



Kmetijski inštitut Slovenije

Agricultural Institute of Slovenia

Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire

Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči

Končno poročilo



Ljubljana, 16.11.2015

Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči

Končno poročilo

Avtor:

Dr. Petra Karo Bešter, doc. dr. Borut Vrščaj, univ. dipl. inž. agr.

Naročnik: Občina Kanal ob Soči

Kontaktna oseba na Občini Kanal ob Soči: ga. Matejka Maver Pregelj

Izvajalec: Kmetijski inštitut Slovenije

Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire

Odgovorni nosilec: doc. dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire; Hacquetova ulica 17, SI1000 Ljubljana; Slovenija

E: cto@kis.si; **T:** +386 (0)1 280 52 29;

http://www.kis.si/okenv/

Izvajalec projekta

Projekt: Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči

Nosilec projekta: doc. dr. Borut Vrščaj, Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)

Vodja projekta: dr. Petra Karo Bešter, Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)

Izvajalec:



Kmetijski inštitut Slovenije (KIS)
Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire (OKENV)

Dodatne informacije

Dr. Petra Karo Bešter,
Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire; Hacquetova ulica 17, SI1000 Ljubljana; Slovenija
E: cto@kis.si; **T:** +386 (0)1 280 52 29;
http://www.kis.si/okenv/

Navajanje poročila

Karo Bešter P., Vrščaj B. 2015. Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči. Ljubljana, Slovenia [Slovenia], Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, Center za tla in okolje [Agricultural Institute of Slovenia, Department for Agroecology and Natural Resources, Centre for Soil and Environment]

Poročilo je potrebno vsebinsko predstaviti neokrnjeno in v celoti.

Dr. Petra Karo Bešter
vodja projekta

Doc. dr. Borut Vrščaj
nosilec projekta



Izvelek

Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti tal in vrtnin z izbranimi težkimi kovinami na izbranem območju, kjer želi Občina Kanal ob Soči izgraditi namakalni sistem. Ker v bližini obravnavanega območja deluje industrija z možnimi izpusti škodljivih snovi, ki se v tleh kopičijo, je naročnik želel oceniti dejansko stopnjo onesnaženosti tal in vrtnin.

Vzorca tal smo odvzeli na dveh njivah. V vzorcu tal smo določili vsebnosti sledečih težkih kovin: cink (Zn), kadmij (Cd), krom (Cr), nikelj (Ni), svinec (Pb), arzen (As) in živo srebro (Hg).

Vzorčili smo **tri vrste vrtnin**: radič, korenje in paradižnik. Skupno smo odvzeli šesti vzorcev vrtnin. Ker zakonodaja (Uredbi Komisije ES o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006) in njenih spremembah (Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008)) opredeljuje le mejne vrednosti za kadmij in svinec v vrtninah (v okviru težkih kovin) smo določili le vsebnosti za ti dve težki kovini v vrtninah.

Rezultati analiz tal so pokazali, da so **vsebnosti cinka (Zn), kroma (Cr), svinca (Pb), arzena (As) in živega srebra (Hg) v talnih vzorcih pod zakonodajnimi mejnimi vrednostmi**, ki so opredeljene v Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96). **Vsebnost kadmija (Cd)** v vzorcu OK 1 (1,07 mg/kg s.s.) je presegla zakonodajno mejno vrednost (1 mg/kg s.s.), pri upoštevanju merilne negotovosti (+/- 15% relativno) in načela previdnosti pa je tudi vsebnost kadmija v vzorcu OK 2 (0,97 mg/kg s.s.) presegla zakonodajno mejno vrednost. V kolikor je presežena zakonodajna mejna vrednost za težko kovino so **učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi** (Ur. list RS, št. 68/96). Vsebnost niklja (Ni) je v obeh talnih vzorcih (78,7 mg/kg s.s. in 79,7 mg/kg s.s.) presegla tudi opozorilno vrednost (70 mg/kg s.s.). Ugotovljena presežena opozorilna vrednost niklja v tleh po določilu Uredbe o mejnih,... pomeni pri določenih vrstah rabe tal **verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje**.

Analizni **rezultati** izbranih **vrtnin** so pokazali, da **vsebnost kadmija (Cd) in svinca (Pb)** v vseh preiskovanih vzorcih vrtnin **ni presegla zakonodajni mejni vrednosti**, ki sta določeni v Uredbi Komisije ES o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006) in njenih spremembah (Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008). Velja opozoriti, da je **vsebnost kadmija v korenju** z oznako OK/01 K (0,087 mg/kg sv.s.), zelo **blizu mejni vrednosti** (0,10 mg/kg sv.s.). V kolikor **upoštevamo merilno negotovost** (+/- 20% relativno) in **načelo previdnosti vsebnost kadmija v korenju preseže zakonodajno mejno vrednost** (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006 in Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008), s tem pa se glede na določila omenjene Uredbe takšno korenje ne sme dati v promet.



Vsebina

1	UVOD IN OZADJA.....	1
1.1	Ozadja.....	1
1.2	Okoljska problematika tal in pridelave vrtnin	1
1.3	Povzetek prejšnjih raziskav.....	2
2	NAMEN RAZISKAVE	5
3	METODOLOGIJA	6
3.1	Vzorčenje.....	6
3.2	Določitev vsebnosti težkih kovin v vzorcih.....	7
3.3	Skladiščenje vzorcev.....	7
3.4	Obdelava podatkov	7
4	REZULTATI	9
4.1	Obstoječe stanje in vzorčenje	9
4.1.1	Lokacija.....	9
4.1.2	Vzorčenje.....	9
4.2	Rezultati kemijskih analiz vzorcev tal	10
4.2.1	Ugotovitve	11
4.3	Interpretacija rezultatov kemijskih analiz vzorcev vrtnin	11
5	POVZETEK UGOTOVITEV.....	12
6	USMERITVE IN PREDLOGI	13
7	VIRI IN LITERATURA	14
8	PRILOGE.....	15

Kazalo slik

Slika 1: Primer odvzema enega delnega vzorca tal.	6
Slika 2: Njiva z oznako OK 1	9
Slika 3: Njiva z oznako OK 2.	9
Slika 4: Prostorski prikaz lokacij vzorčenja tal in izbranih vrtnin.	10
Slika 5: Vsebnost kadmija v izbranih vrtnin, glede na zakonodajno mejno vrednost.	12

Kazalo preglednic

Preglednica 1: Vsebnosti anorganskih snovi v tleh na vzorčnih lokacijah Deskle in Gorenja vas v Občini Kanal ob Soči. Mejne imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh so določene z Uredbo o mejnih,...(Ur. l. RS 68/96).	2
Preglednica 2: Relativna akumulacija težkih kovin v užitnih delih rastlin.	3
Preglednica 3: Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti izbranih težkih kovin v tleh v mg/kg suhih tal (s.s.), ki so povzete po Uredbi o mejnih,	8
Preglednica 4: Mejne vrednosti kadmija (Cd) in svınca (Pb) v vrtninah (mg/kg sveže snovi) na podlagi Uredbe Komisije,	8
Preglednica 5: Vsebnosti težkih kovin v dveh talnih vzorcih z oznako OK 1 in OK 2, glede na zakonodajne mejne vrednosti, ki so opredeljene v Uredbi o mejnih,	10

Kazalo prilog

Priloga 1: Analizni rezultati o vsebnosti težkih kovin v talnem vzorcu.	15
Priloga 2: Analizni rezultati o vsebnosti živega srebra v talnem vzorcu.	16
Priloga 3: Analizni rezultati o vsebnosti težkih kovin v izbranih vrtninah.	18



1 UVOD IN OZADJA

1.1 Ozadja

Na območju Gorenje polje v Občini Kanal ob Soči je interes občine in nekaterih pridelovalcev, da bi pridelovali vrtnine in sadje ter bi na ta način zagotavljali lokalno oskrbo s pridelki. V preteklosti je na tem območju že potekala pridelava vrtnin, poljščin in sadja v širšem obsegu, vendar pa je zaradi sušnih obdobj vedno več površin postajalo neobdelanih oziroma so se zaraščale. Trenutno je približno več kot polovica kmetijskih zemljišč, ki so bile nekoč njive trajno travinje. Prav zaradi sušnih obdobj želi Občina Kanal ob Soči vzpostaviti namakalni sistem, ki bi pripomogel k večji izkoriščenosti kmetijskih površin, in s tem k večjemu zagotavljanju preskrbe s pridelki iz lokalnega okolja (Vrhovnik s sod., 2014).

1.2 Okoljska problematika tal in pridelave vrtnin

Težke kovine so pogosto onesnažilo urbanega okolja in kazalec človekove industrijske in tudi kmetijske dejavnosti v prostoru. V kolikor so tla na takšnih območjih onesnažena, je lahko sporna pridelava varne hrane, saj so le neonesnažena tla eden glavnih pogojev za njeno varno pridelavo.

Najpogostejši viri onesnaževanja tal so:

- ✓ Industrija,
- ✓ promet,
- ✓ kmetijstvo,
- ✓ kurišča in
- ✓ odlaganje odpadkov.



Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.

1.3 Povzetek prejšnjih raziskav

V okviru raziskav onesnaženosti tal Slovenije so raziskovali onesnaženost tal v Občini Kanal ob Soči na naslednjih lokacijah (Atlasa okolja, 2015):

- ✓ leta 2004 v naselju Deskle;
- ✓ leta 2008 v naselju Gorenja vas.

Podatki o posameznih vsebnostih težkih kovin v tleh so dostopni za vzorčno lokacijo v naselju Deskle, za leto 2004 in za leto 2008 za vzorčno lokacijo v naselju Gorenja vas. Rezultati meritev so podani v preglednici 1.

Preglednica 1: Vsebnosti anorganskih snovi v tleh na vzorčnih lokacijah Deskle in Gorenja vas v Občini Kanal ob Soči. Mejne imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh so določene z Uredbo o mejnih, ... (Ur. l. RS 68/96) (povzeto po Vahtar s sod., 2010).

Vsebnost snovi	Enota	Majna vrednost	Opozorilna vrednost	Kritična vrednost	Leto 2004		leto 2008	
					Deskle		Gorenja vas	
					Globina vzorčenja		Globina vzorčenja	
					0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm
Živo srebro (Hg)	mg/kg	0,8	2	10	5,5	6,3	0,3	0,3
Kadmij (Cd)	mg/kg	1	2	12	1,1	1,2	0,62	0,54
Svinec (Pb)	mg/kg	85	100	300	26,2	31,7	32	32
Cink (Zn)	mg/kg	200	300	720	51	56,7	80	86
Talij (Tl)	mg/kg				0,33	0,35	0,38	0,46
Molibden	mg/kg	10	40	200	1,2	1,4	1,2	1,1
Baker (Cu)	mg/kg	60	100	300	14,6	19	36	38
Kobalt (Co)	mg/kg	20	50	240	4,7	5,9	24	27
Arzen (As)	mg/kg	20	30	55	4,5	6,4	7,1	7,8
Nikelj (Ni)	mg/kg	50	70	210	20,8	26	77	86
Krom (Cr)	mg/kg	100	150	380	16	20,3	73	85
Vanadij (V)	mg/kg				58,9	63,2	75	90
Selen (Se)	mg/kg				0,37	0,37	pod 1	pod 1
Mangan (Mn)	mg/kg				433	538	980	1000

Legenda:

	pod mejno vrednostjo
	presežena mejna vrednost, pod opozorilno vrednostjo
	presežena opozorilna vrednost
	mejna vrednost ni določena

Vir: Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji v letu 2004, ARSO 2005, Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji v letu 2008, ARSO 2009.

Na vzorčni lokaciji Gorenja vas so bile leta 2008 vsebnosti težkih kovin pod mejnimi vrednostmi, z izjemo niklja, ki je presegal opozorilno vrednost, ter kobalta, ki je presegal mejno vrednost.

V letu 2004 sta bili v Desklah v dolini Soče na obrečnih tleh preseženi opozorilna vrednost živega srebra (Hg) in mejna vrednost za kadmij (Cd).

Eden večjih problemov za vrtnine predstavljajo povečane vsebnosti težkih kovin v tleh, saj je njihova vsebnost v vrtninah v tesni povezanosti z vsebnostjo težkih kovin v tleh in s talnimi lastnostmi (npr. vsebnost organske snovi, pH-vrednost, vsebnost ostalih elementov). Težke kovine se tudi različno razporejajo po vrtnini (npr. vsebnost kadmij je večja v koreninah kot pa v nadzemnem delu vrtnine). Kloke in sod. (1984) so razvrstili koristne dele rastlin glede



Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.

akumulacije težkih kovin v štiri skupine (preglednica 2): visoka, srednja, nizka in zelo nizka akumulacija. V prvo skupino so med drugim razvrstili solato, špinačo, endivijo in korenje. V skupino z najbolj nizko akumulacijo pa fižol, grah, paradižnik in papriko.

Preglednica 2: Relativna akumulacija težkih kovin v užitnih delih rastlin (Kloke in sod., 1984).

Visoka	Srednja	Nizka	Zelo nizka
solata	ohrovt	zelje	fižol
špinača	pesa-koren	sladka koruza	grah
blitva	repa-koren	brokoli	melone
endivija	redkvica	cvetača	paradižnik
kreša	gorčica	brstični ohrovt	paprika
repa-zeleni del	krompir	zelena	jajčevcevec
pesa-zeleni del		jagodičevje	sadje
korenje			



2 NAMEN RAZISKAVE

Namen raziskave je bil ugotoviti stopnjo onesnaženosti tal na območju Gorenje polje v Občini Kanal ob Soči. Ker v bližini obravnavanega območja deluje industrija gradbenega materiala Salonit Anhovo, d.d. je naročnik želel oceniti dejansko stopnjo onesnaženosti tal in vrtnin z izbranimi težkimi kovinami, s tem pa zagotoviti primerne pogoje za pridelavo varnih in kakovostnih vrtnin, sadja in poljščin.

3 METODOLOGIJA

3.1 Vzorčenje

Vzorčenje tal in izbranih vrtnin smo izvedli 07.09.2015. Kriterij za izbiro lokacije vzorčenja tal je bil, da se vsaj ena od izbranih vrtnin prideluje na izbrani njivi oziroma vrtu.

Vzorec tal smo odvzeli na globini obdelave tal 0 - 20 cm in v skladu s standardom SIST ISO 10381-5:2005. Za vzorčenje smo uporabili leseno lopatko. Povprečni vzorec tal smo odvzeli enakomerno po celotni površini njive (cca. 22 delnih vzorcev). Z lopato smo izkopal 25 cm globoko kvadratno jamo z eno navpično steno. Z leseno lopatko smo odstranili enakomerno plast tal na navpični steni in tako preprečili morebitno onesnaženje tal preko lopate. Z metrom smo izmerili globino 20 cm in si jo označili, pri tem smo pazili, da se meter ni dotaknil tal. Iz tako pripravljene stene smo nato odrezali od površine do globine 20 cm enakomerno debelo plast tal (Slika 1). Iz vzorca zemlje smo odstranili rastlinske ostanke, kamenje in druge primesi ter ga dali v čisto papirnato vrečko, ki smo jo predhodno označili. Vrečko s talnim vzorcem smo dostavili v akreditiran Centralni laboratorij, Kmetijskega inštituta Slovenije za analizo težkih kovin.



Slika 1: Primer odvzema enega delnega vzorca tal.

Izbor **vzorčenih vrtnin** smo naredili glede na sposobnost akumulacije težkih kovin v užitne dele vrtnin in glede na to katere vrtnine so bile v času vzorčenja na voljo. Iz skupine solatnic smo vzorčili **radič**, iz skupine plodovk **paradižnik** in iz skupine korenovk **korenje**.

Vrtnine smo vzorčili ročno oziroma smo jih odrezali s keramičnim nožem, ki smo ga predhodno očistili z deionizirano vodo. Pred vsakim vzorčenjem smo si očistili roke. Število vzorčenih vrtnin smo prilagodili velikosti njive/gredice. Mesto vzorčenja vrtnin smo razporedili enakomerno po celotni njivi/gredici. Ob tem smo se izogibali robu njive oziroma gredice. Vzorce vrtnin smo shranili v vrečke za živila in v hladilno torbo ter jih pripeljali v

akreditiran Centralni laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije. V vzorcih vrtnin smo določili vsebnost kadmija (Cd) in svinca (Pb).

3.2 Določitev vsebnosti težkih kovin v vzorcih

Vsebnost težkih kovin v **talnih vzorcih** je bila določena v akreditiranem Centralnem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije, razen vsebnost živega srebra, ki je bila določena na Inštitutu Jožefa Štefana. Talna vzorca smo homogenizirali, sušili, zdrobili in presejali, v skladu s SIST ISO 11464, 2006. V pripravljenih vzorcih smo po kislinskem razkroju z zlatotopko (ISO 11466:1995) določili vsebnosti cinka (Zn), kadmija (Cd), kroma (Cr), niklja (Ni), svinca (Pb) in arzena (As), v skladu z ISO 11047:1998 in v primeru določitve vsebnosti arzena v skladu z ISO 20280:2007. Vsebnost živega srebra smo določili po redukciji na detektorju. Podrobna analizna metoda določanja živega srebra v talnem vzorcu je opisana v prilogi 2.

Prav tako je bila vsebnost težkih kovin v **vrtninah** določena v akreditiranem Centralnem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije. Določili smo vsebnosti kadmija in svinca, saj zakonodaja (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006 in Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008; v nadaljevanju Uredba Komisije,...) le za ti dve težki kovini v vrtninah opredeljuje mejne vrednosti. Vsebnost kadmija (Cd) in svinca (Pb) smo določili v svežem vzorcu in v skladu z modificiranim standardom ISO 17294-2.

3.3 Skladiščenje vzorcev

Posušene vzorce, ki niso bili uporabljeni v laboratorijskih analizah, smo shranili v posebne posodice, jih primerno oštevilčili ter jih arhivirali za morebitne dodatne raziskave.

3.4 Obdelava podatkov

Rezultate vsebnosti težkih kovin v tleh njive smo preučili glede na zahteve Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS, št. 68/96), v nadaljevanju Uredba o mejnih,.... Omenjena uredba velja za celotno območje Republike Slovenije, stopnjo onesnaženosti tal s težkimi kovinami pa opredeljuje z naslednjimi tremi stopnjami:

- ✓ Mejna imisijska vrednost: je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri kateri se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi.
- ✓ Opozorilna imisijska vrednost: je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje.
- ✓ Kritična imisijska vrednost: je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, pri kateri zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje onesnažena tla niso primerna



Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.

za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode.

V spodnji preglednici 3 so navedene mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti težkih kovin v tleh, glede na Uredbo o mejnih,....

Preglednica 3: Mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti izbranih težkih kovin v tleh v mg/kg suhih tal (s.s.), ki so povzete po Uredbi o mejnih,....

Težka kovina	Pod mejno vrednostjo (mg/kg s.s.)	Mejna vrednost (mg/kg s.s.)	Opozorilna vrednost (mg/kg s.s.)	Kritična vrednost (mg/kg s.s.)
cink	< 200	200	300	720
kadmij	< 1	1	2	12
krom	< 100	100	150	380
nikelj	< 50	50	70	210
svinec	< 85	85	100	530
arzen	< 20	20	30	55
živo srebro	< 0,8	0,8	2	10

Analizne rezultate vsebnosti kadmija (Cd) in svınca (Pb) v izbranih vrtninah smo primerjali z zakonodajnimi mejnimi vrednostmi (preglednica 4), ki so opredeljene v Uredbi Komisije,.... V kolikor vsebnost težke kovine v vrtnini preseže zakonodajno mejno vrednost, velja sledeče: »za učinkovito varovanje javnega zdravja se proizvodi z onesnaževali, ki presegajo mejne vrednosti, ne smejo dati v promet kot taki ali pomešani z drugimi živili ali uporabljeni kot sestavina v drugih živilih.«

Preglednica 4: Mejne vrednosti kadmija (Cd) in svınca (Pb) v vrtninah (mg/kg sveže snovi) na podlagi Uredbe Komisije,...

Živilo	Mejna vrednost težke kovine (mg/kg sv.s.*)	
	Cd	Pb
Paradižnik	0,05	0,10
Korenje	0,10	0,10
Solata	0,20	0,30

*sv.s. – sveže snovi

4 REZULTATI

4.1 Obstoječe stanje in vzorčenje

4.1.1 Lokacija

Njiva OK 1 se nahaja na območju, kjer prevladujejo evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih nasutinah rek in rečnem vršaju (eTLA, 2015). Ocenjena površina njive je 1000 m². Lastnik njivo gnoji s hlevskim gnojem in dodaja organsko-mineralno gnojilo biogreno.

Njiva z oznako OK 2 pa se nahaja na območju, kjer prevladujejo evtrična rjava tla, na paleocenskem in krednem flišu (eTLA, 2015). Ocenjena površina njive je 900 m². Lastnik njivo gnoji s hlevskim gnojem.

Njiva OK 1 se nahaja v naselju Gorenje polje, njiva OK 2 pa v naselju Močila (Atlas okolja, 2015).

V neposredni bližini njive OK 2 se nahaja vodarna Salonit Anhovo. V bližini obeh njiv pa se še nahajajo industrija gradbenega materiala Salonit Anhovo, d.d., cesta in železnica.

4.1.2 Vzorčenje

Po ogledu obravnavanega območja smo ugotovili, da sta bili za **vzorčenje tal** najprimernejši dve njivi, ki smo ju označili z oznako OK 1 (slika 2) in OK 2 (slika 3). Medsebojno sta zračno oddaljeni približno 200 m. Skupno smo torej odvzeli dva talna vzorca.



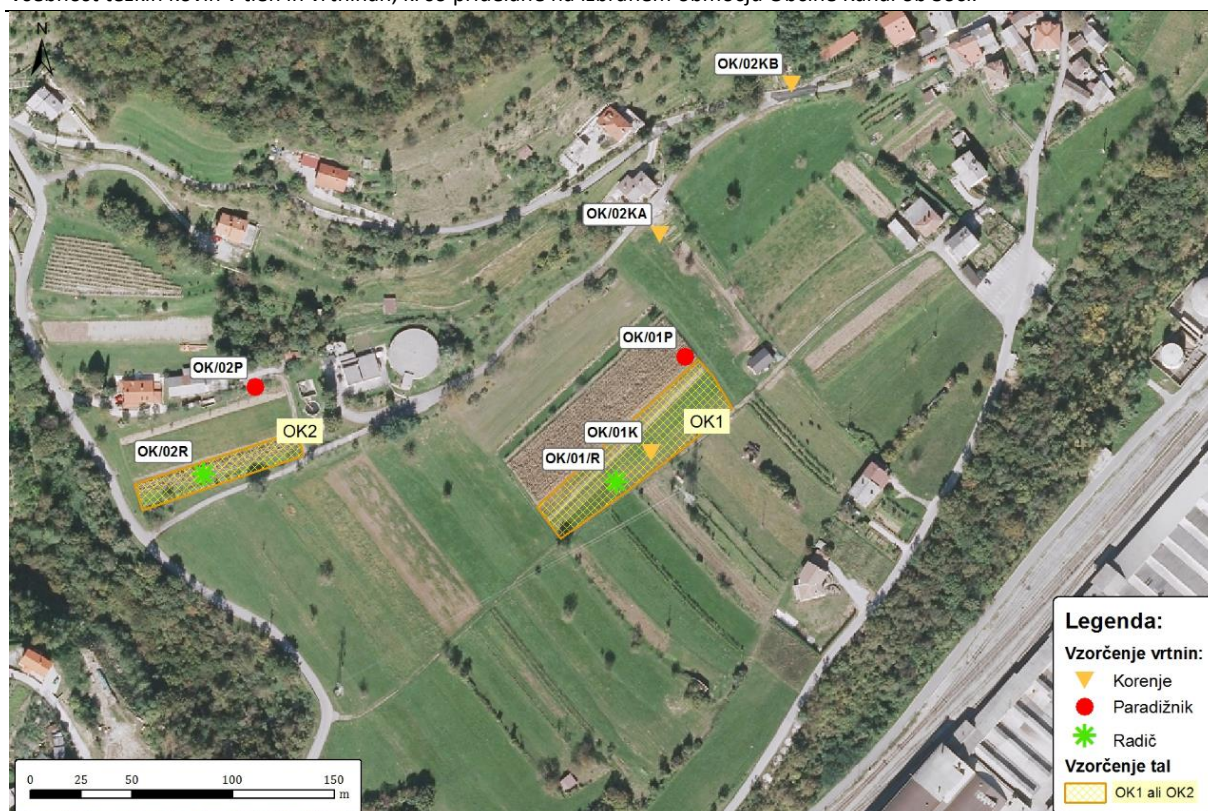
Slika 2: Njiva z oznako OK 1.



Slika 3: Njiva z oznako OK 2.

Na njivi z oznako OK 1 smo vzorčili radič (OK/01/R) in korenje (OK/01/K); na njivi z oznako OK 2 pa smo vzorčili radič (OK/02/R). Vzorca paradižnika (OK/01/P in OK/02/P) smo odvzeli v neposredni bližini vzorčenih njiv, en vzorec korenja pa smo vzeli iz dveh vrtov obravnavanega območja, ki smo ju združili. Skupno smo torej vzeli šest vzorcev vrtnin. Slika 4 prostorsko prikazuje lokacije vzorčenja tal in izbranih vrtnin.

Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.



Slika 4: Prostorski prikaz lokacij vzorčenja tal in izbranih vrtnin.

4.2 Rezultati kemijskih analiz vzorcev tal

Spodnja preglednica 5 prikazuje vsebnosti težkih kovin v dveh talnih vzorcih z oznako OK 1 in OK 2.

Preglednica 5: Vsebnosti težkih kovin v dveh talnih vzorcih z oznako OK 1 in OK 2, glede na zakonodajne mejne vrednosti, ki so opredeljene v Uredbi o mejnih,...

Težka kovina	Vsebnost TK (mg/kg s.s.) v talnem vzorcu		Zakonodajna vrednost (mg/kg s.s.)		
	OK 1	OK 2	Mejna	Opozorilna	Kritična
Zn	97,00	104,00	200	300	720
Cd	1,07	0,94	1	2	12
Cr	63,20	61,00	100	150	380
Ni	78,70	79,70	50	70	210
Pb	28,20	29,40	85	100	530
As	9,00	10,20	20	30	55
Hg	0,24	0,23	0,8	2	10

-presežena mejna vrednost
 -presežena opozorilna vrednost



4.2.1 Ugotovitve

Na podlagi analiznih rezultatov smo ugotovili, da:

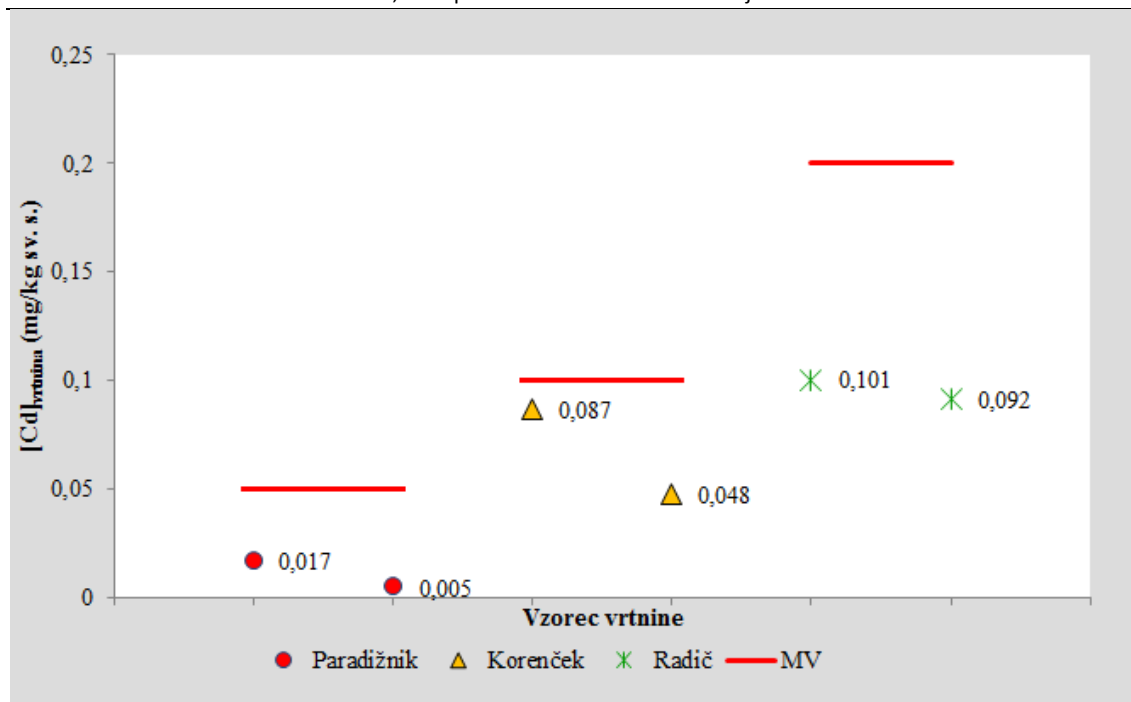
- ✓ vsebnost cinka (Zn), kroma (Cr) svinca (Pb), arzena (As) in živega srebra (Hg) v talnih vzorcih ne presega zakonodajne mejne vrednosti;
- ✓ je **vsebnost kadmija (Cd) v vzorcu OK 1** (1,07 mg/kg s.s.) **preseгла** zakonodajno mejno vrednost (1 mg/kg s.s.). Vsebnost Cd **v vzorcu OK 2** (0,97 mg/kg s.s.) pa je bila tik pod zakonodajno mejno vrednostjo. V kolikor **upoštevamo merilno negotovost** (+/- 15% relativno) **in načelo previdnosti** pa **tudi v tem primeru preseže** zakonodajno mejno vrednost. Glede na določila Uredbe o mejnih,... so torej **učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolje še sprejemljivi**.
- ✓ **vsebnost niklja (Ni) v obeh** talnih vzorcih (78,7 mg/kg s.s. in 79,7 mg/kg s.s.) **presega** tudi **opozorilno vrednost** (70 mg/kg s.s.). Ugotovljena presežena opozorilna vrednost niklja v tleh po določilu Uredbe o mejnih,... pomeni pri določenih vrstah rabe tal **verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje**.

4.3 Interpretacija rezultatov kemijskih analiz vzorcev vrtnin

Na podlagi analiznih rezultatov (priloga 3) smo zaključili, da vsebnost kadmija (Cd) in svinca (Pb) v vseh preiskovanih vzorcih vrtnin ni preseгла zakonodajne mejne vrednosti. Vsebnosti svinca v vrtninah so bile nizke, pod mejo kvantitativne določitve (< 0,02 mg/kg svežega vzorca) oziroma na meji kvantitativne določitve (0,02 mg/kg in 0,03 mg/kg svežega vzorca).

Velja opozoriti, da je **vsebnost kadmija v korenju z oznako OK/01 K** (0,087 mg/kg sv.s.), ki je bil pridelan na njivi z oznako OK 1 in v kateri je vsebnost Cd v tleh preseгла zakonodajno mejno vrednost, zelo **blizu zakonodajni mejni vrednosti** (0,10 mg/kg sv.s.) za korenje (slika 5). V kolikor **upoštevamo merilno negotovost** (+/- 20% relativno) **in načelo previdnosti** **vsebnost kadmija v korenju preseže zakonodajno mejno vrednost**, ki je določena v Uredbi Komisije,....

Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.



Slika 5: Vsebnost kadmija v izbranih vrtninah, glede na zakonodajno mejno vrednost (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006 in Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008).

5 POVZETEK UGOTOVITEV

Na podlagi analiznih rezultatov **vsebnosti težkih kovin v tleh** smo zaključili, da so bile vsebnosti težkih kovin v talnih vzorcih iz dveh njiv medsebojno primerljive. Vsebnosti cinka, kroma, svinca, arzena in živega srebra so bile pod zakonodajnimi mejnimi vrednostmi (Ur. l. RS, št. 68/96).

Zakonodajna mejna vrednost za kadmija je bila presežena v vzorcu tal, ki je bil odvzet na njivi z oznako OK 1 (1,07 mg/kg suhih tal). Pri upoštevanju merilne negotovosti (+/- 15% relativno) in načela previdnosti, pa je presežena zakonodajna mejna vrednost za kadmij tudi v vzorcu tal, ki je bil odvzet na njivi z oznako OK 2 (0,97 mg/kg suhih tal). Vsebnost niklja je presegla zakonodajno opozorilno vrednost v obeh talnih vzorcih (78,7 mg/kg s.s. in 79,7 mg/kg s.s.). Glede na to, da je **vsebnost niklja** v obeh talnih vzorcih presegla zakonodajno opozorilno vrednost, na vzorčenih njivah **obstaja verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje pri določenih vrstah rabe tal** (Ur. l. RS, št. 68/96).

Prav tako je vsebnost niklja v tleh, ki so jo določili v okviru Raziskav onesnaženosti tal Slovenije, leta 2008 v naselju Gorenja vas (preglednica 1), presegla opozorilno vrednost. Primerljive pa so tudi vsebnost kadmija v tleh med vsebnostmi, ki so bile določeni v okviru zgoraj omenjene raziskave tal, leta 2004 v naselju Deskle, z vsebnostmi kadmija v tleh, ki smo ju določili v okviru pričujoče raziskave.



Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.

Vsebnosti **kadmija in svinca v korenju, paradižniku in radiču** niso presegle mejne vrednosti, ki je določena v Uredbi Komisije,...

Ker je vsebnost kadmija na njivi z oznako OK 1 preseгла zakonodajno mejno vrednost za vsebnost kadmija v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96) je posledično tudi višja vsebnost kadmija v vzorčenem **korenju** (0,087 kg/mg sv.s.), ki se je približala zakonodajni mejni vrednosti (Uredba Komisije,...), pri **upoštevanju merilne negotovosti** (+/- 20% relativno) **in načela previdnosti, pa jo preseže**. S tem pa se glede na določila Uredbe komisije,... takšno korenje **ne sme dati v promet**.

Velja opozoriti, da se rezultati analiz nanašajo izključno na preskušene vzorce in da je za podajanje točnejših usmeritev, ukrepov in zaključkov potrebno dodatno vzorčenje tal in vrtnin na obravnavanem območju, saj je bila raziskava narejena na zelo majhnem številu vzorcev.

6 USMERITVE IN PREDLOGI

Glede na analize rezultate tal in vrtnin predlagamo sledeče usmeritve in ukrepe **za vzorčeni njivi**:

- ✓ ker je vsebnost niklja v tleh preseгла opozorilno vrednost so tla za vrtničkarstvo manj primerna. Pri določenih vrstah rabe tal obstaja verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje. Presodili smo, da na vzorčenih njivah lahko prilagodimo rabo tal tako, da pridelujemo vrtnine, ki imajo nizko oziroma zelo nizko akumulacijo težkih kovin v svoje užitne dele (npr. zelje, cvetača, grah, fižol, paradižnik, paprika, bučke, kumare; preglednica 2) oziroma vzorčeni njivi saniramo (npr. zamenjava zgornjega sloja tal);
- ✓ analiza vrtnin, ki imajo srednjo akumulacije težkih kovin v svoje užitne dele (npr. krompir, ohrovt, čebula, por, pesa; preglednica 2) . V kolikor so vsebnosti povišane priporočamo, da se njihova pridelava opusti. Ker za vsebnost niklja v vrtninah ni predpisane zakonodajne mejne vrednosti (Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006, 2006 in Uredba Komisije (ES) št. 629/2008, 2008), vsebnosti lahko primerjamo s podatki iz literature;
- ✓ spremljanje onesnaženosti tal glede vsebnosti težkih kovin (vsaj glede vsebnosti kadmija in niklja) in vsebnosti težkih kovin v vrtninah.



7 VIRI IN LITERATURA

Atlas okolja. 2015. Agencija Republike Slovenije za okolje.

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (oktober, 2015).

eTLA. 2015. Kmetijski inštitut Slovenije. [http://kis.si/KIS-](http://kis.si/KIS-WebGIS/#config=eTLA_JAVNI.xml&map_x=490227&map_y=105153.9&map_sc=914285)

[WebGIS/#config=eTLA_JAVNI.xml&map_x=490227&map_y=105153.9&map_sc=914285](http://kis.si/KIS-WebGIS/#config=eTLA_JAVNI.xml&map_x=490227&map_y=105153.9&map_sc=914285)

(oktober, 2015).

Kloke A., Sauerbeck D. R., Vetter H. 1984. The contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains. V: Changing metal cycles and human health. Nriagu J.O. (ed.). Dahlem Konferenzen, Berlin, Springer- Verlag: 113–141.

Uredba komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih. Ur.l. EU. L.364/5.

Uredba komisije (ES) št. 629/2008 o spremembi Uredbe Komisije (ES) št. 1881/2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih. Ur.l. EU. L. 173/6.

Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96).

Vahtar M., Rusjan M., Zdešar M. 2010. Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt občine Kanal ob Soči. Domžale. Inštitut za celostni razvoj in okolje: str.100.

Vrhovnik I., Bolčič J., Škvarč A., Valantič Širok T. 2014. Pridelovalni program na območju Gorenje polje – Občina Kanal ob Soči. Koper. Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica: str 2.



8 PRILOGE

Priloga 1: Analizni rezultati o vsebnosti težkih kovin v talnem vzorcu.



Kmetijski inštitut Slovenije

Agricultural Institute of Slovenia

Hacquetova ulica 17, SI-1000 Ljubljana

Slovenija/Slovenia

T +386 (0)1 280 52 62 | F +386 (0)1 280 52 55 | E info@kis.si

www.kis.si

KIS

OKENV

dr. Borut Vrščaj

Ljubljana, 8.10.2015

Poročilo o preskusu št.: 3414-3415/2015

Vzorec: zemlja OK 1, OK 2
Analitska številka: 15-3414; 15-3415
Datum prejema vzorca: 26.8.2015
Datum izvajanja preskusa: od 27.8.2015 do 22.9.2015

REZULTATI ANALIZE:

Parameter	Enota	15-3414 Vzorec 1 OK	15-3415 Vzorec 2 OK	Mejna vrednost (¹)	Referenca
Cink-Zn	mg/kg s.s.	97	104	200	ISO 11047:1998
Kadmij-Cd	mg/kg s.s.	1,07	0,97	1	ISO 11047:1998
Krom-Cr	mg/kg s.s.	63,2	61,0	100	ISO 11047:1998
Nikelj-Ni	mg/kg s.s.	78,7	79,7	50	ISO 11047:1998
Svinec-Pb	mg/kg s.s.	28,2	29,4	85	ISO 11047:1998
Arzen-As	mg/kg s.s.	9,0	10,2	20	ISO 20280:2007

(¹) Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh – Ur.list RS 68/1996.

Odgovorni analitik:


mag. Vida Žnidaršič Pongrac, univ.dipl.kem.



Rezultati analize se nanašajo izključno na preskušane vzorce.

To poročilo se brez pisnega pristanka preskusnega laboratorija ne sme reproducirati, razen v celoti.

**Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija**

Odsek za znanosti o okolju (O-2)

1001 Ljubljana, Jamova cesta 39 /p.p.3000/ Tel.:+386 1 5885450 / Fax.:+386 1 5885346

**ANALIZNO POROČILO št. 021-46-/15Hg**

odjemalec	Občina Kanal ob Soči
naslov	Trg svobode 23
kontaktna oseba	Matejka Maver Pregelj
opravljena storitev	Meritve Hg v vzorcih tal

naročilnica / pogodba	0264/2015 (Naročilo št.: JNMV-0305/2015-S-NAR)
vzorci dostavil	Kmetijski Inštitut Slovenije
datum prejema vzorca	23.9.2015
vzorci prevzel	Vesna Fajon
opis vzorcev	Liofilizirani in homogenizirani vzorci tal

UPORABLJENA ANALIZNA METODA**Kratek opis analizne metode:**

Približno 0,2g vzorca smo odtehtali v 50 mL merilne bučke, dodali 2 mL mešanice HNO₃/HClO₄ (1:1) in 5 ml H₂SO₄. Odprte bučke smo segrevali 20 min na 240 °C. Po ohlajanju smo vzorce razredčili z Milli-Q vodo do oznake 50 mL. Alikvot vzorca smo prenesli v redukcijsko celico napolnjeno s kislom raztopino SnCl₂, ki reducira Hg²⁺ v Hg⁰, ter ga prepihovali z zrakom, dokler ni bilo doseženo ravnotežno stanje živosrebrih par. Pare medtem potujejo skozi nevtralizacijsko celico, kjer je približno 5 mL 10 % NaOH, ter skozi kondenzacijsko celico. Po redukciji sledi faza merjenja skupnega živega srebra na detektorju (AAS HP- Automatic Mercury Analyzer Model Hg-201, Sanso Seisakusho Co., LTD)

Pravilnost določanja celotnega Hg smo preverili z analizo materiala ERM-CC-141 Sewage sludge. Rezultate prikazuje Tabela 1.

Tabela 1: Koncentracija Hg v vzorcu materiala ERM-CC-141.

Element	Pričakovana vrednost (ng g ⁻¹)	Izmerjena vrednost (ng g ⁻¹)
Hg	83 ± 17	79 ± 5

Rezultati iz Tabela 1 kažejo dobro ujemanje med izmerjeno in certificirano vrednostjo referenčnega materiala, kar potrjuje pravilnost analiznega postopka.



Vsebnost težkih kovin v tleh in vrtninah, ki so pridelane na izbranem območju Občine Kanal ob Soči.

ANALIZNI REZULTATI

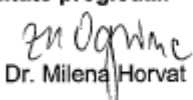
oznaka vzorca	laboratorijska oznaka vzorca	Hg ng/g	datum izvedbe analize
15/3414	46/15Hg 1	238 ± 8	29.9.2015
15/3415	46/15Hg 2	230 ± 15	29.9.2015

OPOMBE:

Analizo opravil:

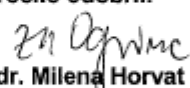

Vesna Fajon

Rezultate pregledal:


Prof. Dr. Milena Horvat

Datum izdaje:

Poročilo odobril:


prof. dr. Milena Horvat

Vodja Odseka za znanosti o okolju

Priloga 3: Analizni rezultati o vsebnosti težkih kovin v izbranih vrtninah.

KIS
OKENV
dr. Borut Vrščaj

Ljubljana, 8.10.2015

Poročilo o preskusu št.: 3388-3393/2015

Vzorci: **Korenje, paradižnik, radič**
Analitske številke: **15-3388 do 15-3393**
Datum prejema vzorcev: **9.9.2015**
Datum izvajanja preskusa: **od 22.9.2015 do 7.10.2015**

REZULTATI ANALIZE:

		Rezultat Kadmij-Cd	LOQ	Mejna vrednost ⁽¹⁾	Svinec-Pb	LOQ	Mejna vrednost ⁽¹⁾
		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
3388/2015	KorenjeTRG15 - OK/01 K	0,087	0,001	0,10	0,02	0,02	0,10
3389/2015	KorenjeTRG15 - OK/02 K	0,048	0,001	0,10	<0,02	0,02	0,10
3390/2015	ParadižnikTRG15 - OK/01 P	0,017	0,001	0,050	<0,02	0,02	0,10
3391/2015	ParadižnikTRG15 - OK/02 P	0,005	0,001	0,050	<0,02	0,02	0,10
3392/2015	RadičTRG15 - OK/01 R	0,101	0,001	0,20	0,03	0,02	0,30
3393/2015	RadičTRG15 - OK/02 R	0,092	0,001	0,20	<0,02	0,02	0,30

LOQ - meja kvantitativne določitve

⁽¹⁾ Uredba EC št. 1881/2006 in kasnejše dopolnitve

Rezultati, meja kvantitativne določitve (LOQ) ter mejna vrednosti se nanašajo na svež vzorec.

Odgovorni analitik:


mag. Vida Žnidaršič Pongrac, univ. dipl. kem.



Rezultati analize se nanašajo izključno na preskušane vzorce.
To poročilo se brez pisnega pristanka preskusnega laboratorija ne sme reproducirati, razen v celoti.