

RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE V LETU 2006

Ljubljana, december 2007

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

504.5:502.521(497.4)“2006”

ZUPAN, Marko, 1962–

Raziskave onesnaženosti tal Slovenije v letu 2006 / [avtorji
Marko Zupan, Helena Grčman in Franc Lobnik ; izdelava kart in
grafikonov Irena Tič in Marjan Šinkovec]. – Ljubljana : Agencija RS za
okolje, 2007

ISBN 978–961–6024–41–9

1. Gl. stv. nasl. 2. Grčman, Helena 3. Lobnik, Franc, 1942–
238208256

VSEBINA

PREDGOVOR	4
TLA	8
ZAKONODAJA S PODROČJA ONESNAŽENOSTI TAL V REPUBLIKI SLOVENIJI IN EVROPSKI UNIJI	10
V Sloveniji	10
V Evropski uniji	11
METODOLOGIJA PROJEKTA RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL V SLOVENIJI (ROTS)	12
Sistematično vzorčenje	12
Analizne metode in parametri	15
Način in globina vzorčenja	16
Čas vzorčenja	16
Prostorsko vmeščanje vzorčnega mesta	16
REZULTATI RAZISKAV ONESNAŽENOSTI TAL V LETU 2006	18
Vzorčne lokacije v letu 2006	18
Talne lastnosti	19
Anorganske nevarne snovi v tleh	22
Organske nevarne snovi v tleh	30
DOSTOPNOST PODATKOV	36
Štiristranski standardizirani izpis za posamezno vzorčno lokacijo	36
Komentar lastnosti in kakovosti tal na posamezni lokaciji	41
LITERATURA	46

PREDGOVOR

Knjižica, ki je nastala na Agenciji RS za okolje v sodelovanju s Centrom za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti, podaja povzetek sistematičnih raziskav onesnaženosti tal Slovenije v letu 2006.

Na Agenciji RS za okolje opravljamo strokovne, analitične in regulatorne oziroma upravne naloge s področja okolja na nacionalni ravni. Cilji našega poslanstva so uresničevanje zahtev varstva okolja, ohranjanje naravnih virov in biotske raznovrstnosti, zagotavljanje trajnostnega razvoja države, spremljanje, analiziranje in napovedovanje naravnih pojavov v okolju ter zmanjševanje naravne ogroženosti ljudi in njihovega premoženja.

V okviru navedenih nalog poteka tudi projekt Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji, ki se je pričel leta 1999, ko so bile tovrstne raziskave opredeljene v prvem Nacionalnem programu varstva okolja. Program je postavil cilje, smernice in strategijo za varstvo okolja in rabo naravnih virov. V programu so bile predvidene tudi meritve onesnaženosti tal, oziroma posnetek stanja na lokacijah koordinatne mreže z resolucijo 2 km oziroma 4 km nad 600 m nadmorske višine.

V letu 2006 je bila sprejeta Resolucija Nacionalnega programa varstva okolja, v kateri sta za obdobje 2005-2012 za področje varovanja tal zapisana dva pomembna cilja: do leta 2008 zaključiti s prvim pregledom stanja onesnaženosti tal v Sloveniji in na državnem nivoju vzpostaviti trajno spremljanje kakovosti tal (monitoring).

Z nalogo Raziskave onesnaženosti tal Slovenije bomo na podlagi opredeljenega koncepta in v okviru enotne, mednarodno primerljive metodologije, pridobili podatke o stanju onesnaženosti tal v Sloveniji na izbranih lokacijah. Naloga pomeni tudi dodaten korak k vzpostavitvi monitoringa kakovosti tal v Sloveniji ter talnega informacijskega sistema, kot to opredeljuje Zakon o varstvu okolja. Podatki bodo služili tudi pri odločanju v upravnih postopkih glede vnosa nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, kot to opredeljuje zakonodaja na tem področju.

Monitoring kakovosti tal bo potekal tudi v skladu z zakonodajo Evropske skupnosti, ki je za področje tal še v pripravi (Van Camp in sod., 2004). Večina držav članic veliko pričakuje od Tematske strategije za varstvo tal ter predloga Direktive o določitvi okvira za varstvo tal in spremembi Direktive 2004/35/ES, saj je kakovost tal velikega pomena za kakovost podzemne vode, za proizvodnjo živil in nenazadnje tudi za ohranjanje biotske raznovrstnosti.

V naši državi je podzemna voda glavni vir pitne vode, ki oskrbuje več kot 95 % prebivalstva. Strategija varovanja tal ima tako poseben pomen tako z vidika varovanja vodnih virov, pridelave zdravstveno neoporečne hrane kakor tudi varovanja zraka in s tem zagotavljanja neoporečnega bivalnega okolja. Glede na to je nadaljevanje naloge Raziskave onesnaženosti tal Slovenije in vzpostavitev monitoringa tal ena od pomembnejših nalog za Slovenijo.

dr. Silvo Žlebir
generalni direktor
Agencija RS za okolje

PREDGOVOR

Onesnaženje tal je v nasprotju z onesnaženjem zraka in vode običajno človeku nevidna grožnja. Na videz popolnoma zdrava tla v agro-ekosistemi, kjer gojimo rastline za posredno ali neposredno prehrano človeka, in v urbanem okolju, v parkih, na igriščih ob vrtcih in šolah, lahko predstavljajo grožnjo za zdravje ljudi. Povečane vsebnosti nevarnih snovi v tleh se praviloma odražajo tudi v rastlinah in podtalnici. Pomembno je vedeti, da povečani vsebnosti nevarnih snovi v rastlinah ne spremljajo vedno fitotoksična znamenja oziroma propad rastlin.

Količine enkratnih vnosov nevarnih snovi iz tal v človekov organizem so običajno majhne, zato so akutni primeri zastrupitve odraslega človeka neposredno zaradi onesnaženih tal zelo redki; ne smemo pa zanemariti možnosti kroničnega zastrupljanja kot dejavnika tveganja za človekovo zdravje.

Dosedanje sistematične raziskave kažejo, da tla v Sloveniji, razen nekaterih izjem, niso močno onesnažena. Večja onesnaženost tal s težkimi kovinami je posledica predvsem rudniško toplotniške dejavnosti, prispevajo pa tudi industrija in promet. Na intenzivnih kmetijskih območjih najdemo ostanke fitofarmacevtskih sredstev in njihovih razgradnih produktov, ki se tako kot nitrati lahko spirajo skozi tla in onesnažijo podtalnico.

S sistematičnim vzorčenjem v koordinatni mreži z različno gostoto odkrijemo predvsem razpršeno onesnaževanje, medtem ko lahko posamezne močno onesnažene lokacije, ki so predvsem posledica nelegalnih izpustov in odlaganj odpadkov ter nesreč, ostanejo skrite. Kljub temu je sistematično prostorsko in časovno sledenje kakovosti tal (monitoring) pomembno za vsako državo, saj daje objektivno oceno o kakovosti tal in omogoča časovno spremljanje trendov onesnaževanja. Arhiv vzorcev omogoča ponovno analizo in primerjavo rezultatov tudi za tiste elemente in spojine, ki jih danes še ne merimo oziroma jih bomo začeli spremljati šele jutri.

Publikacija pred vami je namenjena informiranju laične in strokovne javnosti o poteku projekta ROTS (Raziskave Onesnaženosti Tal Slovenije) in predstavitvi najpomembnejših rezultatov onesnaženosti tal v letu 2006. Rezultati meritev so statistično obdelani, prikazani so predvsem grafično; izbranih je pet primerov tematskih kart onesnaženosti tal Slovenije in primer standardiziranega izpisa vseh podatkov za eno lokacijo.

Celotno poročilo o rezultatih projekta ROTS za leto 2006, z vsemi tematskimi kartami in standardnimi izpisi, je na voljo na spletnih straneh financerja in izvajalca.

mag. Marko Zupan
vodja projekta ROTS
Center za pedologijo in varstvo okolja
Biotehniška fakulteta

TLA

Tla so površinski del litosfere. Nastala so s preperevanjem kamninske osnove in nastajanjem humusa ob razgradnji organskih ostankov v tleh. Zaradi počasnega nastajanja uvrščamo tla med neobnovljive naravne vire. V spodnjih plasteh tal prevladujejo mineralne komponente, ki v geokemični sestavi odražajo izvirno kamninsko osnovo. V zgornjih plasteh je mineralni osnovi primešana organska snov, ki daje tlu temnejšo barvo.

Po geokemični sestavi je zgornja plast tal ponavadi različna od spodnje. Vsebnosti elementov, katerih izvor je kamnina, so nekoliko nižje, zaradi razredčitvenega vpliva organske snovi. Vsebnosti elementov in spojin, ki izvirajo iz organske snovi tal pa so v zgornji plasti večje kot v spodnji. Tudi koncentracije snovi, ki so v tleh kot posledica imisij (vnosa na površino tal), so ponavadi večje v zgornjih plasteh. Izjema so nekatere zelo mobilne snovi (spojine), ki se skozi talni profil sorazmerno hitro spirajo.

Med mineralnimi delci in organsko snovjo tal, ki ju s skupnim imenom lahko poimenujemo tudi trdni del tal, je sistem por, v katerih se nahajata zrak in voda – talna raztopina. Prav takšna sestava tal omogoča rodovitnost tal in posledično razvoj kmetijstva, ki je v zgodovini človeštva omogočil razvoj civilizacij. Danes je kmetijstvo le ena od številnih gospodarskih panog in človekovih dejavnosti, ki so povezane s tlemi.

Tla omogočajo prostorski razvoj in so naravna in kulturna dediščina vsakega naroda. Razvoj industrije, prometa in širitev mest tekmujejo s kmetijstvom za iste površine in lahko predstavljajo tudi izvor potencialno nevarnih snovi v tleh, ki lahko ogrožajo kakovost tal (Grčman in sod., 2004).

Nekatere snovi, ki so v tleh bodisi geogenega izvora, bodisi kot posledica človekove dejavnosti, so lahko potencialno nevarne za človeka. V človeški organizem vstopajo neposredno z vdihavanjem in uživanjem prašnih delcev in posredno preko prehranjevalne verige oziroma pitne vode.

Veliko držav sistematično spremlja časovno spreminjanje potencialno nevarnih snovi v tleh. Take raziskave imenujemo monitoring. V Sloveniji je monitoring naravnih virov (zraka, vode, tal) in biotske raznovrstnosti predpisan z Zakonom o varstvu okolja (Ur. l. RS, 32/93, ki sta ga nasledila 41/04 in 39/06). Operativni cilji varstva okolja med katerimi so tudi raziskave onesnaženosti tal in uvedba monitoringa tal so opredeljene v nacionalnem programu varstva okolja (NPVO, Ur.l.RS, 83/99; ReNPVO, Ur. l. RS, 2/06).



Slika 1: Tla so tanek površinski del listosfere – ‘koža’ Zemlje.

ZAKONODAJA S PODROČJA ONESNAŽENOSTI TAL V REPUBLIKI SLOVENIJI IN EVROPSKI UNIJI

V Sloveniji

Na novi zakonodajni osnovi je vlada RS sprejela Zakon o varstvu okolja (ZVO; Ur. l. RS, 32/93, ki sta ga nasledila Ur. l. RS, 41/04 in 39/06), ki vsebuje splošne ukrepe in osnovne metode varstva okolja in rabe naravnih virov. Po zakonu o varstvu okolja (ZVO) je Slovenija dolžna izvajati spremljanje stanja okolja, kar je opredeljeno v 96. členu – monitoring okolja:

- (1) V državi se izvaja monitoring naravnih pojavov, stanja okolja in onesnaževanja okolja.
- (2) Monitoring naravnih pojavov obsega spremljanje in nadzorovanje meteoroloških, hidroloških, erozijskih, geoloških, seizmoloških, radioloških in drugih geofizikalnih pojavov.
- (3) Monitoring stanja okolja obsega spremljanje in nadzorovanje kakovosti tal, voda in zraka ter biotske raznovrstnosti.
- (4) Monitoring onesnaževanja okolja obsega spremljanje in nadzorovanje emisij v tla, vode in zrak.

Na osnovi ZVO so bili sprejeti različni podzakonski akti in programi s področja varstva tal (v poglavju Literatura niso ponovno navedeni):

- Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Ur.l. RS, 84/05), ki je nadomestila Uredbo o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, 68/96);
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96);
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, 55/97);
- Pravilnik o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. L. RS, 3/03, 44/03);
- Nacionalni program varstva okolja (Program ukrepov na področju varstva tal) (NPVO, Ur. l. RS, 83/99);

- Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja 2005 - 2012 (ReNPVO, Ur. l. RS, 2/06).

Na osnovi Zakona o gozdovih (Ur.l. RS, 30/93 in 13/98) sta bila pripravljena pravilnika, ki opredelujeta popis stanja tal v gozdu:

- Pravilnik o varstvu gozdov (Ur. L. RS št. 92/00; Priloga PVG-VIII/2: Popis stanja gozdnih tal) in
- Pravilnik o spremembah in dopolnitvah Pravilnika o varstvu gozdov (Ur. L. RS. št. 56/2006 s prilogami).

V Evropski uniji

Poleg nacionalne zakonodaje so za Slovenijo pomembni in obvezujoči tudi dokumenti in zakonodaja sprejeta na ravni EU. Navajamo samo najpomembnejše v povezavi z onesnaženostjo tal (v poglavju Literatura niso ponovno navedeni):

- Tematska strategija za varstvo tal »Thematic Strategy for Soil Protection« ([SEC(2006)620] [SEC(2006)1165]/COM(2006)231/, 22.9.2006); obvestilo in presoja vpliva;
- Predlog o določitvi okvira za varstvo tal in spremembi Direktive 2004/35/ES »Proposal for establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC« (COM(2006)232, 22.9.2006);
- Direktiva 96/61/ES o celovitem preprečevanju in nadzorovanju onesnaževanja »Directive 96/61/EC concerning integrated pollution prevention and control« (OJ L 257, 10.10.1996);
- Direktiva 2004/35/ES o okoljski odgovornosti v zvezi s preprečevanjem in sanacijo okoljske škode »Directive 2004/35/ES on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage« (OJ L 143/56, 30.4.2004);
- Direktiva 86/278/EEC o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu »Directive 86/278/EEC on the protection of the environment, and in particular of the soil, when sewage sludge is used in agriculture« (OJ L 181, 4.7.1986);
- Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike »Directive 2000/60/EC of establishing a framework for Community action in the field of water policy« (OJ L 327/1, 22.12.2000).

METODOLOGIJA PROJEKTA RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL V SLOVENIJI (ROTS)

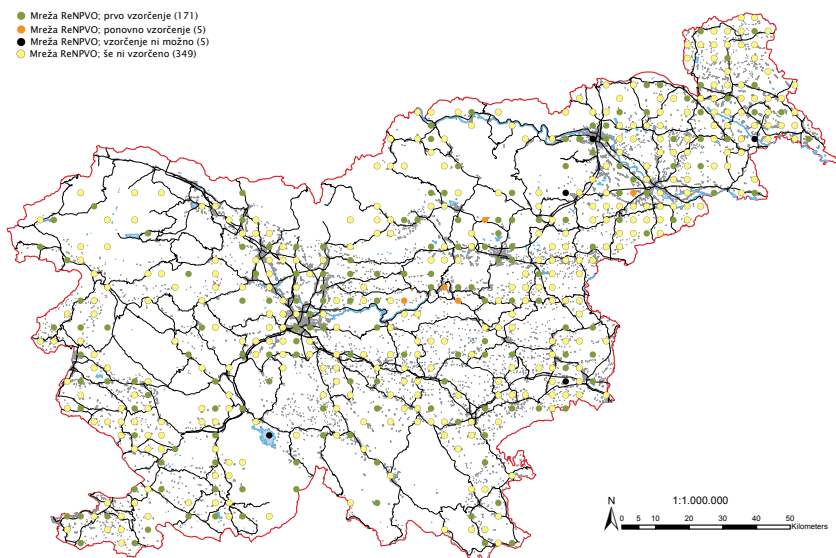
Metodologija projekta Raziskave onesnaženosti tal Slovenije (ROTS) je sinteza tujih in domačih izkušenj, pridobljenih v projektu Tematska karta onesnaženosti zemljišč celjske občine (Lobnik in sod., 1989) in pri sodelovanju v delovni skupini za varstvo tal v okviru dežel alpskega in jadranskega prostora (Arbeitsgruppe Bodenschutz, Arbeitsgemeinschaften Alpen-Adria: Blum in sod., 1986, Bodenschutzprogramm), v kateri smo aktivno sodelovali v obdobju 1987 - 1996. Predstavljena je bila na strokovnih in znanstvenih srečanjih (Lobnik in sod., 1994, Zupan in sod., 2002). Na osnovi zakona o varstvu okolja (Ur.l.RS 32/93) sta bili sprejeti Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla in Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96). Skupaj s pravilnikom o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, 55/97), sta omogočili zasnovo metodologije raziskav onesnaženosti tal in pravilnika o imisijskem monitoringu kakovosti tal (Lobnik in sod., 2002). Celoten koncept projekta ROTs vključno z izvedbo vzorčenja, opisom tehnike odvzema in priprave združenih vzorcev na terenu, pripravo in analizo vzorcev v laboratorijih, vrednotenjem rezultatov, izgradnjo podatkovne baze in oblike poročila, je opisan v prvem projektu ROTs, ki se je izvajal v letih 1999/2000 (Zupan in sod., 2000). S projektom ROTs se pridobivajo podatki za podatkovni sloj onesnaženost tal (OT), ki je, poleg digitalne pedološke karte, eden od osnovnih slojev Infrastrukturnega centra za talni informacijski sistem (ICTIS), ki je del Mreže raziskovalnih infrastrukturnih centrov Univerze v Ljubljani (MRIC UL).

Sistematično vzorčenje

Raziskave onesnaženosti tal v Sloveniji potekajo tako kot v večini evropskih držav s sistematičnim vzorčenjem v koordinatni mreži z različno gostoto. V programu ReNPVO (Ur.l.RS 02/06) je v splošnem gostota vzorčnih lokacij 8 x 8 km, na ne-gozdnih površinah pod 600 m nadmorske višine pa 4 x 4 km, kar pomeni 525

lokacij za celotno ozemlje R Slovenije. V prvotnem programu NPVO (Ur.l.RS 83/99) je bila predvidena osnovna mreža vzorčnih lokacij 2 x 2 km oziroma 4 x 4 km nad 600 m, kar je pomenilo 2689 lokacij za celotno ozemlje R Slovenije. Gostejša mreža je bila uporabljena v letih 1989 – 1999 in se v bodoče lahko uporablja za sistematične raziskave onesnaženih območij in okoljsko ranljivih predelov regij. V NPVO je bila postavljena metodologija vzorčenja (združeni vzorci) in priprave vzorcev tal ter uvedba enotne kode vzorčne lokacije v mreži 1 x 1 km, kar je zelo pomembno pri uvedbi enotne podatkovne zbirke o kakovosti tal Slovenije.

V letu 2006 so bili talni vzorci odvzeti na 25 lokacijah razpršeno po celotnem ozemlju R Slovenije. Razpršeno vzorčenje smo izvedli že v projektih ROTS 2004 in 2005, medtem ko smo v predhodnjih raziskavah onesnaženosti tal izbirali okoljsko bolj obremenjena območja (Zasavje, Jesenice, Ljubljana). Do decembra 2007 so bile zaključene raziskave (vzorčenje, meritve in komentar) za 301 od predvidenih 2689 lokacij akcijskega programa varstva okolja NPVO (11,2%) oziroma za 171 od predvidenih 525 lokacij ReNPVO (32,6%) (Slika 2).



Slika 2: Vzorčne lokacije predvidene v programu ReNPVO

Slika 3: Obrazec za vpis lokacije odvzemnega mesta

Strategija vzorčenja in koncept programa raziskav onesnaženosti zagotavljata:

- reprezentativnost in objektivnost vzorčenja,
- ponovljivost vzorčnega postopka,
- primeren način transporta in hrambe vzorcev;
- ponovljivost laboratorijskih postopkov.

V ICTIS je vzpostavljen sistem za izpis protokola (obrazca) za vzorčenje za vsako vnaprej izbrano lokacijo, pri čemer se uporabijo tudi podatki različnih javno dostopnih geokodiranih informacij (GURS). Na obrazcu se izpišejo vsi potrebni podatki, ki omogočajo lažje delo na terenu (določitev lokacije, hitro in učinkovito izpolnjevanje obrazca in podobno): podatki o talnem tipu (pedosistemska enota) oziroma pedokartografski enoti, geografski položaj točke na izrezu TK25 ali DOF, naklon, ekspozicija, koordinate, nadmorska višina,... (Slika 3). Za vse izbrane vzorčne lokacije se poleg obrazcev pripravijo tudi kompleti nalepk za označevanje vzorcev na terenu in v laboratoriju ter topografske karte v merilu 1:25000.

Analizne metode in parametri

Parametri, ki se analizirajo, so: osnovni pedološki parametri (konsistenca, struktura, tekstura, pH, vsebnost organske snovi, makrohranila,...), organske nevarne snovi (55 snovi vključno s PAH-i, PCB-i, kloriranimi ogljikovodiki, aromatskimi spojinami in drugo) ter anorganske nevarne snovi (14 kovin in skupne fluoride). Pripravo talnih vzorcev (homogenizacija, ekstrakcije, razklopi) in meritve izvajajo pooblaščen ali akreditirani laboratoriji na osnovi veljavnih predpisov (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, 68/96), Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, 55/97) ter standardov (mednarodna organizacija za standarde ISO in Slovenski inštitut za standardizacijo SIST/ISO) oziroma v projektu ROTS validiranih internih metod. Analizni laboratoriji uporabljajo standardne postopke za zagotavljanje kakovosti meritev (referenčni materiali, dvojni vzorci, razdeljeni vzorci, itd.). Vzorce trajno hranimo v arhivu talnih vzorcev.

Način in globina vzorčenja

Metoda vzorčenja združuje postopke točkovnega vzorčenja (odvzem vzorcev iz talnih slojev/horizontov po globini) in povprečnega ploskovnega vzorčenja (Slika 6). Združeni vzorci so odvzeti iz šestih odzemnih mest v krogu premera 50 - 100 m pri čemer je središče kroga presečišče koordinat izbrane vzorčne lokacije/točke (Slika 4); vzorčimo v dveh oziroma treh globinah, odvisno od rabe tal (Preglednica 1).

Preglednica 1: Globine vzorčenja glede na rabo tal in oznaka odvzetih slojev

Travinje in druge zelene površine		Gozd		Njiva	
globina	oznaka sloja	globina	oznaka sloja	globina	oznaka sloja
0 - 5 cm	A	0 - 5 cm	A	0 - 20 cm	D
5 - 20 cm	B	5 - 20 cm	B	20 - 30 cm	C
20 - 30 cm	C	20 - 30 cm	C		

Čas vzorčenja

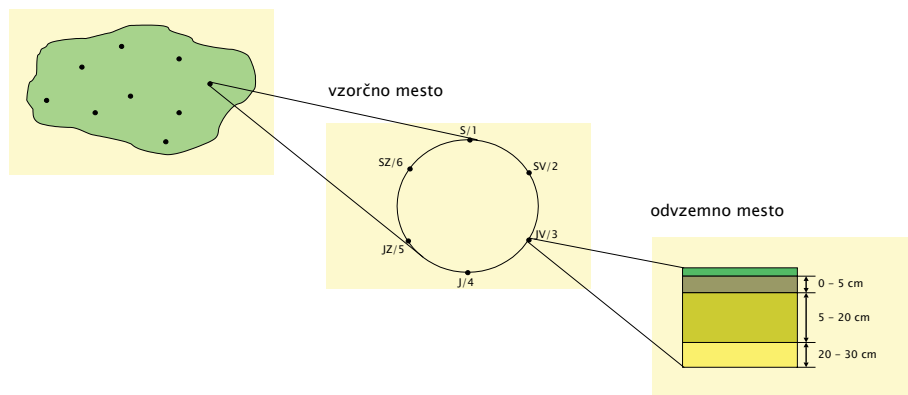
Vzorčenje za projekt ROTS opravimo vsako leto v istem letnem času. Za vzorčenje v projektu ROTS je izbrano obdobje september – november.

Prostorsko vmeščanje vzorčnega mesta

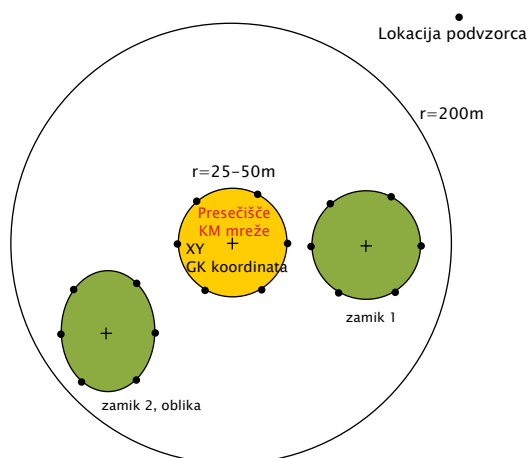
Za prostorsko vmeščanje vzorčnega mesta uporabljamo topografske karte 1:25000 oziroma ortofoto posnetke v kombinaciji s GPS napravo. Premer kroga odvzemnih mest prilagodimo tako ($r = 25-50$ m), da zajamemo območje homogene rabe tal, pri tem lahko delno spremenimo lik kroga v bolj ali manj elipsoidno obliko. Pomembno je, da zagotovimo 6 odzemnih mest na območju iste rabe tal (sliki 4 in 5).

V kolikor zaradi različnih ovir (voda, stavba, tlakovano, infrastrukturni objekt, skalovitost, jarek, ...) in vzrokov (pestra raba tal, meja med dvema ali več vrstami rabe tal, ...) ni možno ali ni smotno vzorčiti na presečišču koordinat izbrane lokacije, središčno točko vzorčenja zamaknemo za največ 200 m od središča (Slika 5). Pri tem upoštevamo sledečo prioriteto določitve vzorčenja: trajni nasadi z orano/rigolano vrhno plastjo > njive > travniki, pašniki > vrtovi > gozd.

izbrane lokacije



Slika 4: Opredelitev vzorčenja tal v projektu ROTS: izbrane lokacije/točke iz preliminarne mreže ReNPVO, vzorčno mesto in mesto odvzema vzorcev tal



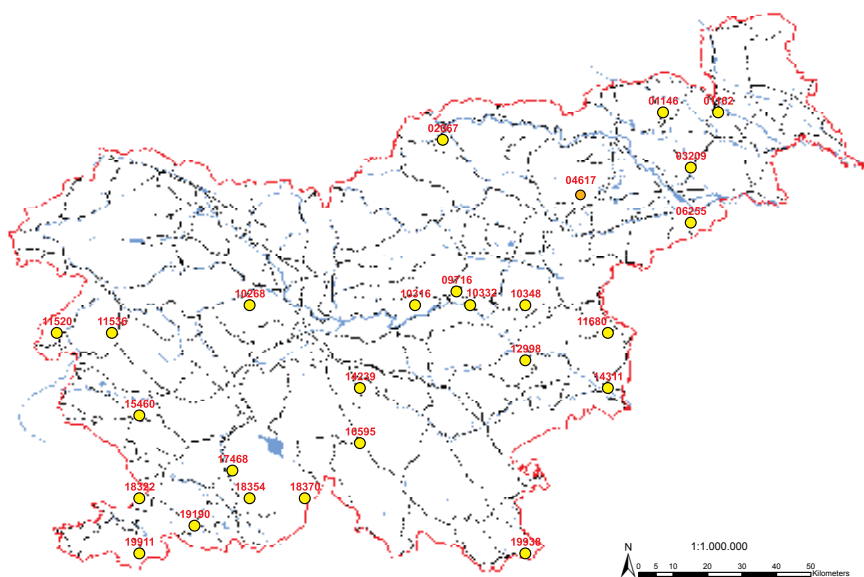
Slika 5: Zamik vzorčnega mesta je dovoljen v krogu polmera 200 m od presečišča km mreže

Postopek odvzema vzorcev, način hranjenja in transporta do laboratorija ter način opisa lokacije in tal je podan v navodilu za vzorčenje, ki ga terenske ekipe dobijo pred vzorčenjem. Vsako leto se pred izvedbo vzorčenja določijo terenske ekipe (terenska ekipa je sestavljena iz najmanj dveh članov, od katerih ima vsaj eden ustrezno znanje za prepoznavanje in karakterizacijo tal). Število terenskih ekip je odvisno od letnega obsega vzorčenja, ki ga je potrebno opraviti v kratkem časovnem obdobju. Dobro izurjena ekipa opravi povprečno dva do tri vzorčenja na dan, ob primerni razporeditvi in dostopnosti lokacij lahko tudi več.

REZULTATI RAZISKAV ONESNAŽENOSTI TAL V LETU 2006

Vzorčne lokacije v letu 2006

Vzorčenje tal v letu 2006 je bilo v skladu z določili razpisne dokumentacije ARSO predvideno na 25 izbranih lokacijah osnovne preliminarne mreže ROTS 8 x 8 km (ReNPVO; Ur.l. RS 2/06). Vzorčenje smo opravili med 13. in 21. novembrom 2006. Skupno smo odvzeli 63 talnih vzorcev na 25 lokacijah (Slika 6). Na 22 lokacijah smo vzorčili prvič, na treh lokacijah v Zasavju (09716, 10316, 10332) pa drugič, saj smo ponovili vzorčenje na lokacijah, kjer je bilo prvo vzorčenje opravljeno leta 1999. Na eni lokaciji od predvidenih 25 vzorčenje ni bilo možno.



Slika 6: Vzorčne lokacije v letu 2006

Za kontrolo kakovosti vzorčenja in priprave vzorcev smo paralelno odvzeli 5 kontrolnih vzorcev na izbranih lokacijah (dvojni vzorci) in štiri vzorce razdelili v postopku homogenizacije in predpriprave vzorcev (razdeljeni vzorci).

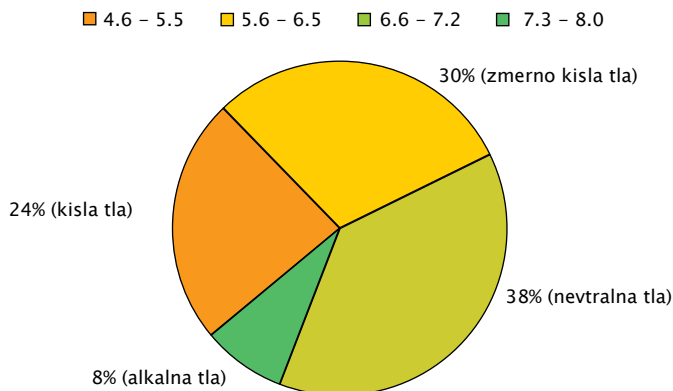
V nadaljevanju publikacije so predstavljeni rezultati v štirih sklopih: talne lastnosti, anorganske nevarne snovi, organske nevarne snovi ter dostopnost podatkov, kjer navajamo primer standardiziranega izpisa za eno lokacijo in povzetek komentarjev pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi v obliki povzetka za vse lokacije, kjer so bili leta 2006 odvzeti vzorci tal ROTS.

Talne lastnosti

Opisni podatki lokacije, morfološki opis tal ter rezultati standardne pedološke analize so pomembni za interpretacijo usode nevarnih snovi v tleh. Pri tem so najpomembnejši parametri: pH talne raztopine, delež organske snovi, tekstura oziroma delež glin in kationska izmenjalna kapaciteta.

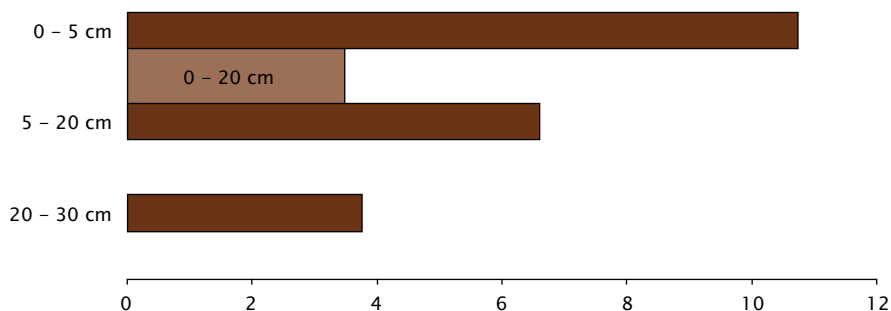
Eden najpomembnejših dejavnikov, ki vpliva na topnost in s tem dostopnost anorganskih nevarnih snovi (kovin), je kislost tal, ki jo izražamo s pH vrednostjo (Allaway, 1990). Kislost tal oziroma talne raztopine vpliva tako na adsorpcijske lastnosti tal kot na kemijsko obliko kovin v tleh. Kovine so na splošno lažje dostopne v kislem okolju, kot v bazičnem (Evans, 1989), zaradi česar se poveča mobilnost in biodostopnost kovin. Predvsem cink, kadmij, baker in v manjši meri tudi svinec so veliko bolj topni v pH območju 4–5 kot v pH območju 5–7. pH vpliva tako na adsorpcijo kovin kot na specifično sorpcijo oziroma vezavo kovinskih kationov v netopne oborine oziroma komplekse z organo-mineralnim delom trdne faze tal.

Kislost tal v vzorcih ROTS 2006 je v območju od 4,6 do 7,4. Največ vzorcev (38 %) ima nevtrarno reakcijo (pH=6,6 do 7,2). Sledijo zmerno kislila (30 %) in kislila (24 %). Najmanj vzorcev ima pH vrednost nad 7,3 (Slika 7). pH vrednost se po globini ne razlikuje veliko. Nekoliko bolj kislila so tla obdelovanega sloja (mediana je pH=5.5).



Slika 7: Kislost tal (pH vrednost) v vzorcih tal ROTS 2006

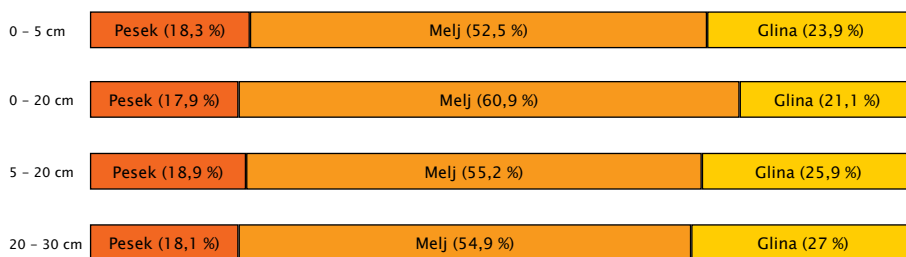
Organsko snov v tleh aerobnih kopenskih ekosistemov v glavnem sestavljajo odmrli rastlinski ostanki ter živa in mrtva mikrobnna biomasa. Humus je stabilni del organske snovi in predstavlja bolj ali manj stalno zalogo organske snovi v tleh. Proces razgradnje humusa je bistveno počasnejši, kot proces razgradnje svežih organskih ostankov. Organska snov oziroma humus v precejšnji meri vpliva na lastnosti tal, poveča sorptivno sposobnost tal in biološko aktivnost. Najpomembnejši način razgradnje organskih nevarnih snovi (npr. fitofarmaceutskih sredstev) je ravno mikrobiološka razgradnja spojin, ki v končni fazi poteka do anorganskih komponent (CO_2 , H_2O , ...). Delež organske snovi ima zato velik pomen za usodo nevarnih snovi v tleh. Poleg pozitivnega vpliva na nastajanje strukturnih agregatov in s tem povezanimi fizikalnimi lastnostmi tal (optimalni zračno-vodni režim), organska snov vpliva tudi na kroženje makro- in mikroelementov.



Slika 8: Vsebnost organske snovi (v %) v vzorcih tal ROTS 2006 po globinah

Navadno vsebnost organske snovi v tleh z globino pada, kar kažejo tudi vsebnosti v vzorcih ROTS 2006. V obdelovanem horizontu njiv je vsebnost organske snovi pričakovano nižja kot v zgornjem sloju tal na travnikih, zaradi mineralizacije, ki jo povzroča vsakoletno prezračevanje (obdelava) tal. V letu 2006 je bil povprečni delež organske snovi v zgornjem sloju tal (0-5 cm) 10,7 %, v sloju 5 – 20 cm 6,6 %, v spodnjem sloju pa 3,8 %; v njivskih tleh smo v sloju 0-20 cm izmerili povpečno 3,5 % organske snovi (Slika 8).

Tekstura je utežno razmerje med talnimi delci glede na njihovo velikost; največji so delci peska (2-0,05mm), delci melja so veliki od 0,05 – 0,002 mm; najmanjši so glinasti delci (<0,002 mm). Pesek ima majhno specifično površino, med delci so veliki prostori (pore), iz katerih voda zaradi gravitacije hitro odteče, zaradi česar so tla z velikim delež peska lahka in topla, vendar revna s hranili, in v njih hitreje nastopi suša. Transport snovi je v peščenih tleh bistveno hitrejši kot v glinastih tleh. Glina ima veliko specifično površino, med delci je veliko drobnih por (kapilar), zaradi česar imajo tla, kjer prevladuje glina, veliko sposobnost za vezavo hranil in drugih snovi ter za zadrževanje vode. V glinastih tleh je transport snovi po talnem profilu počasnejši. Tla z glinasto teksturo so hladna in težja za obdelovanje, pogostokrat v takih tleh zastaja voda. Tla z ugodno teksturo vsebujejo približno enake deleže peska, melja in gline. Povprečno vsebnost peska, melja in gline v vzorcih ROTS 2006 kaže slika 9.

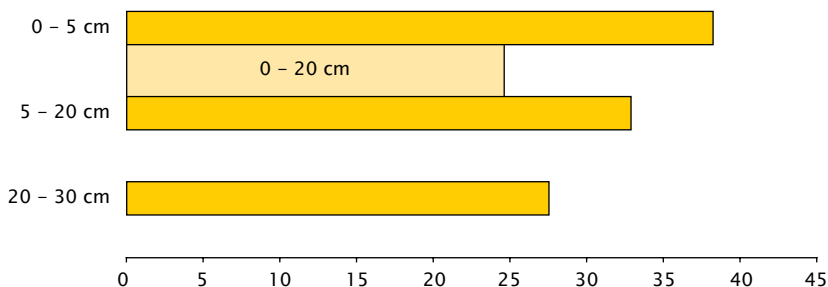


Slika 9: Vsebnost peska, melja in gline (tekstura tal) v odvisnosti od globine v vzorcih tal ROTS 2006

Kationska izmenjalna kapaciteta je parameter, s katerim izražamo sposobnost tal za izmenljivo vezavo kationov v tleh. Praktično pomeni sposobnost za zadrževanje koristnih in nevarnih snovi v tleh. Odvisna je predvsem od vsebnosti organske

snovi v tleh in deleža gline in je navadno v območju med 20 in 40 mmolc/100 g tal.

V tem območju je tudi največ vrednosti v vzorcih ROTS 2006 (slika 10). Kationska izmenjalna kapaciteta je največja v zgornjem sloju tal travniške ali gozdne rabe (sloj A), ker je tam tudi vsebnost organske snovi največja.



Slika 10: Kationska izmenjalna kapaciteta tal (mmolc/100g) v vzorcih ROTS 2006 po globinah

Anorganske nevarne snovi v tleh

Proces onesnaževanja tal in onesnaženost tal kot njegova posledica sta praviloma povezana s človekovo dejavnostjo v okolju. Rudarjenje in taljenje rude je na prvem mestu dejavnosti, ki so vzrok za povečano vsebnost kovin, predvsem As, Cd, Hg, in Pb v tleh. Nezanemarljiv delež k vsebnosti kovin v tleh prispevajo še: industrija, atmosferske usedline, kmetijstvo, promet in odlaganje odpadkov.

Razmerja med antropogenim vnosom in naravno vsebnostjo težkih kovin v tleh so za nekatere kovine močno na strani antropogenega vnosa: Pb 100:1, Zn 21:1, Cd 15:1 in Cu 13:1 (Campbell in sod., 1983). Povečane koncentracije teh kovin so glavni pokazatelj človekove dejavnosti v okolju (Kabata Pendias in Pendias, 1984). Z geokemičnimi raziskavami rečnih sedimentov, šotišč in tudi polarnega snega in ledu, lahko dinamiko onesnaževanja okolja preko zraka ugotovimo tudi za več stoletij nazaj. V Evropi lahko naprimer najdemo zanesljive dokaze izpred 2000 let o lokalnem onesnaževanju okolja s kovinami iz talilnic rimskega imperija (Martin in sod., 1979). Močnejša akumulacija težkih kovin v okolju se je v Evropi začela z razvojem industrije pred okrog 200 leti (Ross, 1994).

Transport težkih kovin po zraku je praviloma vezan na krajše razdalje, čeprav v nekaterih študijah dokazujejo transport kovin tudi na daljše razdalje (Pacyna in sod., 1984). V glavnem velja, da je s kovinami onesnažena lokalna okolica topilnic in rudnikov. Pomemben vir onesnaževanja tal prek zraka predstavljajo tudi emisije iz prometa. Pred uvedbo neosvinčenega bencina je bilo kar 45 % vsega Pb v atmosferi posledica prometa (Pacyna, 1986). Danes je onesnaževanje zraka s tem elementom iz prometa zanemarljivo, vendar so kljub temu tla v oddaljenosti do 15 m od roba bolj prometnih cest onesnažena s svincem (Davies, 1990).

Izraz težke kovine se običajno uporablja za elemente, katerih specifična teža je večja od 5 g/cm^3 oziroma imajo atomsko število nad 20 (Barcelo in Poschenrieder, 1990). Težke kovine so v tleh zastopane v majhnih koncentracijah, zato v literaturi zanje velikokrat zasledimo izraz mikroelementi oziroma sledne prvine. Izraz mikrohranila je omejen le na elemente, ki so nujno potrebni (esencialni) v prehrani višjih rastlin. Še vedno ni enotnega mnenja o tem, kateri elementi so esencialni za rast in razvoj višjih rastlin (Adriano, 1986; Bergmann, 1992). Najširši izbor nujno potrebnih mikro elementov zajema Al, B, Ca, Co, Cu, F, Fe, J, K, Mn, Mo, Na, Ni, Rb, Si, Ti, V in Zn. Največji problem predstavljajo kovine Cd, Pb, Zn in Cu, katerih vrednosti v tleh so že močno povečane. Poleg teh kovin pa so na nekaterih območjih močno povečane tudi As, Cr, Hg in Ni (Alloway, 1990). Pri prekomernih koncentracijah ni več pomembno, ali je določena kovina mikrohranilo ali ne; v obeh primerih so visoke koncentracije toksične.

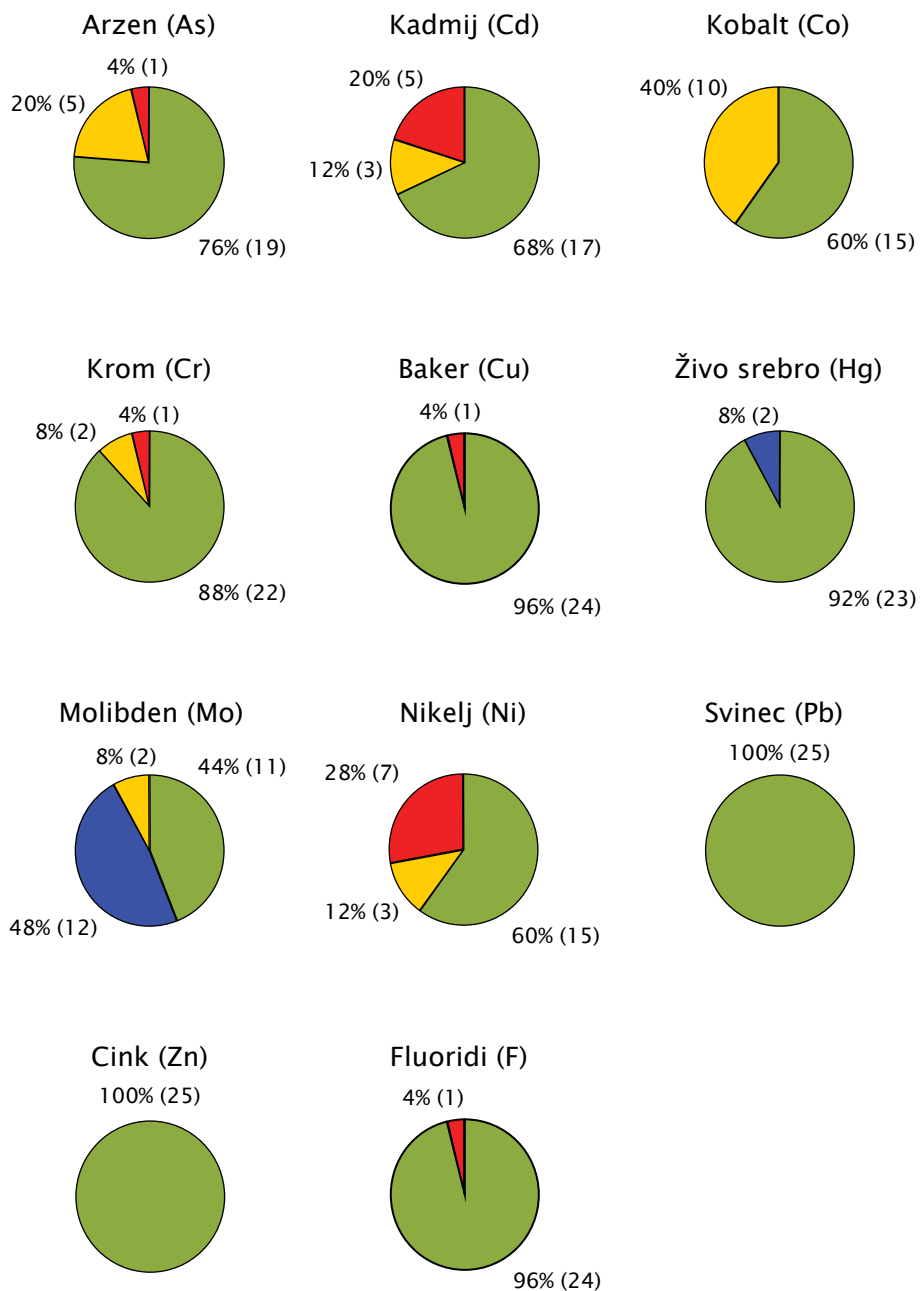
V slovenski zakonodaji (Ur. l. RS 68/96) so za 10 kovin (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn) in vsebnost skupnih fluoridov predpisane normativne vrednosti (Preglednica 2). V raziskavah ROTS merimo vsebnost petnajstih anorganskih nevarnih snovi, poleg naštetih še Tl, V, Se in Mn. V letu 2006 smo presežene mejne vrednosti zabeležili za sedem kovin (Cd, Mo, Cu, Co, As, Ni, Cr) in fluoride. Pet kovin (Cd, Cu, As, Ni, Cr) presega tudi opozorilno vrednost. Na sliki 11 so za 10 kovin in fluoride prikazani deleži vzorcev zgornjega sloja tal glede na mejno, opozorilno in kritično vrednost po slovenski zakonodaji.

V 28 vzorcih (od skupno 43 vzorcev) iz 16 lokacij vsaj en element presega mejno vrednost, od teh v 17 vzorcih (10 lokacij) vsaj en element presega tudi opozorilno vrednost, kar pomeni, da je 40% lokacij onesnaženih vsaj z enim elementom. Na petih lokacijah (Slapnik (11520), Čepovan (11536), Dolnje Impolje (12998), Dolanci (15460), (18354), Sokoliči (19911)) je stopnja onesnaženosti preko opozorilne vrednosti z enim elementom, na treh lokacijah (Trebče (11680), Koritnice (18354), Obrov (19190)) pa dva elementa presegata opozorilno vrednost

in na dveh lokacijah (Pivka (17465) in Beka (18322)) opozorilno vrednost prese-gajo trije elementi. Nobena lokacija vzorčena v letu 2006 ni zelo onesnažena, saj v vzorcih tal nismo izmerili koncentracije testiranih elementov večje od kritične vrednosti.

Preglednica 2: Legenda slike 11 in tematskih kart (slike 16, 17, 18), upoštevane so mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) ter spodnja meja podajanja rezultata (LOQ) in detekcije uporabljene metode (LOD); vse vrednosti so v mg/kg zračno suhih tal.

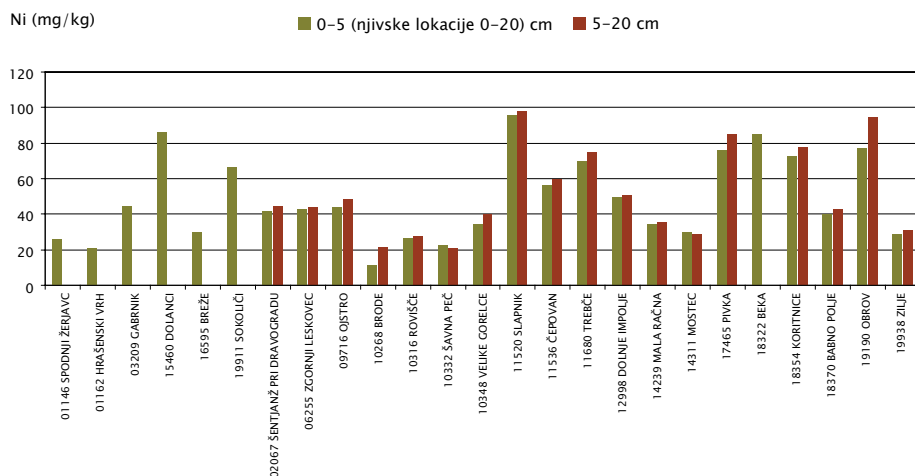
oznaka	svetlo modra	modra	zelena	rumena	rdeča	vijolična
						
dosežena koncentracija merjene nevarne snovi	pod mejo detekcije uporabljene metode	pod mejo določljivosti uporabljene metode	do mejne imisijske vrednosti	mejna imisijska vrednost do opozorilne vrednosti	opozorilna imisijska vrednost do kritične vrednosti	kritična imisijska vrednost in več
As	<1	<2	<20	≥20	≥30	≥55
Cd	<0,01	<0,1	<1	≥1	≥2	≥12
Co	<1	<2	<20	≥20	≥50	≥240
Cr	<0,05	<5	<100	≥100	≥150	≥380
Cu	<2	<5	<60	≥60	≥100	≥300
Hg	<0,01	<0,05	<0,8	≥0,8	≥2	≥10
Mo	<0,01	<1	<10	≥10	≥40	≥200
Ni	<2	<5	<50	≥50	≥70	≥210
Pb	<2	<5	<85	≥85	≥100	≥530
Zn	<5	<10	<200	≥200	≥300	≥720
fluoridi			<450	≥450	≥825	≥1200



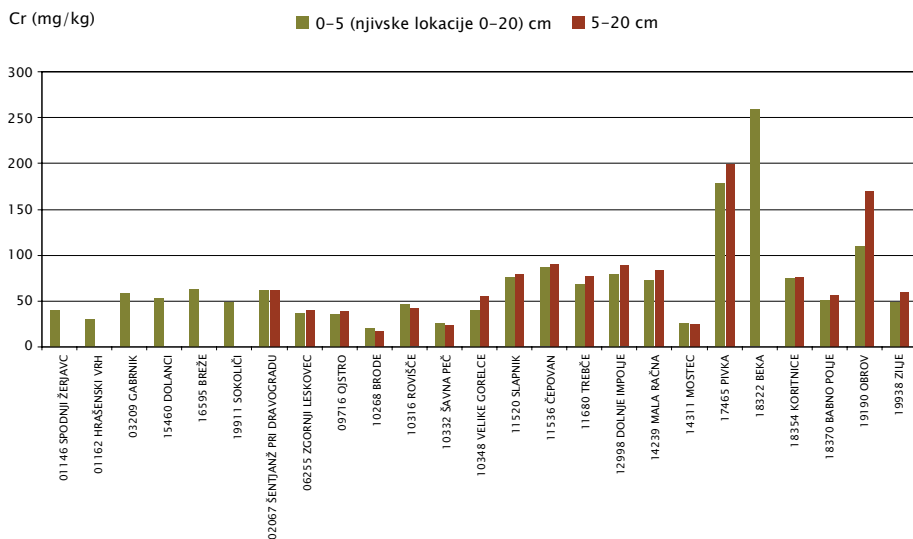
Slika 11: Porazdelitev vzorcev zgornjega sloja tal (relativni delež in število) glede na mejno, opozorilno in kritično imisijsko vrednost nevarnih snovi v tleh (Ur. L. RS 68/96) v vzorcih ROTS 2006 (n=25)

Od merjenih elementov mejno vrednost največkrat presega kobalt (Co), in sicer v 19 vzorcih (11 lokacij), vendar nobena vrednost ne doseže opozorilne vrednosti. V večini primerov so vrednosti v spodnjem sloju nekoliko večje (mediana 20 mg/kg), kot v zgornjem sloju (mediana 18 mg/kg), kar kaže, da je izvor Co mineralni del tal. V vzorcih, ki so bili odvzeti na obdelovalnih površinah, iz skupne globine 0-20 cm, je mediana 15,5 mg/kg, kar kaže, da kmetijstvo ni izvor povečane vsebnosti Co. Podobne ugotovitve veljajo tudi za molibden (Mo). Mo preseže mejno vrednost v petih vzorcih (3 lokacije), vendar nobena vrednost ne doseže opozorilne vrednosti. Opozorilno vrednost največkrat presega vsebnost Ni in sicer v 12 vzorcih (7 lokacij), Cd v 9 vzorcih (5 lokacij), Cr v 4 vzorcih (3 lokacije), As v dveh vzorcih (ena lokacija) in Cu v enem vzorcu (Slike 12, 13, 14 in 15). Vsebnosti Cd, Ni in Pb so podane tudi na tematskih kartah kjer je prikazana stopnja onesnaženosti zgornjega sloja tal na vseh vzorčenih lokacijah ROTS glede na NPVO in ReNPVO vzorčno mrežo; lokacije vzorčene v letu 2006 so označene s kodo vzorčne lokacije (Slike 16, 17, 18).

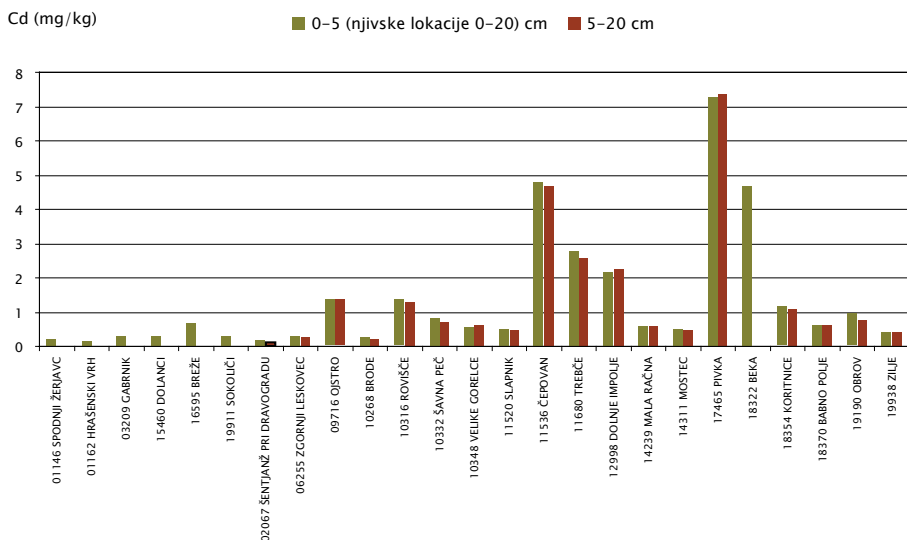
Največkrat povečana vsebnost Ni sovпада tudi s povečano vsebnostjo Cr. Oba sta geogena elementa (Pirc in Šajn, 1996), zato povečana koncentracija kislinsko topne oblike največkrat ni posledica antropogenih vnosov oziroma onesnaževanja okolja. Pozorni moramo biti na lokacijah, kjer smo pri odvzemu vzorcev opazili antropogene dejavnike oziroma se omenjena elementa pojavljata skupaj z drugimi tipičnimi indikatorji antropogenega vnosa (npr. Cd in Pb) (Slike 13, 14, 15).



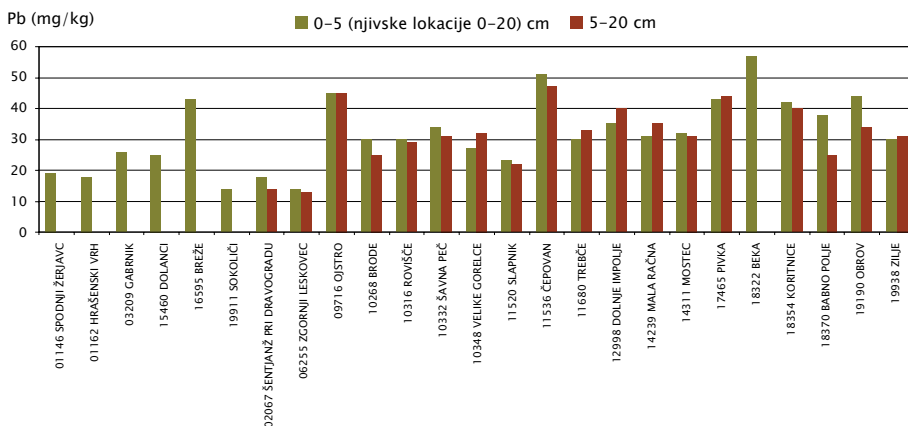
Slika 12: Vsebnost niklja v zgornjem (0-5 cm oziroma 0-20 cm za njive) in spodnjem (5-20 cm) sloju talnih vzorcev ROTS 2006.



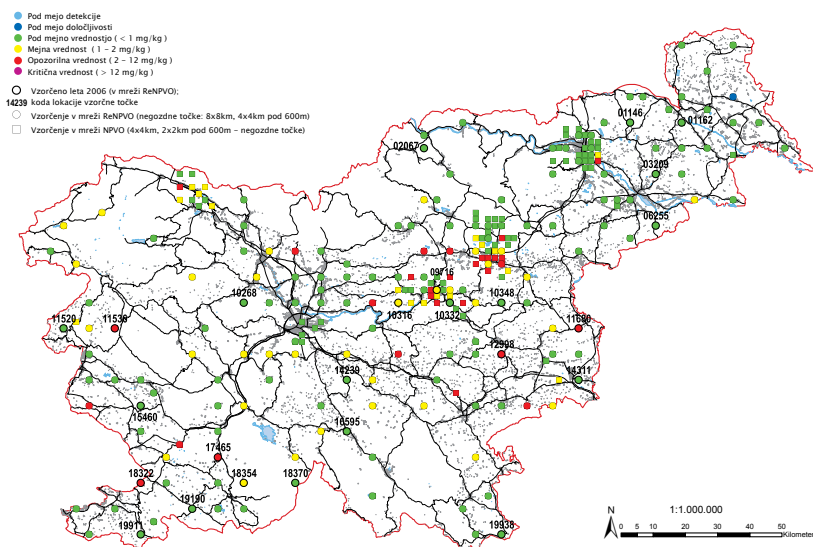
Slika 13: Vsebnost kroma v zgornjem (0-5 cm oziroma 0-20 cm za njive) in spodnjem (5-20 cm) sloju talnih vzorcev ROTS 2006.



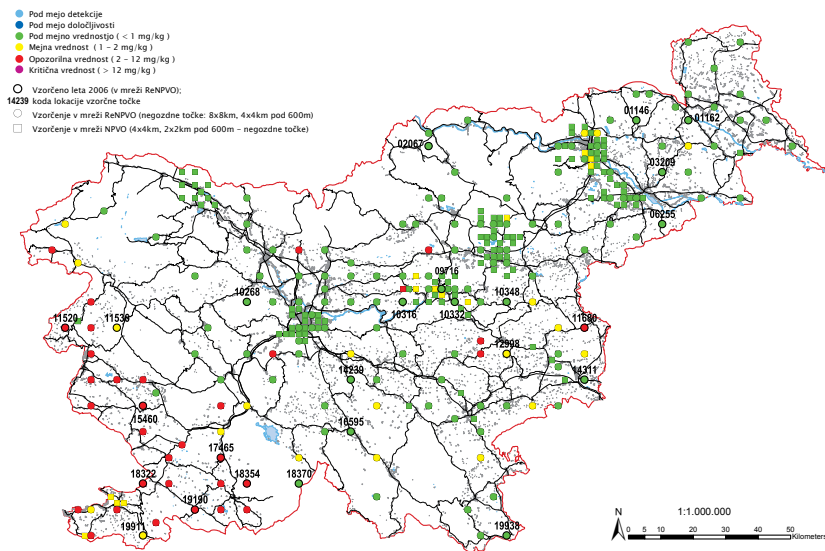
Slika 14: Vsebnost kadmija v zgornjem (0-5 cm oziroma 0-20 cm za njive) in spodnjem (5-20 cm) sloju talnih vzorcev ROTS 2006.



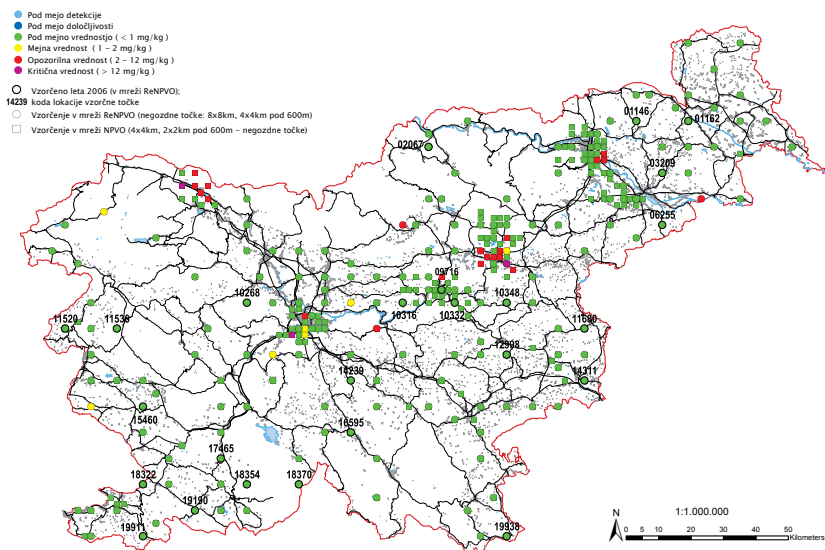
Slika 15: Vsebnost svine v zgornjem (0-5 cm oziroma 0-20 cm za njive) in spodnjem (5-20 cm) sloju talnih vzorcev ROTS 2006.



Slika 16: Stopnja onesnaženosti tal s kadmijem (Cd) v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006.



Slika 17: Stopnja onesnaženosti tal z nikljem (Ni) v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006.



Slika 18: Stopnja onesnaženosti tal s svincem (Pb) v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006.

Organske nevarne snovi v tleh

V 25 površinskih vzorcih tal (sloji A in D) smo analizirali 51 različnih organskih spojin. V Uredbi o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) so nekatere organske spojine upoštevane le kot seštevki vrednosti, zato v nadaljevanju komentiramo sledečih 7 skupin organskih nevarnih snovi:

- policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH oziroma PAO) predstavljajo seštevki vsebnosti 10 različnih spojin: naftalen, antracen, fenantren, fluoranten, benzo(a)antracen, krizen, bezno(a)piren, benzi(ghi)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3)piren;
- poliklorirani bifenili (PCB) so vsota 7 različnih PCB spojin, ki jih označimo glede na število C atomov v formuli: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180;
- za vrednotenje vsebnosti insekticidov DDT in njegovih derivatov uporabljamo seštevki koncentracij različnih oblik DDT, DDD in DDE ;
- drini predstavljajo seštevki vrednosti za: aldrin, dieldrin in endrin;
- vsota HCH je seštevki vsebnosti spojin: α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH;
- herbicida atrazin in simazin sta navedena neposredno s koncentracijo, komentiramo pa tudi zastopanost metolaklor in terbutilazina, ki v praksi zamenjujeta prej omenjeni aktivni snovi.

Izmed vseh analiziranih organskih spojin so le nekatere spojine iz skupine PAO zastopane v tleh zaradi naravnih procesov razgradnje organske snovi. Vse druge spojine so sintetične in vsaka detekcija pomeni antropogen vpliv oziroma vpliv povzročen s človekovo dejavnostjo.

Rezultati analiz vzorcev tal, odvzetih v letu 2006, so pokazali, da so tla malo onesnažena z organskimi nevarnimi snovmi. Na vseh lokacijah seštevki spojin PAO ne presegajo mejne imisijske vrednosti. Zastopani so ostanki fitofarmacevtskih sredstev predvsem na njivah in lokacijah, kjer je bila v preteklosti intenzivna kmetijska raba. Koncentracije niso visoke, še vedno pa so zastopani ostanki DDT in njegovih derivatov, čeprav je uporaba teh sredstev že dve desetletji prepoveda-

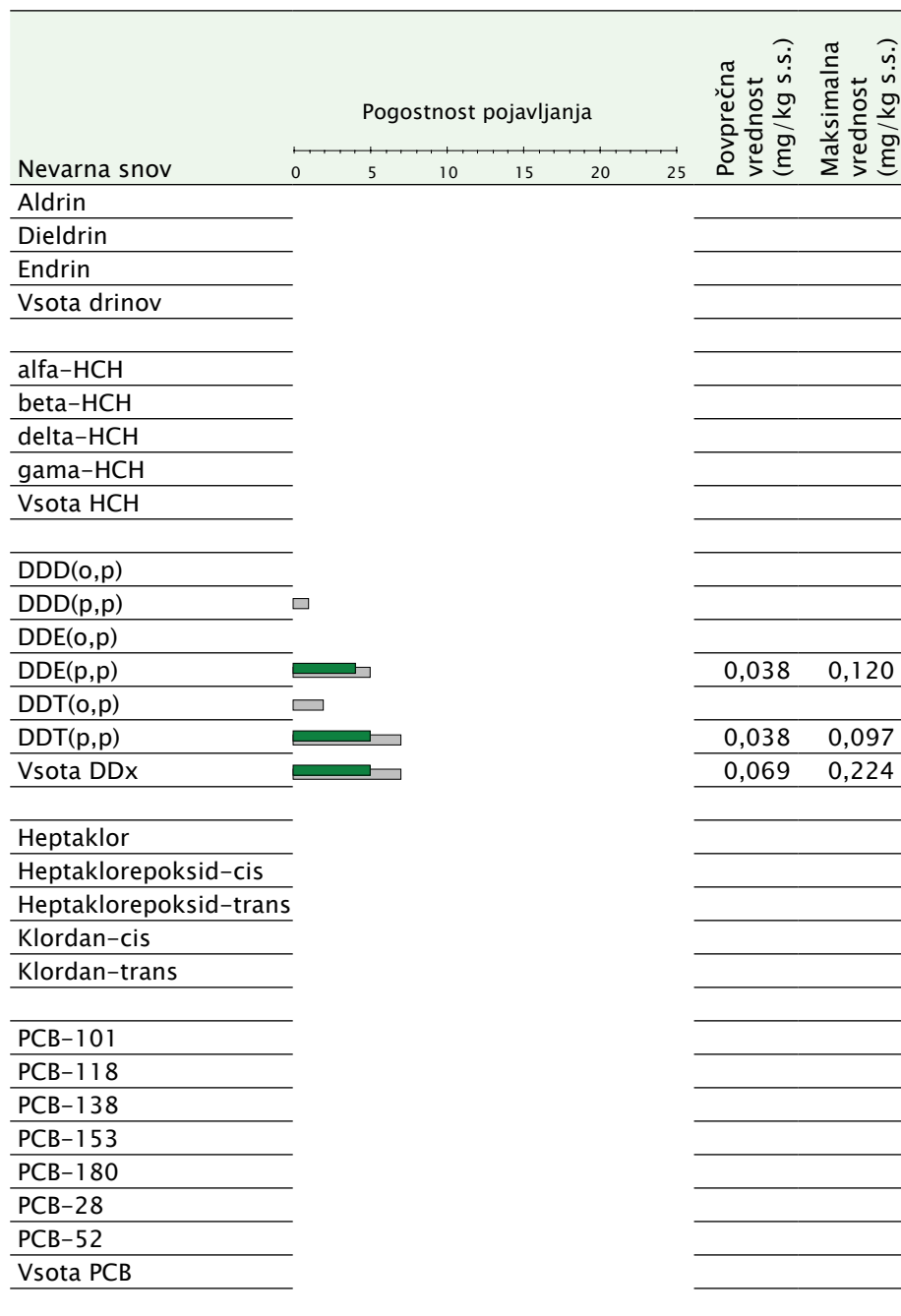
na. Zmanjšuje se vsebnost ostankov prav tako prepovedanih pripravkov na osnovi atrazina in simazina (v vzorcih ROTS 2006 jih nismo določili).

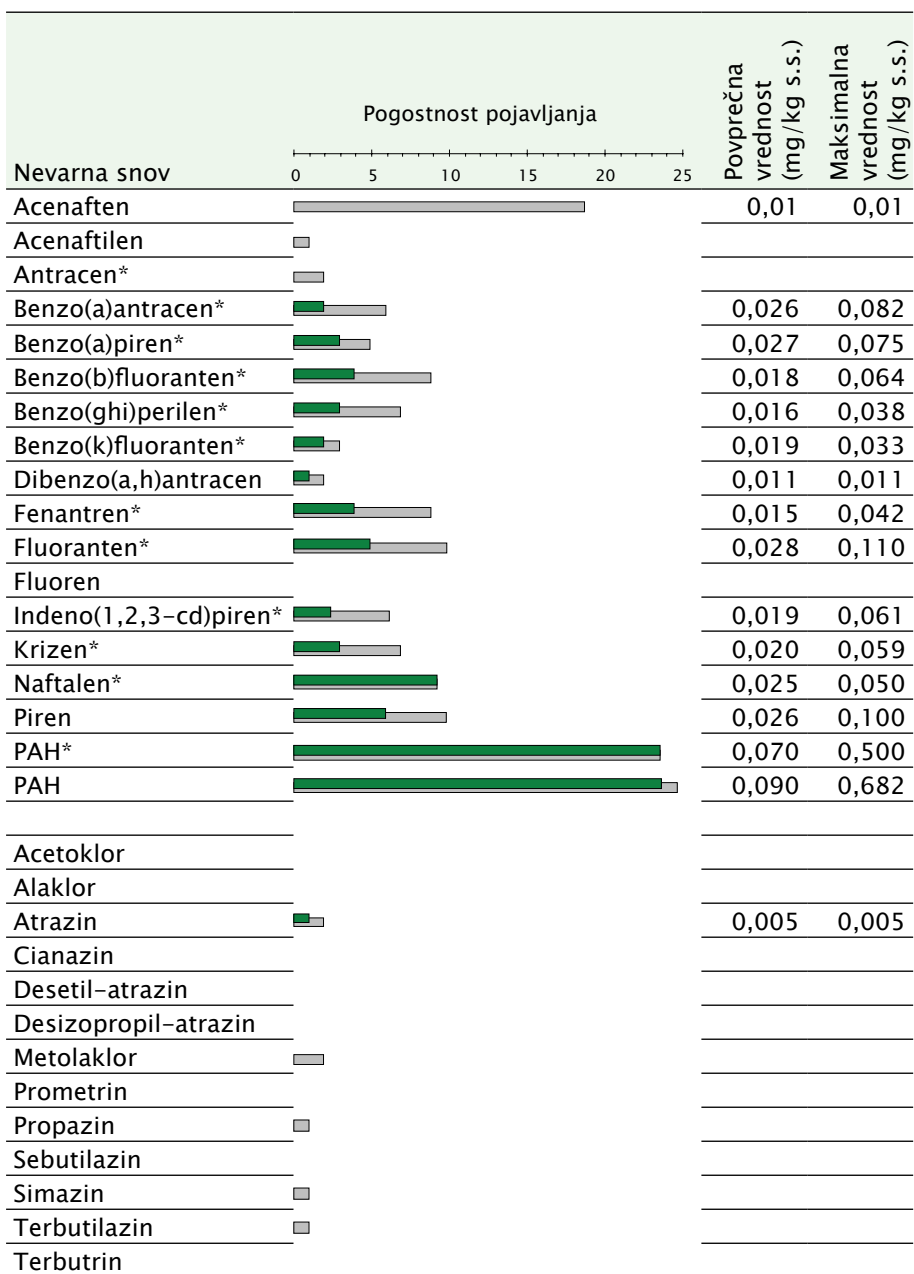
Spojine iz skupine PAO so največkrat najdene organske nevarne snovi v vzorcih ROTS 2006. Največkrat najdena je spojina naftalen, določili smo jo na 24-ih (od 25) lokacijah. Policiklični aromatski ogljikovodiki nastajajo pri nepopolnem zgorevanju naravne vegetacije, fosilnih goriv in drugih organskih snovi. Onesnaženje tal poteka preko zraka, razen v primerih direktnega onesnaženja z odpadki, mulji iz čistilnih naprav in podobnim. V industrijskih in gosto naseljenih območjih je zrak onesnažen predvsem zaradi uporabe fosilnih goriv in prometa.

Ostanke aktivnih snovi insekticidov na osnovi DDT in njegovih derivatov smo našli na 5 od 25 merjenih lokacijah. Večinoma so DDT in njegovi derivati zastopani v ornici oziroma zgornjem sloju tal (trajni nasadi), kjer je ali je bila nekoč intenzivna kmetijska pridelava (zatravljene njive). Seštevek vsebnosti DDT spojin presega mejno imisijsko vrednost (0,1 mg/kg) na eni vzorčni lokaciji Sokoliči (19911), kjer je raba tal vinograd, povečana koncentracija DDT je posledica rabe sredstev za varstvo rastlin (Slika 19). Ostankov drugih fitofarmaceutskih sredstev na osnovi kloriranih ogljikovodikov (HCH spojine) in polikloriranih bifenilov (PCB) nismo določili na nobeni lokaciji.

Ostanki herbicidov z aktivno snovjo atrazin in simazin so zelo majhni, oziroma so pod detekcijsko mejo uporabljene analitske metode. Na eni lokaciji (Gabrnik 03209) smo zaznali majhno vsebnost simazina in atrazina, ki pa je pod mejo določljivosti (0,005 mg/kg) uporabljene metode. Vsebnost atrazina v koncentraciji 0,005 mg/kg smo določili na lokaciji Dolanci (15460) v Vipavski dolini in je prav tako posledica rabe herbicidov v koruzi (Slika 20).

Preglednica 3: Pogostnost pojavljanja organskih spojin (n=25). Število vzorcev, kjer je snov detektirana (>LOQ), je označeno s sivo, število vzorcev, kjer je snov izmerjena (>LOQ), je označeno z zeleno. Pri slednjih so podane tudi povprečne in maksimalne izmerjene vrednosti v zgornjih vzorcih tal (sloj A ali D)

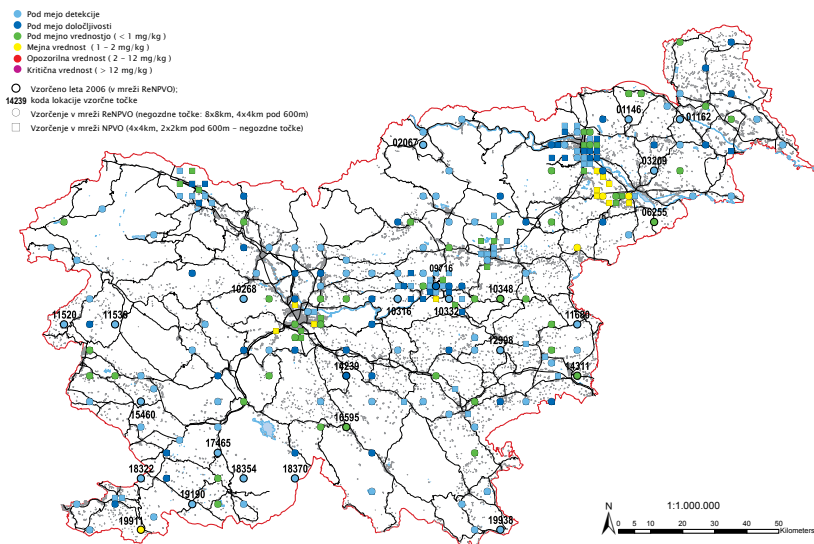




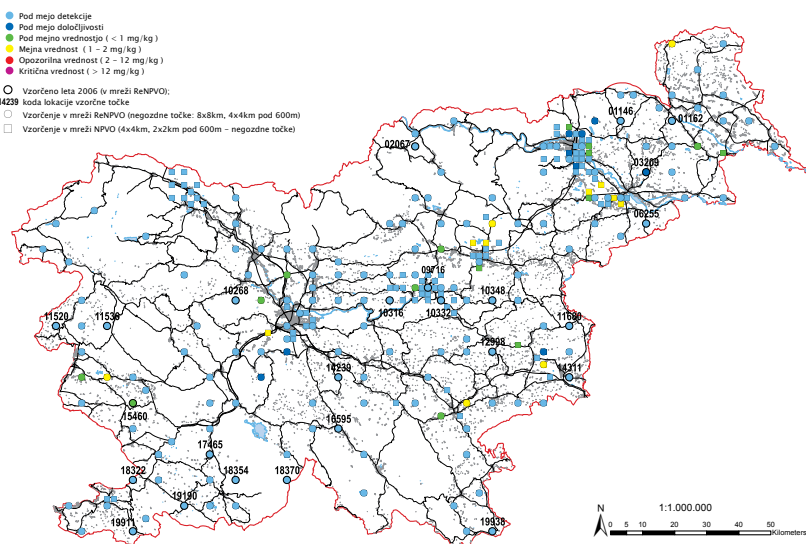
Preglednica 4: Legenda tematskih kart (slike 19 in 20), upoštevane so mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS 68/96) ter spodnja meja podajanja rezultata (LOQ) in detekcije uporabljene metode (LOD); vse vrednosti so v mg/kg zračno suhih tal.

oznaka	svetlo modra	modra	zelena	rumena	rdeča	vijolična
						
dosežena koncentracija merjene nevarne snovi	pod mejo detekcije uporabljene metode	pod mejo določljivosti uporabljene metode	do mejne imisijske vrednosti	mejna imisijska vrednost do opozorilne vrednosti	opozorilna imisijska vrednost do kritične vrednosti	kritična imisijska vrednost in več
PAO	<0,005	<0,01	<1	≥ 1	≥ 20	≥ 40
PCB	<0,04	<0,07	<0,2	≥ 0,2	≥ 0,6	≥ 1
DDT/DDD/DDE	<0,005	<0,01	<0,1	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
drini	<0,005	<0,01	<0,1	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
HCH spojine	<0,005	<0,01	<0,1	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
atrazin	<0,003	<0,005	<0,01	≥ 0,01	≥ 3	≥ 6
simazin	<0,003	<0,005	<0,01	≥ 0,01	≥ 3	≥ 6

PAO (PAH)	skupna koncentracija PAO je seštevek naftalena, antracena, fenantrena, fluorantena, benzo(a)antracena, krizena benzo(a)pirena, benzo(ghi)perilena, benzo(k)fluorantena in indeno(1,2,3)pirena)
PCB	skupna koncentracija PCB je seštevek PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 in 180
DDT/DDD/DDE	skupna koncentracija je seštevek DDT, DDD in DDE
drini	skupna koncentracija je seštevek aldrina, dieldrina in endrina
HCH spojine	skupna koncentracija je seštevek alfa-HCH, beta-HCH, gama-HCH in delta-HCH



Slika 19: Vsebnost DDT (seštevek DDD, DDE in DDT spojin) v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006.



Slika 20: Vsebnost ATRAZINA v zgornjem sloju tal (0-5 cm ali 0-20 cm) v mreži NPVO in ReNPVO v letih 1989 do 2006.

DOSTOPNOST PODATKOV

Podatki raziskav, ki jih financira Agencija RS za okolje, bodo vključeni v podatkovno bazo na Agenciji RS za okolje, hkrati pa so del podatkovne zbirke Infrastrukturnega centra za talni informacijski sistem (ICTIS) na Centru za pedologijo in varstvo okolja Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Podatkovna baza za tla na Agenciji RS za okolje je v razvoju (Oracle, SDE, GIS) in bo povezana s podatki o zraku in vodah. SDE baza se prav tako razvija in bo povezovala vse podatke – zrak, vode, tla... tudi v GIS okolju. Poročila projekta ROTS so javna in so na voljo na spletnih straneh Agencije RS za okolje (<http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/tla/>), druge podatke (rezultate) pa je možno pridobiti na podlagi prošnje na Agenciji RS za okolje.

Štiristranski standardizirani izpis za posamezno vzorčno lokacijo

Podatki za vsako lokacijo so prikazani v obliki standardiziranega štiristranskega izpisa. Prva stran kaže podatke o lokaciji vzorčenja s sliko in kratkim opisom kakovosti tal. Na drugi strani so grafično prikazane osnovne pedološke karakteristike, ki kažejo kakovost tal glede rodovitnosti in vplivajo na usodo potencialno nevarnih snovi v tleh. Na tretji strani so grafično prikazane vrednosti potencialno nevarnih anorganskih snovi v tleh po globinah, obrazložene v skladu s slovensko zakonodajo (Ur. L. RS 68/96). Na četrti strani so podane vrednosti potencialno nevarnih organskih snovi v zgornjem sloju tal, prav tako obrazložene v skladu s slovensko zakonodajo (Ur. L. RS 68/96). Takšen način prikaza podatkov omogoča prepoznavnost lokacije, njenih topografskih lastnosti in natančno mesto odvzema vzorca. Kratek komentar je namenjen predvsem hitri informaciji o kakovosti tal, medtem ko podrobni grafični prikazi za vsako talno lastnost in vsako merjeno potencialno nevarno snov omogočajo celovito informacijo o kakovosti tal v skladu z zakonodajo.

Slika 21: (na naslednjih straneh) primer štiristranskega standardiziranega izpisa

Vzorčna točka: 17465

KRAJ: PIVKA

OBČINA: PIVKA

GK: X= 437000m Y= 60000m

Nadmorska višina: 604m

Nagib: 9° (20%)

Smer pobočja: severo-zahod

Vzorčenje: 17465/1106

Obrazec terenskega opisa: T17465_1106.tif

Čas vzorčenja: November 2006

Vzorčenje: prvo

Zamik vzorčenja:

GK: X: +100m (X=437100m)

GK: Y: -50m (Y= 59950m)

Nagib: 5°

Ekspozicija mikoreliefa: severo-vzhod

Terenski opis lokacije vzorčne točke

Tip tla: rjava pokarbovatna tla, na apnenec

Matična podlaga: apnenec

Vegetacija: suha trava, zeli

Raba tla: travnik/pašnik

Oddaljenost prometnic od vzorčne točke:

reg. cesta: 600m

železnica: 600m

Vreme ob vzorčenju: oblačno

Opomba: Točka zamaknjena proti JV na ekstenzivni travnik. Na treh vzorčnih mestih sloja C ni bilo možno vzorčiti. Ob vzorčenju je travnik/pašnik nepokošen/nepopašen.

Lokacija vzorčne točke



Opisal: Marko Zupan, Milan Kočar, UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

Makorelief: kotlina

Mikorelief: sredina pobočja

Oblika mikoreliefa: enakomerna

Kamnitost: nekamnito

Skalovitost: neskalovito

Površinska org. snov: sprstenina

Dreniranost: dobra

Komentar:

Vzorčna lokacija se nahaja na območju pašnikov in ekstenzivnih travnikov zahodno od Pivke, vzorčno mesto je JV od središča lokacije na nepokošenem travniku/pašniku. Plitva rjava pokarbovatna tla na apnenec imajo srednje težko do težko teksturo, šibko kisloto reakcije in velik delež organske snovi, ki kaže, da se travnik malo kosi oziroma pase. Velik delež gline in organske snovi je razlog za dobro kationsko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost nekaterih anorganskih nevarnih snovi (Cd, Ni, Cr) je večja od opozorilne vrednosti (Ur.L.RS 68/96) in je verjetno predvsem posledica geogenega izvora (velja tudi za Co). Visoka vsebnost Cd kaže tudi na antropogeni vpliv, ki ga potrjuje veliko število določenih spojin iz skupine policikličnih aromatskih ogljikovodikov (koncentracije sicer ne presegajo mejnih vrednosti). Ostale organske nevarne snovi niso prisotne.



Vzorčenje: 17465/1106**Terenski opis slojev vzorčne točke**

Opisatelj: Marko Zupan, Milan Kobal, UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

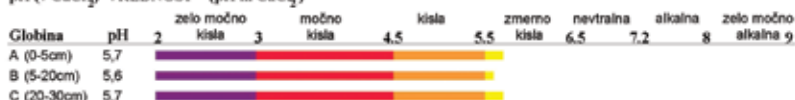
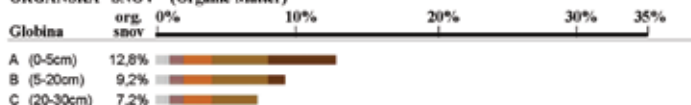
Globina A (0-5cm)Konzistenca: drobljiv
Stopnja konz.: lahko
Struktura: grudčast
Izraženost str.: srednjaBarva: 7,5YR 3/2
Organska snov: humozen
Vlažnost ob opisu: svež do vlažen
Prekorenjenost: goste korenine

Volumski delež skeleta: 0%

Globina B (5-20cm)Konzistenca: drobljiv
Stopnja konz.: lahko
Struktura: oreškast
Izraženost str.: dobraBarva: 7,5YR 3/2
Organska snov: humozen
Vlažnost ob opisu: svež do vlažen
Prekorenjenost: srednje goste korenineVolumski delež skeleta: 30%
Oblika skeleta: ostrorob
Max. velikost skeleta: 10cm**Globina C (20-30cm)**Konzistenca: drobljiv
Stopnja konz.: lahko
Struktura: poliedričen
Izraženost str.: dobraBarva: 7,5YR 3/4
Organska snov: slabo humozen
Vlažnost ob opisu: svež do vlažen
Prekorenjenost: redke korenineVolumski delež skeleta: 70%
Oblika skeleta: ostrorob
Max. velikost skeleta: 20cm**Osnovni pedološki parametri**

Analitski laboratorij: UNIVERZA V LJUBLJANI, BIOTEHNIŠKA FAKULTETA, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja

Globina	Lab. št.	pesek	glina	TRZ	TOC	org. snov	C	N	C/N	karbo nati	pH	P	K	Ca	Mg	K	Na	H	S	T	V
		enota	%	%	%	%	%	%	%	%	CaCl ₂	mg / 100g	mg / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g	mmol / 100g
A (0-5cm)	49	8,7	57,7	33,6	MI	12,8	7,4	0,64	11,6	5,7	4,7	14,1	23,77	2,65	0,33	0,18	16,6	26,9	43,5	61,8	
B (5-20cm)	50	9	54,5	36,5	MI	9,2	5,3	0,47	11,3	5,6	2,1	9,2	20,81	1,39	0,21	0,16	16,5	22,6	39,1	57,8	
C (20-30cm)	51	5,8	53,5	40,7	MG-MGI	7,2	4,2	0,34	12,4	5,7	[?]	9,1	20,85	1,06	0,19	0,15	15,25	22,3	37,6	59,3	

pH (v CaCl₂) VREDNOST (pH in CaCl₂)**TEKSTURNI RAZRED (Texture Class)****ORGANSKA SNOV (Organic Matter)****LEGENDA:**

- 0-1: mineralna tla
- 1-2: malo humozna
- 2-4: srednje hum.
- 4-8: dobro hum.
- 8-15: zelo dobro hum.
- 15-35: ekstremno hum.
- >>>> > 35: organska tla

KATIONSKA IZMENJALNA KAPACITETA - T vrednost (mmolc/100g) (Cation Exchange Capacity)**LEGENDA:**

- Kalcijski (Ca)
- Magnezijski (Mg)
- Kalij (K)
- Natrijski (Na)
- Vodik (H)
- >>>> > 60mmolH⁺/100g

ZASIČENOST Z BAZIČNIMI KATIONI - V vrednost (Base saturation)

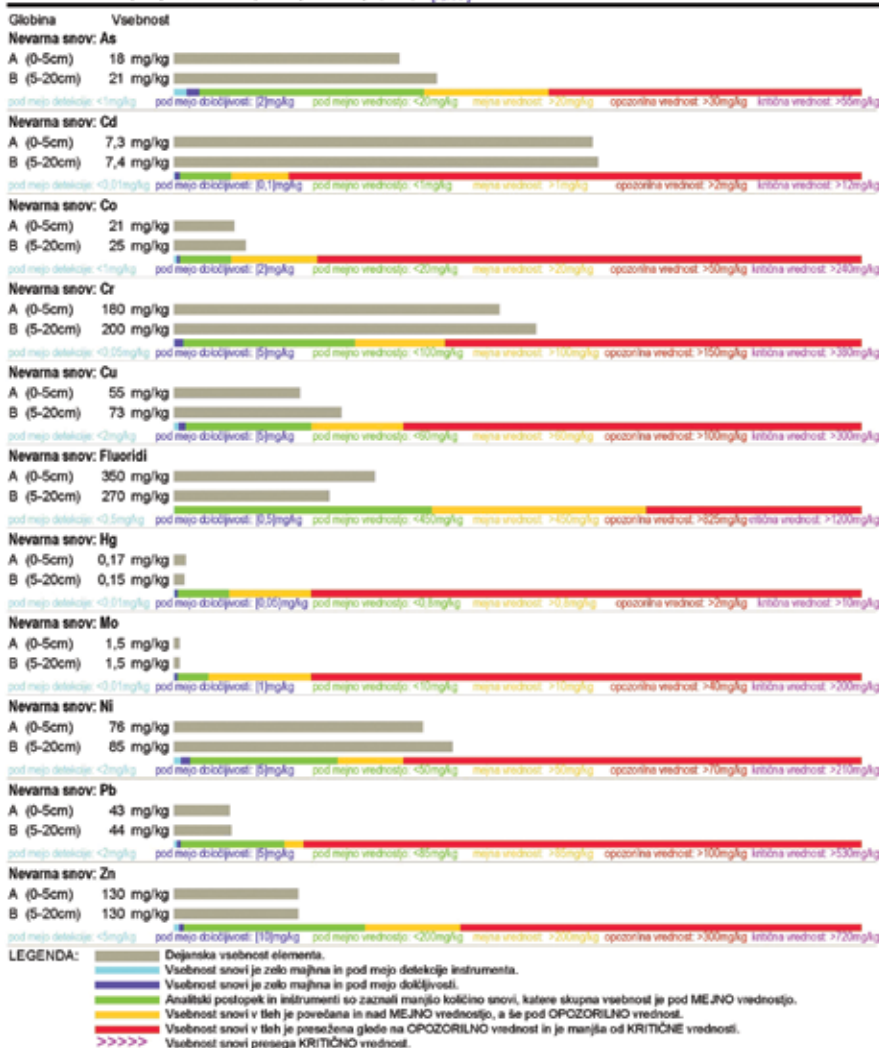
Vzorčenje: 17465/1106

Anorganske nevarne snovi

Analitski laboratorij: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja

Globina enota	Hg	Cd	Pb	Zn	Mo	Cu	Co	As	Ni	Cr	V	Se	Mn	Ti	Fe	Fluoridi vodotopni totalni
A (0-5cm)	0,17	7,3	43	130	1,5	55	21	18	76	180	200	<1	1900	0,77		350
B (5-20cm)	0,15	7,4	44	130	1,5	73	25	21	85	200	230	<1	2100	0,86		270

Opombe: Analiza opravljena; vsebnost pod mejo detekcije (LOD): <1,000
 Analiza opravljena; vsebnost pod mejo določanja (LOQ): [1,000]



Vzorčenje: 17465/1106

Organske nevarne snovi

Anališki laboratorij: Zavod za zdravstveno varstvo Maribor, Inštitut za varstvo okolja

Globina	Lab. št.	PCB	Aceto klor	Ala klor	Aldrin	Diel dlin	Endrin	Drini	alfa- HCH	beta- HCH	delta- HCH	gamma- HCH	HCH spojine	Atra zin	Cla nazin	Hept aklor	Klordan	Klerdan
enota		mg/kg suhe snovi																
A (0-5cm)	709	<0,04	<0,003	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,003	<0,003	<0,005	<0,005	<0,005

Globina	Lab. št.	DDD (p,p')	DDO (p,p')	DDE (o,p')	DOE (p,p')	DDT (p,p')	Vsota DDT, DDD DOE	Metola klor benzen	Heksa klor benzen	Desetil- atrazin	Desilo propil- atrazin	Promet rin	Prop azin	Sebutil azin	Sima zin	Terbu tilazin	Terbu trin
enota		mg/kg suhe snovi															
A (0-5cm)	709	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003

Globina	Lab. št.	Antra- cen*	Benzo (a)antra- cen*	Benzo (b)antra- piren*	Benzo (k)fluor- antracen*	Fenanth- ren*	Fluoran- ten*	Indeno (1,2,3-cd) piren*	Krizen*	Nafta len*	Acenafte- n	Acenafte- n	Benzo (a)fluor- (a)antra- cen*	Dibenzo (a,h)antra- cen*	Fluo- ren*	Piren	PAH	PAH*
enota		mg/kg suhe snovi																
A (0-5cm)	709	[0,01]	0,033	0,032	0,025	0,014	0,042	0,073	0,031	0,03	0,045	[0,01]	[0,01]	0,028	[0,01]	<0,005	0,063	0,444 0,332

Opombe: Analiza opravljena; vsebnost pod mejo detekcije (LOD): <0,000
Analiza opravljena; vsebnost pod mejo določanja (LOQ): [x,xxx]

Globina Vsebnost

Nevarna snov: Simazin

A (0-5cm) <0,003 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,003mg/kg pod mejo določljivosti: [0,005]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,01mg/kg mejna vrednost: >0,01mg/kg opazovalna vrednost: >0,01mg/kg kritična vrednost: >0,01mg/kg

Nevarna snov: PCB

A (0-5cm) <0,04 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,04mg/kg pod mejo določljivosti: [0,05]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,2mg/kg mejna vrednost: >0,2mg/kg opazovalna vrednost: >0,5mg/kg kritična vrednost: >1mg/kg

Nevarna snov: PAH*

A (0-5cm) 0,332 mg/kg

pod mejo detekcije: <0,005mg/kg pod mejo določljivosti: [0,05]mg/kg pod mejo vrednosti: <1mg/kg mejna vrednost: >1mg/kg opazovalna vrednost: >0,5mg/kg kritična vrednost: >0,5mg/kg

Nevarna snov: HCH spojine

A (0-5cm) <0,005 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,005mg/kg pod mejo določljivosti: [0,05]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,1mg/kg mejna vrednost: >0,1mg/kg opazovalna vrednost: >0,5mg/kg kritična vrednost: >1mg/kg

Nevarna snov: Drini

A (0-5cm) <0,005 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,005mg/kg pod mejo določljivosti: [0,05]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,1mg/kg mejna vrednost: >0,1mg/kg opazovalna vrednost: >0,5mg/kg kritična vrednost: >1mg/kg

Nevarna snov: DDT/DDD/DDE

A (0-5cm) <0,005 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,005mg/kg pod mejo določljivosti: [0,05]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,1mg/kg mejna vrednost: >0,1mg/kg opazovalna vrednost: >0,5mg/kg kritična vrednost: >1mg/kg

Nevarna snov: Atrazin

A (0-5cm) <0,003 mg/kg

Pod mejo detekcije

pod mejo detekcije: <0,003mg/kg pod mejo določljivosti: [0,005]mg/kg pod mejo vrednosti: <0,01mg/kg mejna vrednost: >0,01mg/kg opazovalna vrednost: >0,01mg/kg kritična vrednost: >0,01mg/kg

LEGENDA:

- Dejanska vsebnost elementa.
- Vsebnost snovi je zelo majhna in pod mejo detekcije instrumenta.
- Vsebnost snovi je zelo majhna in pod mejo določljivosti.
- Anališki postopek in instrumenti so zaznali manjšo količino snovi, katere skupna vsebnost je pod MEJNO vrednostjo.
- Vsebnost snovi v tleh je povečana in nad MEJNO vrednostjo, a še pod OPOZORILNO vrednost.
- Vsebnost snovi v tleh je presežena glede na OPOZORILNO vrednost in je manjša od KRITIČNE vrednosti.
- Vsebnost snovi presega KRITIČNO vrednost.

Komentar lastnosti in kakovosti tal na posamezni lokaciji

Komentar pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi za vsako od 25 lokacij, kjer so bili v jeseni 2006 odvzeti vzorci tal, je narejen v obliki povzetka in je namenjen izpisu na prvi strani standardnega štiri-stranskega izpisa, kjer je prostor omejen.

Preglednica 5: Komentar pedoloških lastnosti in vsebnosti nevarnih snovi po posameznih lokacijah – ROTS 2006

KODA VZORČNE TOČKE	NV (m)	BLIŽINA NASELJA
01146	260	SPODNJI ŽERJAVC
Območje Slovenskih goric, mikrolokacija je v dolini, trenutna raba tal je travnik, vendar je bila do nedavnega njiva, saj je v profilu tal jasno viden Ap horizont. Tekstura je meljasto-ilovnata, delež finega melja je velik, propustnost za vodo je nepopolna; spodnji horizonti so oglejeni, redukcijski pogoji z globino naraščajo. Tla so šibko kisle reakcije z majhno kationsko izmenjalno kapaciteto, založenost s fosforjem in kalijem kaže na zmerno intenzivno kmetijsko rabo v preteklosti, ostankov fitofarmaceutskih sredstev nismo določili. Anorganske nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti.		
01162	230	HRAŠENSKI VRH
Kmetijsko območje na obronkih Radgonskih goric, njivska raba, globina oranja je velika (30 cm). Tla meljasto ilovnate teksture so delno propustna za vodo, zato se pojavljajo procesi psevdoolgjevanja (zastajanje padavinske vode). Tla so kisle reakcije, nasičenosti z bazičnimi kationi je pod 50 % (distrična), imajo majhno kationsko izmenjalno kapaciteto. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode.		
02067	650	ŠENTJANŽ PRI DRAVOGRADU
Travnik na strmem pobočju z JZ ekspozicijo. Plitva distrična rjava tla (pH je 4.9–5.0; V je 29 –33%) so nastala na skrilavih metamorfnih kamninah (gnajs); zaradi velike vsebnosti peska (~50%) so dobro propustna za vodo, kar je pri majhni globini in južni ekspoziciji negativna lastnost, saj je rastišče precej suho. Tudi vsebnost organske snovi je majhna, kar ob nizkem deležu gline izkazuje izredno majhno kationsko izmenjano kapaciteto. Razen vsebnosti Co malo nad mejno vrednostjo (verjetno geogeni izvor) so koncentracije drugih nevarnih snovi v območju naravnih vrednosti oziroma pod spodnjo mejo podajanja (LOQ).		
03209	227	GABRNIK
Meliorirano kmetijsko območje v dolini Pesnice. Tla so težke meljasto glinasto ilovnate teksture, horizont oglejevanja GoGr se pojavi takoj pod ornim horizontom, marmoracije pa so vidne tudi v ornici. Tla so kisle reakcije (pH je 5.1–5.2), vendar so zaradi nasičenosti z bazičnimi kationi (V je 63 – 64%) evtrična. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode razen vsebnosti simazina in atrazina, katerih koncentracija je med LOD in LOQ. Tudi te vrednosti (<0.005 mg/kg) so zelo majhne, vendar kažejo, da so na tem območju v preteklosti uporabljali herbicide.		

KODA VZORČNE TOČKE	NV (m)	BLIŽINA NASELJA
04617	463	VISOLE
/LASTNIK NI DOVOLIL VZORČENJA/		
06255	289	ZGORNJI LESKOVEC
Travnik, v preteklosti njiva, v vznožju pobočja manjše strme doline v Halozah. Nad vzorčnim mestom so vinogradi iz katerih erozija odnaša zemljo. Evtrična rjava tla so nastala na laporjih in so delno koluvijalna, glinasto ilovnate teksture, nevtralne reakcije z visoko vsebnostjo izmenljivih bazičnih kationov (V je 93 – 96%) in srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Določili smo ostanke DDT in derivata DDE v zgornjem sloju tal (nizke koncentracije), vsebnosti anorganskih nevarnih snovi je v območju naravnega ozadja.		
09716	367	OJSTRO
Vzorčna lokacija je na starem nasutju domnevno rudniške jalovine, v profilih odvzemnih mest smo naleteli na ostanke premoga in opeke; talni horizonti niso razviti. Del opuščene deponije je tudi črno odlagališče kosovnih odpadkov. Tla so meljasto glinasto ilovnate teksture, šibko kisle do nevtralne reakcije in z relativno visokim deležem organske snovi tudi v spodnjem sloju. Vsebnost As, Cd in Mo je nad mejno vrednostjo (Ur.L. RS 68/96), vsebnost organskih nevarnih snovi je v okviru naravnega ozadja.		
10268	855	BRODE
Travnik malo pod vrhom grebena pri Sv. Ožboltu; tla so plitva (ranker), ilovnate teksture (srednje težka tla) in zaradi matične podlage (groedenski peščenjaki) kisle reakcije, nasičenost z bazičnimi kationi je nekoliko nad 50%. Delež organske snovi je relativno velik predvsem v zgornjem sloju, kar s koncentracijami rastlinam dostopnega fosforja in kalija kaže na intenzivno rabo in gnojenje. Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode.		
10316	625	ROVIŠČE
Vzorčna točka se nahaja na planoti med savsko in moravško dolino na apnencih in dolomitih, kjer je združba plitvih tal (rendzina) in tipičnih rjavih pokarbonatnih tal. Odvzemno mesto smo predstavili na travnik med cesto in kolovozom. Tla so plitva, meljasto ilovnate teksture, nevtralne do šibko bazične reakcije z visoko V vrednostjo (~89%). Vsebnost Cd presega mejno vrednost (Ur.L. RS 68/96), vsebnost ostalih anorganskih in organskih nevarnih snovi je v okviru naravnega ozadja.		
10332	340	ŠAVNA PEČ
Travnik v strmem pobočju levo nad reko Savo; plitva rjava pokarbonatna tla imajo v sloju C že 30 % skeleta. Raba ni intenzivna, kar kažejo nizke vsebnosti rastlinam dostopnega fosforja in kalija; reakcija je nevtralna, zasičenost z bazičnimi kationi je velika, kar je za tla na apnencih in dolomitih običajno. Kationska izmenjalna kapaciteta je srednja. Vsebnost anorganskih in organskih nevarnih snovi je pod mejno vrednostjo (Ur.L. RS 68/96), kljub pogostim prekoračitvam vsebnosti SO ₂ in drugih nevarnih snovi v zraku na tem območju v preteklosti.		
10348	460	VELIKE GORELCE
Travnik, v preteklosti njiva, v spodnjem delu pobočja; evtrična rjava tla na miocenskih peskih, peščenjaki in laporju so nevtralne reakcije, z veliko kationsko izmenjalno kapaciteto in dobro zasičenostjo z bazičnimi kationi. Vsebnost organske snovi je rahlo nad povprečjem za travniška tla, predvsem v spodnjih slojih, kar je posledica oranja v preteklosti in tudi možnih koluvialnih procesov. Določili smo ostanke DDT in derivata DDE v zgornjem sloju tal (blizu mejne vrednosti), vsebnosti anorganskih nevarnih snovi je v območju naravnega ozadja.		

KODA VZORČNE TOČKE	NV (m)	BLIŽINA NASELJA
11520	417	SLAPNIK
Teren, ki se zarašča na zahodni strani grebena med Sočo (Plave) in Belim potokom oziroma Noznim. Vzorčno mesto smo premaknili na skrajni rob vzorčne točke, na pašnik v zaraščanju, ki je edina negozdna raba v radiju 200m. Tla so zelo plitva (odvzeta sta le dva povprečna vzorca do globine 20 cm), nevtralne reakcije in z dobro zasičenostjo z bazičnimi kationi, kar je značilno za evtrična rjava tla na flišu. Dobra drenaža in zahodna ekspozicija ob plitvem talnem profilu sta vzrok za zelo suho rastišče, manj primerno za kmetijsko rabo. Antropogenih izvorov onesnaženja nismo zasledili, vendar smo določili visoko vsebnost Ni, ki presega opozorilno vrednost (Ur.L. RS 68/96). Vzrok ja matična podlaga (geogeni izvor), kar potrjuje tudi vsebnosti Co in Cr, ki sta večji od mediane vzorcev ROTS2006 (n=43).		
11536	888	ČEPOVAN
Vzorčno mesto je manjša vrtača na robu banjške planote nad Čepovanom. Pedološke analize potrjujejo lastnosti za tipična rjava pokarbonatna tla na apnencu; tla so plitva in delno antropogenizirana (vrtača je bila očiščena kamenja in manjših skal, v spodnjih plasteh smo naleteli tudi na kose opeke). Antropogeni vpliv je opazen tudi v vsebnosti fosforja in nevarnih snovi; vsebnost Cd presega opozorilno vrednost (Ur.L. RS 68/96), nad mediano vzorcev ROTS 2006 (n=43) so tudi vsebnosti Pb, Zn, Cr, Co in Ni (koncentraciji slednjih dveh presegata mejno vrednost) ter policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH). Skupna vsebnost PAH je sicer pod mejno vrednostjo, vendar smo v zgornjem sloju določili 12 od 16 spojin iz skupine PAH, kar je največ med vsemi vzorci ROTS2006.		
11680	350	TREBČE
Današnja raba tal je pašnik (konji), pedološki opis in analize pa kažejo, da je bila v preteklosti raba tal njiva. Evtrična rjava tla na laporju so meljasto glinasto ilovnate teksture, nevtralne reakcije z veliko kationsko izmenjalno kapaciteto, kar je posledica visokega deleža gline in organske snovi. Predvidevamo, da so povečane vsebnosti anorganskih nevarnih snovi Cd, Ni, As in Co delno posledica antropogenih dejavnikov.		
12998	356	DOLNJE IMPOLJE
Rjava pokarbonatna tla, srednje globoka, imajo ilovnato do meljasto glinasto teksturo, nevtralno reakcijo, srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto in relativno visoko vsebnost organske snovi. Vzorčno mesto je star ekstenzivni sadovnjak, neposredno ob lokalni cesti in začetku vasi, kjer se v jeseni pase živina. Predvidevamo, da so povečane vsebnosti anorganskih nevarnih snovi Cd, Co, As in Ni delno posledica antropogenih dejavnikov.		
14239	360	MALA RAČNA
Rjava pokarbonatna tla na osamelcu nad Radenskim poljem. Raba tal je travnik, tla so nevtralne reakcije in meljasto ilovnate teksture (delež melja je preko 70%) ter imajo srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Razen vsebnosti Co malo nad mejno vrednostjo (verjetno geogeni izbor) so koncentracije drugih nevarnih snovi v območju naravnih vrednosti oziroma pod spodnjo mejo podajanja (LOQ).		

KODA VZORČNE TOČKE	NV (m)	BLIŽINA NASELJA
14311	143	MOSTEC
Lokacija se nahaja na obrežju reke Save nasproti Čateških toplic, vzorčno mesto je med jarkom in lokalno cesto. Obrečna tla, nastala na nanosu reke Save, imajo ilovnato do meljasto ilovnato teksturo, so nevtralne do šibko bazične reakcije in imajo srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Trenutna raba je travnik, v preteklosti je bila njiva, kar je razvidno iz morfoloških lastnosti tal (še dobro viden obdelovani horizont Ap). Na intenzivno kmetijsko rabo kaže tudi prisotnost insekticida DDT in derivata DDE, ki smo jih v majhni koncentraciji določili v zgornjem sloju tal (seštevek vrednosti skoraj dosega mejno vrednost glede na Uredbo Ur.l.RS 68/96). Vsebnost drugih organskih in anorganskih nevarnih snovi je v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode.		
15460	160	DOLANCI
Vzorčno mesto je na njivi 150 m severno od centra lokacije in je bolj primerno glede rabe tal in dostopa za odvzem vzorcev in monitoring. Tla so srednje težke ilovnate teksture, nevtralne reakcije in imajo srednjo kationsko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja in kalija je majhna, kar ne kaže na veliko intenzivnost rabe. Zabeležili smo le nizko vsebnost atrazina, kar je glede na rabo in vegetacijo (koruza) razumljivo, ostankov drugih fitofarmacevtskih sredstev nismo določili. Zaradi matične podlage (fliš) je povečana vsebnost Co in Ni, slednja presega opozorilno vrednost glede na zakonodajo (Ur.L.RS 68/96).		
16595	520	BREŽE
Vzorčno mesto je na zatravljeni njivi 150 m zahodno od središča lokacije, ki je v naselju. Raba tal je njiva, trenutno je v kolobarju travinje, vzorci so bili odvzeti iz dobro vidnega ornega sloja D in C. Tla so šibko kisle reakcije, evtrična (nasičenost z bazičnimi kationi je preko 50%) in vsebujejo veliko količino melja (srednje težka meljasto ilovnata tekstura); kationska izmenjalna kapaciteta je srednja. V nizkih koncentracijah smo določili ostanke DDT in DDE, vsebnost anorganskih nevarnih snovi je v območju naravnega ozadja.		
17465	604	PIVKA
Vzorčna lokacija se nahaja na območju pašnikov in ekstenzivnih travnikov zahodno od Pivke, vzorčno mesto je JV od središča lokacije na nepokošenem travniku/pašniku. Plitva rjava pokarbonatna tla na apnencu imajo srednje težko do težko teksturo, šibko kislo reakcijo in velik delež organske snovi, ki kaže, da se travnik malo kosi oziroma pase. Velik delež gline in organske snovi je razlog za dobro kationsko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost nekaterih anorganskih nevarnih snovi (Cd, Ni, Cr) je večja od opozorilne vrednosti (Ur.L.RS 68/96) in je verjetno predvsem posledica geogenega izvora (velja tudi za Co). Visoka vsebnost Cd kaže tudi na antropogeni vpliv, ki ga potrjuje veliko število določenih spojin iz skupine policikličnih aromatskih ogljikovodikov (koncentracije sicer ne presegajo mejnih vrednosti). Druge organske nevarne snovi niso prisotne.		
18322	387	BEKA
Lokacija je blizu državne meje SZ od naselja Beka na kraškem območju. Vzorčno mesto smo zaradi zaraščenosti terena predstavili na rob vzorčnega območja na pašnik v zaraščanju (poleg kolovoza). Tla so zelo plitva (rendzina) in skeletna (80%), velika je tudi kamnitost na površini. Odvzet je bil le površinski sloj A, ki vsebuje zelo veliko organske snovi (18,2%) zato ima tudi dobro kationsko izmenjalno kapaciteto. Vsebnost nekaterih anorganskih nevarnih snovi (Cd, Ni, Cr, Co, As) je večja od opozorilne vrednosti oziroma mejne vrednosti (Ur.L.RS 68/96). Od organskih nevarnih snovi smo določili le nizke koncentracije 7 spojin iz skupine policikličnih aromatskih ogljikovodikov.		

KODA VZORČNE TOČKE	NV (m)	BLIŽINA NASELJA
18354	690	KORITNICE
Pašnik v intenzivni rabi, kar dokazuje zelo dobra založenost z rastlinam dostopnim fosforjem in kalijem predvsem v zgornjem sloju. Talni tip je rendzina na dolomitu, humusno akumulativni horizont A je močno humozen (kar je bilo razvidno že pri opisu (temna barva), zato imajo tla dobro kationsko izmenjevalno kapaciteto. Ostanki fitofarmaceutskih sredstev niso prisotni, povečana vsebnost Cd pa je lahko posledica uporabe fosfatnih gnojil in delno tudi matične podlage, čeprav je visoka vsebnost Ni in nekoliko povišana vsebnost Cr za dolomit manj značilna kot za fliš in apnenec. Težje brez dodatnih analiz pojasnimo zelo visoko vsebnost As, ki se v spodnjem sloju že približuje kritični vrednosti (Ur.L.RS 68/96), možni so tako geogeni izvori kot tudi točkovno onesnaženje.		
18370	878	BABNO POLJE
Lokacija v gozdu neposredno ob vlaki na širšem gozdnatem območju Snežnika. Vegetacija je tipični dinarski jelovo bukov gozd, rjava pokarbonatna tla na apnencu so plitva in skeletna ter nekoliko izprana (nizek pH, V vrednost < 50 %, večji delež gline v nižjih slojih tal). Vse izmerjene nevarne snovi so v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode. Zaradi nizkih geogenih vsebnosti kovin v tleh in oddaljenost vzorčne točke od možnih virov onesnaževanja je lokacija primerna za kontrolno lokacijo državnega monitoringa onesnaženosti tal.		
19190	552	OBROV
Lokacija na kraškem območju nedaleč od regionalne ceste Kozina-Obrov. Središče vzorčne lokacije je lokalna cesta, zato smo vzorčno mesto predstavili 50m zahodno. Tla so plitva (rjava rendzina na apnencu), skeletna (spodaj do 80%), vidna je tudi kamnitost in skalovitost na površini. Velika vsebnost organske snovi (zgoraj 18,1%) je razlog za dobro kationsko izmenjalno kapaciteto, tla so šibko kisla z dobro zasičenostjo z bazičnimi kationi; nizka vsebnost rastlinam dostopnega fosforja pa kaže na ekstenzivno kmetijsko rabo. Vsebnost nekaterih anorganskih nevarnih snovi (Ni, Cr, As, Co) je večja od opozorilne oziroma mejne vrednosti (Ur.L.RS 68/96) in je verjetno predvsem posledica geogenega izvora, saj so vrednosti v spodnjih plasteh tal večje kot v zgornjih. Povečane vsebnosti fluoridov (v zgornjem sloju nad mejno vrednostjo) in večja vsebnost Cd glede na povprečje vzorcev ROTS_06 v zgornjih slojih tal pa kažejo tudi na antropogeni vpliv. Vsebnost organskih nevarnih snovi je v območju naravnih vrednosti oz. pod LOD uporabljene metode.		
19911	260	SOKOLIČI
Odvzem vzorcev smo opravili na najbolj intenzivnem območju vzorčne lokacije – v starejšem vinogradu. Tla so površinsko obdelana do globine 25 cm, so plitva in skeletna, vpliv karbonatnega fliša je opazen tudi v šibko bazični reakciji in visoki nasičenosti z bazičnimi kationi. Tla vsebujejo veliko gline in melja in jih uvrščamo med težka tla. Vpliv dolgoletne rabe fitofarmaceutskih sredstev se kaže v povečani vsebnosti bakra, DDT in DDE. Zaradi matične podlage je nekoliko povečana tudi vsebnost Ni.		
19938	299	ZILJE
Skraina JV vzorčna točka v mreži 8 x 8 km – travnata jasa v zaraščanju. Tla so srednje težke meljasto ilovnate teksture, kisle reakcije in slabo nasičena z bazičnimi kationi (distrična, izprana). Delež organske snovi z globino hitro pada, zato je tudi kationska izmenjalna kapaciteta majhna. Razen vsebnosti Co nad mejno vrednostjo (verjetno geogeni izvor) so koncentracije ostalih nevarnih snovi v območju naravnih vrednosti oziroma pod spodnjo mejo podajanja (LOQ).		

LITERATURA

Adriano D. C. 1986. Trace elements in the terrestrial environment. New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo, Springer-Verlag: 533 str.

Alloway B. J. 1990. Heavy Metals in Soils.- Blackie, John Wiley & Sons, Inc, London and Glasgow, New York, 339 str.

Barcelo J., Poschenrieder C. 1990. Plant water relations as affected by heavy metal stress: a review. *Journal of Plant Nutrition*, 13, 1: 1–37 str.

Bergmann W. 1992. Nutritional Disorders of Plants.- Gustav Fischer Verlag, Jena, 13 – 30 str.

Blum W. E. H., Danneberg O. H., Glatzel G., Grall H., Kilian W., Mutsch F., Stohr D. 1986. Waldbodenuntersuchung.- Oesterreichische bodenkundliche Gesellschaft

Bodenschutzprogramm 1991. Bayer, Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Campbell P. G. C., Stokes P. M., Galloway J. N. 1983. The effect of atmospheric deposition on the geochemical cycling and biological availability of metals. V: Heavy Metals in the Environment. Heidelberg International Conference, CEP Consultants, Edinburgh, Vol. 2: 760–763 str.

Davies B. E. 1990: Lead. V: Heavy Metals in Soils. Alloway B. J. (ed.). Glasgow and London, Blackie: 175–196 str.

Evans L. J. 1989. Chemistry of metal retention by soils. *Environmental Science and Technology*, 23: 1046–1056 str.

Grčman H., Hudnik V., Lobnik F., Mihelič R., Prus T., Vrščaj B., Zupan M. 2004. Tla. V: Zych B. (ur.), Mihelač Š. (ur.), Bat M., Lovrenčak F., Kunaver J., Ogrin D. Narava Slovenije. Ljubljana: Mladinska knjiga, 147-165 str.

Kabata Pendias A., Pendias H. 1984. Trace Elements in Soils and Plants.- CRC Press, Inc., Boca Ration, 315 str.

Lobnik F., Hrustel-Majcen M., Zupan M., Vrščaj B., Ruprecht J., Šporar M., Hodnik A., Trobiš M., Prus T., Kastelec D., Kočevar H., Hudnik V., Vučko H., Bizjak M., Grgić I., Medved M., Lapajne S., Brumen S., Žerjal E., Vončina E., Štajnbaher D. 1989.

Štancer A. Soil pollution map of Celje county. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Agronomy Department, 44 str.

Lobnik F., Zupan M., Hudnik V. 2002. Strokovne podlage za pravilnik o imisijskem monitoringu tal. Strokovna naloga za MOPE (2511 – 02 – 200046), Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 15 str.

Lobnik F., Zupan M., Hudnik V., Vidic N. J. 1994. A soil and plant pollution case study in an industrial area in Slovenia. V: ADRIANO, Domy C. (ur.). Biogeochemistry of trace elements, (Environmental Geochemistry and Health, Vol. 16, spec. iss.). Northwood: Science and Technology Letters, cop. 1994, vol. 16, 287-299 str.

Martin M. H., Coughtrey P. J., Ward P. 1979. Historical aspects of heavy metal pollution in the Gordano Valley. Proceedings of the Bristol Natural History Society, 37: 91-97 str.

Pacyna J. M. 1986. Atmospheric trace elements from natural and anthropogenic sources. V: Toxic metals in the atmosphere. Nriagu J. O. in Davidson C. I.(eds.). New York, Wiley: 33-52 str.

Pacyna J. M., Semb A., Hanssen J. E. 1984. Emmission and long-range transport of trace elements in Europe. Tellus (Series B), 36B (3): 163-178 str.

Pirc S., Šajn R. 1997. Vloga geokemije v ugotavljanju kemične obremenitve okolja.-Kemizacija okolja in življenja – Do katere mere?, Zbornik projekta Evropskega leta varstva narave 1995 – urednik Lah A., Slovensko ekološko gibanje, 165-186 str.

Ross M. S. 1994. Toxic Metals in Soil-Plant Systems. Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, John Wiley & Sons: 467 str.

Sauerbeck D. 1982. Which heavy metal concentrations in plants should not be exceeded in order to avoid detrimental effects on their growth.-Landw. Forsch. Sonderh. 39, 108-129 str.

Van Camp L., Bujarrabal B., Gentile A.R., Jones R.J.A., Montanarella L., Olazabal C., Selvaradjou S.K. 2004. Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection. EUR 21319 EN/5, Official Publications of the EC, Luxemburg. 872 str.

Zakon o varstvu okolja: Uradni list RS 32/93 (ni več veljaven), Uradni list RS 41/04, Uradni list RS 39/06.

Zupan M., Vrščaj B., Tič I., Hodnik A., Lobnik F., Hudnik V., Prus T., Ruprecht J., Šporar M., Knapič M., Lapajne S., Kugonič N. 2000. Raziskave onesnaženosti tal s predlogom programa ukrepov nujnih sanacij: Koncept izvajanja monitoringa onesnaženosti tal RS in Poročilo za leto 1999. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja.

Publikacijo izdala in založila:
Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

Izvajalec projekta:
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za
agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja,
Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Avtorji:
mag. Marko Zupan, dr. Helena Grčman
in dr. Franc Lobnik

Izdelava kart in grafikonov:
Irena Tič in Marjan Šinkovec

Recenzenti:
dr. Vida Hudnik, dr. Primož Simončič
in Petra Krsnik, univ.dipl.geogr.

Lektoriranje:
Nevenka Valič

Oblikovanje:
Samo Grčman

Tisk:
PRESENT, d.o.o.

Naklada:
500 izvodov

Ljubljana, december 2007

RAZISKAVE ONESNAŽENOSTI TAL SLOVENIJE V LETU 2006

Projekt izvaja Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,
Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo
okolja v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo
Maribor, Inštitut za varstvo okolja

Sodelavci na projektu: Marko Zupan, Helena Grčman,
Andreja Hodnik, Slavko Lapajne, Franc Lobnik,
Tomaž Kralj, Janez Ruprecht, Marjan Šporar, Irena Tič,
Vili Šijanec, Milan Kobal, Svetlana Gogić, Zalka Ilc,
Bernarda Mohorovič, Mojca Baskar