



ARSO OKOLJE

Monitoring kakovosti tal v letu 2023

Letno poročilo

Monitoring kakovosti tal v letu 2023

Ljubljana, junij, 2024

Izdajatelj: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija RS za okolje, Ljubljana, Vojkova 1b

Odgovarja: mag. Joško Knez, generalni direktor

Avtorji: Tadej Hiti
Marjan Šinkovec

Kartografija in

priprava podatkov: Marjan Šinkovec
Tadej Hiti
Petra Krsnik

Deskriptorji: Slovenija, tla, kakovost, onesnaženje, ocena stanja

Descriptors: Slovenia, soil, quality, pollution, quality assessment

Program monitoringa je objavljen na spletišču državne uprave;

<https://www.gov.si teme/spremljanje-kakovosti-tal/>

Monitoring kakovosti tal v letu 2023

Letno poročilo

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, junij, 2024

Kazalo vsebine

1	UVOD IN OZADJA.....	7
1.1	PROGRAM MONITORINGA KAKOVOSTI TAL ZA OBDOBJE 2022 DO 2026	7
1.1.1	Zakonodajna podlaga za izvajanje monitoringa kakovosti tal.....	8
1.1.2	Namen in cilji monitoringa kakovosti tal	9
1.1.3	Prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest.....	9
1.2	PROGRAM MONITORINGA KAKOVOSTI TAL ZA LETO 2023.....	10
1.2.1	Izbor lokacij vzorčnih mest v letu 2023	10
2	POSTOPKI IN METODE DELA.....	13
2.1	ODVZEM VZORCEV TAL	13
2.1.1	Vzorčenje tal iz slojev	14
2.1.2	Vzorčenje tal iz pedogenetskih horizontov	16
2.2	LABORATORIJSKE ANALIZE.....	16
2.2.1	Osnovni pedološki parametri.....	17
2.2.2	Anorganska onesnaževala.....	19
2.2.3	Organska onesnaževala	20
3	REZULTATI MONITORINGA KAKOVOSTI TAL V LETU 2023	23
3.1	ŠTEVILO ODVZETIH VZORCEV	23
3.2	IZDELAVA STANDARDNIH IZPISOV VZORČNIH MEST MKT23.....	24
3.3	REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ ZA VZORCE TAL IZ SLOJEV IN HORIZONTOV	27
3.4	INTERPRETACIJA PODATKOV MKT23	33
3.4.1	Osnovni pedološki podatki	33
3.4.1.1	pH vrednost	33
3.4.1.2	Tekstura tal	34
3.4.1.3	Organska snov v tleh	34
3.4.1.4	Zasičenost z bazičnimi kationi	35
3.4.1.5	Kationska izmenjalna kapaciteta (KIK)	36
3.4.2	Anorganski parametri.....	37
3.4.2.1	Kadmij.....	37
3.4.2.2	Baker.....	39
3.4.2.3	Nikelj	40
3.4.2.4	Svinec	42
3.4.2.5	Cink	43
3.4.2.6	Arzen.....	45
3.4.3	Organski parametri	46
3.4.3.1	Policiklični aromatski ogljikovodiki.....	46
3.4.3.2	Ogljikovodiki C ₁₀ -C ₄₀	48
3.4.4	Komentar talnih lastnosti in kakovosti tal na vzorčnih mestih MKT23	49
4	STATUS PODATKOV	50

5	VIR	51
6	PRILOGE	52

Kazalo tabel

Tabela 1: Seznam lokacij vzorčnih mest v letu 2023, kjer je bil izveden opis lokacij in odvzem vzorcev tal.....	12
Tabela 2: Globine vzorčenja glede na rabo tal in oznake odvzetih vzorcev tal.	15
Tabela 3: Nabor preiskovanih pedoloških parametrov z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.....	17
Tabela 4: Nabor preiskovanih anorganskih nevarnih snovi z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.....	19
Tabela 5: Nabor merjenih anorganskih onesnaževal z mejnimi imisijskimi vrednostmi po Uredbi.....	20
Tabela 6: Nabor preiskovanih organskih nevarnih snovi z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.....	21
Tabela 7: Nabor merjenih organskih onesnaževal z mejnimi imisijskimi vrednostmi po Uredbi.	22
Tabela 8: Število odvzetih vzorcev po slojih in njihovih globinah, horizontih, s številom opravljenih analiz in izračunov v MKT23.	23
Tabela 9: Vsebina standardnega izpisa za posamezno vzorčno mesto.	25
Tabela 10: Rezultati analiz osnovnih pedoloških parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.	28
Tabela 11: Rezultati analiz osnovnih pedoloških parametrov v vzorcih tal odvzetih iz horizontov.	29
Tabela 12: Rezultati kemijskih analiz anorganskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.	30
Tabela 13: Rezultati kemijskih analiz anorganskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz horizontov.	31
Tabela 14: Rezultati kemijskih analiz organskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.	32

Kazalo slik

Slika 1: Prostorski prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT.....	10
Slika 2: Prostorski prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT23.....	11
Slika 3: Shematski prikaz vzorčnega mesta v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT.....	14
Slika 4: Potencialna kislost (pH) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	33
Slika 5: Teksturni razredi v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	34
Slika 6: Vsebnost organske snovi (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	35
Slika 7: Delež bazičnih kationov (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.....	36
Slika 8: Kationska izmenjalna kapaciteta tal (mmol+/100g) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	37
Slika 9: Izmerjene vsebnosti kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.....	38
Slika 10: Vsebnost kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	38
Slika 11: Izmerjene vsebnosti bakra (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	39
Slika 12: Vsebnost bakra (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	40
Slika 13: Izmerjene vsebnosti niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	41
Slika 14: Vsebnost niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	41
Slika 15: Izmerjene vsebnosti svinca (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.....	42
Slika 16: Vsebnost svinca (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.....	43

Slika 17: Izmerjene vsebnosti cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	44
Slika 18: Vsebnost cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	44
Slika 19: Izmerjene vsebnosti arzena (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	45
Slika 20: Vsebnost arzena (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	46
Slika 21: Izmerjene vsebnosti PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	47
Slika 22: Vsebnost PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	47
Slika 23: Izmerjene vsebnosti ogljikovodikov C ₁₀ -C ₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.	48
Slika 24: Vsebnost ogljikovodikov C ₁₀ -C ₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.	49
Slika 25: Število preseganj zakonsko predpisani mejnih vrednosti glede na Uredbo v vzorcih tal iz MKT23.	49

Kazalo prilog

Priloga 1: Prikaz vseh vzorčnih mest, vključenih v mrežo vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal, v merilu 1: 25.000	52
Priloga 2: Prikaz vzorčnih mest v okviru Monitoringa kakovosti tal v letu 2023 (MKT23), v merilu 1:25.000	52
Priloga 3: Poročila (standardni izpisi) o izvedbi vzorčenja in kemijskih analizah vzorcev tal odvzetih iz slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT23.	52
Priloga 4: Terenski zapisi o vzorčenju slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT23.	52

1 UVOD IN OZADJA

Tla so bistven, kompleksen, večnamenski in živ ekosistem, ki je ključnega okoljskega ter družbeno-gospodarskega pomena. So del zemeljske skorje med površino in kamninsko podlago. Sestavljena so iz mineralne in organske snovi, vode, zraka ter živih organizmov. Struktura in lastnosti tal so rezultat njihovega nastajanja, geomorfoloških in geoloških procesov, ki so trajali tisočletja. Tla se zato uvrščajo med neobnovljive vire.

Fizikalne in kemijske lastnosti posameznih tipov tal določajo njihovo vrsto rabe (Vrščaj, 2017). Od posamezne vrste rabe tal, njihovih lastnosti in kakovosti je odvisno v kolikšni meri in katere funkcije ter ekosistemske storitve zagotavljajo. Zaradi njihove ključne vloge, ne samo za okolje, ampak tudi za človeka, jih je treba varovati, obnavljati in preprečevati njihovo degradacijo. Eden od načinov varovanja tal je tudi preko monitoringa kakovosti tal, saj na podlagi tega pridobimo podatke in informacije, ki so osnova za nadaljnje ukrepanje.

Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje, (v nadaljevanju: ARSO) je v skladu s 3. odstavkom 147. člena Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 44/22 in 18/23 – ZDU-1O) ter Pravilnikom o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2) pristojno za zagotavljanje monitoringa stanja okolja in s tem tudi monitoringa kakovosti tal.

Na podlagi izvedbe Programa monitoringa kakovosti tal v obdobju od 2022 do 2026 (v nadaljevanju: Program MKT) bodo pripravljena poročila za posamezno opazovano obdobje izvajanja monitoringa kakovosti tal, ki bodo vključevala izsledke monitoringa kakovosti tal.

Poročilo monitoringa kakovosti tal za leto 2023 je izdelano skladno z določili 16. člena Pravilnika o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2) in njegova vsebina je razdeljena na dva dela: poročilo in priloga. V poročilu navajamo metodologijo dela in vse rezultate stanja tal na izbranih lokacijah leta 2023. Rezultati meritev so statistično obdelani ter so prikazani tabelarično in grafično. V prilogi so na kartah prikazane lokacije vseh vzorčnih mest, vključenih v mrežo vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal za obdobje 2022 do 2026 ter vsa vzorčna mesta z izvedenim monitoringom kakovosti tal v letu 2023. V prilogi so pregledno podani tudi standardni izpisi za vsako od vzorčnih lokacij, ki detajlno prikazujejo morfološke lastnosti tal, standardne pedološke analize ter vsebnost anorganskih in organskih nevarnih snovi tabelarično in grafično za vsako lokacijo posebej, vključno s komentarjem in fotografijo vzorčne lokacije ter izkopanih profilov tal. Priloga vsebuje tudi izpolnjene zapise o vzorčenjih tal na obrazcu iz Priloge 2 Pravilnika o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2).

1.1 PROGRAM MONITORINGA KAKOVOSTI TAL ZA OBDOBJE 2022 DO 2026

V Sloveniji so tla varovana z zakonodajo s področja okolja (npr. standardi kakovosti za nevarne snovi v tleh, odpadki, preprečevanja industrijskega onesnaževanja), deloma tudi s področja upravljanja voda, prostora in kmetijstva. Izvajanje monitoringa kakovosti tal je predpisano v 97. členu ZVO-2. Pravilnik določa način in obseg izvajanja monitoringa kakovosti tal, metodologijo vzorčenja tal, analiziranje vzorcev tal in način poročanja o izsledkih monitoringa kakovosti tal. Monitoring kakovosti tal se izvaja na podlagi programa monitoringa kakovosti tal. Onesnaženost tal se določa na podlagi Uredbe, kjer so opredeljene nevarne snovi, katerih vrednosti se morajo spremljati v tleh. Na področju kmetijstva ZKme-1F in ZKme-1G ureja poročanje o stanju organske snovi za oceno emisij in odvzemov toplogrednih plinov iz kmetijstva. Zaradi varovanja proizvodne sposobnosti kmetijskih zemljišč se spremlja stanje kmetijskih tal. Zakon določa tudi dopolnitev in razširitev podatkovne zbirke o emisijah in

odvzemih toplogrednih plinov v kmetijstvu s podatki o spremljanju stanja kmetijskih tal, predvsem s podatki o rezultatih analize vzorcev tal na osnovne parametre rodovitnosti tal (npr. pH, rastlinam dostopni fosfor in kalij, vsebnost organske snovi v tleh). Trenutno se monitoring stanja kmetijskih tal izvaja v skladu s Pravilnikom o spremljanju stanja kmetijskih tal (Uradni list RS, št. 103/22).

V okviru Raziskav onesnaženosti tal Slovenije (v nadaljevanju: ROTS) in kasneje raziskav stanja tal ter vzorčenja tal z namenom vzpostavitve monitoringa kakovosti tal je bilo v obdobju od leta 1999 do leta 2021 odvzetih 391 površinskih vzorcev tal, v katerih so se poleg osnovnih pedoloških parametrov določale tudi vsebnosti anorganskih in organskih onesnaževal. Za vsako vzorčno mesto so bili izdelani terenski opisi in standardni izpisi analiznih rezultatov. ROTS se je usmerjal predvsem v kmetijsko rabo tal, nadaljnje raziskave kakovosti tal pa so se osredotočale tudi na druge rabe tal, tj. otroška igrišča, stanovanjska in opuščena industrijska območja. Omenjene raziskave predstavijo ključna izhodišča za mrežo vzorčnih mest monitoringa kakovosti tal pričujočega Programa monitoringa kakovosti tal.

Poleg nacionalnih in mednarodnih predpisov, smernic in strateških dokumentov se je pri pripravi programa monitoringa kakovosti tal upošteval tudi vpliv in prenos onesnaževal iz tal v okolje ali ljudi ter druge raziskave kakovosti tal.

1.1.1 Zakonodajna podlaga za izvajanje monitoringa kakovosti tal

Program monitoringa kakovosti tal za obdobje od 2022 do 2026 je pripravljen v skladu z nacionalno zakonodajo ob upoštevanju usmeritev, ki izhajajo iz dokumentov na ravni Evropske unije.

Zakonodaja in mednarodni dokumenti s področja monitoringa kakovosti tal:

- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10, 78/23 – ZUNPEOVE, 23/24 in 21/25 – ZOPVOOV; v nadaljevanju: ZVO-2);
- Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o kmetijstvu – ZKme-1G in ZKme-1G (Uradni list RS, št. 44/22; v nadaljevanju: ZKme-1F in ZKme-1G);
- Nacionalni program varstva okolja (Uradni list RS, št. 83/99, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2; v nadaljevanju: NPVO);
- Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030 (Uradni list RS, št. 31/20 in 44/22 – ZVO-2; v nadaljevanju: ReNPVO 20-30);
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2; v nadaljevanju: Uredba);
- Uredba o merilih za ugotavljanje stopnje obremenjenosti okolja zaradi onesnaženosti tal z nevarnimi snovmi (Uradni list RS, št. 7/19 in 44/22 – ZVO-2);
- Uredba o nacionalnih zgornjih mejah emisij onesnaževal zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 48/18, 44/22 – ZVO-2 in 95/24);
- Pravilnik o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2; v nadaljevanju: Pravilnik);
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja tal (Uradni list RS, št. 157/22 in 7/23 – popr.);
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Uradni list RS, št. 13/21 in 44/22 – ZVO-2);
- Pravilnik o spremljanju stanja kmetijskih tal (Uradni list RS, št. 103/22);
- Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru Regij – Evropski zeleni dogovor (december, 2019);
- Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij - Pot do zdravega planeta za vse. Akcijski načrt EU: Naproti ničelnemu onesnaževanju zraka, vode in tal (maj, 2021);
- Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij – EU Strategija za tla za leto 2030. Uporabiti prednosti zdravih tal za ljudi, hrano, naravo in podnebje (november, 2021);

- Sporočilo Komisije – Obvestilo Komisije o spremljanju ekosistemov na podlagi člena 9 Direktive (EU) 2016/2284 Evropskega parlamenta in Sveta o zmanjšanju nacionalnih emisij za nekatera onesnaževala zraka (direktiva NEC) in Priloge V k Direktivi, C/2019/1328 (v nadaljevanju: direktiva NEC);
- Uredba (EU) 2018/841 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 30. maja 2018 o vključitvi emisij toplogrednih plinov in odvzemov zaradi rabe zemljišč, spremembe rabe zemljišč in gozdarstva v okvir podnebne in energetske politike do leta 2030 ter spremembi Uredbe (EU) št. 525/2013 in Sklepa št. 529/2013/EU (V nadaljevanju: Uredba LULUCF);
- Svetovni cilji trajnostnega razvoja. Spremenimo svet: Agenda za trajnostni razvoj do leta 2030 (september, 2015);
- Protokol o izvajanju Alpske konvencije iz leta 1991 na področju varstva tal. Protokol "varstvo tal";
- Sedmi okoljski akcijski program »The 7th Environmental Action Programme (EAP)« (november, 2013).

1.1.2 Namen in cilji monitoringa kakovosti tal

Namen programa monitoringa kakovosti tal je ugotavljanje vsebnosti onesnaževal v tleh Slovenije oz. ugotavljanje okoljske kakovosti tal v Sloveniji. Monitoring kakovosti tal je sestavni del monitoringa stanja okolja. Izvajanje monitoringa kakovosti tal omogoča pridobitev zanesljivih podatkov o stopnji onesnaženosti tal, različnih spremembah in predvidenih posledicah različne rabe tal. Pomembno dejstvo je, da tla lahko kopičijo nevarne snovi in ostanejo onesnažena tudi, ko se njihovo onesnaževanje preneha. Onesnaženosti tal s prostim očesom največkrat ni mogoče opaziti, zato je pomen izvajanja monitoringa kakovosti tal toliko bolj nujen.

Cilji programa monitoringa kakovosti tal, s stališča onesnaževanja so predvsem sledeči:

- vzpostavitev nacionalne mreže vzorčnih mest monitoringa kakovosti tal in njegovo izvajanje;
- okrepljeni in usklajeni podatki in informacije o kakovosti tal, pridobljeni na podlagi enotne in mednarodno primerljive metodologije;
- ugotavljanje in napovedovanje vzorcev sprememb (trendov) kakovosti tal;
- izboljšani grafični in kartografski prikazi kakovosti tal;
- izboljšana dostopnost okoljskih podatkov;
- večja ozaveščenost o pomenu tal;
- izsledki monitoringa kakovosti tal služijo kot osnova za pripravo predpisov, strateških dokumentov, kazalcev okolja, odločanj v upravnih postopkih in poročanj s področja varovanja okolja;
- uresničevanju določil, ciljev in ukrepov ZVO-2, ReNPVO20-30 in Pravilnika.

1.1.3 Prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest

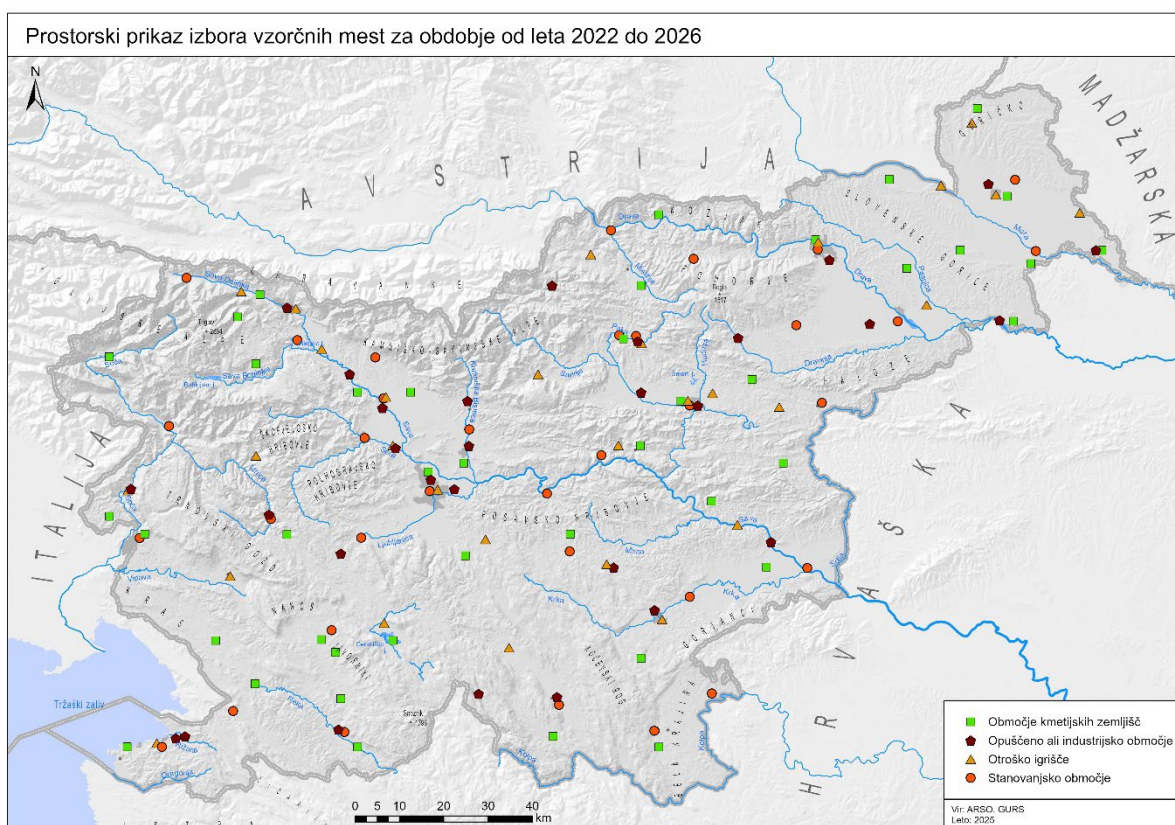
Vzorčna mesta se nahajajo na celotnem območju Republike Slovenije. Na vzorčnem mestu za izvajanje monitoringa kakovosti tal so odvzemna mesta določena v skladu s Pravilnikom o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2) in s standardom SIST ISO 18400-102 ali drugim enakovrednim evropskim ali mednarodno priznanim standardom tako, da so ta čim bolj enakomerno razporejena. Vzorci tal morajo biti odvzeti na način, ki omogoča vrednotenje sprememb in trendov kakovosti tal vsakega vzorčnega mesta.

Izbor vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal, ki bodo predmet vzorčenja v posameznem opazovanem obdobju izvajanja programa monitoringa kakovosti tal, je pripravljen na način, da se v času izvajanja tega programa zagotovi vzorčenje na polovici od vseh vzorčnih mest. S tem se bo dosegel cilj izvedbe vzorčenja tal in monitoringa kakovosti tal

na vseh vzorčnih mestih, določenih v mreži vzorčnih mest, v desetih zaporednih letih vzorčenja. Skupno smo v mreži monitoringa kakovosti tal določili 134 vzorčnih mest, od tega:

- 28 vzorčnih mest na otroških igriščih,
- 29 na opuščeni oziroma na industrijskih območjih,
- 35 na stanovanjskih območjih in
- 42 na kmetijskih območjih.

Opazovano obdobje je obdobje izvajanja monitoringa kakovosti tal, ki traja eno do največ dve koledarski leti. Vzorčenje tal se v posameznem opazovanem obdobju izvede med 1. marcem in 31. oktobrom istega koledarskega leta. Za posamezno leto je določen predviden izbor štirinajstih ali trinajstih vzorčnih mest. Na sliki (Slika 1 in Priloga 1) je prostorsko prikazan izbor vzorčnih mest v obdobju od 2022 do 2026.



Slika 1: Prostorski prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT.

1.2 PROGRAM MONITORINGA KAKOVOSTI TAL ZA LETO 2023

Vzorčna mesta za izvedbo vzorčenja tal v letu 2023 so opredeljena v Programu MKT (z izjemo dodatnega vzorčnega mesta), skladno z določili Pravilnika MKT in zajemajo različne rabe tal:

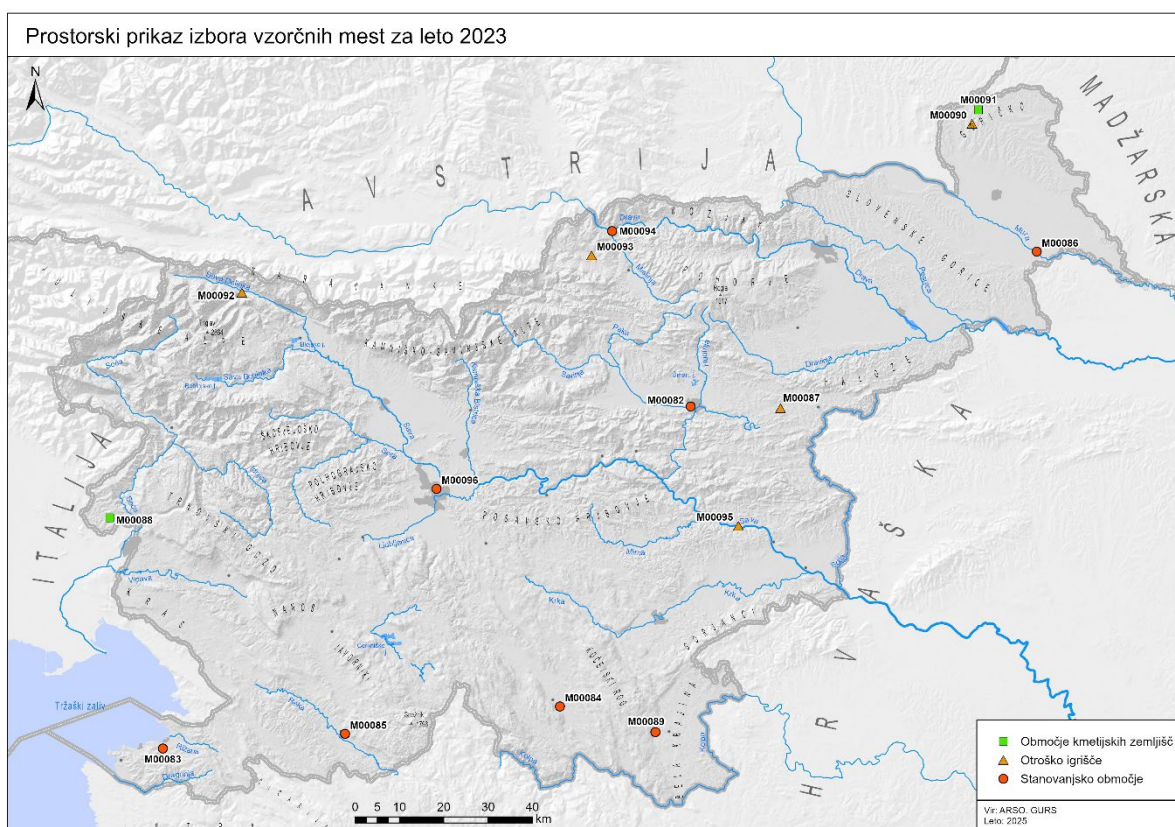
- stanovanjska območja,
- območja otroških igrišč ter
- območja kmetijskih zemljišč.

1.2.1 Izbor lokacij vzorčnih mest v letu 2023

V skladu s Programom MKT je bilo za leto 2023 predvidenih 14 vzorčnih mest, na katerih je bilo v tekočem letu tudi izvedeno vzorčenje tal. Z namenom pridobitve kakovostnih podatkov

o stanju tal na delu travnatega zemljišča na lokaciji Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, smo vzpostavili dodatno vzorčno mesto v okviru Programa MKT. Vzorčno mesto na tej lokaciji LJUBLJANA-ARSO (M00096) bo omogočilo pridobitev natančnih informacij o onesnaženosti tal ter primerjavo teh podatkov s koncentracijami onesnaževal v drugih segmentih okolja (zrak, podzemne vode), katerih spremljanje je na ARSO že vzpostavljeno.

Skupno smo tako v letu 2023 izvedli vzorčenje tal na 15 lokacijah. Glede na namensko rabo tal smo vzorčenje opravili na osmih lokacijah v stanovanjskih območjih, dveh na kmetijskih zemljiščih in petih na otroških igriščih. Za vsako potencialno vzorčno mesto smo predhodno pridobili kontaktne podatke o lastnikih zemljišč ter njihovo dovoljenje za dostop in izvedbo vzorčenja tal. Na sliki (Slika 2 in Priloga 2) je prikazana prostorska razporeditev vzorčnih mest, izvedenih v letu 2023. Natančnejši prikaz seznama lokacij vzorčnih mest izvedenih v letu 2023 je podan v tabeli (Tabela 1).



Slika 2: Prostorski prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT23.

Tabela 1: Seznam lokacij vzorčnih mest v letu 2023, kjer je bil izveden opis lokacij in odvzem vzorcev tal.

Oznaka vzorčnega mesta	N_D96	E_D96	Šifra KO	Parc. št.	Naselje	Občina	Raba tal*
M00082	121516	519597	1077	783	Celje	Celje	S
M00083	44483	400512	2606	468/99	Koper	Koper	S
M00084	53953	490096	1581	2661/1, 2662/2	Dolga vas	Kočevje	S
M00085	47787	441605	2525	703	Ilirska Bistrica	Ilirska Bistrica	S
M00086	156395	597688	141	2039/3	Gornja Bistrica	Črenšovci	S
M00087	121263	539870	1200	116	Šmarje pri Jelšah	Šmarje pri Jelšah	O
M00088	96442	388534	2288	301/1	Šmartno	Brda	K
M00089	48162	511632	1539	1012/5	Jelševnik	Črnomelj	S
M00090	185321	583078	38	1772/2	Grad	Grad	O
M00091	188358	584541	25	1683	Dolič	Kuzma	K
M00092	147288	418333	2171	1321/9, 1324/1	Mojstrana	Kranjska Gora	O
M00093	155678	497245	882	658	Ravne na Koroškem	Ravne na Koroškem	O
M00094	161033	501903	829	882/3, 883/3	Dravograd	Dravograd	S
M00095	94755	530366	1377	455/1	Blanca	Sevnica	O
M00096	102973	462254	2636	1154/5	Ljubljana - ARSO	Ljubljana	S

*- raba tal je razdeljena na: otroško igrišče (O), območje kmetijskih zemljišč (K) in stanovanjsko območje (S)

2 POSTOPKI IN METODE DELA

Vzorčenje tal na 14 vzorčnih mestih, določenih v okviru Programa MKT za leto 2023, je potekalo med aprilom in junijem 2023. Kot dodatno vzorčno mesto smo v Program MKT za leto 2023 vključili lokacijo LJUBLJANA-ARSO (M00096), kjer je bilo vzorčenje izvedeno v oktobru 2023.

Naše dejavnosti v sklopu monitoringa kakovosti tal za leto 2023 (v nadaljevanju: MKT23) so obsegale določitev vzorčnih mest, vzpostavitev stikov z lastniki zemljišč za pridobitev dovoljenj za vzorčenje, izvedbo vzorčenja tal, prevoz vzorcev v laboratorij, urejanje baz podatkov s terenskimi in laboratorijskimi rezultati, obdelavo fotografij, izdelavo standardnih izpisov (v obliki PDF) za vsa analizirana vzorčna mesta ter pripravo letnega poročila. Za vsako vzorčno mesto je bil izdelan ločen standardni izpis, ki vključuje terenske podatke, laboratorijske rezultate osnovnih pedoloških parametrov ter prisotnosti onesnaževal v vzorcih tal, z grafičnimi prikazi ter strokovnimi komentarji o lastnostih tal ter pričakovanimi prehodi onesnaževal skozi tla, v ljudi ter okolje. Standardni izpisi so javno dostopni prek aplikacije "Kakovost tal" na portalu ARSO:

<https://gis.arso.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=022b794ee801450aac43e3b9737dbc93>

2.1 ODVZEM VZORCEV TAL

Vzorčenje tal v letu 2023 je bilo izvedeno v skladu s Pravilnikom o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2) ter Programom MKT. Vsi vzorci tal, odvzeti iz slojev in horizontov na vzorčnih mestih v letu 2023, so bili odvzeti s strani Agencije RS za okolje (v nadaljevanju: ARSO), v skladu s standardom SIST ISO 18400-102.

Pri prvem vzorčenju tal v okviru Programa MKT so predstavniki ARSO na vsakem vzorčnem mestu izkopali pedološki profil do matične podlage, na podlagi katerega so določili skupno globino tal in talni tip. Ob tem so izpolnili terenski zapis, ki je zasnovan na obrazcu iz Priloge 2 Pravilnika o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2). Terenski zapis vključuje opis lokacije vzorčnega mesta ter morfološke lastnosti slojev oziroma horizontov vzorčnega mesta. Opisi slojev oziroma horizontov so bili izvedeni v skladu s standardom SIST ISO 25177.

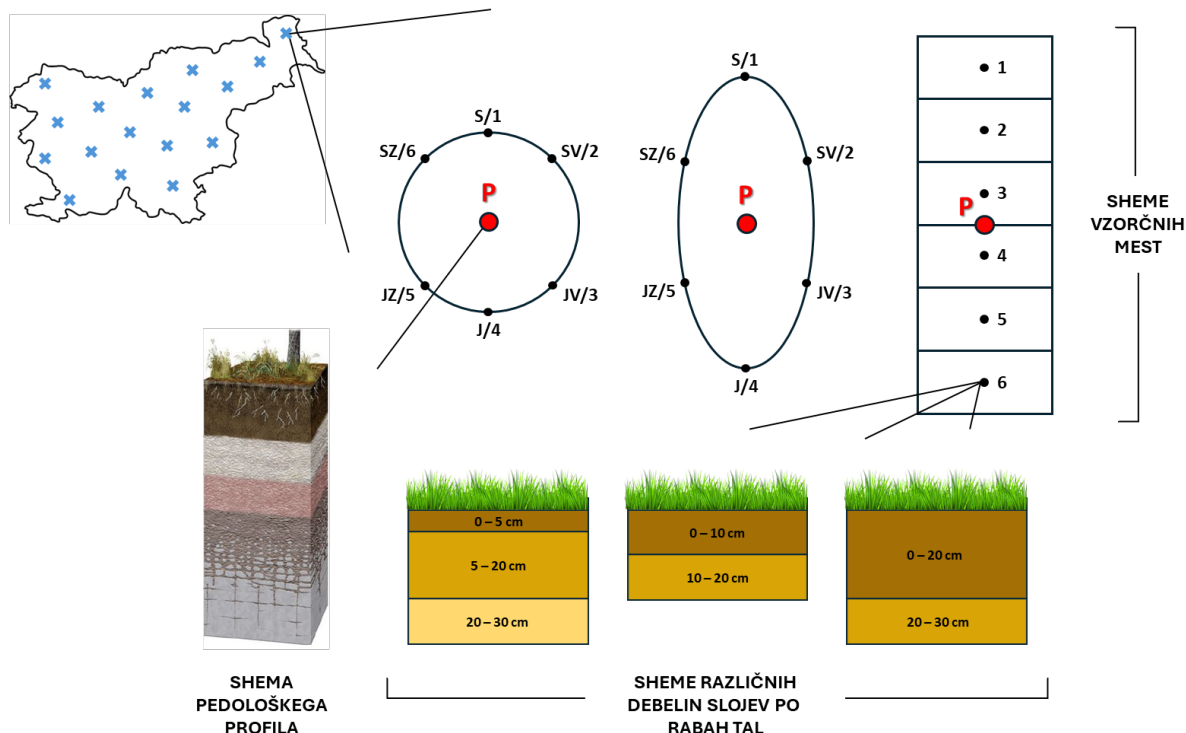
Terenska ekipa, odgovorna za odvzem vzorcev tal in izdelavo terenskih zapisov, je bila sestavljena iz najmanj dveh članov, ki morata biti seznanjena z načinom odvzema reprezentativnih vzorcev v okviru MKT23. Vsaj en član ekipe mora imeti ustrezne izkušnje in prakso pri prepoznavanju tal ter opisu morfoloških lastnosti talnih slojev oziroma horizontov.

Ob prihodu na vzorčno mesto terenska ekipa s pomočjo GPS naprave določi središčno točko vnaprej določenega vzorčnega mesta ali izmeri nove koordinate in zabeleži nadmorsko višino. Sledi določitev smeri neba ter fotografiranje vzorčnega mesta v smeri sever, vzhod, jug in zahod. Od središčne točke v radiju 25 m (ali manj, glede na lastnosti vzorčnega mesta) odmerijo vzorčno ploskev v obliki kroga ali elipse z radijem med 12,5 in 25 m. Vzorčno mesto tako predstavlja površino tal znotraj kroga s premerom 25 metrov.

V primerih, ko je vzorčno mesto omejeno z različnimi ovirami, kot so stavbe, skale, vodne površine ali utrjene površine (npr. na kmetijskih območjih, kjer se tla obdelujejo v pasovih, kot v sadovnjakih ali vinogradih), se lahko vzorčna površina zmanjša, vendar ne sme biti manjša od 25 m². Če zaradi specifičnosti vzorčnega mesta vzorčne ploskve ni mogoče izvesti v obliki kroga ali elipse, se uporabi drugačna oblika, kot je na primer pravokotnik. Oblika vzorčnega mesta se lahko prilagodi, da omogoča enakomerno razporeditev odvzemnih mest na primerljivo veliki površini, s čimer je zagotovljena reprezentativnost vzorčnega mesta.

Pomembno je, da imajo tla na vzorčnem mestu enako pokrovnost. Shema vzorčnega mesta v mreži vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal v letu 2023 je prikazana na Slika 3

IZBRANA VZORČNA MESTA



✕ vzorčna mesta

• 1 ali SZ/6 - odzemno mesto (sloji)

● P - odzemno mesto (horizonti)

Slika 3: Shematski prikaz vzorčnega mesta v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT.

2.1.1 Vzorčenje tal iz slojev

Terenska ekipa na vsakem vzorčnem mestu določi lokacije odvzema na obodu krožnice ali elipse, usmerjene proti SZ, S, SV, JZ, J in JV, ali pa v ravni črti pravokotnika, kjer izkopljejo do šest lukenj, globokih največ 30 cm. Na podlagi rabe tal na posameznem vzorčnem mestu se določijo sloji in njihove debeline, pri čemer se morfološke lastnosti tal natančno zapišejo v zapisu o vzorčenju tal. Globine vzorčenja glede na rabo tal so natančneje prikazane v tabeli (Tabela 2).

Tabela 2: Globine vzorčenja glede na raba tal in oznake odvzetih vzorcev tal.

Globine vzorčenja tal v cm	0-5	0-10	0-20	5-20	10-20	20-30	Druga globina
Oznake vzorcev tal	A	B	C	D	E	F	X
Raba tal							
Kmetijska območja (travniki)*, stanovanjska, opuščena industrijska in industrijska območja	A			D		F	
Otroška igrišča		B			E		
Kmetijska območja (njive, sadovnjaki, vinogradi, vrtovi)			C			F	

* - če to ni, sejano travinje na njivah

Z leseno lopatko se iz vsakega sloja na vseh šestih odvzemnih mestih zbere vse enote vzorcev tal, sestavljene iz volumensko izenačenih podvzorcev, ki se v vedru homogenizira tako, da odraža povprečne kemijske, fizikalne in morfološke lastnosti celotnega vzorčnega mesta na določeni globini in s tem zagotavlja reprezentativnost vzorčnega mesta. Iz homogeniziranega vzorca tal se odstranijo antropogene primesi, kot so ostanki gradbenih, steklenih, kovinskih, plastičnih odpadkov, ipd. Najdeni antropogeni material je ustrezno opisan, dokumentiran ter volumsko ocenjen. Homogenizirane vzorce tal iz posameznega sloja se razdeli v več sterilnih vrečk z zahtevano količino za nadaljnje laboratorijske analize. Za posamezni homogenizirani vzorec tal se odvzame 2 do 3 kg svežih tal. Če to ni mogoče, je treba razloge za odvzem manjših količin svežih tal navesti v zapisu o vzorčenju tal. Iz zgornjega sloja tal vsakega vzorčnega mesta se dodatno odvzame vzorec za analizo organskih spojin, ki se shrani v steriliziran steklen kozarec s pokrovom. Vzorce tal je treba zaščititi pred dnevno svetlobo in jih, od trenutka odvzema do predaje laboratoriju, hraniti v embalaži v skladu s standardom SIST ISO 18400-105 ali drugim primerljivim evropskim oziroma mednarodnim standardom. Med prevozom v laboratorij morajo biti vzorci hranjeni na hladnem pri temperaturi do 15 °C in dostavljeni v laboratorij v roku 72 ur od odvzema. Vsakemu vzorcu tal iz slojev se določi kodo, ki se ujema s kodo vzorčnega mesta in pripiše ustrezno oznako globine sloja kot npr: M00082-A-2304-S-01:

v99999 - g - lmm - r - zz

vrsta raziskave/oznaka vz. mesta - oznaka globine - leto/mesec - raba tal - št. vzorčenja

V primeru, da je oznaka sloja enaka oznaki horizonta (npr. sloj A in horizont A), potem se pri kodi vzorca iz sloja tal doda na koncu zapisa kode oznako »S«:

v99999 - g - lmm - r - zz - m

vrsta raziskave/oznaka vz. mesta - oznaka globine - leto/mesec - raba tal - št. vzorčenja - vrsta izkopa

Vsako vrečko se označi s podatki za nadaljnje laboratorijske raziskave ter arhiv talnih vzorcev.

2.1.2 Vzorčenje tal iz pedogenetskih horizontov

V okvirni središčni točki vzorčnega mesta se izkoplje talni profil do globine matične ali druge trdne podlage. Čelo profila se očisti ter določi talne horizonte s pripadajočimi debelinami. Za vsak določen horizont se opiše morfološke lastnosti v Zapisu o vzorčenju tal (Priloga 4). Iz vsakega horizonta, kjer je to možno, se odvzame neporušen vzorec tal s Kopeckym cilindrom ter porušene vzorce tal, ki se jih v vedru premeša. Homogenizirana tla se razdeli v več sterilnih vreč z zahtevano količino vzorca za nadaljnje laboratorijske raziskave. Vsakemu porušenemu vzorcu tal iz horizontov se določi kodo, ki se ujema s kodo vzorčnega mesta in se mu pripiše ustrezno oznako globine horizonta kot npr: M00082-U1A-2304-S-01:

v99999 - g - lmm - r - zz

vrsta raziskave/oznaka vz. mesta - oznaka globine - leto/mesec - raba tal - št. vzorčenja

Vsakemu neporušenemu vzorcu tal iz horizontov, odvzetemu s Kopeckym cilindrom, se določi kodo, ki se ujema s kodo pripadajočega horizonta, kateri se na koncu dopiše še vgravirano številko cilindra kot npr. M00082-Ah-2107-lo-01-24:

v99999 - g - lmm - r - zz - 24

vrsta raziskave/oznaka vz. Mesta - oznaka globine - leto/mesec - raba tal - št. vzorčenja - št. Kopecky cilindra

V primeru, da je oznaka horizonta enaka oznaki sloja (npr. horizont A in sloj A), potem se pri kodi vzorca iz horizonta tal doda na koncu zapisa kode oznako »H«:

v99999 - g - lmm - r - zz - m

vrsta raziskave/oznaka vz. mesta - oznaka globine - leto/mesec - raba tal - št. vzorčenja - vrsta izkopa

Vsako vrečko se označi s podatki za nadaljnje laboratorijske raziskave ter arhiv talnih vzorcev.

2.2 LABORATORIJSKE ANALIZE

Po vrečkah razdeljene vzorce tal se v skladu s Pravilnikom označi s kodami, ki zagotavljajo anonimnost vzorcev v nadaljnjih laboratorijskih analizah ter pripiše še druge podatke, ki so namenjeni sledljivosti do predaje v laboratorij. Vrečke z vzorci tal za izvedbo analiz vsebnosti organskih onesnaževal se hrani v hladilnici.

Odvzeti vzorci tal so bili v mesecih od maja do oktobra 2023 pripravljeni za analize v dveh laboratorijih:

- Centralni laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije; Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana (v nadaljevanju: KIS) je bil ustanovljen s Sklepom o preoblikovanju

Kmetijskega inštituta Slovenije v javni raziskovalni zavod (Uradni list RS, št. 66/96, 65/99, 84/02, 11/06, 43/06 in 47/11). Kot njegov pravni naslednik je bil Kmetijski inštitut Slovenije ustanovljen s Sklepom o preoblikovanju Kmetijskega inštituta Slovenije v javni raziskovalni zavod (Uradni list RS, št. 47/11, 71/18 in 101/21) in v skladu s Sklepom o ustanovitvi javnega raziskovalnega zavoda Kmetijski inštitut Slovenije (Uradni list RS, št. 114/22, v nadaljevanju: Sklep) nadaljuje svoje delo. Ustanovljen je bil kot javni raziskovalni zavod, ki ga je Republika Slovenija ustanovila skladno s 3. členom Zakona o zavodih (Uradni list RS, št. 12/91, 8/96, 36/00 – ZPDZC in 127/06 – ZJZP) in prvega odstavka 67. člena Zakona o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti (Uradni list RS, št. 186/21). Skladno s četrto točko desetega odstavka 4. člena Sklepa le-ta med drugim opravlja tudi strokovne naloge s področja kmetijstva v povezavi z varstvom okolja ter narave, in sicer v zvezi s stanjem tal v Republiki Sloveniji med katere sodi tudi monitoring kakovosti tal, ki zajema pedološko analizo v vzorcih tal. Glede na zgornje pravne akte je Kmetijski inštitut Slovenije javni zavod, ki ga je Republika Slovenija med drugim ustanovila tudi za izvajanje monitoringa stanja okolja in sicer za monitoring kakovosti tal, to je za izvedbo nalog, ki so predmet te projektne naloge.

- Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano; Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Prvomajska ulica 1, 2000 Maribor (v nadaljevanju: NLZOH), je javni zavod skladno s 23. členom Zakona o zdravstveni dejavnosti (Uradni list RS, št. 23/05 - uradno prečiščeno besedilo in spremembe) ustanovljen za izvajanje nalog na področju zdravja, okolja in hrane ter skladno z 23. a členom istega zakona kot javno službo med drugim opravlja naloge sodelovanja pri pripravi in usklajevanju programov spremljanja (monitoringov) nacionalnega pomena na področju voda, tal, in zraka ter izvajanje vzorčenj in laboratorijskih preskušanj v okviru programov spremljanja (monitoringov) nacionalnega pomena.

2.2.1 Osnovni pedološki parametri

Vse analize osnovnih pedoloških parametrov na odvzetih vzorcih tal, tako iz posameznih slojev kot tudi horizontov, so bile v letu 2023 izvedene v akreditiranem Centralnem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije.

Analize so izvedli v zračno suhih vzorcih presejanih skozi sito velikosti odprtini 2 mm v vzorcih tal slojev A, B, C, D, E in F ter vseh določenih pedogenetskih horizontov tal. Preiskovani parametri in metode določanja so podani v tabeli (Tabela 3).

Tabela 3: Nabor preiskovanih pedoloških parametrov z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.

Parameter	Enota	Referenca	Merilna negotovost
Suha snov	%	ISO 11465:1993 - gravimetrija	± 5,3%
pH v CaCl ₂	-	ISO 10390:2021	± 4,8%
Dostopni fosfor (P ₂ O ₅)	mg P ₂ O ₅ /100g	ÖNORM L 1087 mod.	± 5%
Dostopni kalij (K ₂ O)	mg K ₂ O/100g	ÖNORM L 1087 mod.	± 5%
Skupni dušik (N)	g/kg s.s.	ISO 11261:1995 mod.	± 7%
Organski ogljik (C _{org})	g/kg s.s.	SIST ISO 14235:1999 mod.	± 15%

Razmerje C/N	-	Izračun	/
Organska snov	%	Izračun	/
Glina (< 2 µm)	%	ISO 11277:2020 mod.	± 1% (abs) v območju <10%; ± 2% (abs) v območju >10%;
Fini melj (2 - 20 µm)	%	ISO 11277:2020 mod.	
Grobi melj (20 - 50 µm)	%	ISO 11277:2020 mod.	
Fini pesek (50 - 200 µm)	%	ISO 11277:2020 mod.	
Grobi pesek (200 - 2000 µm)	%	ISO 11277:2020 mod.	
Teksturni razred	-	Ameriška teksturna klasifikacija - izračun	/
Specifična el. prevodnost	mS/m	ISO 11265:1994	± 10%
Izmenljivi kalcij (Ca)	mmol+/100g	NF X31-108:2002	± 5%
Izmenljivi magnezij (Mg)	mmol+/100g	NF X31-108:2002	± 5%
Izmenljivi kalij (K)	mmol+/100g	NF X31-108:2002	± 5%
Izmenljivi natrij (Na)	mmol+/100g	NF X31-108:2002	± 10%
Skupna izmenljiva kislost	mmol+/100g	Interna metoda (Mehlich-Peech)	± 10%
Vsota bazičnih kationov	mmol+/100g	Soil Survey Lab.Manual,1992 - izračun	/
Kationska izm. kapaciteta tal	mmol+/100g	Soil Survey Lab.Manual,1992 - izračun	/
Delež bazičnih kationov	%	Soil Survey Lab.Manual,1992 - izračun	/
Volumska gostota tal	g/cm ³	ISO 11272:2017 Soil quality - Determination of dry bulk density - gravimetrija	± 5%

2.2.2 Anorganska onesnaževala

Vse analize anorganskih onesnaževal na odvzetih vzorcih tal, tako iz posameznih slojev kot tudi horizontov, so bile v letu 2023 izvedene v akreditiranem laboratoriju NLZOH, Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla.

Vzorci tal slojev A, B, C, D, E in F ter vseh določenih pedogenetskih horizontov tal so predhodno zmleni na velikost 150 µm in jih pripravili za meritve po postopku mokrega sežiga z zlatotopko (SIST EN16171:2017). Analize celokupnih fluoridov v vzorcih tal so izvedli iz zračno suhega vzorca presejanega skozi sito 2 mm po ekstrakciji z NaOH. Analize vsebnosti živega srebra so določili s postopkom celotne termične razgradnje. Preiskovani parametri in metode določanja so podani v tabeli (Tabela 4).

Tabela 4: Nabor preiskovanih anorganskih nevarnih snovi z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.

Parameter	Enota	Referenca	Merilna negotovost
Baker (Cu)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 14%
Cink (Zn)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 14%
Kadmij (Cd)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 14%
Krom (Cr)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 17%
Nikelj (Ni)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 14%
Svinec (Pb)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 13%
Arzen (As)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 18%
Molibden (Mo)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 15%
Kobald (Co)	mg/kg s.s.	SIST EN16171:2017	± 15%
Živo srebro (Hg)	mg/kg s.s.	EPA 7473:2007	0,05 - 1 mg/kg = ± 27 % 1 - 5 mg/kg = ± 17 %
Fluoridi	mg/kg s.s.	ISO 10359-1:1992	± 20%

Vse rezultate analiz vsebnosti anorganskih onesnaževal se vrednoti glede na podatke o geokemičnih ozadjih preiskovanih anorganskih snovi v tleh (Gosar M. in sod., 2019) ter lestvico o mejnih imisijskih vrednostih za posamezno anorgansko snov, povzeto po Uredbi, ki onesnaženost tal opredeljuje s tremi stopnjami (Tabela 5):

- **Mejna imisijska vrednost:** je gostota posamezne nevarne snovi v tleh nad imisijsko a pod opozorilno vrednostjo in predstavlja obremenitev tal, ki zagotavlja življenjske razmere za rastline in živali in pri katerih 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:** nad to vrednostjo je gostota posamezne nevarne snovi v tleh takšna, da je lahko pri določenih vrstah rabe tal večja verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolje.
- **Kritična imisijska vrednost:** tla, v katerih gostota posamezne nevarne snovi presega kritično imisijsko vrednost, so zaradi možnih škodljivih učinkov ali vplivov na človeka in okolje tako

onesnažena, da niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode.

Tabela 5: Nabor merjenih anorganskih onesnaževal z mejnimi imisijskimi vrednostmi po Uredbi.

Parameter	Mejna imisijska vrednost	Opozorilna imisijska vrednost	Kritična imisijska vrednost
	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
Baker (Cu)	≥ 60	≥ 100	≥ 300
Cink (Zn)	≥ 200	≥ 300	≥ 720
Kadmij (Cd)	≥ 1	≥ 2	≥ 12
Krom (Cr)	≥ 100	≥ 150	≥ 380
Nikelj (Ni)	≥ 50	≥ 70	≥ 210
Svinec (Pb)	≥ 85	≥ 100	≥ 530
Arzen (As)	≥ 20	≥ 30	≥ 55
Molibden (Mo)	≥ 10	≥ 40	≥ 200
Kobald (Co)	≥ 20	≥ 50	≥ 240
Živo srebro (Hg)	≥ 0.8	≥ 2	≥ 10
Fluoridi	≥ 450	≥ 825	≥ 1200

2.2.3 Organska onesnaževala

Vse analize organskih onesnaževal na odvzetih vzorcih tal so bile v letu 2023 izvedene v akreditiranem laboratoriju NLZOH, Oddelek za podzemne in površinske vode, odpadke in tla.

Analize organskih onesnaževal so izvedli v zračno suhih talnih vzorcih presejanih skozi sito 2 mm. V prvi fazi so izvajali meritve le v slojih A, B in C. V primeru preseženih imisijskih vrednosti v zgornjih slojih so, v drugi fazi, vsebnosti preseženih parametrov preverjali tudi v spodnjih slojih D, E in F. V horizontih se vsebnosti organskih onesnaževal ne preverja. Preiskovani parametri in metode določanja so podani v tabeli (Tabela 6).

Tabela 6: Nabor preiskovanih organskih nevarnih snovi z enotami, metodologijami določanj ter merilnimi negotovostmi.

Parameter	Enota	Referenca	Merilna negotovost
Hlapni fenoli	mg/kg s.s.	SIST ISO 6439 modif. metoda A in B: 1996	± 24%
Benzen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkihhlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Etilbenzen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkihhlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Toluen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkihhlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Ksilen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkihhlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Atrazin	mg/kg s.s.	Interna metoda, ND-OKAMB-150, izdaja 11	± 17%
Simazin	mg/kg s.s.	Interna metoda, ND-OKAMB-150, izdaja 11	± 22%
PCB (vsota)¹	mg/kg s.s.	ISO 10382 modif.:2002	± 20%
DDT (vsota)²	mg/kg s.s.	ISO 10382 modif.:2002	± 20%
Drini (vsota)³	mg/kg s.s.	ISO 10382 modif.:2002	± 20%
HCH (vsota)⁴	mg/kg s.s.	ISO 10382 modif.:2002	± 20%
PAH (vsota)⁵	mg/kg s.s.	SIST EN 15527:2009, modif.	± 25%
Ogljikovodiki C₁₀-C₄₀	mg/kg s.s.	SIST EN ISO 16703:2011	± 20%

¹PCB: vsota polikloriranih bifenilov - PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180

²DDT: vsota organoklorinih pesticidov: DDT, DDE in DDD

³Drini: vsota ciklodienskih pesticidov - aldrin, dieldrin in endrin

⁴HCH: vsota heksaklorocikloheksanov - alfa-HCH, beta-HCH, gama-HCH, delta-HCH

⁵PAH: vsota policikličnih aromatskih ogljikovodikov - naftalen, antracen, fenantren, fluoranten, benzo(a)antracen, krizen, benzo(a)piren, benzo(ghi)perilen, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3)piren

Vse rezultate analiz vsebnosti organskih onesnaževal se vrednoti glede na lestvico o mejnih imisijskih vrednostih za posamezno organsko snov, povzeto po Uredbi, ki stopnjo onesnaženosti tal opredeljuje s tremi stopnjami (Tabela 7), ki so definirane enako kot za anorganske parametre v tleh (mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost) – v poglavju 2.2.2 Anorganska onesnaževala.

Tabela 7: Nabor merjenih organskih onesnaževal z mejnimi imisijskimi vrednostmi po Uredbi.

Parameter	Mejna imisijska vrednost	Opozorilna imisijska vrednost	Kritična imisijska vrednost
	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.	mg/kg s.s.
Hlapni fenoli	≥ 0,1	≥ 20	≥ 40
Benzen	≥ 0,05	≥ 0,5	≥ 1
Etilbenzen	≥ 0,05	≥ 25	≥ 50
Toluen	≥ 0,05	≥ 65	≥ 130
Ksilen	≥ 0,05	≥ 12,5	≥ 25
Atrazin	≥ 0,01	≥ 3	≥ 6
Simazin	≥ 0,01	≥ 3	≥ 6
PCB (vsota)	≥ 0,2	≥ 0,6	≥ 1
DDT (vsota)	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
Drini (vsota)	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
HCH (vsota)	≥ 0,1	≥ 2	≥ 4
PAH (vsota)	≥ 1	≥ 20	≥ 40
Ogljikovodiki C ₁₀ -C ₄₀	≥ 50	≥ 2500	≥ 5000

3 REZULTATI MONITORINGA KAKOVOSTI TAL V LETU 2023

3.1 ŠTEVILO ODVZETIH VZORCEV

Vzorčenje tal v letu 2023 je bilo opravljeno na 15 lokacijah, 14 od teh je bilo določenih v okviru Programa MKT. Vzorčenje na omenjenih vzorčnih mestih je potekalo med aprilom in junijem 2023. Kot dodatno vzorčno mesto smo v Program MKT za leto 2023 vključili lokacijo LJUBLJANA-ARSO (M00096), kjer je bilo vzorčenje izvedeno v oktobru 2023.

Glede na namensko rabo tal je osem lokacij zapadlo pod stanovanjska območja, dve lokaciji na kmetijska zemljišča in pet na otroška igrišča. Na vzorčnih mestih je bilo odvzetih 83 porušenih in 40 neporušenih vzorcev tal. Analiza standardnih pedoloških parametrov se je izvedla v 83 vzorcih tal, analiza vsebnosti anorganskih onesnaževal v 83 vzorcih tal in organskih onesnaževal v 26 vzorcih tal. Opravljenih je bilo 2572 meritev in narejenih 628 izračunov; skupaj 3200 podatkov o pedoloških lastnostih tal ter vsebnosti anorganskih in organskih nevarnih snovi. Pregled vseh odvzetih vzorcev in opravljenih analiz je podan v tabeli (Tabela 8).

Tabela 8: Število odvzetih vzorcev po slojih in njihovih globinah, horizontih, s številom opravljenih analiz in izračunov v MKT23.

Sloji in horizonti	Globina (cm)	Število vzorcev	Pedološki parametri	Anorganski parametri	Organski parametri
Sloj A	0 - 5	8	8	8	8
Sloj B	0 - 10	5	5	5	5
Sloj C	0 - 20	2	2	2	2
Sloj D	5 - 20	8	8	8	5
Sloj E	10 - 20	5	5	5	1
Sloj F	20 - 30	10	10	10	5
Horizonti		45	45	45	0
Skupaj vzorcev		83	83	83	26
Število analiz			1451	913	208
Število izračunov			498	0	130
Število podatkov			1949	913	338

3.2 IZDELAVA STANDARDNIH IZPISOV VZORČNIH MEST MKT23

Za vsako preiskovano vzorčno mesto v okviru MKT23, so bili v MS Excel programu, iz zbranih in urejenih terenskih ter laboratorijskih podatkov, slikovne dokumentacije, grafičnih prikazov podatkov in strokovnih komentarjev o rezultatih izdelani pregledni izpisi, sestavljeni iz petih ali šestih glavnih sklopov. Šesti sklop je izpisu dodan v primeru, da je bilo na vzorčnem mestu v preteklosti že izvedeno vzorčenje in je tako možna primerjava rezultatov vseh vzorčenj. Izpise se izvozi in shrani v PDF obliki, ki je primerna za objavo na spletu.

V prvem sklopu posameznega izpisa so opisane lastnosti tal vzorčnega mesta na podlagi terenskih opazanj in laboratorijskih meritev ter navedena vsa onesnaževala, ki presegajo zakonodajne vrednosti. Za presežena onesnaževala so navedeni potencialni viri onesnaženja. Glede na izmerjene fizikalne in kemijske parametre so opisani pričakovani prehodi onesnaževal v tleh, do človeka in širše v okolje. V sklepnem delu pa so na podlagi rezultatov in opazanj podani tudi predlogi za smiselne ukrepe za zmanjševanje tveganj na vzorčnem mestu.

V drugem sklopu je opisano vzorčno mesto na podlagi izhodiščnih in dejanskih podatkov izmerjenih z GPS napravo (koordinate, nadmorska višina, itd.). Vzorčno mesto je opisano tudi na podlagi določenega tipa tal, matične podlage, reliefa, opaženih degradacijskih procesov, najdenih antropogenih primesi, zaznanega vpliva vode v tleh idr. Opis je dopolnjen tudi s fotografijo in karto vzorčnega mesta ter prerezom reliefa na dolžni cca. 300 m v smeri sever – jug.

Tretji sklop izpisa se nanaša na vse podatke iz preiskovanih slojev vzorčnega mesta. Navedeni so terensko določeni morfološki opisi in analitski podatki osnovnih pedoloških parametrov, anorganskih ter organskih onesnaževal. Pomembnejši analitski podatki za boljšo interpretacijo so predstavljeni tudi grafično z dodanimi mejnimi vrednostmi in podatki o geokemičnih ozadih za anorganska onesnaževala. Sklopu so priložene tudi fotografije izkopanih odzemnih mest (talnih profilov) za vzorčenje iz slojev.

Četrty sklop izpisa se nanaša na vse podatke iz preiskovanih horizontov vzorčnega mesta. Navedeni so terensko določeni morfološki opisi in analitski podatki osnovnih pedoloških parametrov ter anorganskih onesnaževal. Pomembnejši analitski podatki za boljšo interpretacijo so predstavljeni tudi grafično z dodanimi mejnimi vrednostmi in podatki o geokemičnih ozadih za anorganska onesnaževala. Sklop je dopolnjen tudi s fotografijo izkopanega pedološkega profila z določenimi horizonti in opisom njihovih osnovnih morfoloških lastnosti.

V petem sklopu so predstavljeni vsi fizikalni in kemijski parametri, ki jih v monitoringu kakovosti tal analiziramo v laboratoriju. Navedene so tudi enote podajanja rezultatov, uporabljene analitske metode določanja ter merilne negotovosti meritev.

V šestem sklopu je predstavljena primerjava rezultatov laboratorijskih analiz vseh vzorčenj s posameznega vzorčenega mesta. Izdelan je tudi komentar k rezultatom analiz vseh vzorčenj.

Vsak posamezen standardni izpis (Priloga 3) se začne s povzetkom rezultatov in strokovnimi komentarji na prvih treh straneh, temu pa sledijo vsi rezultati monitoringa (22 poglavij). V primeru ponovljenih vzorčenj na posameznem vzorčnem mestu je v izpisu izdelana tudi primerjava analitskih podatkov in s tem se število vseh poglavij poveča na 24 (Tabela 9).

Tabela 9: Vsebina standardnega izpisa za posamezno vzorčno mesto.

Sklopi	Poglavja	Podatki
Sklop 1		lastnosti tal vzorčnega mesta, onesnaževala v tleh, antropogeni izvori onesnaževal v tleh, pričakovani prehodi onesnaževal (tla, človek, okolje), smiselni ukrepi za zmanjševanje tveganj
Sklop 2	1. Izhodiščni podatki vzorčnega mesta	nadmorska višina, nagib terena izražen v stopinjah (°) in odstotkih (%) in smer pobočja, D48 in D96/TM koordinate
	2. Dejanski podatki vzorčnega mesta	datum vzorčenja, številka vzorčenja, podatki o fotografijah vzorčnega mesta, nadmorska višina, nagib terena izražen v stopinjah (°) in odstotkih (%), smer pobočja, D48 in D96/TM koordinate
	3. Zamik lokacije	zamik lokacije, zamik lokacije v GKX smeri, zamik lokacije v GKY smeri
	4. Izvajalci vzorčenja tal in opisa tal	imena in priimki izvajalcev vzorčenja in opisa tal
	5. Višinski profil okolice vzorčnega mesta	višinski profil vzorčnega mesta na razdalji cca. 300 m v smeri S-J, s središčno točko na polovici profila
	6. Opis lokacije vzorčnega mesta	digitalna fotografija vzorčnega mesta, karta vzorčnega mesta z odvzemnimi mesti, tip tal, podlaga, sloji in horizonti v profilu, vreme ob vzorčenju, predhodno vreme, oddaljenost od cest, raba tal, vegetacija, makrorelief, mikrorelief, lega mikrorelief, oblika mikrorelief, oblika mikrolokacije, kamnitost, skalovitost, erozija – vrsta/stopnja, viri onesnaženja, antropogene primesi, dostopnost vode za rastline, prepustnost tal za vodo, nasičenost tal z vodo, površinski vodni tokovi, dreniranost, poplavnost, površinska organska snov
Sklop 3	7. Profili za vzorčenje tal iz slojev	slike izkopanih odvzemnih mest za vzorčenje tal iz slojev
	8. Terenski opis morfoloških lastnosti slojev vzorčnega mesta	koda vzorčenega sloja, globina sloja, konzistenca, struktura, izraženost strukture, vlažnost tal ob opisu, karbonatnost tal, vsebnost organske snovi, delež korenin, velikost skeleta, oblika skeleta, delež skeleta, izvor skeleta, barva (iz Munsell Colour Chart), novotvorbe, antropogene primesi
	9. Analitski podatki osnovnih pedoloških parametrov v slojih tal	pH v CaCl ₂ , deleži peska, melja in gline, teksturni razred, dostopni fosfor (P ₂ O ₅), dostopni kalij (K ₂ O), celokupni dušik, organski ogljik, organska snov, CN razmerje, izmenljivi kalcij (Ca), magnezij (Mg), kalij (K) in natrij (Na),

		skupna izmenljiva kislost, vsota bazičnih kationov, kationska izmenjalna kapaciteta, stopnja nasičenosti z bazami, suha snov, specifična električna prevodnost
	10. Grafični prikaz analitskih podatkov osnovnih pedoloških parametrov v slojih tal	pH (CaCl ₂), teksturni razred, organska snov (%), kationska izmenjalna kapaciteta (T) (mmol+/100 g), zasičenost z bazičnimi kationi (V) (%)
	11. Analitski podatki o vsebnosti anorganskih onesnaževal v slojih tal (mg/kg s.s.)	vsebnosti anorganskih onesnaževal v slojih tal (A, B, C, D, E ali F); baker, cink, kadmij, krom, nikelj, svinec, arzen, kobalt, molibden, živo srebro in fluoridi
	12. Grafični prikaz analitskih podatkov o vsebnosti anorganskih onesnaževal v slojih tal (mg/kg s.s.)	prikaz vsebnosti onesnaževal po slojih tal z dodatnimi podatki o geokemičnih ozadjih na ravni Slovenije ter manjših prostorskih enot in zakonodajnih mejnih imisijskih vrednostih
	13. Analitski podatki o vsebnosti organskih onesnaževal v slojih tal (mg/kg s.s.)	vsebnost organskih onesnaževal v slojih tal (A, B, C, D, E ali F); aromatske spojine (hlapni fenoli, benzen, etilbenzen, toluen, ksilen), druga fitofarmacevtska sredstva (atrazin, simazin), klorirani ogljikovodiki (PCB, DDT, drini, HCH), policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH), mineralna olja (ogljikovodiki C ₁₀ -C ₄₀)
	14. Grafični prikaz analitskih podatkov o vsebnosti organskih onesnaževal v slojih tal (mg/kg s.s.)	prikaz vsebnosti organskih onesnaževal v slojih tal z dodatnim podatkom o zakonodajnih mejnih imisijskih vrednostih
Sklop 4	15. Profil za vzorčenje tal iz horizontov	fotografija izkopanega pedološkega profila z označenimi globinami in oznakami horizontov
	16. Morfološke značilnosti talnih horizontov	opis osnovnih morfoloških lastnosti posameznih horizontov
	17. Terenski opis morfoloških lastnosti horizontov vzorčnega mesta	koda vzorčenega horizonta, globina horizonta, konzistenca, struktura, izraženost strukture, vlažnost tal ob opisu, karbonatnost tal, vsebnost organske snovi, delež korenin, velikost skeleta, oblika skeleta, delež skeleta, izvor skeleta, barva (iz Munsell Colour Chart), novotvorbe, antropogene primesi
	18. Analitski podatki osnovnih pedoloških parametrov v horizontih tal	pH v CaCl ₂ , deleži peska, melja in gline, teksturni razred, dostopni fosfor (P ₂ O ₅), dostopni kalij (K ₂ O), celokupni dušik, organski ogljik, organska snov, CN razmerje, izmenljivi kalcij (Ca), magnezij (Mg), kalij (K) in natrij (Na), skupna izmenljiva kislost, vsota bazičnih kationov, kationska izmenjalna kapaciteta, stopnja nasičenosti z bazami, suha snov, specifična električna prevodnost, volumska gostota tal

	19. Grafični prikaz analitskih podatkov osnovnih pedoloških parametrov v horizontih tal	pH (CaCl ₂), teksturni razred, organska snov (%), kationska izmenjalna kapaciteta (T) (mmol+/100 g), zasičenost z bazičnimi kationi (V) (%)
	20. Analitski podatki o vsebnosti anorganskih onesnaževal v horizontih tal (mg/kg s.s.)	vsebnosti anorganskih onesnaževal v horizontih tal; baker, cink, kadmij, krom, nikelj, svinec, arzen, kobalt, molibden, živo srebro in fluoridi
	21. Grafični prikaz analitskih podatkov o vsebnosti anorganskih onesnaževal v horizontih tal (mg/kg s.s.)	prikaz vsebnosti onesnaževal po horizontih tal z dodatnimi podatki o geokemičnih ozadjih na ravni Slovenije ter manjših prostorskih enot in zakonodajnih mejnih imisijskih vrednostih
Sklop 5	22. Analitske metode določanja preiskovanih parametrov v vzorcih tal	nabor analiziranih fizikalnih in kemijskih parametrov, z enotami podajanja rezultatov, analitskimi metodami določanja ter merilnimi negotovostmi meritev
Sklop 6	23. Primerjava rezultatov laboratorijskih analiz iz izvedenih vzorčenj	rezultati analiz fizikalnih in kemijskih parametrov iz vseh vzorčenj na določenem vzorčnem mestu, s primerjavo rezultatov in prikazom trendov sprememb
	24. Komentar k rezultatom laboratorijskih analiz iz izvedenih vzorčenj	strokovni komentar o rezultatih analiz fizikalnih in kemijskih parametrov iz večletnih vzorčenj

3.3 REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ ZA VZORCE TAL IZ SLOJEV IN HORIZONTOV

Pregled rezultatov osnovnih pedoloških analiz v vzorcih tal odvzetih iz slojev in horizontov v okviru MKT23 je podan v tabelah (Tabela 10 in Tabela 11).

Pregled rezultatov kemijskih analiz anorganskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev in horizontov v okviru MKT23 je podan v tabelah (Tabela 12 in Tabela 13).

Pregled rezultatov kemijskih analiz organskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev v okviru MKT23 je podan v tabeli (Tabela 14). Pri navedenih vrednostih organskih parametrov so upoštevane meritve koncentracij in v posameznih primerih (PCB, DDT, Drini, HCH in PAH) seštevki različnih izmerjenih koncentracij.

Tabela 10: Rezultati analiz osnovnih pedoloških parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina	Pesek	Melj	Glina	Teksturni razred	Organska snov	Organski ogljik	Skupni dušik	Razmerje C/N	pH	Dostopni fosfor	Dostopni kalij	Izmenljivi kalcij	Izmenljivi magnezij	Izmenljivi kalij	Izmenljivi natrij	Skupna izmenljiva kislost	Vsota bazičnih kationov	Kationska izmenljiva kapaciteta	Delež bazičnih kationov	Suha snov	Specifična električna prevodnost
			cm	%	%	%	-	%	%	%	-	(v CaCl ₂) -	(P ₂ O ₅) mg/100 g	(K ₂ O) mg/100 g	(Ca) m mol+/100 g	(Mg) m mol+/100 g	(K) m mol+/100 g	(Na) m mol+/100 g	(H) m mol+/100 g	(S) m mol+/100 g	(T) m mol+/100 g	(V) %	%	m S/m
Celje	M00082	A	0-5	46,2	39,8	14,1	I	6,9	4,11	0,34	12,1	7,2	39,0	25,0	35,18	2,75	0,69	0,03	2,85	38,65	41,50	93,1	97,9	14,90
		D	5-20	54,1	31,5	14,4	PI	4,3	0,85	0,17	5,0	7,5	44,0	18,0	35,14	1,62	0,48	0,04	1,70	37,28	38,98	95,6	98,5	11,60
		F	20-30	53,2	33,3	13,5	PI	2,9	1,70	0,12	14,2	7,6	46,0	13,0	35,79	1,43	0,40	0,05	1,45	37,67	39,12	96,3	98,5	12,50
Koper	M00083	A	0-5	26,8	51,3	21,9	MI	8,0	4,76	0,35	13,6	7,4	14,0	31,0	47,97	1,68	0,83	0,06	2,60	50,54	53,14	95,1	97,4	17,70
		D	5-20	24,9	51,4	23,7	MI	2,8	1,67	0,14	11,9	7,6	2,6	15,0	45,53	1,30	0,49	0,06	1,45	47,38	48,83	97,0	97,9	13,00
		F	20-30	21,8	55,3	22,9	MI	4,4	2,58	0,22	11,7	7,5	6,1	19,0	45,43	1,29	0,60	0,07	1,55	47,39	48,94	96,8	97,7	15,00
Dolga vas	M00084	A	0-5	21,6	50,4	28,0	GI	6,7	4,01	0,36	11,1	6,5	6,1	37,0	14,80	4,42	0,79	0,03	7,05	20,04	27,09	74,0	97,4	10,60
		D	5-20	21,7	49,1	29,2	GI	4,0	2,36	0,22	10,7	6,4	2,7	23,0	11,89	3,71	0,51	0,03	6,65	16,14	22,79	70,8	97,7	6,43
		F	20-30	18,3	50,4	31,3	MGI	2,4	1,40	0,13	10,8	6,8	0,8	12,0	12,57	2,72	0,30	0,04	5,45	15,63	21,08	74,1	97,8	10,00
Ilirska Bistrica	M00085	A	0-5	40,5	38,4	21,0	I	5,4	3,21	0,29	11,1	6,8	15,0	29,0	10,09	1,42	0,58	0,03	4,70	12,12	16,82	72,1	97,8	11,27
		D	5-20	38,5	38,9	22,6	I	3,5	2,07	0,20	10,4	7,2	6,7	20,0	11,03	1,14	0,46	0,03	3,50	12,66	16,16	78,3	97,4	11,78
		F	20-30	65,0	11,4	23,7	PGI	2,8	1,68	0,16	10,5	7,5	6,7	14,0	13,50	1,09	0,32	0,03	2,60	14,94	17,54	85,2	97,2	11,59
Gornja Bistrica	M00086	A	0-5	66,7	24,2	9,1	PI	5,0	2,93	0,22	13,3	7,0	15,0	18,0	10,00	2,53	0,35	0,02	2,95	12,90	15,85	81,4	98,5	8,74
		D	5-20	62,1	28,1	9,7	PI	2,2	1,31	0,09	14,6	7,3	10,0	7,7	7,53	1,65	0,16	0,02	1,65	9,36	11,01	85,0	99,0	5,33
		F	20-30	65,1	26,9	8,0	PI	2,0	1,15	0,08	14,4	7,3	11,0	6,4	7,92	1,40	0,11	0,02	1,65	9,45	11,10	85,1	99,1	5,51
Šmarje pri Jelšah	M00087	B	0-10	34,3	44,8	20,9	I	4,2	2,51	0,28	9,0	7,5	14,0	22,0	40,02	1,57	0,46	0,04	2,60	42,09	44,69	94,2	97,8	14,40
		E	10-20	32,9	45,4	21,6	I	3,1	1,86	0,19	9,8	7,6	13,0	17,0	40,37	1,43	0,35	0,04	2,05	42,19	44,24	95,4	98,1	13,00
Šmartno	M00088	C	0-20	8,5	57,5	33,9	MGI	1,9	1,13	0,13	8,7	7,8	7,4	22,0	46,16	1,24	0,48	0,04	2,50	47,92	50,42	95,0	97,5	12,00
		F	20-30	8,9	55,1	35,9	MGI	1,4	0,81	0,12	6,8	7,7	4,7	18,0	46,25	1,56	0,44	0,04	2,60	48,29	50,89	94,9	97,5	12,20
Jelševnik	M00089	A	0-5	20,5	47,2	32,2	GI	5,1	3,05	0,30	10,2	7,5	2,7	28,0	23,56	3,61	0,57	0,03	3,95	27,77	31,72	87,5	96,5	13,50
		D	5-20	12,0	50,8	37,2	MGI	3,6	2,12	0,21	10,1	7,5	1,2	17,0	23,21	3,14	0,38	0,03	3,75	26,76	30,51	87,7	97,8	13,00
		F	20-30	12,9	50,5	36,6	MGI	2,7	1,58	0,15	10,5	7,6	0,9	13,0	32,22	2,61	0,29	0,04	2,85	35,16	38,01	92,5	97,9	13,10
Grad	M00090	B	0-10	46,2	36,2	17,6	I	2,8	1,63	0,16	10,2	6,5	3,8	13,0	11,36	2,62	0,30	0,02	5,20	14,30	19,50	73,3	97,8	5,96
		E	10-20	48,7	31,0	20,2	I	1,6	0,93	0,08	11,6	7,3	5,5	9,2	13,04	2,49	0,22	0,02	3,85	15,77	19,62	80,4	98,0	9,63
Dolič	M00091	C	0-20	41,5	36,7	21,8	I	2,3	1,37	0,12	11,4	5,6	4,9	9,2	9,48	3,77	0,22	0,04	7,90	13,51	21,41	63,1	97,5	2,81
		F	20-30	47,3	34,5	18,2	I	1,8	1,04	0,09	11,6	5,4	4,9	8,3	8,38	3,34	0,18	0,03	7,35	11,93	19,28	61,9	97,8	2,43
Mojstrana	M00092	B	0-10	43,6	44,7	11,8	I	11,8	7,09	0,73	9,7	7,4	8,5	13,0	45,01	3,98	0,29	0,04	3,75	49,32	53,07	92,9	96,2	16,60
		E	10-20	48,5	38,5	13,0	I	6,2	3,68	0,38	9,7	7,6	3,7	6,7	39,25	2,51	0,14	0,02	1,60	41,92	43,52	96,3	98,0	16,00
Ravne na Koroškem	M00093	B	0-10	58,4	26,8	14,8	PI	3,9	2,29	0,21	10,9	7,5	4,6	8,8	23,24	1,69	0,18	0,03	2,25	25,14	27,39	91,8	98,3	13,80
		E	10-20	56,0	28,5	15,4	PI	2,6	1,50	0,14	10,7	7,7	3,9	6,3	33,33	1,31	0,13	0,03	0,60	34,80	35,40	98,3	98,5	13,50
Dravograd	M00094	A	0-5	51,4	38,4	10,2	I	4,1	2,42	0,27	9,0	7,4	36,0	9,2	35,57	1,67	0,21	0,03	2,40	37,48	39,88	94,0	98,2	13,60
		D	5-20	50,8	38,1	11,2	I	3,6	2,11	0,24	8,8	7,5	27,0	5,4	36,80	1,33	0,14	0,02	1,55	38,29	39,84	96,1	98,4	12,20
		F	20-30	50,0	38,7	11,3	I	3,4	2,01	0,21	9,6	7,6	24,0	4,2	36,80	1,16	0,12	0,03	2,00	38,11	40,11	95,0	98,4	12,00
Blanca	M00095	B	0-10	20,5	47,2	32,2	GI	5,1	3,05	0,30	10,2	7,5	2,7	28,0	23,56	3,61	0,57	0,03	3,95	27,77	31,72	87,5	96,5	13,50
		E	10-20	12,0	50,8	37,2	MGI	3,6	2,12	0,21	10,1	7,5	1,2	17,0	23,21	3,14	0,38	0,03	3,75	26,76	30,51	87,7	97,8	13,00
Ljubljana-ARSO	M00096	A	0-5	39,9	38,3	21,8	I	8,1	4,79	0,42	11,4	7,2	74,0	23,0	26,83	4,19	0,44	0,05	3,95	31,51	35,46	88,9	97,8	17,00
		D	5-20	44,0	31,0	25,0	I	6,3	3,71	0,33	11,2	7,4	63,0	12,0	30,11	3,13	0,24	0,04	3,25	33,52	36,77	91,2	98,1	13,90
		F	20-30	38,9	37,1	24,0	I	5,6	3,32	0,36	9,2	7,4	61,0	10,0	29,75	2,98	0,22	0,04	3,70	32,99	36,69	89,9	98,0	13,90

Tabela 11: Rezultati analiz osnovnih pedoloških parametrov v vzorcih tal odvzetih iz horizontov.

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina	Pesek	Melj	Glina	Teksturni razred	Organska snov	Organski ogljik	Skupni dušik	Razmerje C/N	pH	Dostopni fosfor	Dostopni kalij	Izmenljivi kalcij	Izmenljivi magnezij	Izmenljivi kalij	Izmenljivi natrij	Skupna izmenljiva kislost	Vsota bazičnih kationov	Kationska izmenljiva kapaciteta	Delež bazičnih kationov	Suha snov	Specifična električna prevodnost	Volumska gostota
			cm	%	%	%	-	%	%	%	-	(v CaCl ₂) -	(P ₂ O ₅) mg/100 g	(K ₂ O) mg/100 g	(Ca) mmol+/100 g	(Mg) mmol+/100 g	(K) mmol+/100 g	(Na) mmol+/100 g	(H) mmol+/100 g	(S) mmol+/100 g	(T) mmol+/100 g	(V) %	%	m S/m	g/cm ³
Celje	M00082	A	0-12	55,2	30,5	14,4	PI	4,9	2,86	0,24	11,9	7,2	48,0	47,0	34,92	1,75	0,97	0,02	2,25	37,66	39,91	94,4	98,4	12,80	1,28
		U1A	12-37	58,9	28,4	12,8	PI	3,4	2,01	0,11	18,3	7,4	30,0	22,0	34,88	1,35	0,58	0,03	1,65	36,84	38,49	95,7	98,7	10,40	1,33
		U2	37-114	47,2	36,7	16,0	I	2,8	1,66	0,12	13,8	7,6	73,0	14,0	37,52	1,43	0,46	0,05	1,65	39,46	41,11	96,0	98,4	11,20	1,37
		Bv	114-149	42,7	41,0	16,2	I	2,3	1,35	0,11	12,3	7,6	12,0	11,0	37,68	1,51	0,38	0,05	1,35	39,62	40,97	96,7	98,5	11,20	1,61
Koper	M00083	A	0-12	21,6	52,9	25,6	MI	5,4	3,23	0,26	12,4	7,5	6,5	24,0	46,92	1,37	0,68	0,04	1,90	49,01	50,91	96,3	97,6	14,80	1,27
		U1	12-28	23,9	50,7	25,4	MI	2,3	1,36	0,11	12,4	7,8	1,8	15,0	46,13	1,20	0,49	0,05	0,90	47,87	48,77	98,2	98,1	12,80	1,64
		U2	28-105	23,3	48,9	27,8	GI	1,3	0,78	0,08	9,8	7,8	1,0	14,0	46,01	1,31	0,46	0,06	1,20	47,84	49,04	97,6	98,0	11,70	1,61
		Bg	105-160	22,0	52,4	25,6	MI	1,4	0,81	0,09	9,0	7,8	0,9	14,0	44,90	1,66	0,47	0,21	1,25	47,24	48,49	97,4	97,9	13,10	
Dolga vas	M00084	A	0-15	21,0	49,5	29,5	GI	6,2	3,69	0,31	11,9	6,6	2,2	36,0	14,37	4,35	0,77	0,03	6,30	19,52	25,82	75,6	97,5	9,76	1,13
		Bt	15-33	20,3	36,1	43,6	G	1,3	0,75	0,08	9,4	6,3	0,5	15,0	9,24	3,77	0,34	0,03	6,35	13,38	19,73	67,8	97,4	5,07	1,39
Ilirska Bistrica	M00085	A1	0-9	32,1	45,5	22,5	I	6,2	3,71	0,36	10,3	6,9	163,0	32,0	27,15	1,41	0,63	0,03	4,80	29,22	34,02	85,9	97,3	13,85	1,19
		A2	9-19	33,0	43,2	23,7	I	4,8	2,82	0,25	11,3	7,1	176	24,0	28,55	1,07	0,50	0,03	3,80	30,15	33,95	88,8	97,9	12,05	1,21
		U	19-32+	25,3	47,5	27,1	I-GI	2,3	1,38	0,13	10,6	7,5	52	20,0	40,89	1,32	0,46	0,03	2,90	42,70	45,60	93,6	96,5	11,41	1,50
Gornja Bistrica	M00086	AU1	0-6	64,0	27,7	8,3	PI	4,5	2,65	0,21	12,6	7,0	8,5	14,0	9,35	2,43	0,29	0,04	2,35	12,11	14,46	83,7	98,7	9,65	1,44
		U2	6-22	72,3	19,2	8,5	PI	1,0	0,60	0,04	15,0	7,8	11	5,0	13,18	1,33	0,13	0,13	0,30	14,77	15,07	98,0	99,2	10,19	-
		U3	22-43	70,8	22,3	6,9	PI	0,8	0,44	0,03	14,7	7,7	27	5,5	7,00	0,88	0,11	0,12	0,65	8,11	8,76	92,6	99,5	7,46	-
Šmarje pri Jelšah	M00087	A	0-10	39,0	42,1	18,9	I	4,9	2,90	0,30	9,7	7,3	25,0	28,0	38,52	1,65	0,60	0,04	2,55	40,81	43,36	94,1	97,8	14,20	1,25
		AU	10-25	38,7	41,8	19,5	I	3,0	1,76	0,18	9,8	7,7	16,0	16,0	37,86	1,38	0,32	0,04	1,85	39,60	41,45	95,5	98,1	11,70	1,38
		ABg	25-65	42,9	39,2	18,0	I	2,0	1,15	0,12	9,6	7,8	15,0	13,0	37,18	1,32	0,26	0,04	1,60	38,80	40,40	96,0	98,5	10,70	1,47
		Go	65-99+	39,3	42,0	18,7	I	1,3	0,77	0,08	9,6	7,9	5,2	15,0	38,54	1,53	0,29	0,04	1,15	40,40	41,55	97,2	98,4	11,10	1,50
Šmartno	M00088	P1	0-17	8,4	48,0	43,6	MG	1,8	1,06	0,13	8,2	7,8	3,8	22,0	46,50	1,46	0,44	0,04	2,15	48,44	50,59	95,8	97,7	11,70	1,39
		P2	17-53	9,9	49,8	40,3	MG	1,0	0,62	0,09	6,9	7,8	0,7	17,0	44,98	2,47	0,37	0,04	1,90	47,86	49,76	96,2	97,6	11,90	-
Jelševnik	M00089	A1	0-22	13,5	53,2	33,3	MGI	3,3	1,93	0,20	9,7	7,4	0,9	22,0	17,14	4,29	0,48	0,03	4,10	21,94	26,04	84,3	98,0	9,66	1,38
		A2	22-31	12,2	33,4	54,4	G	2,1	1,23	0,14	8,8	7,5	0,7	10,0	23,22	3,06	0,27	0,04	3,75	26,59	30,34	87,6	97,8	12,30	1,38
		A3	31-45	14,0	52,7	33,3	MGI	2,7	1,61	0,16	10,1	7,6	0,7	7,1	28,34	2,62	0,20	0,04	3,05	31,20	34,25	91,1	98,0	12,40	1,41
		A4	45-110+	34,3	38,0	27,6	GI	2,4	1,42	0,14	10,1	7,7	0,6	6,3	37,83	1,86	0,17	0,03	1,40	39,89	41,29	96,6	98,2	12,40	1,54
Grad	M00090	A	0-12	46,8	35,9	17,3	I	3,1	1,86	0,17	10,9	6,1	3,4	12,0	11,96	2,28	0,29	0,02	5,65	14,55	20,20	72,0	98,1	4,90	1,41
		AU1	12-24	49,7	34,6	15,6	I	1,5	0,88	0,08	11,0	7,4	5,3	7,9	14,34	1,75	0,20	0,02	3,30	16,31	19,61	83,2	98,2	10,80	1,59
		Bv1U2	27-73	46,3	33,8	19,8	I	1,3	0,80	0,08	10,0	6,7	5,5	7,1	10,34	2,84	0,18	0,02	4,15	13,38	17,53	76,3	97,9	3,06	1,68
		Bv2	73-150+	38,6	39,0	22,3	I	0,8	0,49	0,05	9,8	6,3	8,4	8,3	10,30	3,83	0,22	0,03	6,40	14,38	20,78	69,2	97,5	1,94	1,66
Dolič	M00091	Ap	0-20	43,7	39,0	17,2	I	3,1	1,86	0,16	11,6	5,9	6,1	9,6	10,12	3,51	0,23	0,06	7,30	13,92	21,22	65,6	97,2	4,96	1,40
		Bg	20-39	41,4	40,4	18,2	I	2,2	1,32	0,13	10,2	5,6	4	7,9	9,88	3,86	0,21	0,04	7,85	13,99	21,84	64,1	97,8	2,94	1,56
		GoGr	39-107+	49,3	34,9	15,8	I	1,0	0,58	0,05	11,6	5,8	2	6,3	7,46	3,69	0,17	0,04	5,15	11,36	16,51	68,8	98,2	1,43	1,59
Mojstrana	M00092	A1	0-7	41,7	48,5	9,9	I	10,3	6,25	0,67	9,3	7,4	16,0	9,2	34,68	5,31	0,22	0,03	3,75	40,24	43,99	91,5	96,1	14,20	1,08
		A2	7-23	45,8	43,9	10,3	I	8,4	5,07	0,53	9,6	7,6	7,4	5,4	39,37	3,05	0,13	0,02	3,15	42,57	45,72	93,1	96,6	12,70	1,17
Ravne na Koroškem	M00093	AU1	0-12	60,3	25,4	14,2	PI	3,4	2,03	0,18	11,3	7,6	3,1	9,6	35,55	0,98	0,20	0,02	0,65	36,75	37,40	98,3	98,4	13,20	1,34
		U2	12-37+	64,2	24,2	11,7	PI	1,1	0,62	0,05	12,4	8,1	9,9	10,0	45,28	0,72	0,19	0,05	0,05	46,24	46,29	99,9	98,9	11,60	-
Dravograd	M00094	A	0-19	49,6	27,4	11,2	I	3,9	2,29	0,24	9,5	7,4	33,0	3,8	27,12	1,00	0,11	0,03	2,00	28,26	30,26	93,4	98,4	9,83	1,33
		Bv1	19-41	48,5	40,1	11,4	I	2,9	1,74	0,18	9,7	7,6	29	3,5	30,44	0,82	0,09	0,04	2,10	31,39	33,49	93,7	98,4	9,82	1,42
		Bv2U	41-72+	47,1	40,8	12,1	I	2,5	1,47	0,15	9,8	7,7	17	3,1	37,72	0,86	0,08	0,04	1,90	38,70	40,60	95,3	98,5	10,10	1,43
Blanca	M00095	AU1	0-15	12,9	50,5	36,6	MGI	2,7	1,58	0,15	10,5	7,6	0,9	13,0	32,22	2,61	0,29	0,04	2,85	35,16	38,01	92,5	97,9	13,10	1,36
		U2	15-27+	13,5	53,2	33,3	MGI	3,3	1,93	0,20	9,7	7,4	0,9	22,0	17,14	4,29	0,48	0,03	4,10	21,94	26,04	84,3	98,0	9,66	1,56
Ljubljana-ARSO	M00096	A	0-12	39,7	36,9	23,3	I	6,5	3,86	0,41	9,4	7,2	66,0	14,0	26,11	4,24	0,29	0,05	4,20	30,69	34,89	88,0	97,9	12,80	0,90
		U1A	12-38	40,8	33,3	25,8	I	6,0	3,57	0,33	10,8	7,4	54	8,3	29,63	3,13	0,18	0,05	3,50	32,99	36,49	90,4	98,1	12,60	1,10
		U2A	38-61	41,6	33,7	24,8	I	4,8	2,81	0,26	10,8	7,4	80	6,7	28,55	2,89	0,14	0,05	3,50	31,63	35,13	90,0	98,1	10,30	1,15

Tabela 12: Rezultati kemijskih analiz anorganskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina	Baker	Cink	Kadmij	Krom	Nikelj	Svinec	Arzen	Kobald	Molibden	Živo srebro	Fluoridi
			cm	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Celje	M00082	A	0-5	45	1400	8,2	21	23	270	18	9	<1	0,67	270
		D	5-20	58	1800	12	22	24	330	21	9	<1	0,93	270
		F	20-30	84	1300	7,5	27	28	280	19	10	1,4	0,69	260
Koper	M00083	A	0-5	58	86	0,3	43	60	31	6,2	15	<1	0,16	250
		D	5-20	70	89	0,28	50	69	34	7,5	17	<1	0,17	250
		F	20-30	67	82	0,29	56	75	30	7,5	19	<1	0,16	250
Dolga vas	M00084	A	0-5	25	78	0,33	53	41	32	14	19	2,1	0,11	640
		D	5-20	23	74	0,31	50	38	30	13	18	1,6	0,11	690
		F	20-30	25	75	0,32	55	44	34	15	24	1,9	0,12	690
Ilirska Bistrica	M00085	A	0-5	35	94	0,23	58	88	21	7,8	19	<1	0,07	320
		D	5-20	39	92	0,24	65	97	22	8,7	22	<1	0,074	370
		F	20-30	36	77	0,22	59	94	19	8,3	20	<1	0,074	370
Gornja Bistrica	M00086	A	0-5	16	57	0,18	22	19	16	6,1	7	<1	0,056	410
		D	5-20	22	75	0,64	27	25	30	10	9,2	<1	0,1	500
		F	20-30	20	71	0,53	25	24	29	9,7	8,6	<1	0,098	460
Šmarje pri Jelšah	M00087	B	0-10	27	100	0,81	35	37	25	10	10	2,2	0,099	520
		E	10-20	26	99	0,82	36	39	25	11	10	2,2	0,087	480
Šmartno	M00088	C	0-20	70	100	0,16	85	130	18	9,9	23	<1	0,064	680
		F	20-30	58	87	0,14	80	110	16	7,3	20	<1	0,067	720
Jelševnik	M00089	A	0-5	24	100	1,3	59	47	37	18	27	4,2	0,17	580
		D	5-20	22	89	1,2	52	40	37	17	25	4,1	0,19	630
		F	20-30	26	100	1,4	63	52	40	20	29	4,8	0,21	650
Grad	M00090	B	0-10	21	57	<0,1	31	27	12	5,5	13	<1	<0,050	440
		E	10-20	24	69	0,1	37	32	12	5,3	13	<1	0,05	450
Dolič	M00091	C	0-20	23	67	0,21	34	29	17	7,3	16	<1	0,07	430
		F	20-30	25	80	0,2	40	34	18	6,6	16	<1	0,07	440
Mojstrana	M00092	B	0-10	24	160	1,7	25	12	91	10	4,5	<1	0,2	150
		E	10-20	16	100	1,2	20	9,4	54	8,2	3,4	<1	0,17	180
Ravne na Koroškem	M00093	B	0-10	31	290	1,1	82	35	120	13	12	6,1	0,26	340
		E	10-20	31	380	1,8	62	34	150	14	14	4,1	0,23	350
Dravograd	M00094	A	0-5	34	150	0,47	40	29	59	18	16	<1	0,19	410
		D	5-20	32	130	0,41	38	28	54	19	15	<1	0,18	390
		F	20-30	32	130	0,45	40	29	54	19	16	<1	0,17	490
Blanca	M00095	B	0-10	85	690	0,37	28	25	160	21	13	<1	0,093	440
		E	10-20	210	1800	0,57	32	30	360	47	15	<1	0,087	410
Ljubljana-ARSO	M00096	A	0-5	53	170	0,87	39	25	120	16	9,4	1,3	1,4	420
		D	5-20	60	180	0,91	41	26	130	17	10	1,2	1,6	410
		F	20-30	63	190	1	37	25	140	17	9,4	1,3	1,7	430

Tabela 13: Rezultati kemijskih analiz anorganskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz horizontov.

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina cm	Baker mg/kg	Cink mg/kg	Kadmij mg/kg	Krom mg/kg	Nikelj mg/kg	Svinec mg/kg	Arsen mg/kg	Kobalt mg/kg	Molibden mg/kg	Živo srebro mg/kg	Fluoridi mg/kg
Celje	M00082	A	0-12	35	1200	8,9	21	23	200	17	8,8	<1	0,63	270
		U1A	12-37	25	570	3,9	16	20	120	13	8,1	<1	0,31	300
		U2	37-114	52	1100	6,4	25	27	250	19	10	1,3	0,88	320
		Bv	114-149	19	210	1,5	20	23	46	8,7	9,1	1,4	0,26	280
Koper	M00083	A	0-12	86	98	0,32	53	70	42	6,5	17	<1	0,2	280
		U1	12-28	67	86	0,32	58	76	40	7,8	19	<1	0,13	230
		U2	28-105	50	70	0,23	57	78	21	6,8	21	<1	0,064	280
		Bg	105-160	38	65	0,17	56	74	18	6,2	17	<1	0,62	230
Dolga vas	M00084	A	0-15	24	82	0,3	51	40	29	15	18	1,7	0,098	680
		Bt	15-33	30	84	0,39	63	57	39	19	26	2,2	0,11	720
Ilirska Bistrica	M00085	A1	0-9	42	220	0,64	62	85	24	7,4	19	<1	0,067	390
		A2	9-19	40	190	0,62	55	80	23	7,4	19	<1	0,076	380
		U	19-32+	52	360	1,2	75	110	27	12	26	<1	0,072	470
Gornja Bistrica	M00086	AU1	0-6	20	71	0,17	27	25	15	7	8,8	<1	0,057	500
		U2	6-22	17	50	0,12	22	19	15	6,1	7,2	<1	<0,050	420
		U3	22-43	11	<50	<0,1	14	12	19	4,1	4,7	<1	<0,050	270
Šmarje pri Jelšah	M00087	A	0-10	24	85	0,7	31	33	23	9,8	9,3	2,1	0,082	460
		AU	10-25	27	88	0,77	33	34	49	11	9,5	2,1	0,079	470
		ABg	25-65	21	73	0,64	33	34	18	10	9,8	2,2	0,073	440
		Go	65-99+	19	55	0,43	34	37	14	9,9	10	2,3	0,061	460
Šmartno	M00088	P1	0-17	59	85	0,15	72	100	16	7,2	20	<1	0,066	640
		P2	17-53	43	75	0,19	79	110	13	5,3	19	<1	0,064	480
Jelševnik	M00089	A1	0-22	21	73	1	56	43	34	17	26	4	0,13	650
		A2	22-31	38	130	3,8	82	81	45	30	27	7,6	0,34	740
		A3	31-45	24	86	1,2	65	50	43	19	30	4,3	0,16	590
		A4	45-110+	25	81	1,4	61	51	44	20	36	4,3	0,2	440
Grad	M00090	A	0-12	27	82	<0,1	38	32	16	6,7	16	<1	<0,050	470
		AU1	12-24	25	71	<0,1	39	31	14	6,2	15	<1	<0,050	450
		Bv1U2	27-73	24	63	<0,1	36	29	15	5,8	16	<1	0,054	490
		Bv2	73-150+	25	68	<0,1	40	31	14	5,9	16	<1	<0,050	520
Dolič	M00091	Ap	0-20	24	77	0,22	40	32	17	5,5	14	<1	0,061	550
		Bg	20-39	24	67	0,19	35	29	18	6,2	16	<1	0,065	550
		GoGr	39-107+	21	60	<0,1	33	29	15	5,2	15	<1	<0,050	500
Mojstrana	M00092	A1	0-7	33	220	1,2	21	17	120	16	6	<1	0,29	250
		A2	7-23	29	210	1,6	22	16	120	16	5,5	<1	0,28	150
Ravne na Koroškem	M00093	AU1	0-12	29	280	1,2	79	38	97	13	10	5,6	0,11	300
		U2	12-37+	21	500	2,4	36	27	200	12	9,5	1,7	0,087	300
Dravograd	M00094	A	0-19	33	140	0,44	49	34	48	21	15	<1	0,3	380
		Bv1	19-41	34	140	0,47	51	37	44	23	17	<1	0,14	290
		Bv2U	41-72+	29	150	0,6	42	30	59	20	14	<1	0,19	450
Blanca	M00095	AU1	0-15	63	460	0,32	31	29	98	17	12	<1	0,081	320
		U2	15-27+	66	590	0,33	30	28	110	20	12	<1	0,087	340
Ljubljana-ARSO	M00096	A	0-12	65	260	0,9	41	28	120	17	11	1,4	1,4	420
		U1A	12-38	95	230	1,1	39	28	160	18	10	1,5	1,8	440
		U2A	38-61	76	250	1	34	25	130	17	9,3	1,4	1,5	420

Tabela 14: Rezultati kemijskih analiz organskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev.

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina cm	Fenolni indeks mg/kg	Benzen mg/kg	Etilbenzen mg/kg	Toluen mg/kg	Ksilen mg/kg	Atrazin mg/kg	Simazin mg/kg	Vsota PCB mg/kg	Vsota DDx mg/kg	Vsota drinov mg/kg	Vsota HCH mg/kg	PAH 1 mg/kg	Oglikovodiki C ₁₀ -C ₄₀ mg/kg
Celje	M00082	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,96	85
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28
Koper	M00083	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	95
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Dolga vas	M00084	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	66
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
Ilirska Bistrica	M00085	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,11	52
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
Gornja Bistrica	M00086	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	48
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šmarje pri Jelšah	M00087	B	0-10	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	0,057	<0,02	<0,03	<0,1	36
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šmartno	M00088	C	0-20	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	20
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jelševnik	M00089	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	22
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grad	M00090	B	0-10	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	<15
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolič	M00091	C	0-20	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	17
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mojstrana	M00092	B	0-10	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	42
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ravne na Koroškem	M00093	B	0-10	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,48	38
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dravograd	M00094	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,13	21
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blanca	M00095	B	0-10	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	86
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
Ljubljana-ARSO	M00096	A	0-5	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	1,1	56
		D	5-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
		F	20-30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41

3.4 INTERPRETACIJA PODATKOV MKT23

Statistična in grafična obdelava talnih podatkov se nanaša na vzorce tal, odvzete iz različnih slojev v okviru MKT23. Analiza je bila izvedena s programskim orodjem RStudio (verzija 2024.09.1). Pri statistični obdelavi talnih podatkov smo v primerih, ko je bila izmerjena vrednost osnovnega podloškega parametra ali parametra kemijskega stanja tal (anorganska in organska onesnaževala) na določeni globini vzorčnega mesta pod mejo določljivosti (<LOQ), za izračun aritmetične sredine uporabili vrednost, enako polovici meje določljivosti za obravnavani parameter.

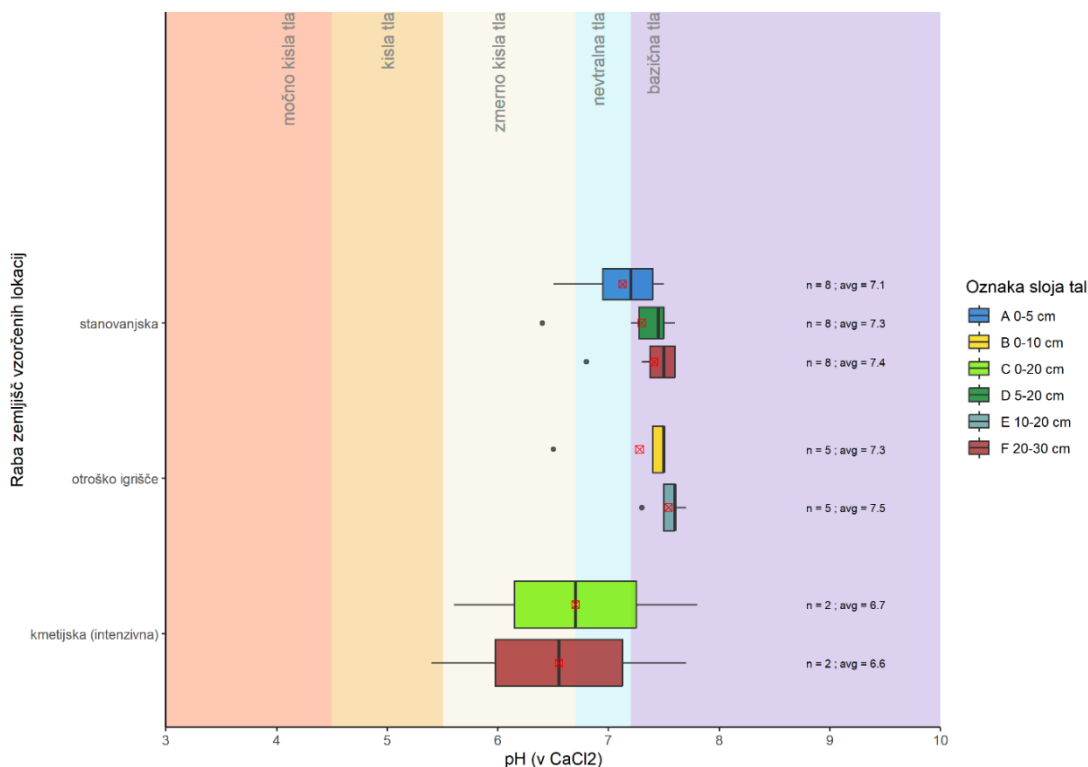
3.4.1 Osnovni pedološki podatki

V vseh 83 vzorcih tal, odvzetih iz različnih slojev (38) in horizontov (45), smo izvedli analizo osnovnih pedoloških parametrov. V nadaljevanju interpretiramo rezultate analiz za 5 preiskovanih pedoloških parametrov, ki v največji meri vplivajo na vezavo snovi na talne delce, dostopnost za organizme in mobilnost v talnem profilu.

3.4.1.1 pH vrednost

Kislost tal, ki jo izražamo z aktivnostjo vodikovih ionov, vpliva na dostopnost hranil in nevarnih snovi organizmom in njihovo mobilnost v talnem profilu. V bolj kislih tleh je sproščanje kovin in mineralov povečano. Povečana je tudi dostopnost kovinskih kationov in s tem sprejem v rastline. Bazična tla zmanjšujejo topnost in s tem povezano mobilnost in biodostopnost onesnaževal v tleh.

Vrednost pH v vzorcih tal, v okviru MKT23, je v območju od 5,4 do 7,8 z aritmetično sredino 7,24 in mediano 7,45. Vzorci tal stanovanjske rabe in otroških igrišč imajo višje povprečne pH vrednosti in se uvrščajo med nevtralna do bazična tla (Vrščaj, B. in sod., 2019). Vzorci tal s kmetijske (intenzivne) rabe se glede na izmerjene povprečne pH vrednosti uvrščajo v zmerno kislila do nevtralna tla (Slika 4).

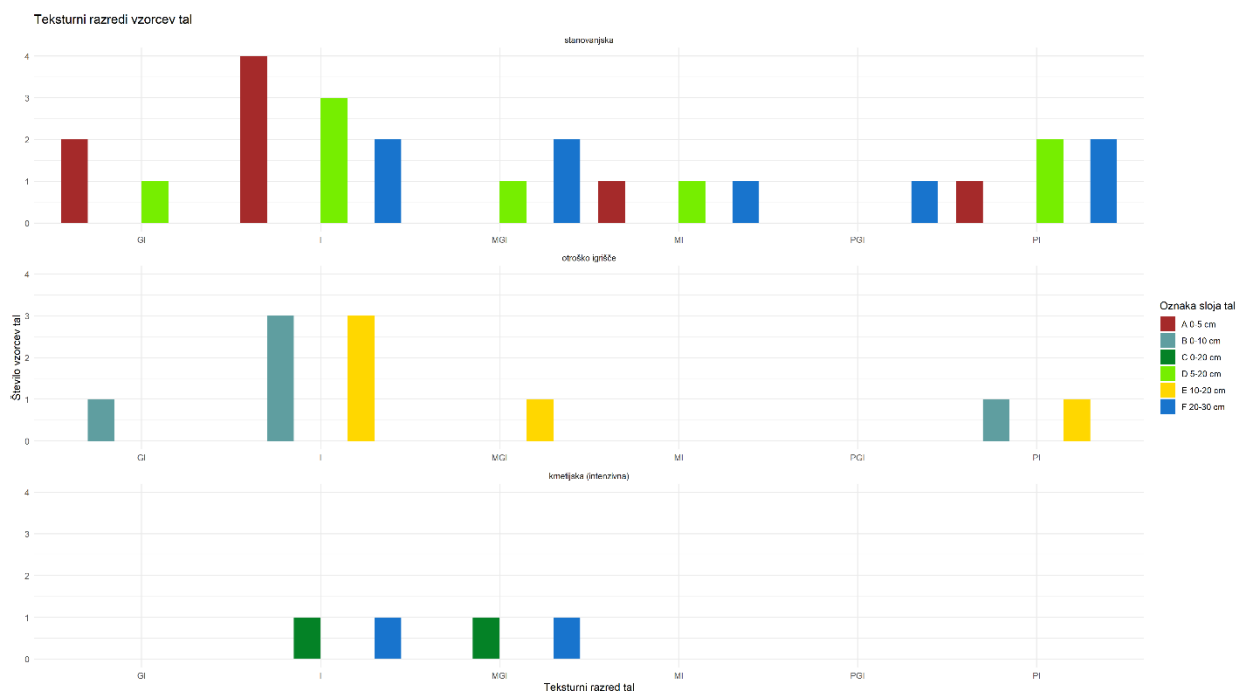


Slika 4: Potencialna kislost (pH) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.1.2 Tekstura tal

Tekstura tal je razmerje med količino frakcij peska, melja in gline v tleh. Na osnovi deleža posamezne frakcije v drobnem delu tal (≤ 2 mm) določimo teksturni razred: pesek (velikost delcev od 2 do 0,02 mm), melj (velikost delcev od 0,02 do 0,002 mm) in glina ($<0,002$ mm). Je pomembna fizikalna lastnost tal, ki vpliva na številne druge talne lastnosti (fizikalne in kemijske), ki so pomembne za zračno vodni režim tal, z vidika rodovitnosti tal in usode nevarnih snovi v tleh. Vpliva na kationsko izmenjalno kapaciteto tal (KIK), sposobnost tal za zadrževanje vode in snovi v tleh, toplotne in zračne lastnosti tal.

Deleži peska, melja in gline v različnih globinah tal glede na rabo tal so prikazani na sliki (Slika 5). V vzorcih tal, v okviru MKT23, prevladujejo teksturni razredi I, PI in MGI. Po ameriški teksturni klasifikaciji (Plaster, 1992) preiskovana tla v MKT23 uvrščamo med lahka, srednje težka in težka tla.

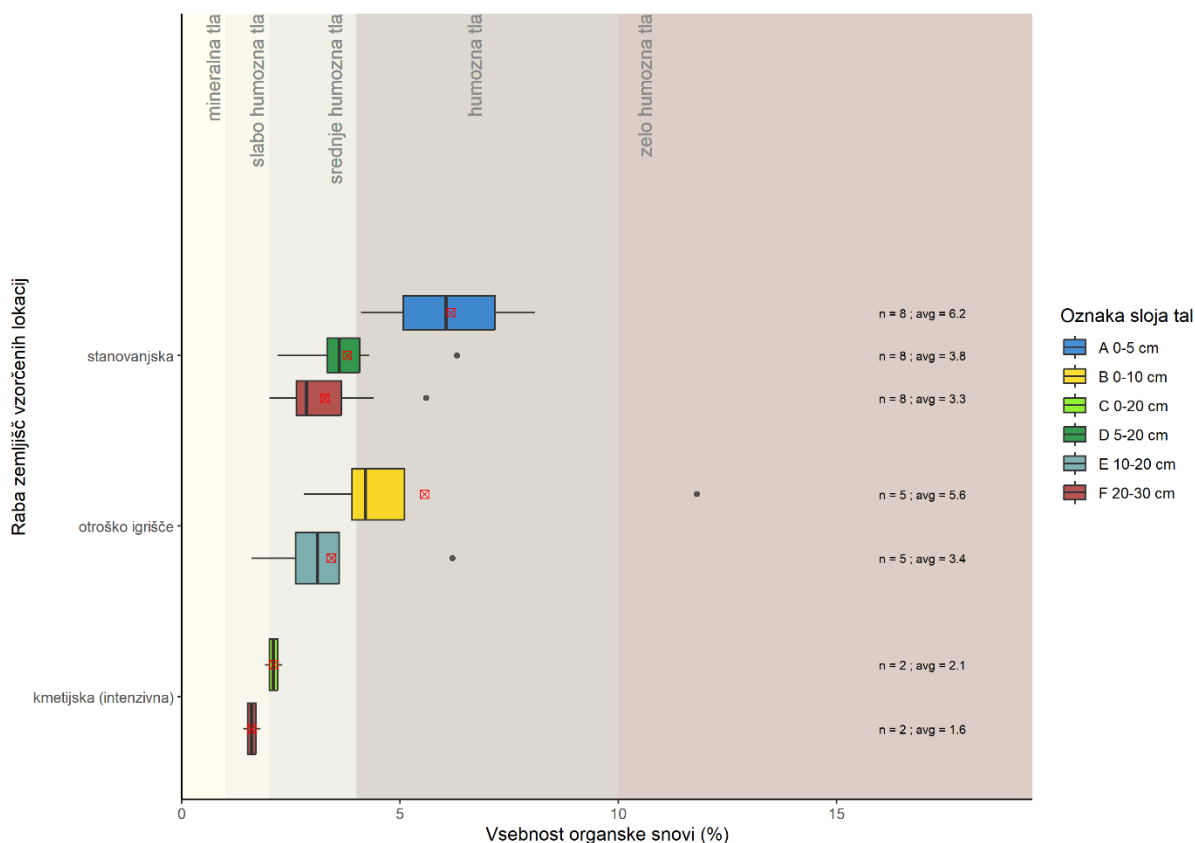


Slika 5: Teksturni razredi v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.1.3 Organska snov v tleh

Organska snov in humus v precejšnji meri vplivata na boljšo vezavo onesnaževal v tleh in posledično njihovo počasnejše sproščanje v okolje. Organska snov istočasno povečuje kationsko izmenjalno kapaciteto tal (KIK).

Vrednost organske snovi v vzorcih tal, v okviru MKT23, je v območju od 1,4 do 11,8 % z aritmetično sredino 4,16 % in mediano 3,60 %. Z izmerjeno višjo povprečno vrednostjo organske snovi najbolj izstopajo vzorčna mesta s stanovanjsko rabo in otroška igrišča, ki jih uvrščamo v srednje humozna do humozna tla (Slika 6). Vzorčna mesta s kmetijsko (intenzivno) rabo so bolj siromašna, saj imajo nižje povprečne vrednosti organske snovi in se tako uvrščajo v slabo do srednje humozna tla. Pri vseh rabah tal je viden pričakovan upad vsebnosti organske snovi z globino, še najbolj pri kmetijski (ekstenzivni) rabi.

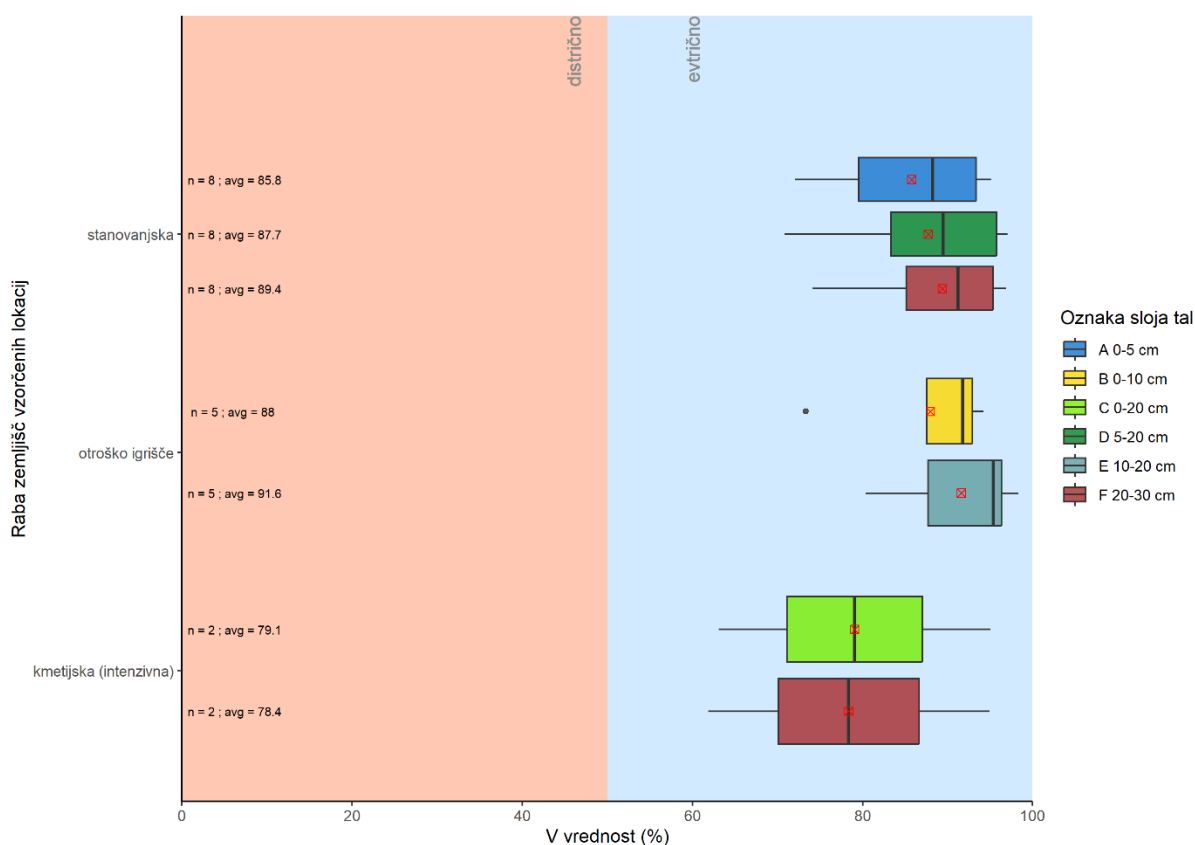


Slika 6: Vsebnost organske snovi (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.1.4 Zasičenost z bazičnimi kationi

Zasičenost z bazičnimi kationi je parameter s katerim podamo delež izmenljivih kationov v tleh, ki ga sestavljajo bazični (ali bazično delujoči) kationi, kot so Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} in Na^{+} . Ti kationi so v tleh največkrat prisotni v omenjenem vrstnem redu, njihovo skupno vsebnost pa izražamo kot vsoto (S vrednost izražena v mmol+/100 g tal) ali delež (V vrednost izražena v %). Zasičenost z bazičnimi kationi kaže na stopnjo, do katere so ti kationi zapolnili kapaciteto izmenljivih mest v tleh. Ob večji prisotnosti bazičnih kationov in večji kationski izmenjalni kapaciteti tal (KIK) je dostopnost kovin v tleh še dodatno zmanjšana.

Delež zasičenih bazičnih kationov v vzorcih tal, v okviru MKT23, je v območju od 61,88 do 98,30 %, z aritmetično sredino 87,25 % in mediano 90,53 %. Vzorce tal odvzetih na tleh s stanovanjsko, kmetijsko (intenzivno) rabo in otroških igriščih glede na delež zasičenih bazičnih kationov uvrščamo med evtrična tla (Slika 7).

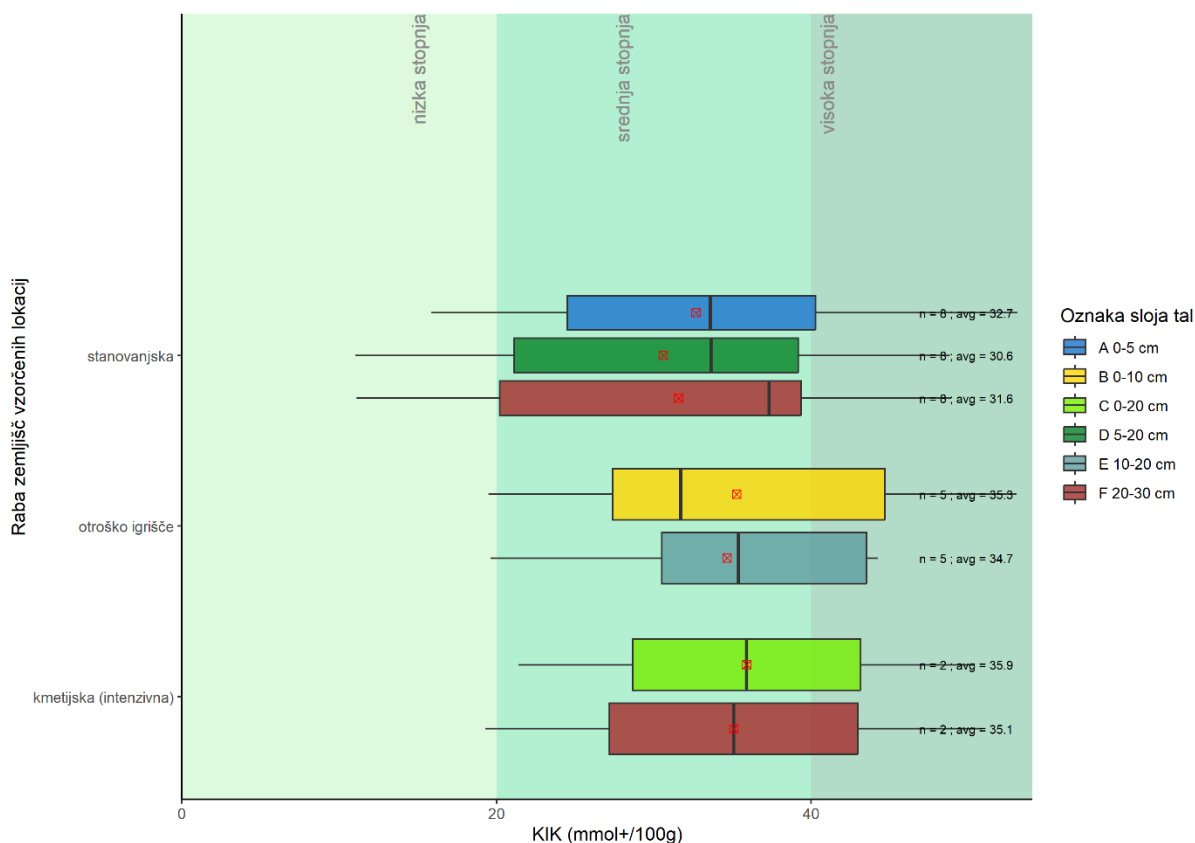


Slika 7: Delež bazičnih kationov (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.1.5 Kationska izmenjalna kapaciteta (KIK)

Kationska izmenjalna kapaciteta tal (KIK) je parameter, ki opisuje sposobnost tal za zadrževanje in izmenjavo kationov, vključno s koristnimi in nevarnimi snovmi. KIK je odvisen predvsem od vsebnosti organske snovi in deleža gline v tleh ter navadno podan kot T vrednost izražena kot mmol+/100 g tal. V tleh z višjo KIK se kovine močneje vežejo na sorptivni kompleks tal, kar zmanjša njihovo dostopnost v talni raztopini.

Vrednost kationske izmenjalne kapacitete v vzorcih tal, v okviru MKT23, je v območju od 11,01 do 53,14 mmol+/100 g tal, z aritmetično sredino 32,91 mmol+/100 g tal in mediano 35,43 mmol+/100 g tal. Vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) in stanovanjsko rabo ter otroških igriščih imajo v povprečju srednjo stopnjo kationske izmenjalne kapacitete. Za vse rabe je značilno, da KIK z globino rahlo pada (Slika 8).



Slika 8: Kationska izmenjalna kapaciteta tal (mmol+/100g) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

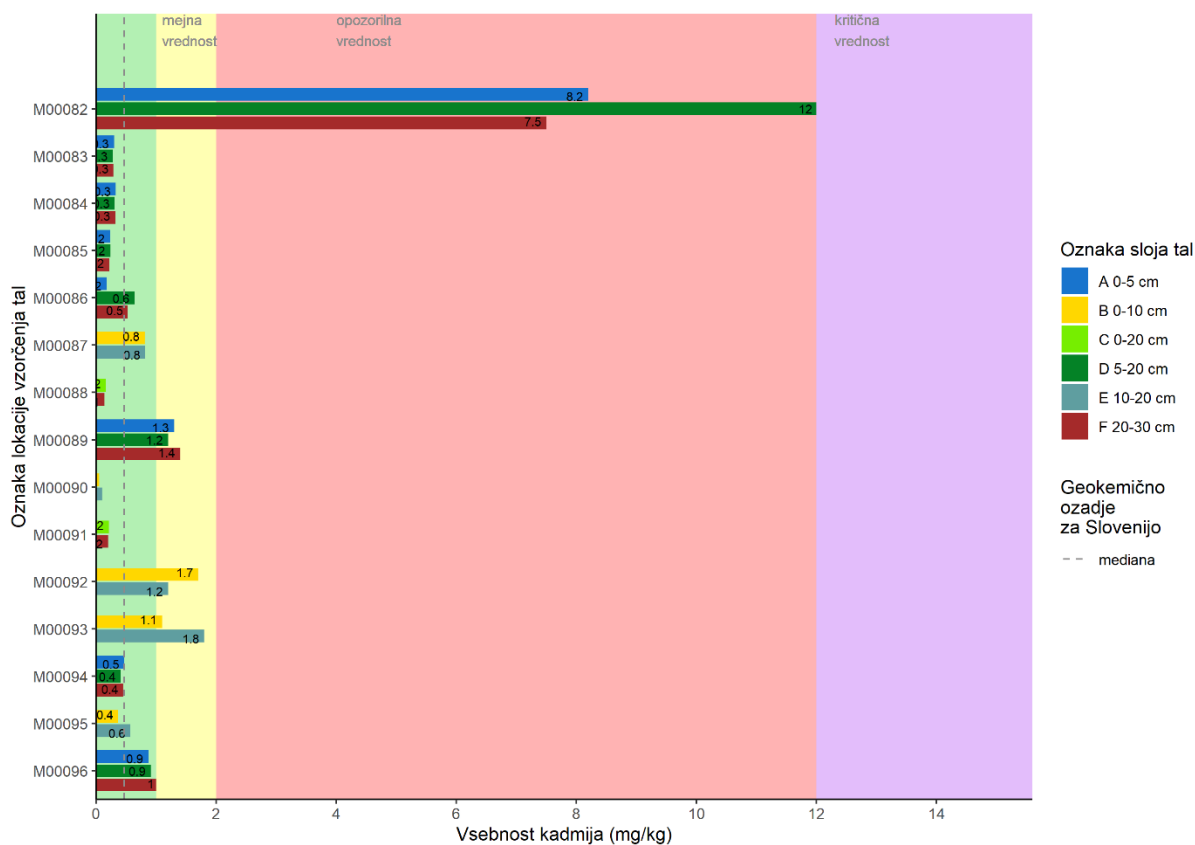
3.4.2 Anorganski parametri

V vseh 83 vzorcih tal, odvzetih iz različnih slojev (38) in horizontov (45), smo izvedli analize vsebnosti anorganskih onesnaževal. V nadaljevanju interpretiramo rezultate analiz za 6 preiskovanih anorganskih parametrov, ki so v MKT23 najbolj presegali zakonodajne imisijske vrednosti po Uredbi.

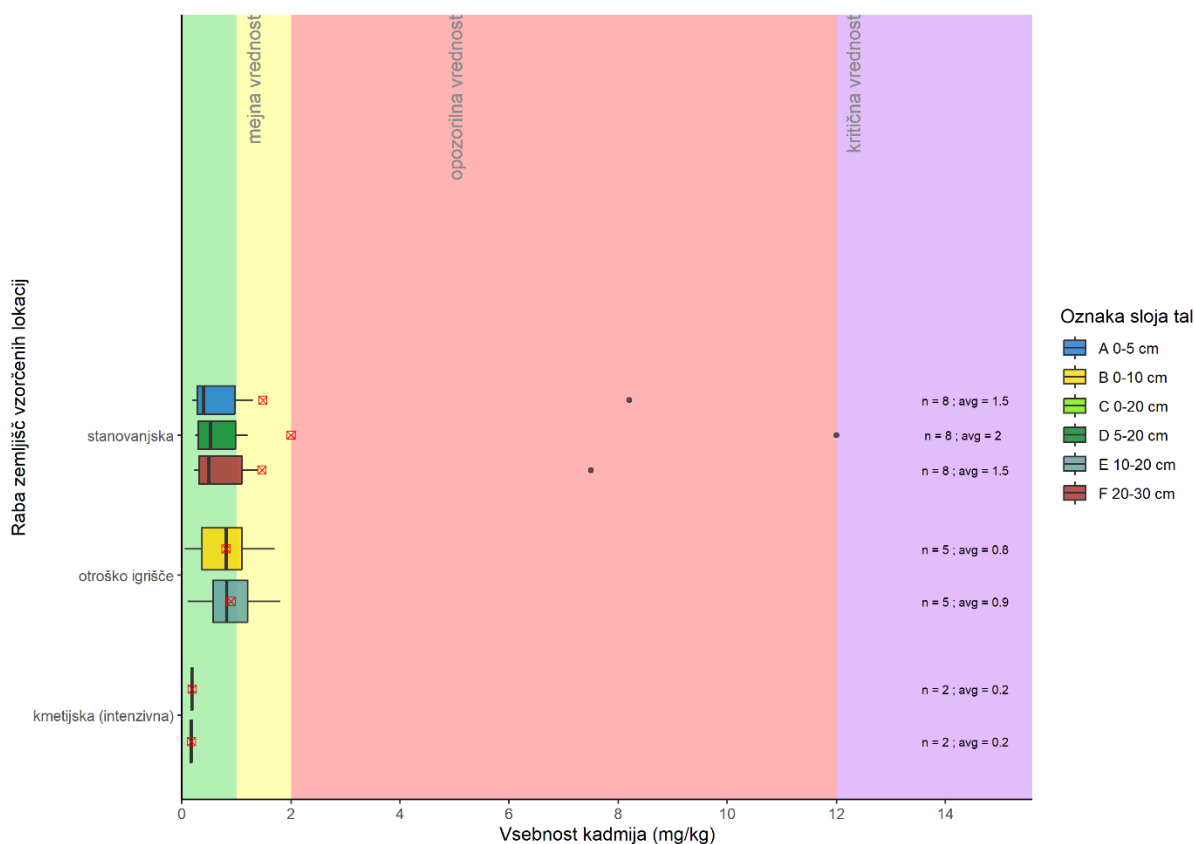
3.4.2.1 Kadmij

Antropogeni izvor kadmija v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (jalovina, naplavine, separirana ruda, topilnice, predelava kovin), industrije (plastike, elektronska, steklarska), zračnih depozitov (urbana ind. središča, sežigalnice, odlagališča, pirometalurgija, izgorevanje fosilnih goriv), kmetijstva (gnojila, namakalne vode) in odpadkov (blata čistilnih naprav, deponije, kovinski odpadki).

V talnih vzorcih MKT23 se kadmij pojavlja v razponu od 0,05 do 12 mg/kg, z aritmetično sredino 1,28 mg/kg in mediano 0,46 mg/kg. Glede na Uredbo sta bili za kadmij na enem vzorčnem mestu (Celje, M00082) preseženi opozorilna (2 mg/kg) in kritična (12 mg/kg) vrednost ter na štirih vzorčnih mestih (Jelševnik (M00089), Dolič (M00092), Ravne na Koroškem (M00093) in Ljubljana-ARSO (M00096)) mejna vrednost (1 mg/kg) (Slika 9). Preseganja opozorilne in kritične imisijske vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi in otroških igriščih. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo. Opozoriti velja, da celo povprečna vrednost kadmija izračunana iz vseh talnih vzorcev MKT23 presega mejno vrednost (Slika 10). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti kadmija 0,47 mg/kg.



Slika 9: Izmerjene vsebnosti kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

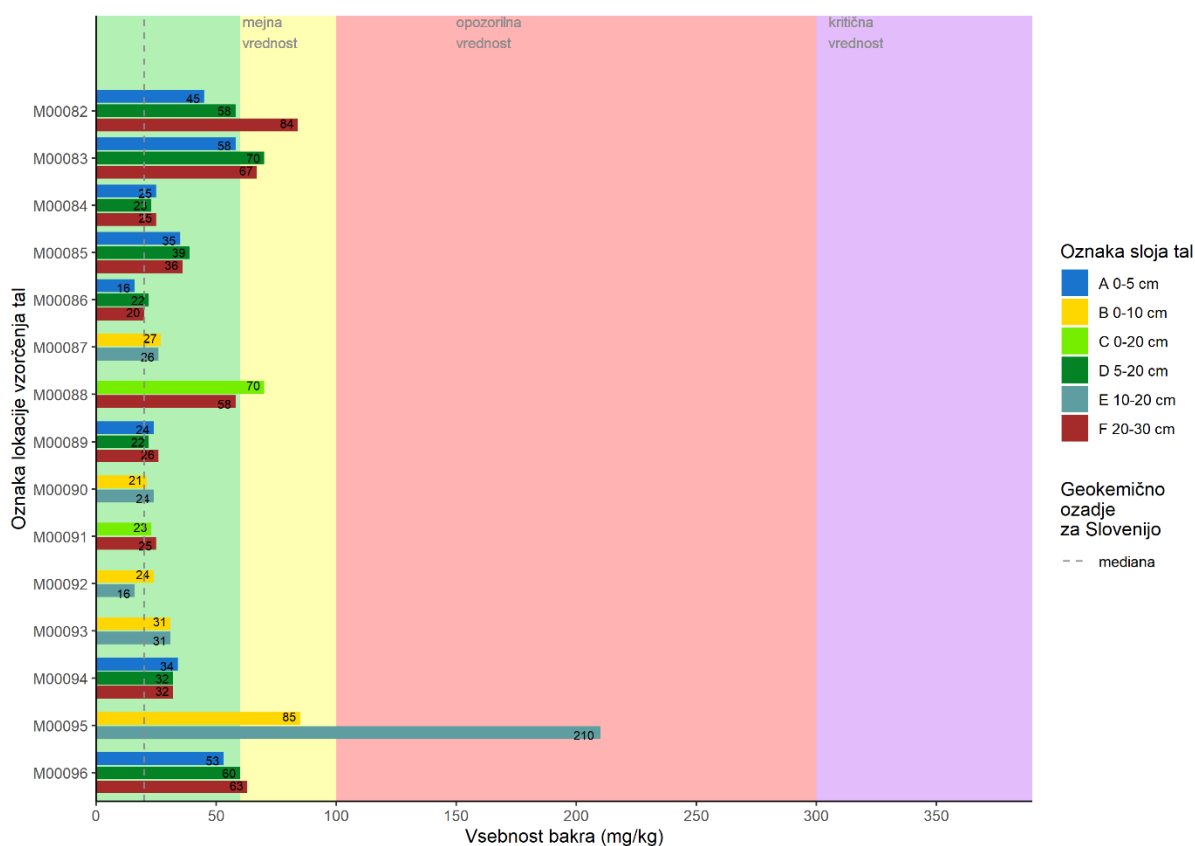


Slika 10: Vsebnost kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

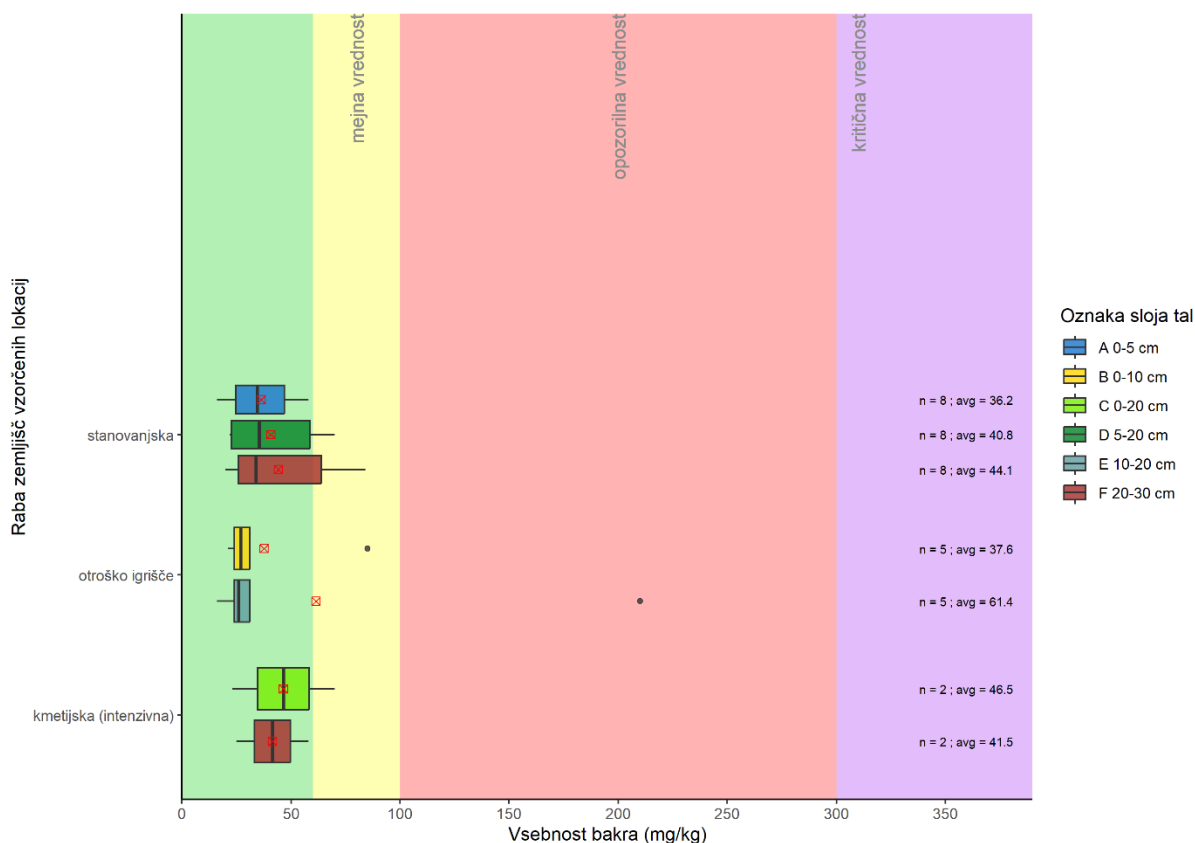
3.4.2.2 Baker

Antropogeni izvor bakra v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (železarne, jeklarne, predelava kovin), industrije (elektronska, steklarska, zaščita lesa), zračnih depozitov (urbana ind. središča, sežigalnice, odlagališča, pirometalurgija), kmetijstva (gnoj, pesticidi) in odpadkov (blata čistilnih naprav, kovinski odpadki, požari in pepel).

V talnih vzorcih MKT23 se baker pojavlja v razponu od 16 do 210 mg/kg, z aritmetično sredino 43,15 mg/kg in mediano 31,5 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za baker na enem vzorčnem mestu (Blanca (M00095)) presežena opozorilna vrednost (100 mg/kg) ter na petih vzorčnih mestih (Celje (M00082), Koper (M00083), Šmartno (M00088), Blanca (M00095) in Ljubljana-ARSO (M00096)) mejna vrednost (60 mg/kg) (Slika 11). Najvišji preseganji mejne in opozorilne vrednosti sta bili izmerjeni v vzorcih tal odvzetih na otroškem igrišču. Manjša preseganja mejne vrednosti so bila izmerjena tudi na dveh vzorčnih mestih s stanovanjsko ter enem s kmetijsko (intenzivno) rabo tal (Slika 12). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti bakra 20 mg/kg.



Slika 11: Izmerjene vsebnosti bakra (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

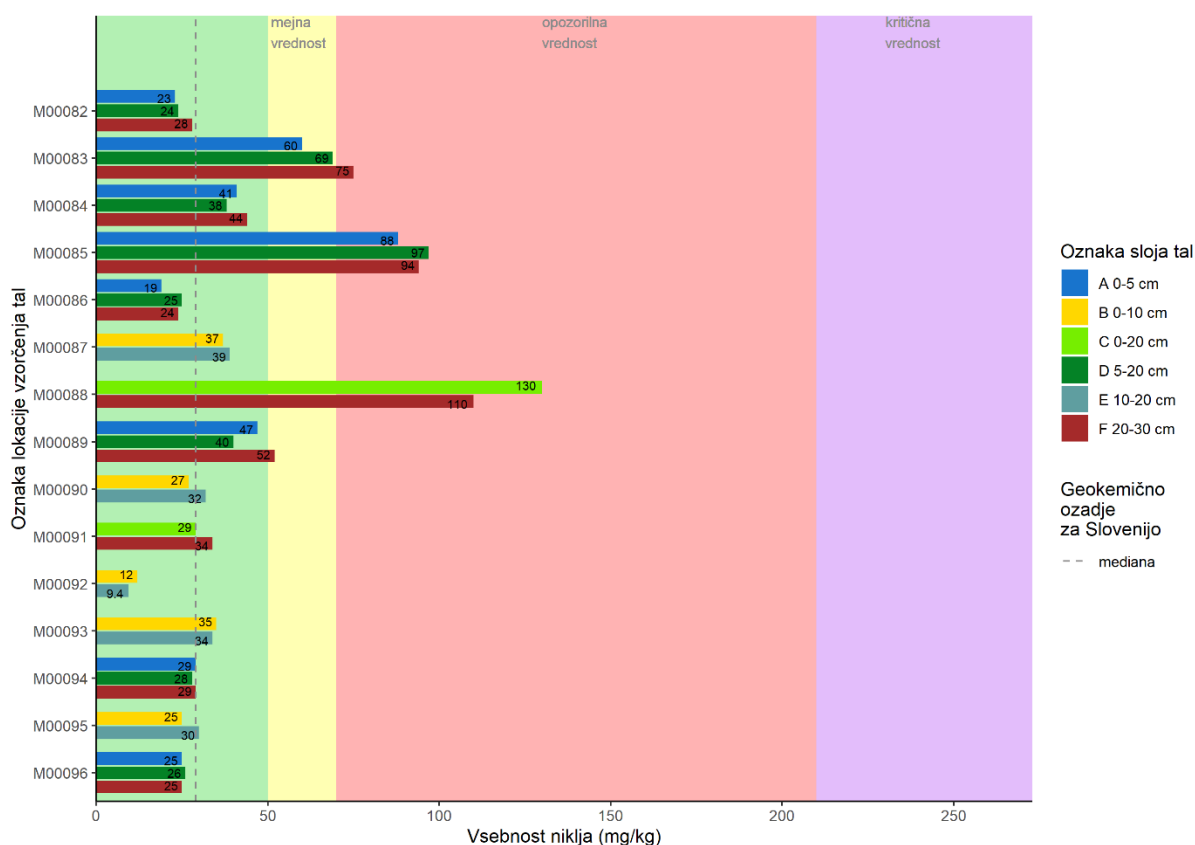


Slika 12: Vsebnost bakra (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

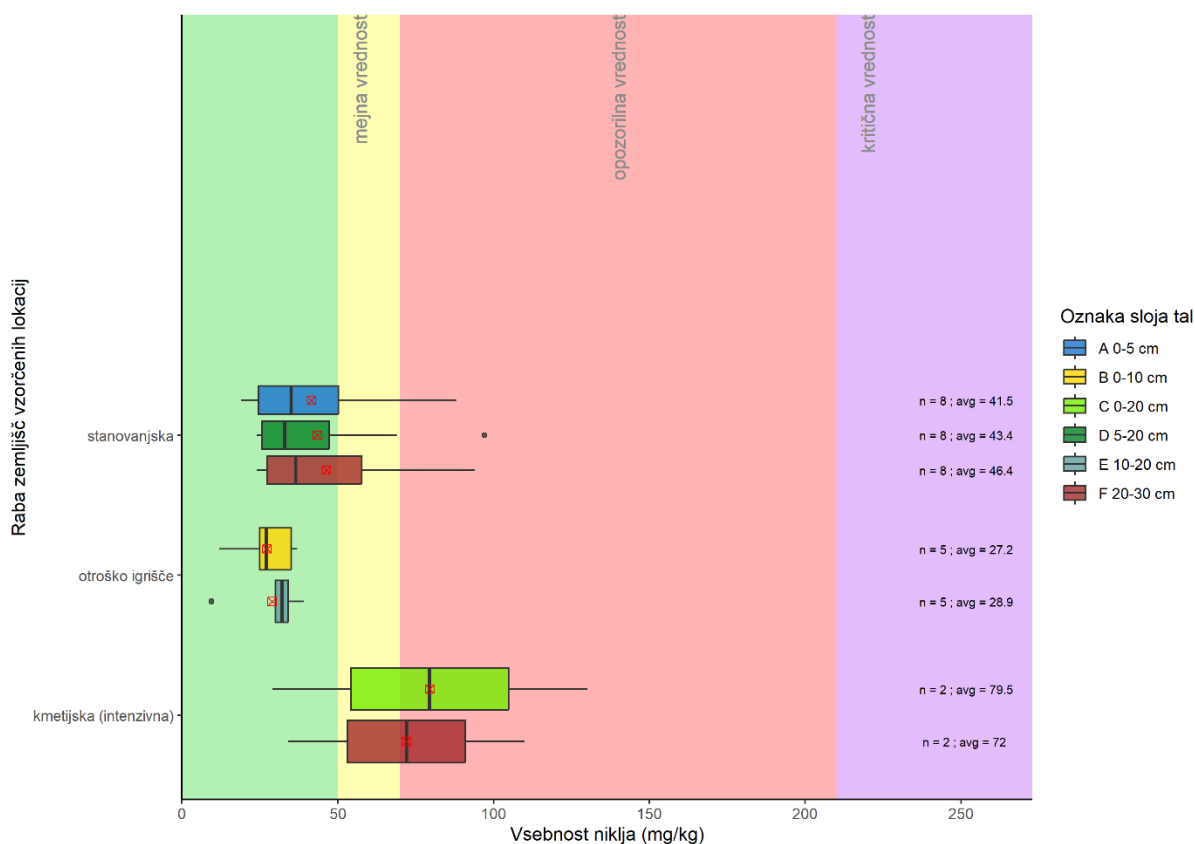
3.4.2.3 Nikelj

Antropogeni izvor niklja v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (železarne, jeklarne, predelava kovin), industrije (elektronska, rafinerije), zračnih depozitov (pirometalurgija), kmetijstva (fosfatna gnojila) in odpadkov (blata čistilnih naprav). Višje vrednosti niklja v tleh so lahko tudi posledica geokemičnega ozadja (flišni skladi).

V talnih vzorcih MKT23 se nikelj pojavlja v razponu od 9,4 do 130 mg/kg, z aritmetično sredino 42,98 mg/kg in mediano 33,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za nikelj na treh vzorčnih mestih (Koper (M00083), Ilirska Bistrica (M00085) in Šmartno (M00088)) presežena opozorilna vrednost (70 mg/kg s.s.) ter na dveh vzorčnih mestih (Koper (M00083) in Jelševnik (M00089)) mejna vrednost (50 mg/kg) (Slika 13). Preseganja mejne in opozorilne vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski in kmetijski (intenzivni) rabi. Brez preseganj mejne imisijske vrednosti so bili vzorci tal odvzeti na otroških igriščih. V tleh na stanovanjski rabi in otroških igrišč vrednosti niklja z globino naraščajo, kar povezujemo z vplivom matične podlage (geogen izvor). V primeru kmetijske (intenzivne) rabe pa so na enem vzorčnem mestu (Šmartno (M00088)) povišane koncentracije niklja lahko posledica antropogene dejavnosti, kar se odraža v višji vrednosti niklja v zgornjem sloju tal (Slika 14). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti niklja 29 mg/kg s.s.



Slika 13: Izmerjene vsebnosti niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

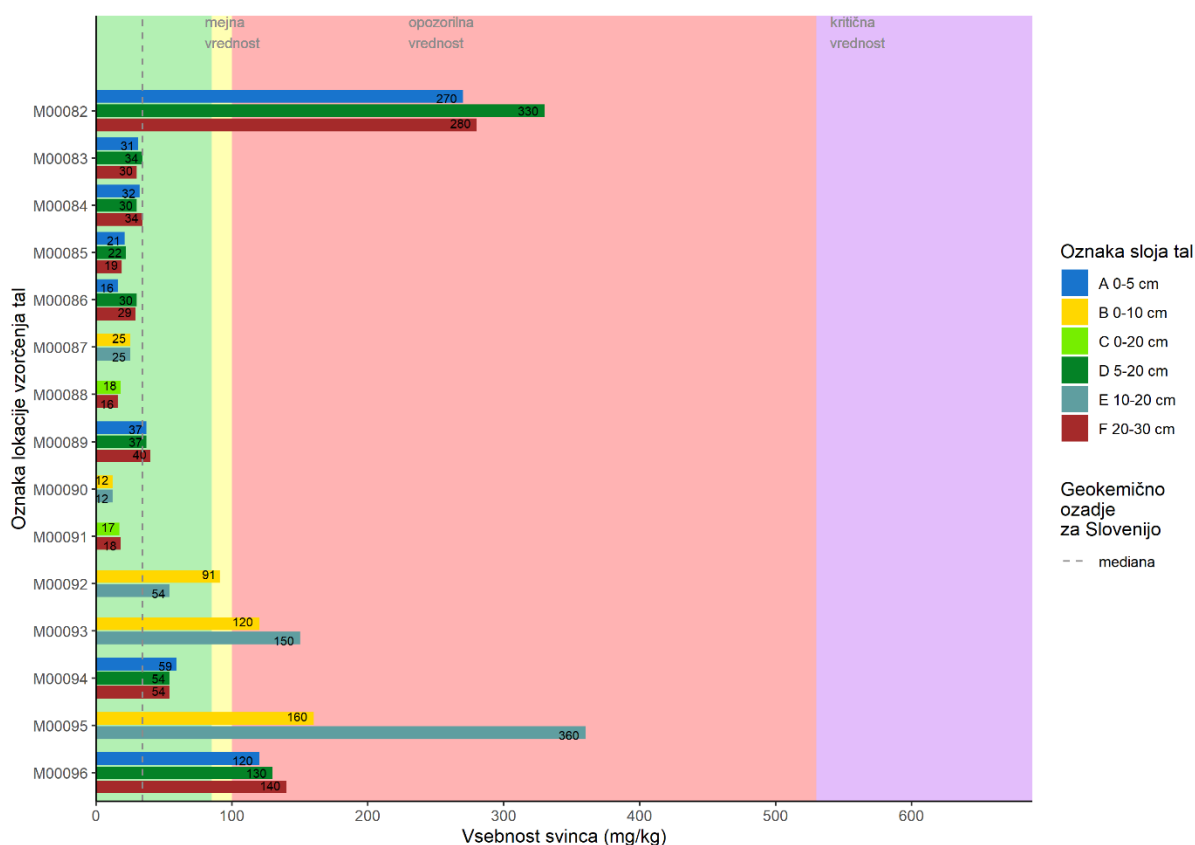


Slika 14: Vsebnost niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

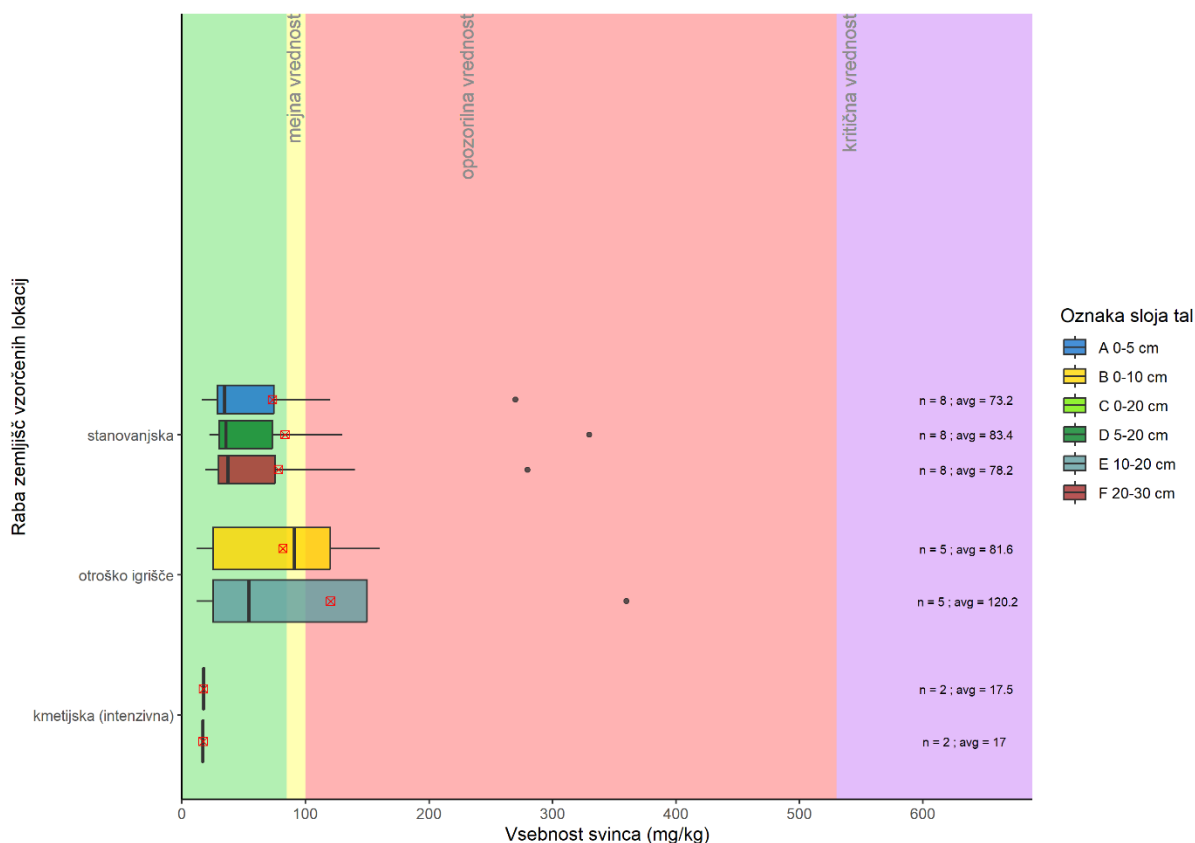
3.4.2.4 Svinec

Antropogeni izvor svinca v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (jalovina, naplavine, separirana ruda, topilnice, železarne, jeklarne), industrije (rafinerije, proizvodnja akumulatorjev in barv), zračnih depozitov (urbana ind. središča, sežigalnice, odlagališča, pirometalurgija, izpušni plini, izgorevanje fosilnih goriv), kmetijstva (apno, namakalne vode, pesticidi) in odpadkov (blata čistilnih naprav, deponije, kovinski odpadki, požari in pepel).

V talnih vzorcih MKT23 se svinec pojavlja v razponu od 12 do 360 mg/kg, z aritmetično sredino 77,81 mg/kg in mediano 34,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za svinec na štirih vzorčnih mestih (Celje (M00082), Ravne na Koroškem (M00094), Blanca (M00095) in Ljubljana-ARSO (M00096)) presežena opozorilna vrednost (100 mg/kg) ter na enem vzorčnem mestu (Mojstrana (M00093)) mejna vrednost (85 mg/kg) (Slika 15). Preseganja mejne in opozorilne imisijske vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi in otroških igriščih. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo (Slika 16). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti svinca 34 mg/kg.



Slika 15: Izmerjene vsebnosti svinca (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

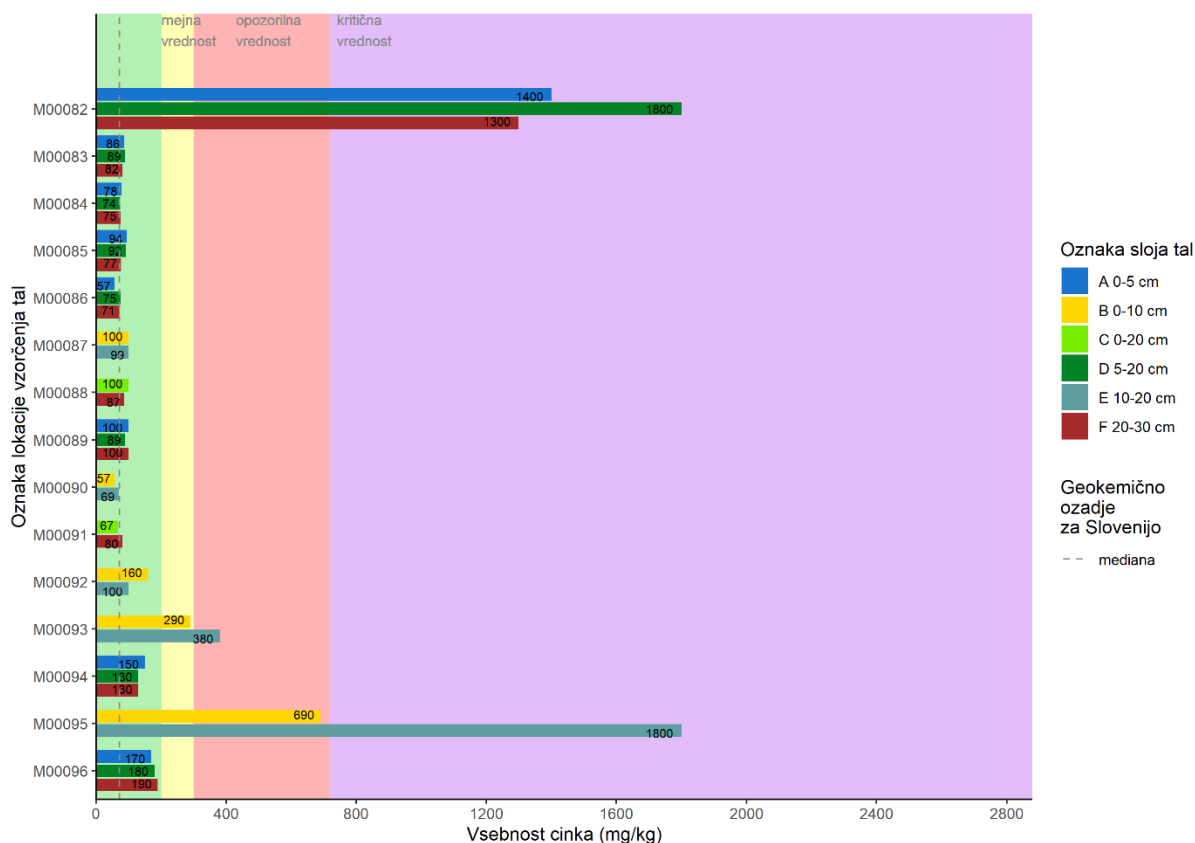


Slika 16: Vsebnost svine (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

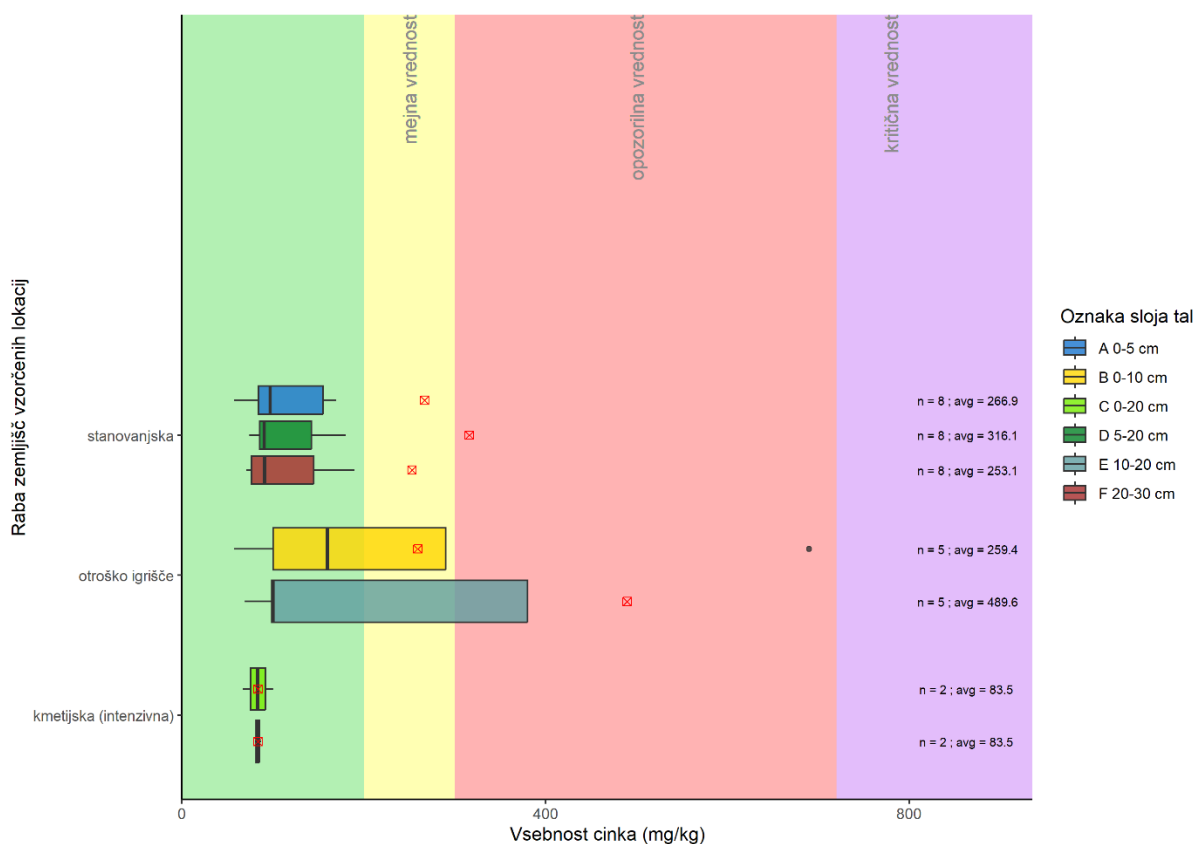
3.4.2.5 Cink

Antropogeni izvor cinka v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (predelava kovin), industrije (tekstilna, elektronska, galvanizacije), zračnih depozitov (pirometalurgija, izgorevanje fosilnih goriv), kmetijstva (gnojila, gnoj, pesticidi) in odpadkov (blata čistilnih naprav, kovinski odpadki).

V talnih vzorcih MKT23 se cink pojavlja v razponu od 57 do 1800 mg/kg, z aritmetično sredino 283,37 mg/kg in mediano 99,50 mg/kg. Glede na Uredbo je bila na dveh vzorčnih mestih (Celje (M00082) in Blanca (M00095)) presežena kritična vrednost (720 mg/kg), na dveh vzorčnih mestih (Ravne na Koroškem (M00093) in Blanca (M00095)) opozorilna vrednost (300 mg/kg) ter na enem vzorčnem mestu (Ravne na Koroškem (M00093)) mejna vrednost (200 mg/kg) (Slika 17). Najvišja preseganja (opozorilna in kritična vrednost) so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi in dveh otroških igriščih. Preseganje mejne vrednosti je bilo izmerjeno v vzorcih tal na enem otroškem igrišču. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo. Opozoriti velja, da celo povprečna vrednost cinka izračunana iz vseh talnih vzorcev MKT23 presega mejno vrednost (Slika 18). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti cinka 72 mg/kg.



Slika 17: Izmerjene vsebnosti cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

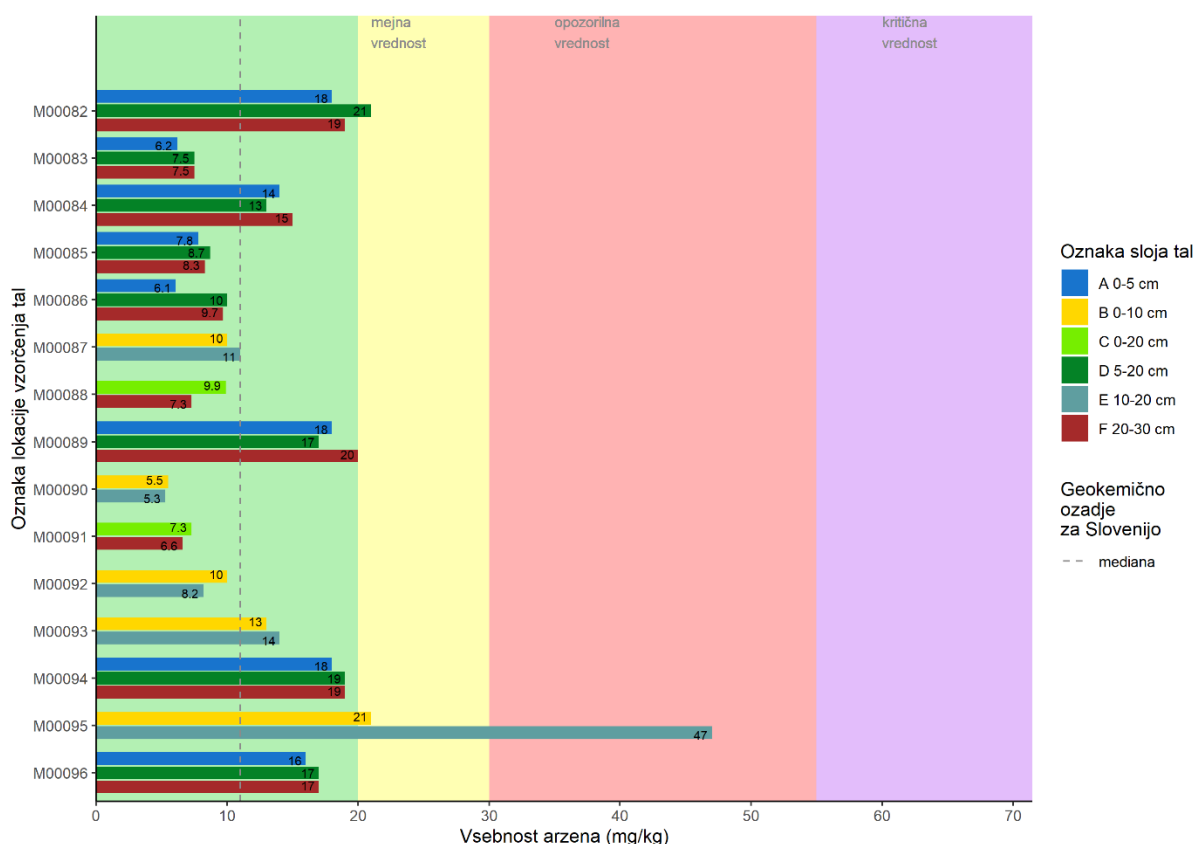


Slika 18: Vsebnost cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

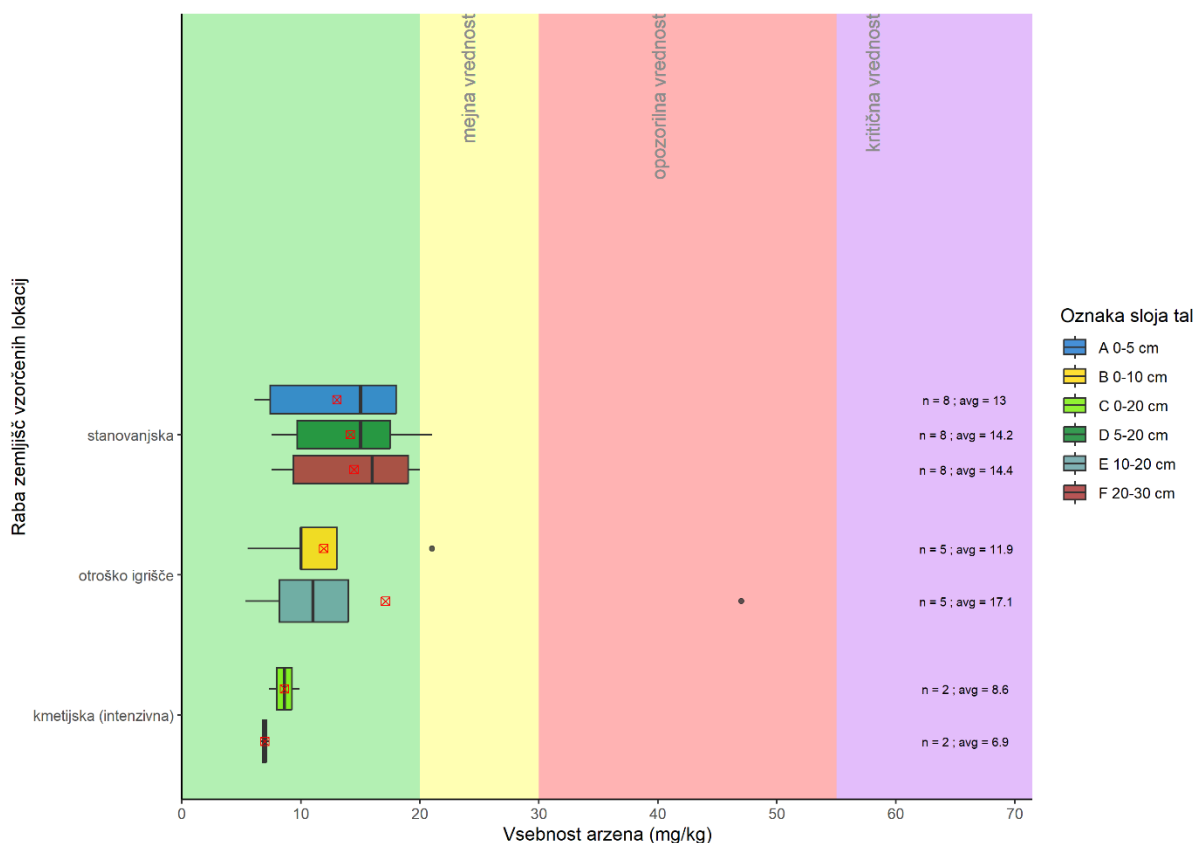
3.4.2.6 Arzen

Antropogeni izvor arzena v tleh je lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (jalovina, naplavine, separirana ruda, topilnice), industrije (zaščita lesa), zračnih depozitov (pirometalurgija, izgorevanje fosilnih goriv), kmetijstva (gnojila, gnoj, apno, pesticidi - sadjarstvo) in odpadkov (deponije).

V talnih vzorcih MKT23 se arzen pojavlja v razponu od 5,3 do 47 mg/kg, z aritmetično sredino 13,39 mg/kg in mediano 12,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za arzen na enem vzorčnem mestu (Blanca (M00095)) presežena opozorilna vrednost (30 mg/kg) ter na treh vzorčnih mestih (Celje (M00082), Jelševnik (M00088) in Blanca (M00095)) mejna vrednost (20 mg/kg) (Slika 19). Preseganja mejne in opozorilne imisijske vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi in enem otroškem igrišču. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo (Slika 20). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti arzena 11 mg/kg.



Slika 19: Izmerjene vsebnosti arzena (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.



Slika 20: Vsebnost arzena (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.3 Organski parametri

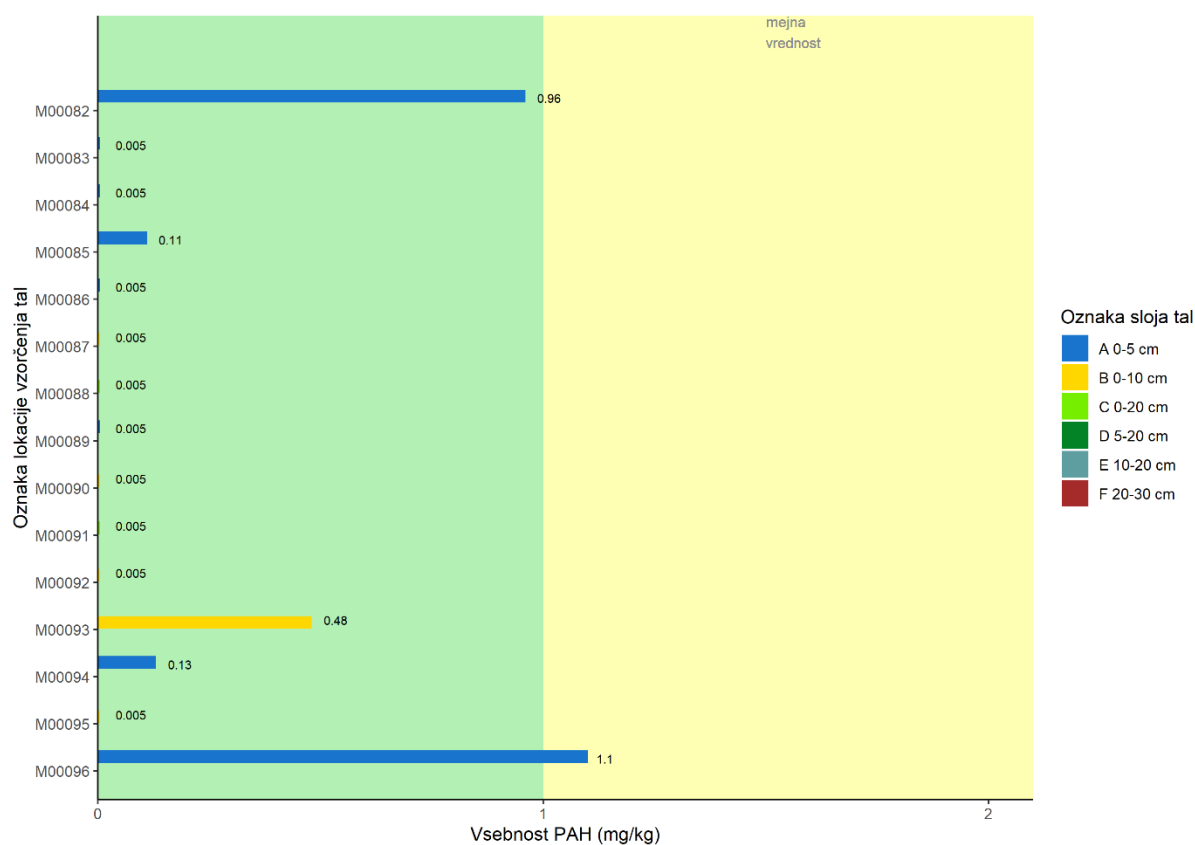
Izmed 38 vzorcev tal, odvzetih iz različnih slojev, je bilo 26 vzorcev tal analiziranih za prisotnost organskih onesnaževal. V vzorcih tal, odvzetih iz horizontov, se organska onesnaževala ne določajo.

V nadaljevanju interpretiramo rezultate analiz le dve skupini organskih nevarnih snovi, ki sta bili najpogostejše zaznani v vzorcih tal v okviru MKT23. Ostale organske spojine so bile v tleh zaznane le v sledovih (<LOQ ali LOD).

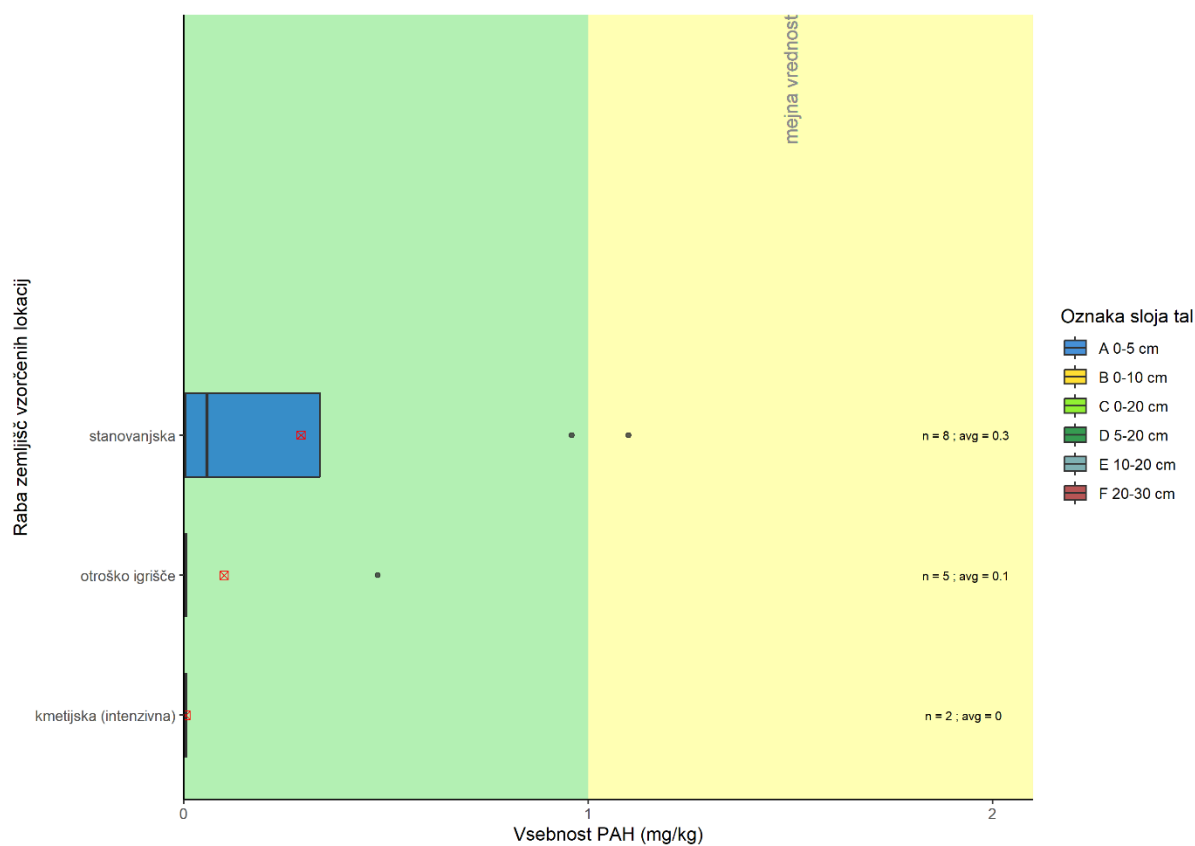
3.4.3.1 Policiklični aromatski ogljikovodiki

Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH) se tvorijo pri nepopolnem izgorevanju (naravne vegetacije, fosilnih goriv, drugih organskih snovi) in v tleh izvirajo iz zračnih depozitov (urbana ind. središča, izgorevanje fosilnih goriv) in odpadkov (blata čistilnih naprav).

V talnih vzorcih MKT23 se PAH pojavljajo v razponu od 0,005 do 1,1 mg/kg, z aritmetično sredino 0,189 mg/kg in mediano 0,005 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za PAH na enem vzorčnem mestu (Ljubljana-ARSO (M00096)) presežena mejna vrednost (1 mg/kg) (Slika 21). Preseganja mejne imisijske vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo ter otroških igriščih (Slika 22).



Slika 21: Izmerjene vsebnosti PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.

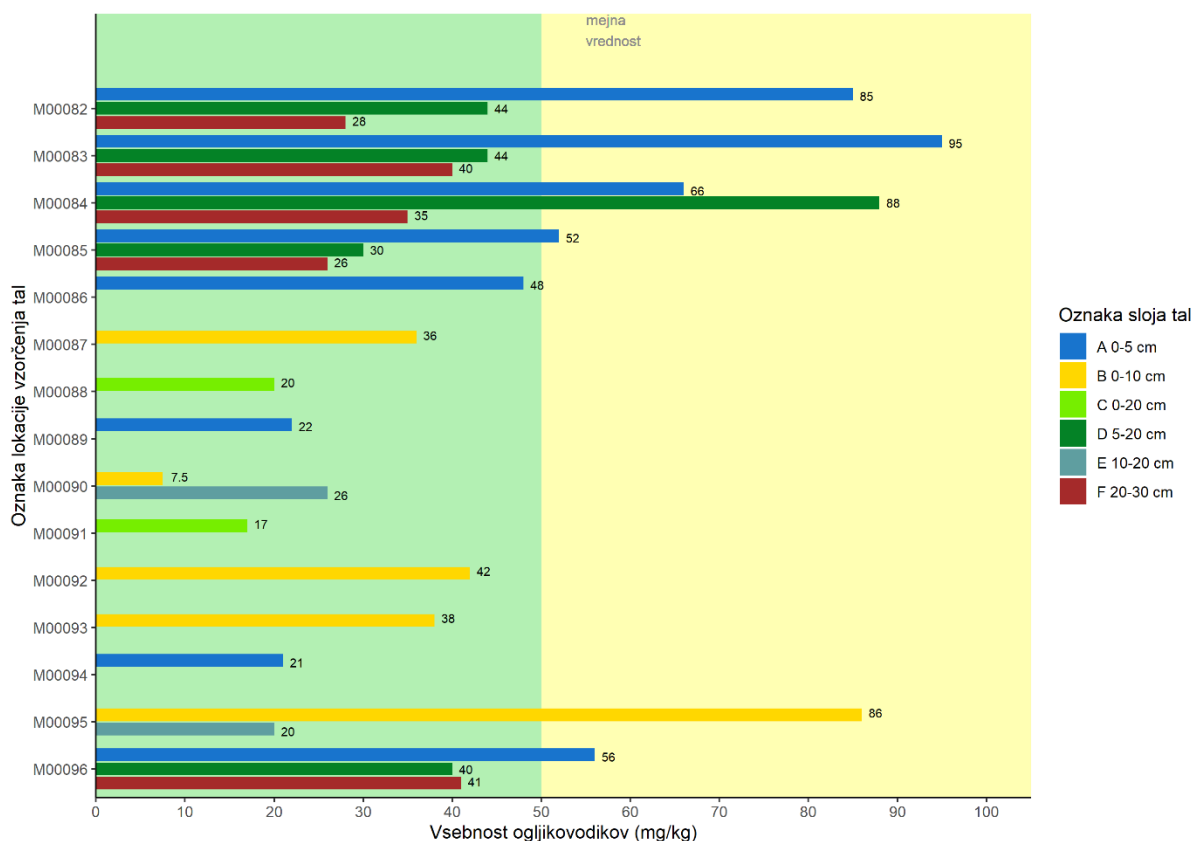


Slika 22: Vsebnost PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

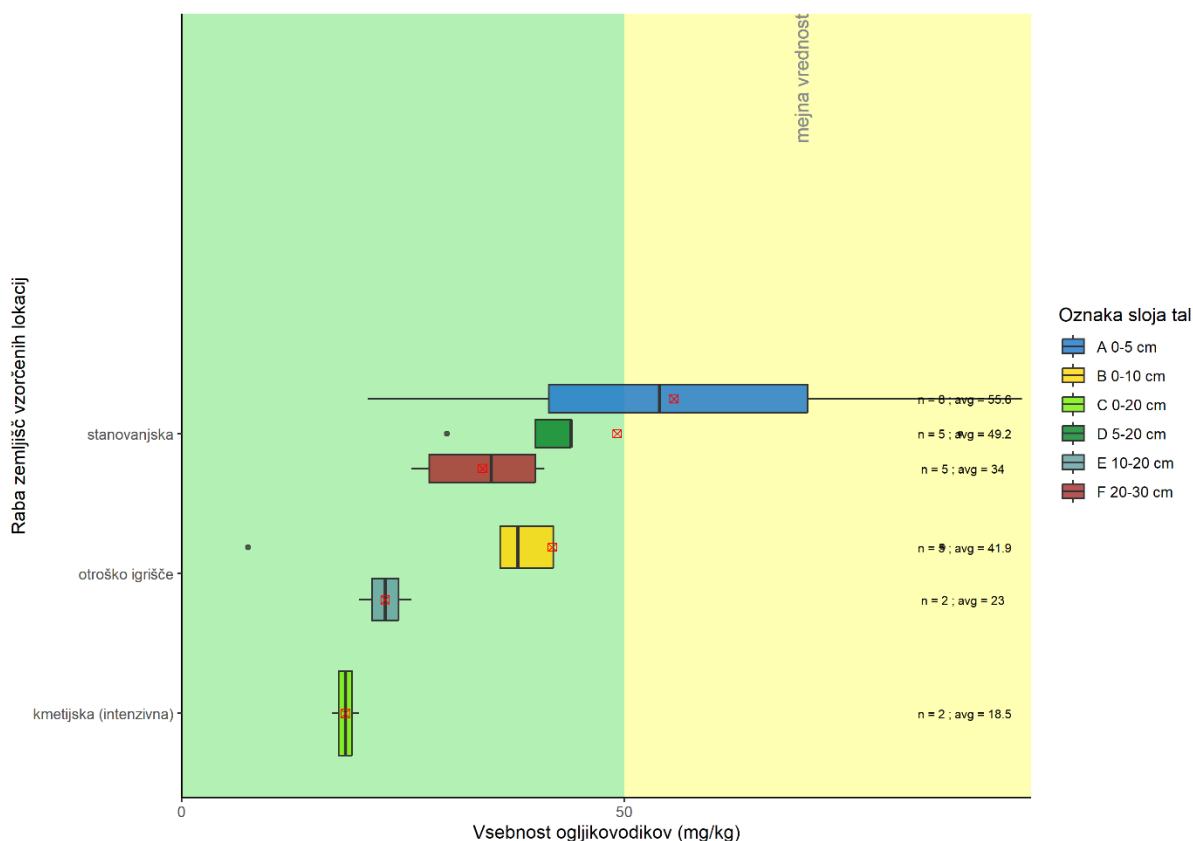
3.4.3.2 Ogljikovodiki C₁₀-C₄₀

Ogljikovodiki v tleh lahko izvirajo iz industrije (rafinerije), zračnih depozitov (urbana ind. središča, odlagališča, izgorevanje fosilnih goriv) in odpadkov (blata čistilnih naprav, deponije).

V talnih vzorcih MKT23 se ogljikovodiki C₁₀-C₄₀ pojavljajo v razponu od 7,5 do 95 mg/kg, z aritmetično sredino 44,84 mg/kg in mediano 40,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za ogljikovodike C₁₀-C₄₀ na šestih vzorčnih mestih (Celje (M00082), Koper (M00083), Dolga vas (M00084), Ilirska Bistrica (M00085), Blanca (M00095) in Ljubljana-ARSO (M00096)) presežena mejna vrednost (50 mg/kg) (Slika 23). Preseganja mejne imisijske vrednosti so bila izmerjena v vzorcih tal odvzetih na stanovanjski rabi ter otroškem igrišču. Brez preseganj imisijskih vrednosti so bili vsi vzorci tal odvzeti na tleh s kmetijsko (intenzivno) rabo (Slika 24).



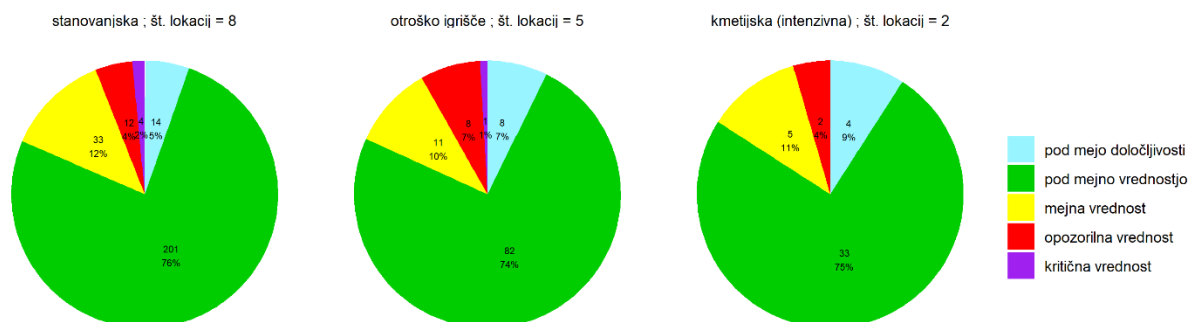
Slika 23: Izmerjene vsebnosti ogljikovodikov C₁₀-C₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT23.



Slika 24: Vsebnost ogljikovodikov C₁₀-C₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT23.

3.4.4 Komentar talnih lastnosti in kakovosti tal na vzorčnih mestih MKT23

Na podlagi 83 vzorcev tal, odvzetih iz različnih slojev in horizontov na 15 lokacijah v okviru Monitoringa kakovosti tal v letu 2023 (MKT23), ugotavljamo, da tla na splošno niso bistveno onesnažena. Med preseženimi onesnaževali prevladujejo anorganska onesnaževala, predvsem težke kovine, medtem ko organska onesnaževala predstavljajo manjši problem. Največ preseganj zakonsko predpisani mejnih imisijskih vrednosti glede na Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2) smo zaznali na tleh s stanovanjsko rabo in na otroških igriščih, najmanj pa na tleh z intenzivno kmetijsko rabo (Slika 25). Opazili smo tudi, da skoraj ni bilo lokacij brez vpliva človekove dejavnosti, ki se odraža v premeščanju tal in prisotnosti antropogenih primesi v tleh.



Slika 25: Število preseganj zakonsko predpisani mejnih vrednosti glede na Uredbo v vzorcih tal iz MKT23.

4 STATUS PODATKOV

Agencija RS za okolje ne prevzema odgovornosti za uporabo objavljenih podatkov ali za odločitve sprejete na osnovi objavljenih podatkov. Podatke smo preverili, vendar v kolikor opazite kakšno nepričakovano odstopanje ali drugo neskladje, nam to sporočite na gp.arso@gov.si.

Podatki so objavljeni pod licenco Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0), kar pomeni, da jih lahko delite in uporabljate tudi v komercialne namene, vendar jih ne smete spreminjati. Pri uporabi morate navesti avtorja in povezavo do licence.

5 VIR

Gosar M., Šajn R., Bavec Š., Gaberšek M., Pezdir V., Miler M., 2019. Geokemično ozadje in zgornja meja naravne variabilnosti 47 kemičnih elementov v zgornji plasti tal Slovenije, 12. marec 2019, Geološki zavod Slovenije, str. 53.

Prus T., Kralj T., Vrščaj B., Zupan M., Grčman H., 2015. Slovenska klasifikacija tal – predlog 25. marec 2015. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja in Kmetijski inštitut Slovenije: str. 25.

Vrščaj B., Grčman H., Kralj T., 2019. Klasifikacija tal Slovenije 2019: Sistem za opisovanje in poimenovanje tal Slovenije (Različica: 2019-0923_KlasifikacijaTalSlovenije2019), str. 179.

Zupan M., Grčman H., Prus T., Hodnik A., Vrščaj B., 2002. Praktikum iz pedologije. Vrščaj B. (ur.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja: str. 104.

6 PRILOGE

Priloga 1: Prikaz vseh vzorčnih mest, vključenih v mrežo vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal, v merilu 1: 25.000

Priloga 2: Prikaz vzorčnih mest v okviru Monitoringa kakovosti tal v letu 2023 (MKT23), v merilu 1:25.000

Priloga 3: Poročila (standardni izpisi) o izvedbi vzorčenja in kemijskih analizah vzorcev tal odvzetih iz slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT23

Priloga 4: Terenski zapisi o vzorčenju slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT23