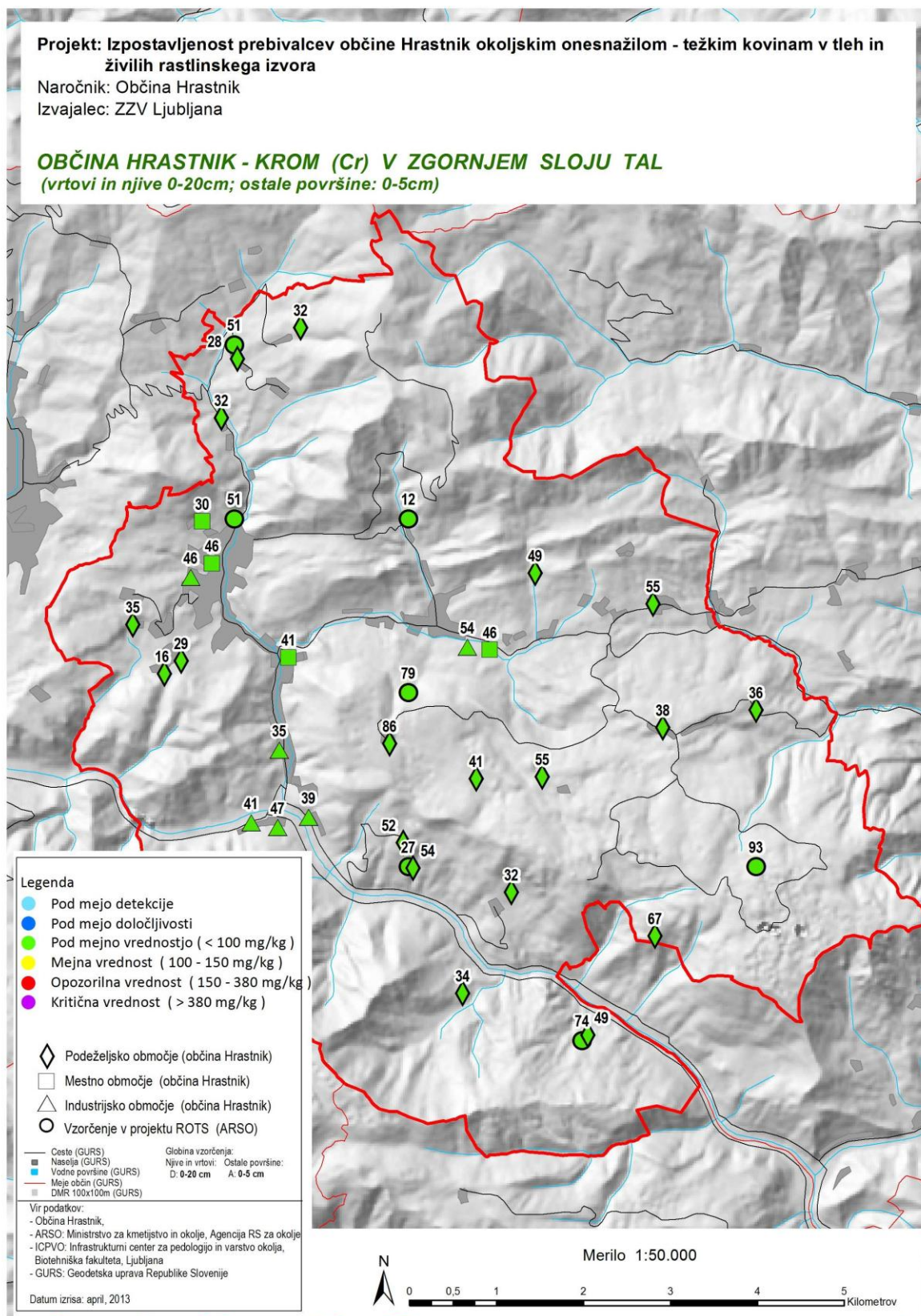
Priloga 2



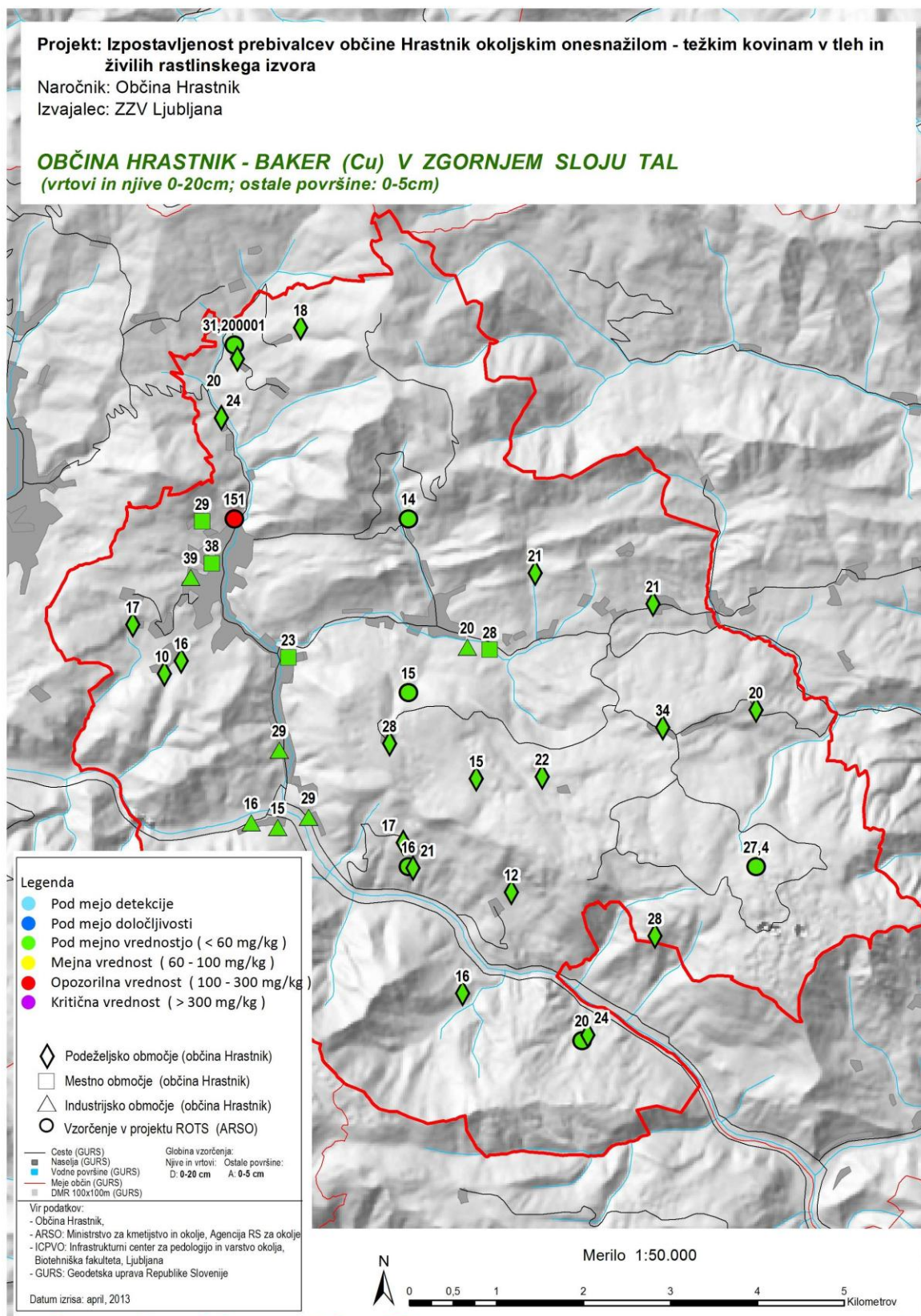
Priloga 3



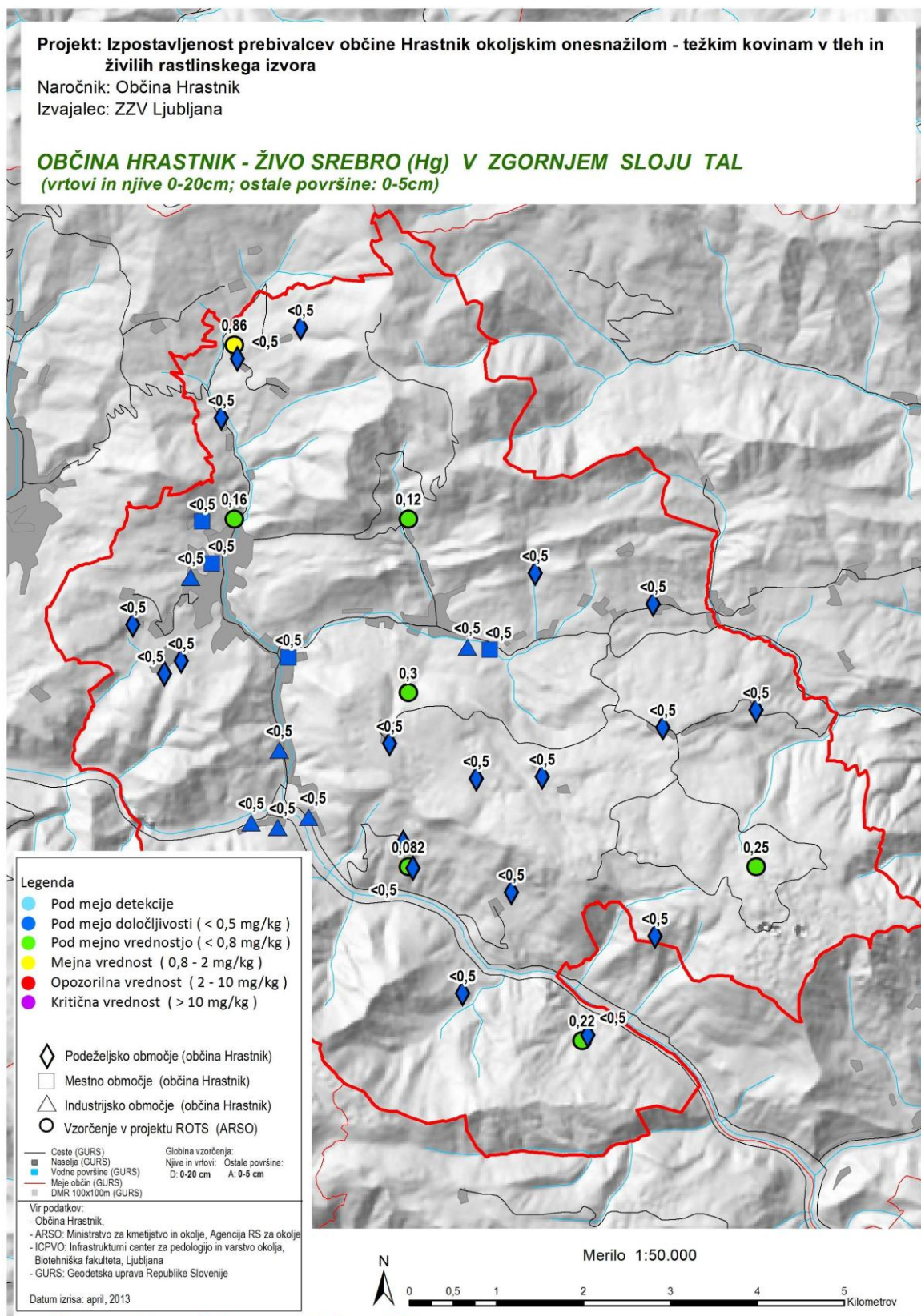
Priloga 4



Priloga 5



Priloga 6



Priloga 7

