



ARSO OKOLJE

Monitoring kakovosti tal v letu 2022

Letno poročilo

Monitoring kakovosti tal v letu 2022

Ljubljana, junij, 2023

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 2022

Letno poročilo

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, junij, 2023

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 2022.....	10
1.2.1	Izbor lokacij vzorčnih mest v letu 2022	10
2	POSTOPKI IN METODE DELA.....	13
2.1	ODVZEM VZORCEV TAL	13
2.1.1	Vzorčenje tal iz slojev	15
2.1.2	Vzorčenje tal iz pedogenetskih horizontov	16
2.2	LABORATORIJSKE ANALIZE.....	17
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 2022	23
3.1	ŠTEVILO ODVZETIH VZORCEV	23
3.2	IZDELAVA STANDARDNIH IZPISOV VZORČNIH MEST MKT22.....	23
3.3	REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ ZA VZORCE TAL IZ SLOJEV IN HORIZONTOV	27
3.4	INTERPRETACIJA PODATKOV MKT22	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	Cink	37
3.4.2.2	Kadmij.....	39
3.4.2.3	Nikelj	40
3.4.2.4	Kobalt.....	42
3.4.2.5	Fluoridi.....	43
3.4.3	Organski parametri	45
3.4.3.1	Policiklični aromatski ogljikovodiki.....	45
3.4.3.2	Ogljikovodiki C ₁₀ -C ₄₀	46
3.4.4	Komentar talnih lastnosti in kakovosti tal na vzorčnih mestih MKT22	48
4	STATUS PODATKOV	49
5	VIR	50
6	PRILOGE.....	51

Kazalo tabel

Tabela 1: Seznam lokacij vzorčnih mest v letu 2022, 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 MKT22.	23
Tabela 9: Vsebina standardnega izpisa za posamezno vzorčno mesto.	24
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 MKT22.....	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 MKT22.	33
Slika 5: Teksturni razredi v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	34
Slika 6: Vsebnost organske snovi (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.....	35
Slika 7: Delež bazičnih kationov (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.....	36
Slika 8: Kationska izmenjalna kapaciteta tal (mmol+/100g) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.....	37
Slika 9: Izmerjene vsebnosti cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.	38
Slika 10: Vsebnost cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	38
Slika 11: Izmerjene vsebnosti kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.	39
Slika 12: Vsebnost kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	40
Slika 13: Izmerjene vsebnosti niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.	41
Slika 14: Vsebnost niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	41
Slika 15: Izmerjene vsebnosti kobalta (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.	42
Slika 16: Vsebnost kobalta (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	43
Slika 17: Izmerjene vsebnosti fluoridov (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.....	44
Slika 18: Vsebnost fluoridov (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	44
Slika 19: Izmerjene vsebnosti PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.	45

Slika 20: Vsebnost PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.	46
Slika 21: Izmerjene vsebnosti ogljikovodikov C ₁₀ -C ₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22. 47	
Slika 22: Vsebnost ogljikovodikov C ₁₀ -C ₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22. 47	
Slika 23: Število preseganj zakonsko predpisani mejnih vrednosti glede na Uredbo v vzorcih tal iz MKT22...48	

Kazalo prilog

Priloga 1: Prikaz vseh vzorčnih mest, vključenih v mrežo vzorčnih mest za izvajanje monitoringa kakovosti tal, v merilu 1: 25.000	51
Priloga 2: Prikaz vzorčnih mest v okviru Monitoringa kakovosti tal v letu 2022 (MKT22), v merilu 1:25.000	51
Priloga 3: Poročila (standardni izpisi) o izvedbi vzorčenja in kemijskih analizah vzorcev tal odvzetih iz slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT22.....	51
Priloga 4: Terenski zapisi o vzorčenju slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT22.....	51

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 2022 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 2022. 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 2022. 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

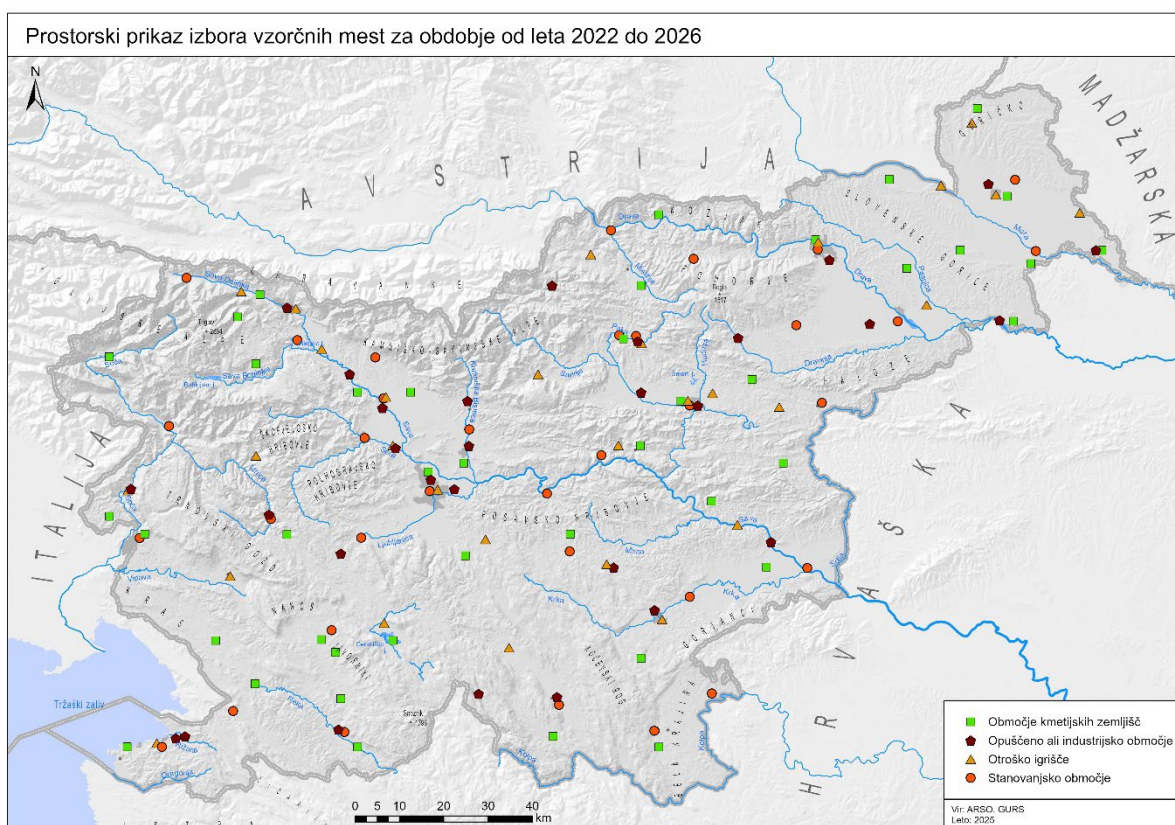
Vzorčna mesta se nahajajo na celotnem območju Republike Slovenije. Na vzorčnem mestu za izvajanje monitoringa kakovosti tal so odvzemna mesta določena v skladu s Pravilnikom o monitoringu kakovosti tal (Uradni list RS, št. 68/19 in 44/22 – ZVO-2) in s standardom SIST ISO 18400-102 ali drugim enakovrednim 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 opuščenih 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 2022

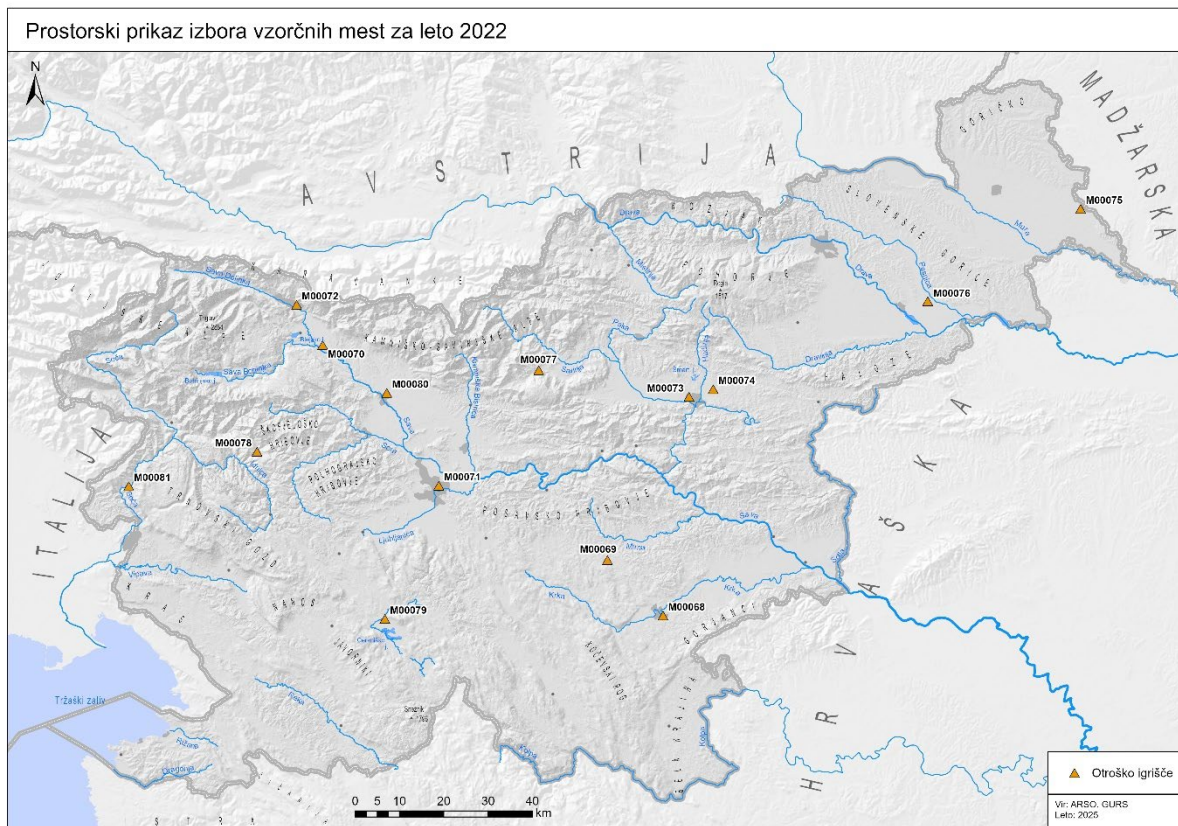
Vzorčna mesta za izvedbo vzorčenja tal v letu 2022 so opredeljena v Programu MKT, skladno z določili Pravilnika MKT in zajemajo rabo tal:

- območja otroških igrišč.

1.2.1 Izbor lokacij vzorčnih mest v letu 2022

V skladu s Programom MKT je bilo za leto 2022 predvidenih 14 vzorčnih mest, na katerih je bilo v tekočem letu tudi izvedeno vzorčenje tal. Glede na namensko rabo tal je bilo vzorčenje opravljeno na štirinajstih lokacijah, t.j. na območjih otroških igriščih. Za vsako potencialno vzorčno mesto so bili predhodno pridobljeni kontaktni podatki o lastnikih zemljišč ter njihova

dovoljenja za dostop in izvedbo vzorčenja tal. Na sliki (Slika 2 in Priloga 2) je prikazana prostorska razporeditev vzorčnih mest, izvedenih v letu 2022. Natančnejši prikaz seznama lokacij vzorčnih mest izvedenih v letu 2022 je podan v tabeli (Tabela 1).



Slika 2: Prostorski prikaz vseh vzorčnih mest v mreži vzorčnih mest za izvajanje MKT22.

Tabela 1: Seznam lokacij vzorčnih mest v letu 2022, 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*
M00068	73334	513365	1483	428	Novo mesto	Novo mesto	O
M00069	85857	500814	1421	950/8	Trebnje	Trebnje	O
M00070	134358	436568	2157	121/13	Radovljica	Radovljica	O
M00071	102643	462781	2636	1733/4	Ljubljana	Ljubljana	O
M00072	143427	430684	2178	282/15	Koroška Bela	Jesenice	O
M00073	122670	519226	1075	1244	Celje	Celje	O
M00074	124390	524684	1073	1345/9	Ljubečna	Celje	O
M00075	165069	607590	155	1256	Dobrovnik	Dobrovnik	O
M00076	144237	573086	384	779/11	Dornava	Dornava	O
M00077	128658	485309	942	14/15	Gornji Grad	Gornji grad	O
M00078	110287	421754	2344	569/10	Cerkno	Cerkno	O
M00079	72578	450602	1676	917/1	Cerknica	Cerknica	O
M00080	123555	451032	2101	310/3	Kranj	Kranj	O
M00081	102516	392827	2276	4212/3	Deskle	Kanal ob Soči	O

*- raba tal je: otroško igrišče (O)

2 POSTOPKI IN METODE DELA

Vzorčenje tal na 14 vzorčnih mestih, določenih v okviru Programa MKT za leto 2022, je potekalo med aprilom in junijem 2022. Izvedeno je bilo s strani Kmetijskega inštituta Slovenije (v nadaljevanju KIS), ki je nosilec Javnega pooblastila za izvajanje monitoringa vzorčenja tal s terenskim opisom ter za izvajanje analiz osnovnih talnih (pedoloških) parametrov (št. 35922-22/2017-16, 24.11.2017).

- 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.

Dejavnosti v sklopu monitoringa kakovosti tal za leto 2022 (v nadaljevanju: MKT22) 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 2022 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 2022, so bili odvzeti s strani KIS, v skladu s standardom SIST ISO 18400-102.

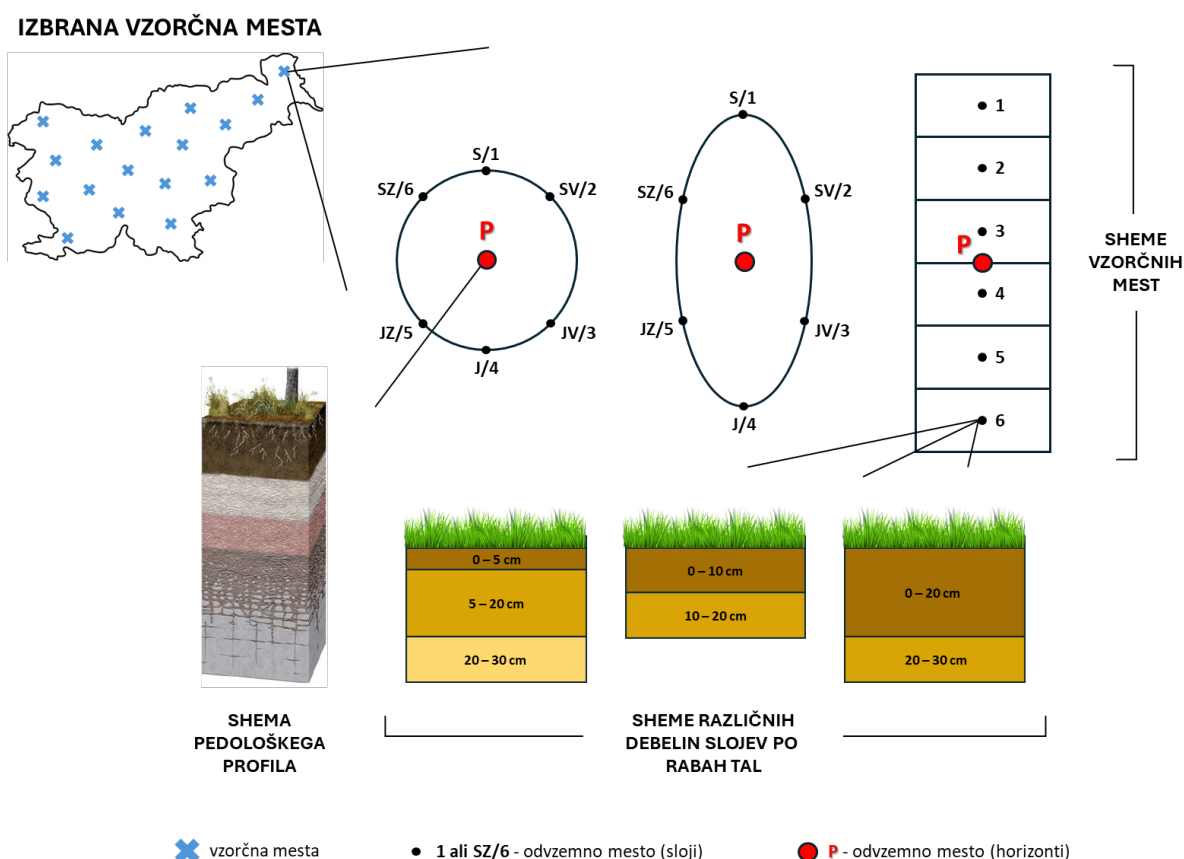
Pri prvem vzorčenju tal v okviru Programa MKT so predstavniki KIS na vsakem vzorčnem mestu izkopali pedološki profil do matične podlage, na podlagi katerega so določili skupno globino tal in talni tip. Ob tem so izpolnili terenski zapis, ki je zasnovan na obrazcu iz Priloge 2 Pravilnika o monitoringu 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 MKT22. 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 2022 je prikazana na sliki (Slika 3).



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 rabo 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: M00068-B-2204-O-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 Kopeckyjevim 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: M00068-A-2204-O-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 Kopecky cilindrom, se določi kodo, ki se ujema s kodo pripadajočega horizonta, kateri se na koncu dopiše še vgravirano številko cilindra kot npr. M00068-A-2204-O-01-57:

v99999 - g - lmm - r - zz - 57

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 julija 2022 pripravljeni za analize v dveh laboratorijih:

- Centralni laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije; Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova ulica 17, 1000 Ljubljana (v nadaljevanju: CL-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 2022 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 (P₂O₅)	mg P ₂ O ₅ /100g	ÖNORM L 1087 mod.	± 5%
Dostopni kalij (K₂O)	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% (relativno)

2.2.2 Anorganska onesnaževala

Vse analize anorganskih onesnaževal na odvzetih vzorcih tal, tako iz posameznih slojev kot tudi horizontov, so bile v letu 2022 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 2022 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 B. V primeru preseženih imisijskih vrednosti v zgornjih slojih so, v drugi fazi, vsebnosti preseženih parametrov preverjali tudi v spodnjih slojih E. 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 lahkih hlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Etilbenzen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkih hlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Toluen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkih hlapnih spojin s HS/SPME-GC/MS v trdnih vzorcih	± 30%
Ksilen	mg/kg s.s.	6040D : Določanje lahkih hlapnih 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 2022

3.1 ŠTEVILO ODVZETIH VZORCEV

Vzorčenje tal v letu 2022 je bilo opravljeno na 14 lokacijah določenih v okviru Programa MKT in je potekalo med aprilom in junijem 2022.

Glede na namensko rabo tal je vseh 14 lokacij zapadlo pod rabo tal območja otroških igrišč. Na vzorčnih mestih je bilo odvzetih 62 porušenih in 32 neporušenih vzorcev tal. Analiza standardnih pedoloških parametrov se je izvedla v 62 vzorcih tal, analiza vsebnosti anorganskih onesnaževal v 62 vzorcih tal in organskih onesnaževal v 17 vzorcih tal. Opravljenih je bilo 1904 meritev in narejenih 457 izračunov; skupaj 2361 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 MKT22.

Sloji in horizonti	Globina (cm)	Število vzorcev	Pedološki parametri	Anorganski parametri	Organski parametri
Sloj B	0 - 10	14	14	14	14
Sloj E	10 – 20	14	14	14	3
Horizonti		34	34	34	0
Skupaj vzorcev		62	62	62	17
Število analiz			1086	682	136
Število izračunov			372	0	85
Število podatkov			1458	682	221

3.2 IZDELAVA STANDARDNIH IZPISOV VZORČNIH MEST MKT22

Za vsako preiskovano vzorčno mesto v okviru MKT22, 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 ozadjih za anorganska onesnaževala. Sklopu so priložene tudi fotografije izkopanih odzemnih mest (talnih profilov) za vzorčenje iz slojev.

Četrti 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 ozadjih 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 vzorčenje 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 mikroreliefa, oblika mikroreliefa, 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 odzemnih 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	vsebnost organskih onesnaževal v slojih tal (A, B, C, D, E ali F); aromatske spojine (hlapni fenoli, benzen,

	onesnaževal v slojih tal (mg/kg s.s.)	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 MKT22 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 MKT22 je podan v tabelah (Tabela 12 in Tabela 13).

Pregled rezultatov kemijskih analiz organskih parametrov v vzorcih tal odvzetih iz slojev v okviru MKT22 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	Meľ	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 izmenjalna kapaciteta	Delež bazičnih kationov	Suha snov	Specifična električna prevodnost
			cm	%	%	%	-	%	%	%	-	(v CaCl ₂)	(P ₂ O ₅)	(K ₂ O)	(Ca)	(Mg)	(K)	(Na)	(H)	(S)	(T)	(V)	%	m S/m
Novo mesto	M00068	B	0-10	30,7	36,2	33,1	GI	5,8	3,46	0,29	11,9	7,6	14,0	29,0	32,85	4,44	0,59	0,10	3,30	37,98	41,28	92,0	97,9	21,60
		E	10-20	28,0	37,5	34,4	GI	4,1	2,45	0,18	13,6	8,0	4,3	17,0	39,14	3,73	0,39	0,12	2,65	43,38	46,03	94,2	98,1	15,70
Trebñje	M00069	B	0-10	11,7	52,8	35,4	MGI	4,6	2,74	0,18	15,2	4,1	1,2	7,5	1,05	0,73	0,23	0,09	20,25	2,10	22,35	9,4	97,0	3,49
		E	10-20	12,0	51,6	36,5	MGI	2,8	1,68	0,13	12,9	4,1	0,7	5,0	0,43	0,31	0,17	0,11	17,25	1,02	18,27	5,6	97,2	3,19
Radovljica	M00070	B	0-10	30,8	43,8	25,4	I	5,5	3,25	0,33	9,8	7,3	1,6	12,0	23,34	3,98	0,27	0,05	4,15	27,64	31,79	86,9	97,5	12,60
		E	10-20	32,7	42,9	24,4	I	6,8	4,06	0,38	10,7	7,3	2,6	20,0	26,11	4,71	0,43	0,04	4,25	31,29	35,54	88,0	97,5	13,30
Ljubljana	M00071	B	0-10	42,7	36,0	21,4	I	7,6	4,50	0,42	10,7	7,4	6,9	26,0	27,39	3,52	0,56	0,04	3,65	31,51	35,16	89,6	97,6	17,60
		E	10-20	42,6	34,9	22,5	I	5,8	3,44	0,18	19,1	7,5	6,5	16,0	26,52	3,13	0,37	0,04	3,20	30,06	33,26	90,4	97,3	12,00
Koroška Bela	M00072	B	0-10	24,1	55,6	20,2	MI	7,7	4,62	0,48	9,6	7,3	1,1	21,0	19,89	7,49	0,41	0,03	3,75	27,82	31,57	88,1	96,6	15,30
		E	10-20	24,0	52,6	23,3	MI	5,5	3,26	0,31	10,5	7,5	0,7	12,0	20,35	6,42	0,25	0,09	3,20	27,11	30,31	89,4	97,5	12,00
Celje	M00073	B	0-10	13,6	61,8	24,5	MI	4,1	2,46	0,23	10,7	7,2	14,0	13,0	20,90	1,90	0,31	0,16	5,05	23,27	28,32	82,2	97,5	11,00
		E	10-20	12,8	63,5	23,7	MI	4,0	2,39	0,23	10,4	7,2	13,0	12,0	21,45	1,92	0,28	0,13	5,25	23,78	29,03	81,9	97,4	11,50
Ljubečna	M00074	B	0-10	14,4	54,2	31,4	MGI	4,6	2,76	0,30	9,2	7,3	2,4	15,0	27,14	3,46	0,41	0,11	4,05	31,12	35,17	88,5	97,1	14,00
		E	10-20	17,7	49,3	33,0	MGI	2,9	1,75	0,17	10,3	7,5	2,3	10,0	33,41	2,61	0,26	0,08	3,30	36,36	39,66	91,7	97,2	14,40
Dobrovnik	M00075	B	0-10	31,5	59,1	9,4	MI	4,1	2,39	0,18	13,3	5,8	8,8	9,6	7,99	1,81	0,23	0,03	6,20	10,06	16,26	61,9	98,4	4,79
		E	10-20	30,4	56,9	12,7	MI	3,1	1,82	0,14	13,0	6,2	21,0	7,5	9,20	1,39	0,19	0,04	4,85	10,82	15,67	69,0	98,4	3,80
Dornava	M00076	B	0-10	25,2	57,5	17,3	MI	2,3	1,33	0,13	10,2	7,1	9,6	6,7	11,37	2,70	0,17	0,03	3,50	14,27	17,77	80,3	98,1	6,99
		E	10-20	26,3	56,5	17,2	MI	2,1	1,22	0,12	10,2	7,3	9,6	6,3	13,39	2,15	0,19	0,05	3,15	15,78	18,93	83,4	98,3	8,90
Gornji Grad	M00077	B	0-10	35,0	42,7	22,3	I	5,9	3,51	0,33	10,6	7,2	2,7	21,0	28,99	3,95	0,45	0,05	3,90	33,44	37,34	89,6	97,3	11,30
		E	10-20	24,9	48,5	26,6	I	3,0	1,79	0,19	9,4	7,2	1,4	9,6	19,48	4,34	0,26	0,04	4,50	24,12	28,62	84,3	97,0	8,90
Cerkno	M00078	B	0-10	40,2	37,3	22,5	I	5,0	2,96	0,27	11,0	7,5	8,4	13,0	23,85	2,92	0,31	0,07	2,35	27,15	29,50	92,0	98,4	12,90
		E	10-20	42,8	34,2	23,0	I	3,5	2,06	0,19	10,8	7,6	7,5	7,7	31,86	2,27	0,22	0,06	1,35	34,41	35,76	96,2	98,6	12,30
Cerknica	M00079	B	0-10	26,3	46,9	26,7	I	4,6	2,71	0,24	11,3	7,5	5,3	18,0	24,20	5,27	0,37	0,05	3,05	29,89	32,94	90,7	97,6	12,40
		E	10-20	33,0	42,1	24,8	I	3,0	1,76	0,15	11,7	7,7	3,3	12,0	32,13	3,75	0,24	0,05	2,15	36,17	38,32	94,4	98,2	12,60
Kranj	M00080	B	0-10	28,3	45,9	25,8	I	4,9	2,94	0,27	10,9	7,5	3,5	23,0	25,27	3,51	0,52	0,03	3,40	29,33	32,73	89,6	97,4	11,10
		E	10-20	25,0	47,9	27,2	GI	3,2	1,88	0,18	10,4	7,5	1,8	11,0	25,27	2,79	0,25	0,04	4,00	28,35	32,35	87,6	97,8	11,20
Deskle	M00081	B	0-10	24,0	52,3	23,7	MI	5,2	3,11	0,28	11,1	7,4	1,5	17,0	35,25	3,04	0,33	0,05	4,35	38,67	43,02	89,9	97,5	14,30
		E	10-20	29,4	45,2	25,4	I	3,9	2,34	0,21	11,1	7,6	1,1	14,0	42,05	2,85	0,28	0,04	3,40	45,22	48,62	93,0	97,4	13,40

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

Vzorčno mesto	Oznaka vzorčnega mesta	Sloj	Globina	Pesek	Meľ	Glina	Teksturni razred	Organska snov	Organski ogljik	Skupni dušik	Razmerje C/N	pH	Dostopni fosfor	Dostopni kalij	Izmenljivi kalij	Izmenljivi magnezij	Izmenljivi kalij	Izmenljivi natrij	Skupna izmenljiva kislost	Vsota bazičnih kapaciteta	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) 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	g/cm ³
Novo mesto	M00068	A	0-9	22,9	40,2	36,9	GI	6,3	3,78	0,38	9,9	7,4	6,5	21,0	26,93	5,87	0,43	0,08	3,50	33,31	36,81	90,5	97,2	15,00	1,22
		B(I)	9-23	17,8	32,5	49,7	G	2,3	1,35	0,16	8,4	7,6	5,3	16,0	25,21	4,08	0,36	0,06	3,35	29,71	33,06	89,9	98,0	14,10	1,50
		B2	27-48	20,0	46,8	33,3	MGI-GI	2,3	1,36	0,15	9,1	7,6	14,0	11,0	20,40	2,44	0,30	0,06	3,45	23,20	26,65	87,1	98,4	11,30	1,36
		Bg	48-120	11,3	29,2	59,6	G	1,4	0,85	0,11	7,7	7,4	0,9	13,0	19,02	2,69	0,36	0,13	4,15	22,20	26,35	84,3	98,1	7,00	1,43
Trebnje	M00069	A	0-7	20,3	52,8	26,9	MGI-MI-GI	11,4	6,96	0,39	17,8	6,7	2,4	23,0	0,74	6,99	0,51	0,06	8,70	8,30	17,00	48,8	95,3	11,50	1,30
		B1	7-38	11,6	55,4	33,1	MGI	3,1	1,84	0,14	13,1	5,7	1,3	7,5	5,23	2,60	0,23	0,05	10,75	8,11	18,86	43,0	97,4	5,05	1,58
		B2(g)	38-110	8,7	52,9	38,4	MGI	1,3	0,75	0,08	9,4	4,2	0,8	7,9	0,83	0,58	0,25	0,02	15,10	1,68	16,78	10,0	98,2	4,51	1,40
Radovljica	M00070	A	0-10	35,3	41,2	23,6	I	7,2	4,33	0,43	10,1	7,3	1,8	40,0	24,37	4,59	0,73	0,05	4,20	29,74	33,94	87,6	97,0	14,10	1,08
		I	10-27	30,6	42,2	27,2	I-GI	5,4	3,22	0,34	9,5	7,4	1,3	12,0	22,78	4,23	0,28	0,05	4,50	27,34	31,84	85,9	97,6	10,60	1,09
		II	27-50	30,8	42,0	27,3	I-GI	4,9	2,94	0,30	9,8	7,4	6,1	12,0	21,02	3,92	0,28	0,04	4,30	25,26	29,56	85,5	97,6	9,93	1,17
Ljubljana	M00071	A	0-7	45,0	34,5	20,4	I	6,8	4,06	0,42	9,7	7,4	5,8	18,0	25,41	3,41	0,39	0,03	3,20	29,24	32,44	90,1	97,3	15,00	1,12
		AI	7-24	43,7	33,8	22,5	I	5,6	3,34	0,31	10,8	7,5	3,7	11,0	24,84	2,87	0,33	0,06	3,30	28,10	31,40	89,5	97,8	10,40	1,38
Koroška Bela	M00072	A	0-13	22,2	58,3	19,6	MI	9,5	5,74	0,55	10,4	7,0	1,0	22,0	20,25	8,76	0,45	0,10	5,85	29,56	35,41	83,5	96,0	13,50	0,99
		AB	13-30	22,8	53,1	24,1	MI	5,8	3,45	0,34	10,1	7,3	0,7	12,0	33,77	13,04	0,49	0,12	4,10	47,42	51,52	92,0	97,1	8,90	1,30
		B1	30-56	22,9	48,1	29,1	GI	4,2	2,49	0,25	10,0	7,3	0,6	11,0	16,98	5,89	0,24	0,07	3,45	23,18	26,63	87,0	97,3	6,93	1,39
		Bg	56-68	22,0	45,0	33,0	GI	2,7	1,62	0,16	10,1	7,1	0,3	7,3	13,68	4,99	0,19	0,07	4,65	18,93	23,58	80,3	97,7	4,47	1,46
Celje	M00073	A(I)	0-10	15,0	60,8	24,3	MI	4,1	2,42	0,22	11,0	7,1	12,0	12,0	20,55	1,87	0,33	0,15	4,85	22,90	27,75	82,5	97,3	9,20	1,37
		A(II)	10-30	13,0	62,8	24,3	MI	3,8	2,24	0,22	10,2	7,2	12,0	12,0	20,36	1,74	0,27	0,12	5,15	22,49	27,64	81,4	97,4	11,20	1,42
Ljubečna	M00074	A(I)	0-12	22,1	53,0	25,0	MI	6,4	3,85	0,42	9,2	7,3	3,8	14,0	31,62	2,62	0,38	0,14	2,55	34,76	37,31	93,2	97,3	16,30	1,20
		A(I)Go	12-24	20,2	48,2	31,7	MGI-GI	2,5	1,51	0,16	9,4	7,6	1,3	9,5	31,37	2,51	0,29	0,09	3,05	34,26	37,31	91,8	97,5	13,30	1,56
		Go	24-65	11,0	49,6	39,4	MGI	1,1	0,64	0,07	9,1	7,1	2,3	11,0	16,30	3,45	0,33	0,14	4,35	20,22	24,57	82,3	97,0	7,64	1,51
Dobrovnik	M00075	A	0-10	35,3	57,5	7,2	MI	2,8	1,67	0,12	13,9	5,7	5,6	6,7	6,43	1,97	0,20	0,05	5,20	8,65	13,85	62,5	98,6	3,94	1,36
		(A)E	10-26	38,2	55,1	6,7	MI	1,1	0,63	0,05	12,6	6,1	6,6	3,8	6,37	1,57	0,13	0,06	4,05	8,13	12,18	66,7	98,7	1,99	1,30
		Bt	26-90	43,5	50,8	5,7	MI	1,0	0,57	0,04	14,3	6,1	7,8	3,1	6,11	1,53	0,11	0,06	3,10	7,81	10,91	71,6	98,7	1,74	1,27
Dornava	M00076	Ahl	0-14	22,6	60,8	16,7	MI	2,5	1,50	0,14	10,7	7,1	9,3	6,7	10,18	2,84	0,20	0,04	3,55	13,26	16,81	78,9	98,2	5,02	1,49
		II	14-26	45,4	37,6	17,0	I	2,5	1,45	0,14	10,4	7,4	10,0	6,7	21,83	1,81	0,23	0,07	2,65	23,94	26,59	90,0	98,3	10,90	-
Gornji Grad	M00077	A	0-13	25,7	49,7	24,5	I	5,9	3,56	0,34	10,5	7,0	2,2	16,0	19,20	6,45	0,38	0,06	5,40	26,09	31,49	82,9	96,2	8,53	1,15
		I	13-35	24,9	46,8	28,3	GI	2,5	1,50	0,16	9,4	7,2	0,8	9,2	15,85	4,87	0,26	0,04	4,75	21,02	25,77	81,6	97,5	7,51	1,45
Cerkno	M00078	AI	0-30	42,2	35,6	22,2	I	4,1	2,40	0,23	10,4	7,5	6,3	12,0	35,11	2,44	0,26	0,05	1,65	37,86	39,51	95,8	98,3	12,30	1,24
Cerknica	M00079	AI	0-7	20,2	53,5	26,4	MI	4,2	2,51	0,33	7,6	7,4	3,2	24,0	23,84	7,04	0,53	0,05	3,80	31,46	35,26	89,2	97,4	11,60	1,29
		II	7-26	31,1	43,6	25,3	I	3,0	1,76	0,15	11,7	7,6	1,9	9,6	33,74	3,63	0,25	0,06	2,05	37,68	39,73	94,8	98,2	13,20	-
Kranj	M00080	AI	0-13	24,6	51,1	24,3	MI	5,1	3,09	0,26	11,9	7,6	2,0	20,0	19,94	4,88	0,44	0,03	3,85	25,29	29,14	86,8	95,8	8,83	1,45
		AII	13-25	24,5	47,6	27,8	GI	4,7	2,82	0,23	12,3	7,4	1,2	12,0	19,65	4,27	0,26	0,04	4,55	24,22	28,77	84,2	97,1	9,10	1,35
Deskle	M00081	AI	0-19	22,8	53,0	24,2	MI	4,4	2,61	0,24	10,9	7,6	0,7	9,6	33,39	2,37	0,26	0,04	4,75	36,06	40,81	88,4	97,6	12,00	1,23

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

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	Arzen mg/kg	Kobald mg/kg	Molibden mg/kg	Živo srebro mg/kg	Fluoridi mg/kg
Novo mesto	M00068	B	0-10	49,0	140	2,2	77,0	42,0	55	16,0	25,0	3,0	0,22	500
		E	10-20	58,0	100	2,1	68,0	39,0	59	16,0	39,0	5,8	0,25	590
Trebneje	M00069	B	0-10	27,0	83	0,31	60,0	28,0	56	21,0	25,0	1,4	0,24	870
		E	10-20	26,0	83	0,31	67,0	28,0	42	20,0	36,0	1,2	0,22	820
Radovljica	M00070	B	0-10	22,0	150	1	29,0	24,0	59	18,0	10,0	1,3	0,27	580
		E	10-20	21,0	150	0,99	30,0	24,0	56	18,0	9,7	1,4	0,22	500
Ljubljana	M00071	B	0-10	35,0	120	0,73	53,0	30,0	69	13,0	8,3	1,5	0,51	290
		E	10-20	32,0	110	0,78	46,0	28,0	59	13,0	7,9	1,2	0,48	370
Koroška Bela	M00072	B	0-10	25,0	200	0,88	32,0	29,0	65	19,0	9,7	1,8	0,25	590
		E	10-20	32,0	220	1	30,0	30,0	85	24,0	12,0	1,5	0,22	480
Celje	M00073	B	0-10	42,0	95	0,56	45,0	28,0	35	10,0	13,0	<1	0,21	520
		E	10-20	42,0	99	0,54	46,0	29,0	35	11,0	16,0	<1	0,18	460
Ljubečna	M00074	B	0-10	16,0	95	0,45	39,0	23,0	34	9,3	9,6	<1	0,12	370
		E	10-20	15,0	60	0,2	49,0	26,0	34	8,2	8,8	<1	0,11	540
Dobrovnik	M00075	B	0-10	23,0	62	0,12	27,0	27,0	13	12,0	11,0	<1	0,062	400
		E	10-20	27,0	79	0,18	30,0	31,0	24	14,0	11,0	<1	0,085	390
Dornava	M00076	B	0-10	21,0	72	0,17	31,0	25,0	19	9,3	12,0	<1	0,065	410
		E	10-20	22,0	74	0,16	31,0	25,0	20	9,7	11,0	<1	0,065	440
Gornji Grad	M00077	B	0-10	23,0	400	2,6	33,0	40,0	80	9,5	12,0	<1	0,15	320
		E	10-20	26,0	200	0,94	38,0	51,0	36	12,0	16,0	<1	0,14	440
Cerkno	M00078	B	0-10	27,0	130	0,38	14,0	20,0	43	12,0	7,8	<1	1,4	550
		E	10-20	25,0	120	0,34	13,0	17,0	35	11,0	6,4	<1	1,6	480
Cerknica	M00079	B	0-10	29,0	95	0,82	33,0	33,0	37	18,0	12,0	2,7	0,14	580
		E	10-20	41,0	79	0,55	29,0	31,0	41	12,0	11,0	1,7	0,16	400
Kranj	M00080	B	0-10	27,0	110	0,68	34,0	31,0	42	16,0	12,0	1,4	0,24	490
		E	10-20	22,0	96	0,55	35,0	30,0	36	15,0	11,0	1,2	0,21	500
Deskle	M00081	B	0-10	44,0	84	0,31	61,0	75,0	37	9,3	22,0	<1	0,71	480
		E	10-20	39,0	74	0,36	53,0	66,0	36	7,6	21,0	<1	0,42	410

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	Arzen mg/kg	Kobald mg/kg	Molibden mg/kg	Živo srebro mg/kg	Fluoridi mg/kg
Novo mesto	M00068	A	0-9	41	96	1,7	71	36	50	16	31	4,5	0,27	520
		B(I)	9-23	38	110	1,9	88	46	50	19	40	9,2	0,26	680
		B2	27-48	30	83	1,6	75	32	52	16	36	2,2	0,38	550
		Bg	48-120+	32	87	1,1	81	40	38	14	25	<1	0,31	860
Trebneje	M00069	A	0-7	24	77	0,53	56	25	46	17	20	1	0,25	640
		B1	7-38	25	80	0,28	58	29	38	18	37	1	0,22	840
		B2(g)	38-110	32	98	0,49	65	42	35	20	38	1,1	0,24	1000
Radovljica	M00070	A	0-10	22	140	0,94	31	25	59	19	10	1,6	0,21	520
		I	10-27	24	150	0,99	31	25	58	19	11	1,6	0,26	580
		II	27-50+	24	160	1,1	35	28	67	23	12	1,8	0,24	620
Ljubljana	M00071	A	0-7	24	100	0,61	33	23	60	11	8	1,1	0,54	330
		AI	7-24	24	100	0,68	34	24	63	12	8,5	1,1	0,6	380
Koroška Bela	M00072	A	0-13	28	220	1	38	34	78	21	13	2,1	0,25	750
		AB	13-30	30	230	1,1	29	30	92	25	14	1,4	0,25	650
		B1	30-56	22	170	0,79	24	24	65	20	12	1,1	0,22	710
		Bg	56-68+	20	110	0,41	27	27	33	24	13	1,2	0,19	900
Celje	M00073	A(I)	0-10	44	110	0,57	51	31	40	12	16	<1	0,2	430
		A(II)	10-30	45	110	0,68	51	32	58	14	20	<1	0,2	420
Ljubečna	M00074	A(I)	0-12	19	94	0,45	41	26	38	11	11	<1	0,13	390
		A(I)Go	12-24	21	120	0,58	31	24	42	11	11	<1	0,18	430
		Go	24-65+	17	51	0,1	52	26	25	6,5	9	<1	0,096	540
Dobrovnik	M00075	A	0-10	22	54	0,11	28	27	11	13	13	<1	0,05	320
		(A)E	10-26	24	61	0,12	30	28	12	13	13	<1	0,054	470
		Bt	26-90+	22	54	0,11	29	28	11	12	13	<1	0,05	440
Dornava	M00076	Ahl	0-14	22	72	0,15	32	25	19	10	11	<1	0,067	460
		II	14-26+	19	73	0,17	27	22	19	7,5	8,3	<1	0,085	340
Gornji Grad	M00077	A	0-13	27	200	0,89	36	43	38	9,9	13	<1	0,17	420
		I	13-35+	22	100	0,33	38	47	24	10	13	<1	0,14	450
Cerkno	M00078	AI	0-30+	26	130	0,36	13	20	40	12	7,6	<1	1,1	500
Cerknica	M00079	AI	0-7	26	100	0,86	38	35	40	19	13	3,9	0,099	770
		II	7-26	27	80	0,5	32	30	32	13	12	1,5	0,16	460
Kranj	M00080	AI	0-13	27	120	0,7	37	33	48	16	12	1,5	0,24	600
		AII	13-25+	29	120	0,7	40	35	53	19	14	1,6	0,25	670
Deskle	M00081	AI	0-19	37	73	0,24	60	63	27	7,4	20	<1	0,24	570

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	Ogljikovodiki C ₁₀ -C ₄₀ mg/kg
Novo mesto	M00068	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	45
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trebneje	M00069	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	38
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Radovljica	M00070	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	23
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ljubljana	M00071	B	0-10	1,3	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,85	75
		E	10-20	<0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Koroška Bela	M00072	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	50
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
Celje	M00073	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	32
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ljubljana	M00074	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	<15
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dobrovnik	M00075	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	40
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dornava	M00076	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	<15
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gornji Grad	M00077	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,11	79
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
Cerkno	M00078	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	0,28	40
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cerknica	M00079	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	45
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kranj	M00080	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	45
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deskle	M00081	B	0-10	<0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,005	<0,005	<0,05	<0,05	<0,02	<0,03	<0,1	41
		E	10-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.4 INTERPRETACIJA PODATKOV MKT22

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.

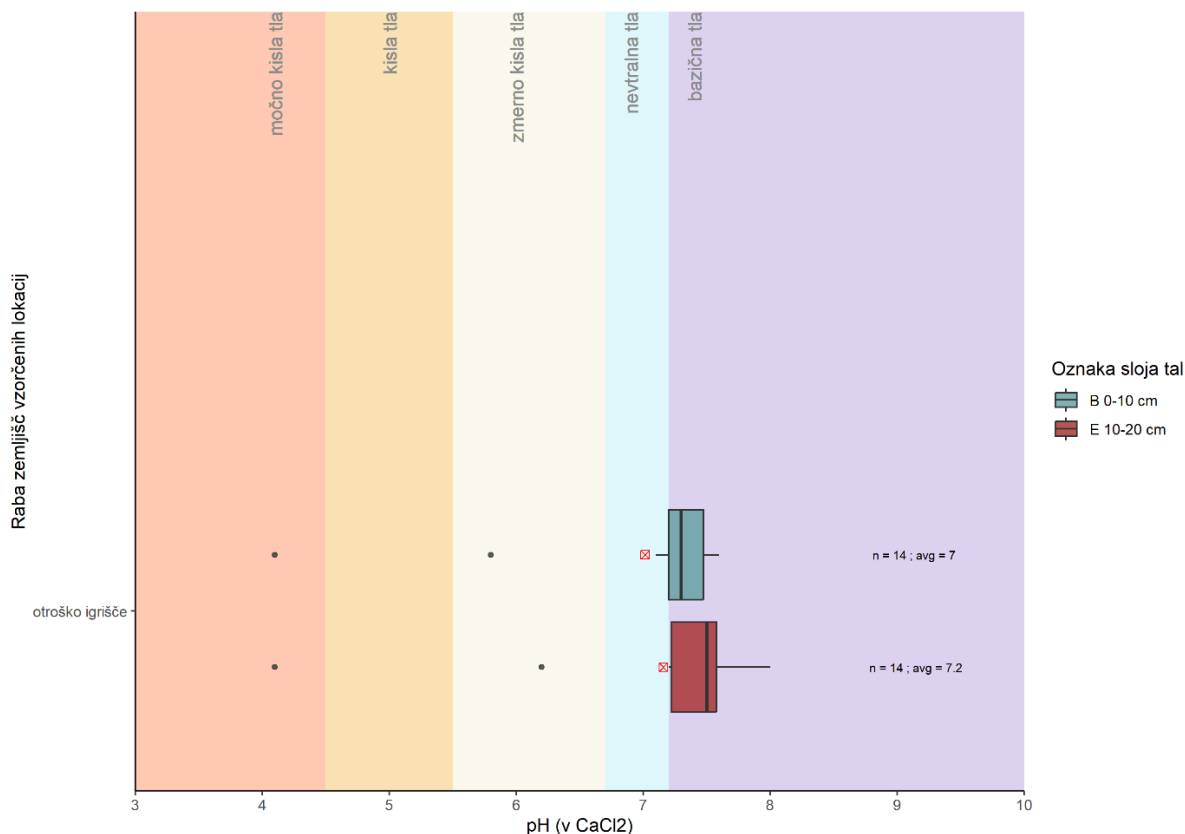
3.4.1 Osnovni pedološki podatki

V vseh 62 vzorcih tal, odvzetih iz različnih slojev (28) in horizontov (34), 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 MKT22, je v območju od 4,1 do 8,0 z aritmetično sredino 7,09 in mediano 7,35. Vzorci tal otroških igrišč imajo višje povprečne pH vrednosti in se uvrščajo med nevtralna do bazična tla (Vrščaj, B. in sod., 2019) (Slika 4).

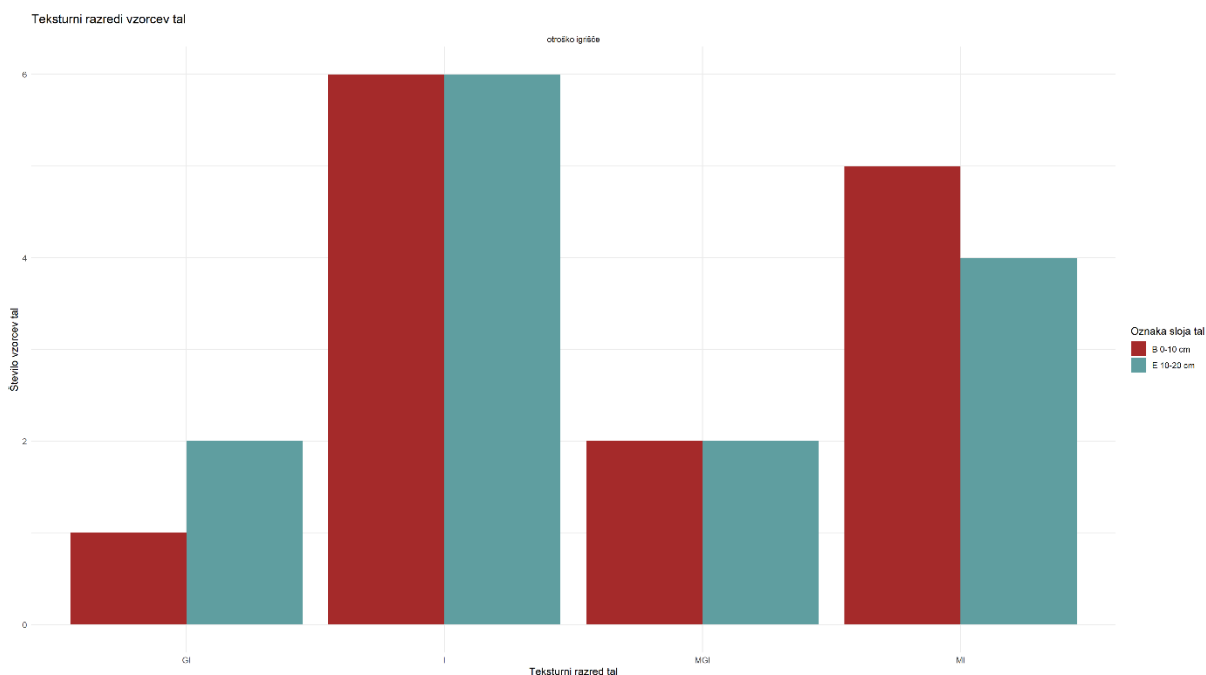


Slika 4: Potencialna kislost (pH) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

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 MKT22, prevladujeta teksturna razreda I in Ml. Po ameriški teksturni klasifikaciji (Plaster, 1992) preiskovana tla v MKT22 uvrščamo med srednje težka in težka tla.

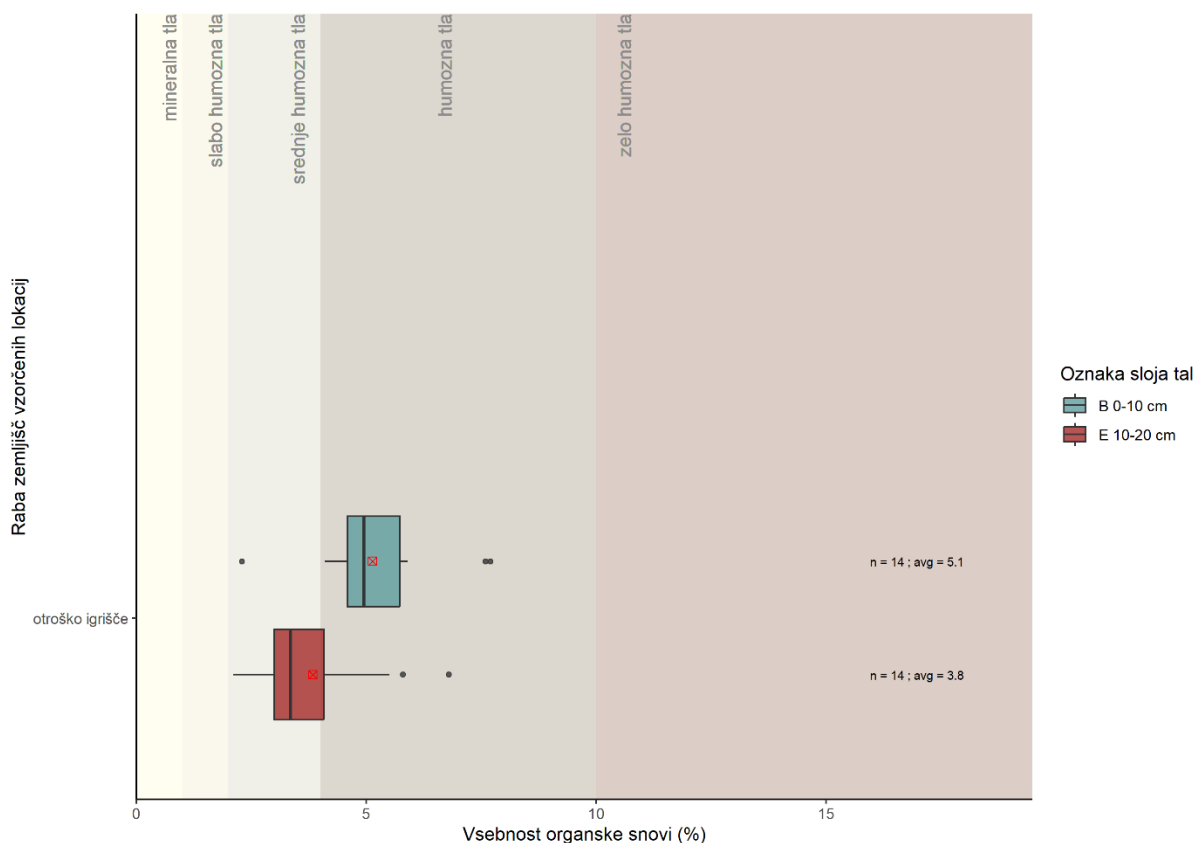


Slika 5: Teksturni razredi v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

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 MKT22, je v območju od 2,1 do 7,7 % z aritmetično sredino 4,49 % in mediano 4,35 %. Z izmerjeno višjo povprečno vrednostjo organske snovi najbolj izstopajo tla otroških igrišč imajo izmerjene višje povprečne vrednosti organske snovi in jih uvrščamo v srednje humozna do humozna tla. Viden je pričakovan upad vsebnosti organske snovi z globino (Slika 6).

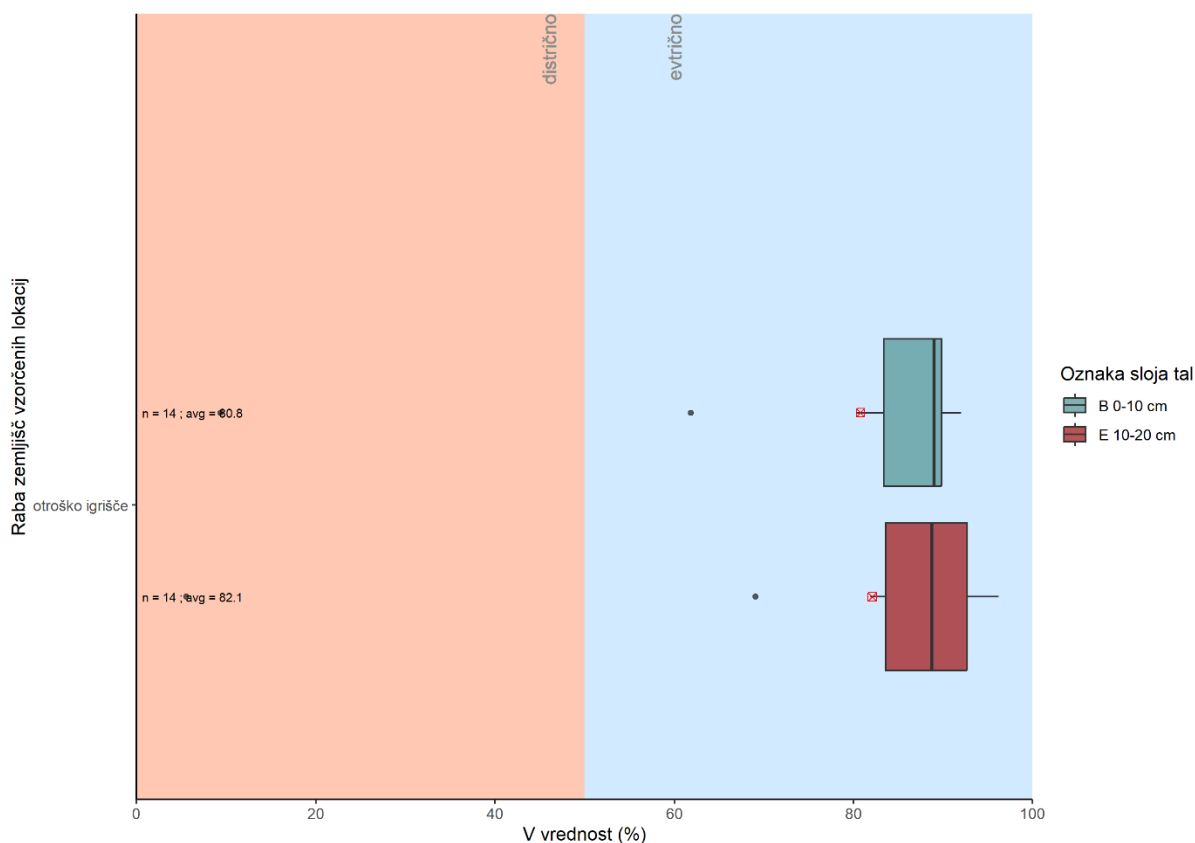


Slika 6: Vsebnost organske snovi (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

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 $\text{mmol}/100 \text{ g}$ 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 MKT22, je v območju od 5,58 do 96,22 %, z aritmetično sredino 81,43 % in mediano 88,96%. Vzorce tal odvzetih na tleh otroških igrišč glede na delež zasičenih bazičnih kationov uvrščamo med evtrična tla (Slika 7).

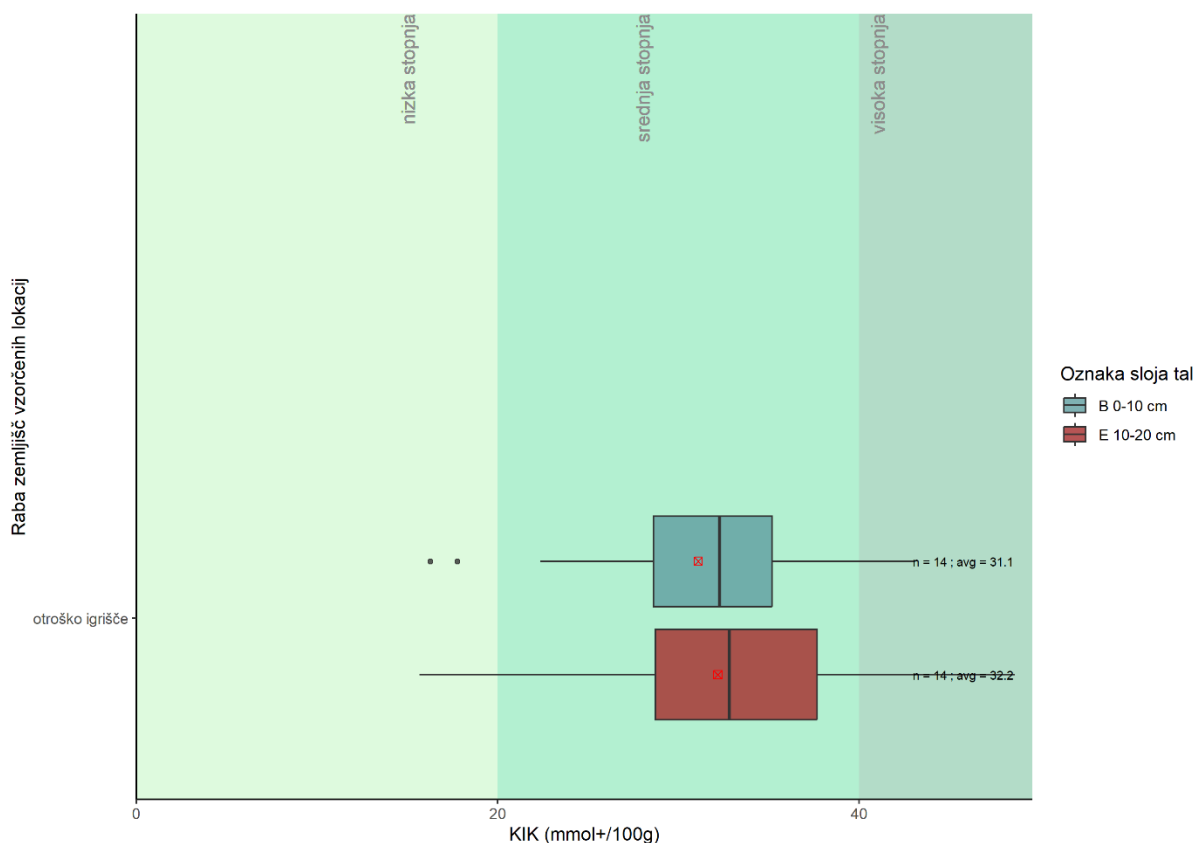


Slika 7: Delež bazičnih kationov (v %) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

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 $\text{mmol+}/100 \text{ g tal}$. 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 MKT22, je v območju od 15,67 do 48,62 $\text{mmol+}/100 \text{ g tal}$, z aritmetično sredino 31,63 $\text{mmol+}/100 \text{ g tal}$ in mediano 32,54 $\text{mmol+}/100 \text{ g tal}$. Vzorci tal odvzeti na tleh otroških igrišč imajo v povprečju srednjo stopnjo kationske izmenjalne kapacitete, ki z globino tudi rahlo naraste (Slika 8).



Slika 8: Kationska izmenjalna kapaciteta tal (mmol+/100g) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

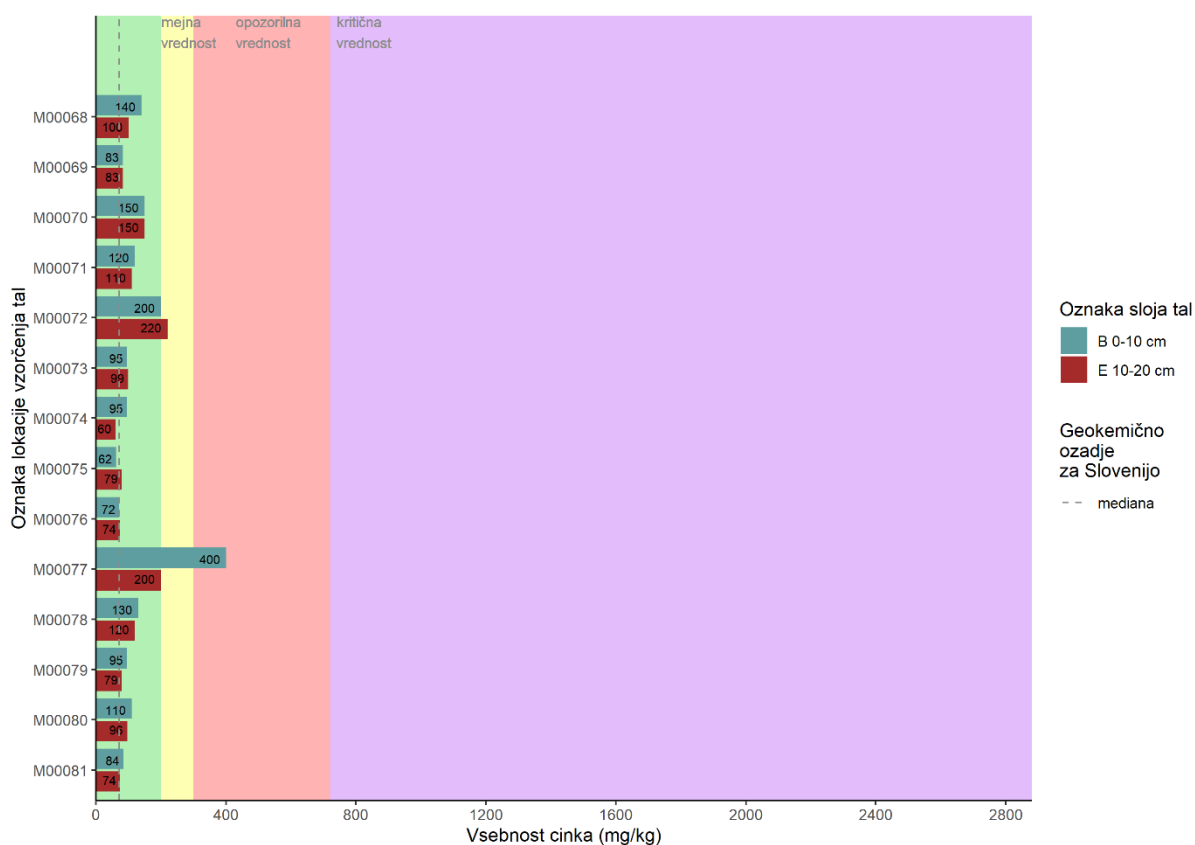
3.4.2 Anorganski parametri

V vseh 62 vzorcih tal, odvzetih iz različnih slojev (28) in horizontov (34), smo izvedli analize vsebnosti anorganskih onesnaževal. V nadaljevanju interpretiramo rezultate analiz za 5 preiskovanih anorganskih parametrov, ki so v MKT22 najbolj presegali zakonodajne imisijske vrednosti po Uredbi.

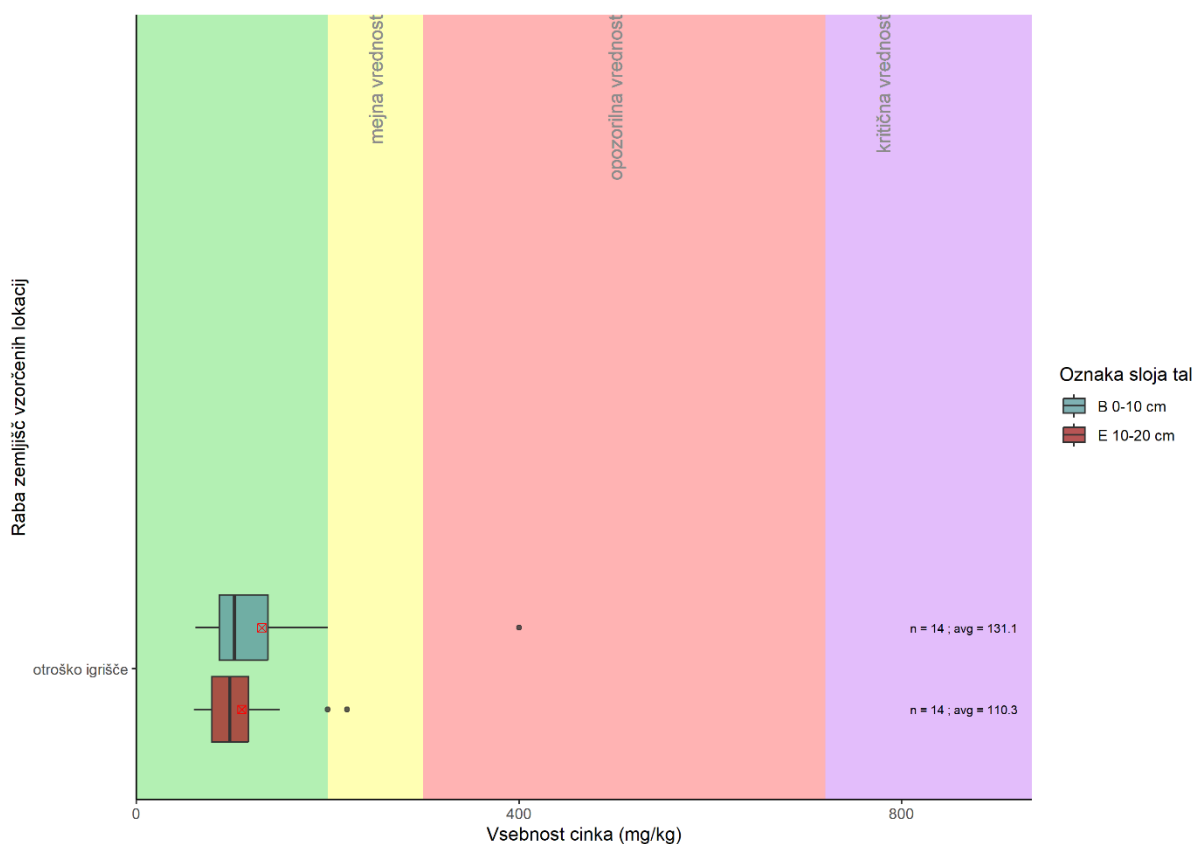
3.4.2.1 Cink

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 MKT22 se cink pojavlja v razponu od 60 do 400 mg/kg, z aritmetično sredino 120,71 mg/kg in mediano 97,50 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za cink na enem vzorčnem mestu (Gornji Grad, M00077) presežena opozorilna vrednost (300 mg/kg) ter na dveh vzorčnih mestih (Koroška Bela (M00072) in Gornji Grad (M00077)) mejna vrednost (200 mg/kg) (Slika 9). Povprečni vrednosti cinka izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev ne presegata mejne vrednosti (Slika 10). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti cinka 72 mg/kg.



Slika 9: Izmerjene vsebnosti cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.

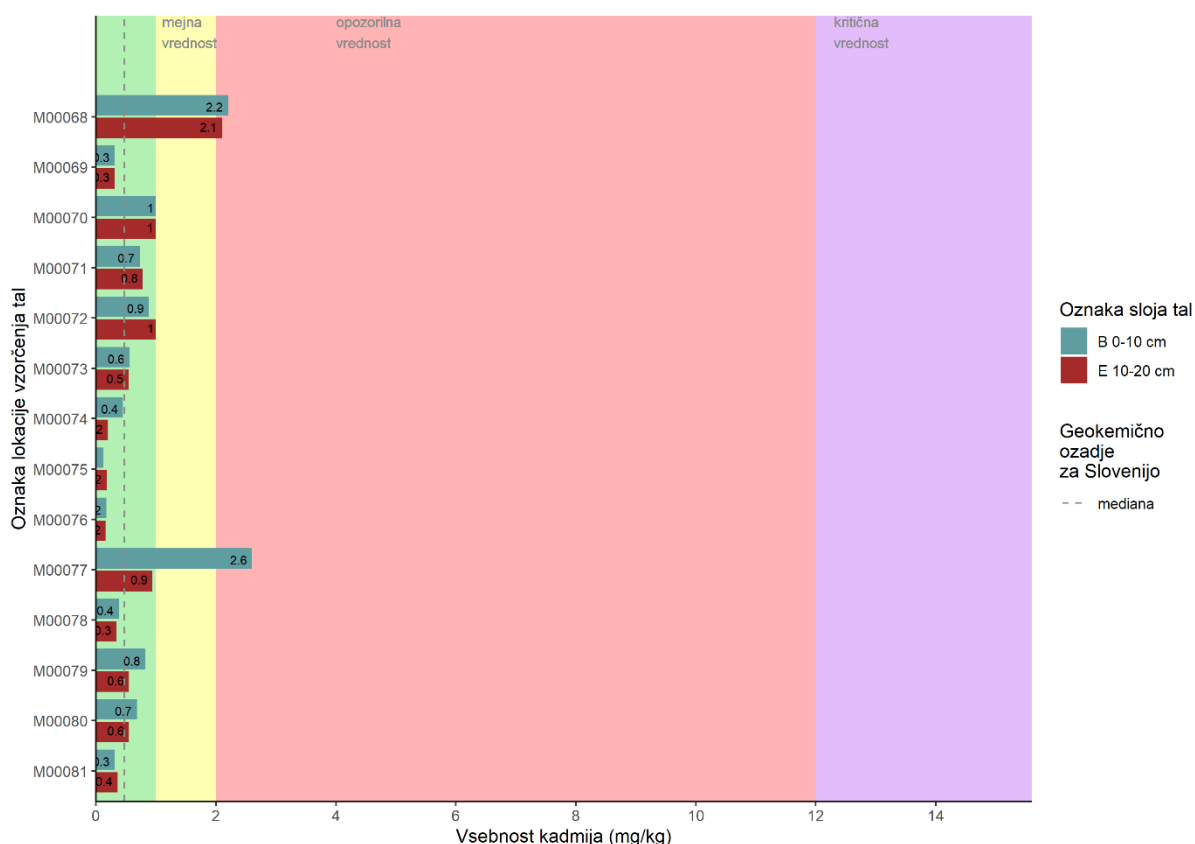


Slika 10: Vsebnost cinka (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

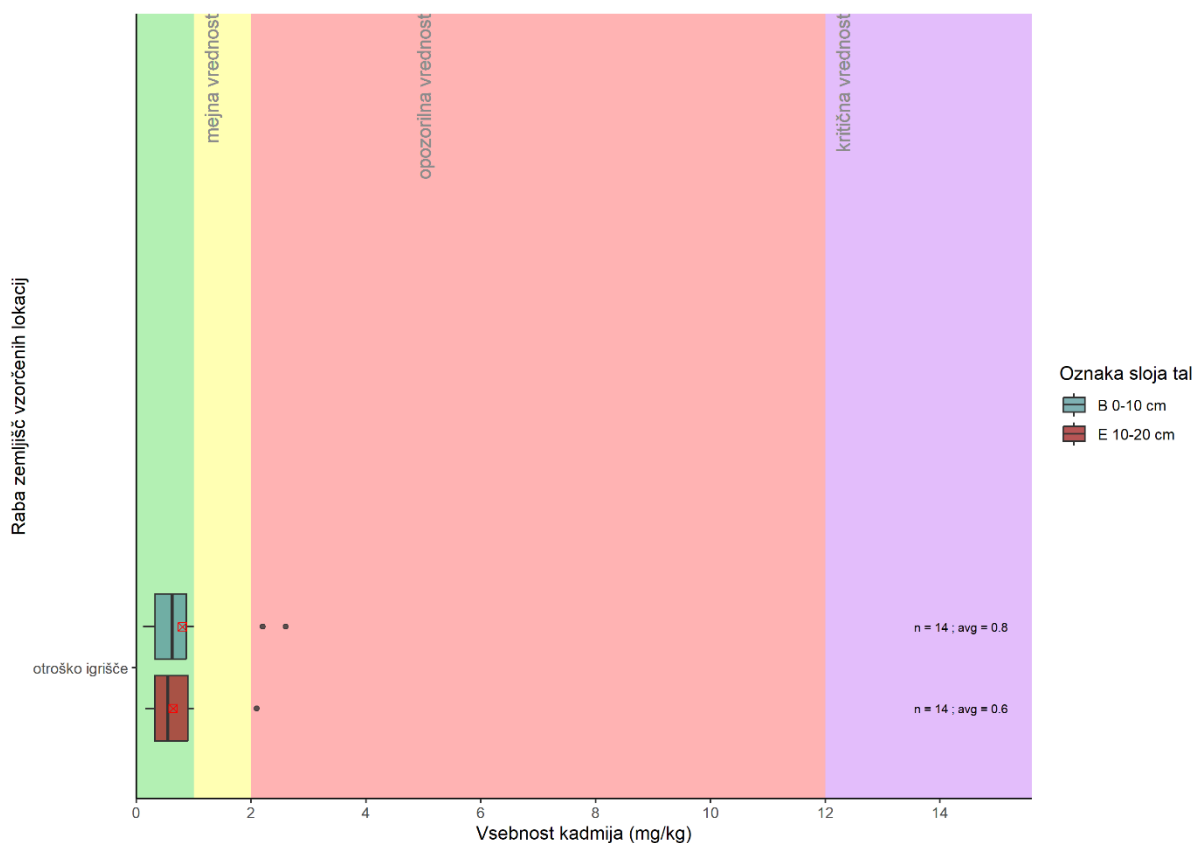
3.4.2.2 Kadmij

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 MKT22 se kadmij pojavlja v razponu od 0,12 do 2,60 mg/kg, z aritmetično sredino 0,72 mg/kg in mediano 0,55 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za kadmij na dveh vzorčnih mestih (Novo mesto (M00068) in Gornji Grad (M00077)) presežena opozorilna vrednost (2 mg/kg) ter na dveh vzorčnih mestih (Radovljica (M00070) in Koroška Bela (M00072)) mejna vrednost (1 mg/kg) (Slika 11). Povprečni vrednosti cinka izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev ne presegata mejne vrednosti (Slika 12). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti kadmija 0,47 mg/kg.



Slika 11: Izmerjene vsebnosti kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.

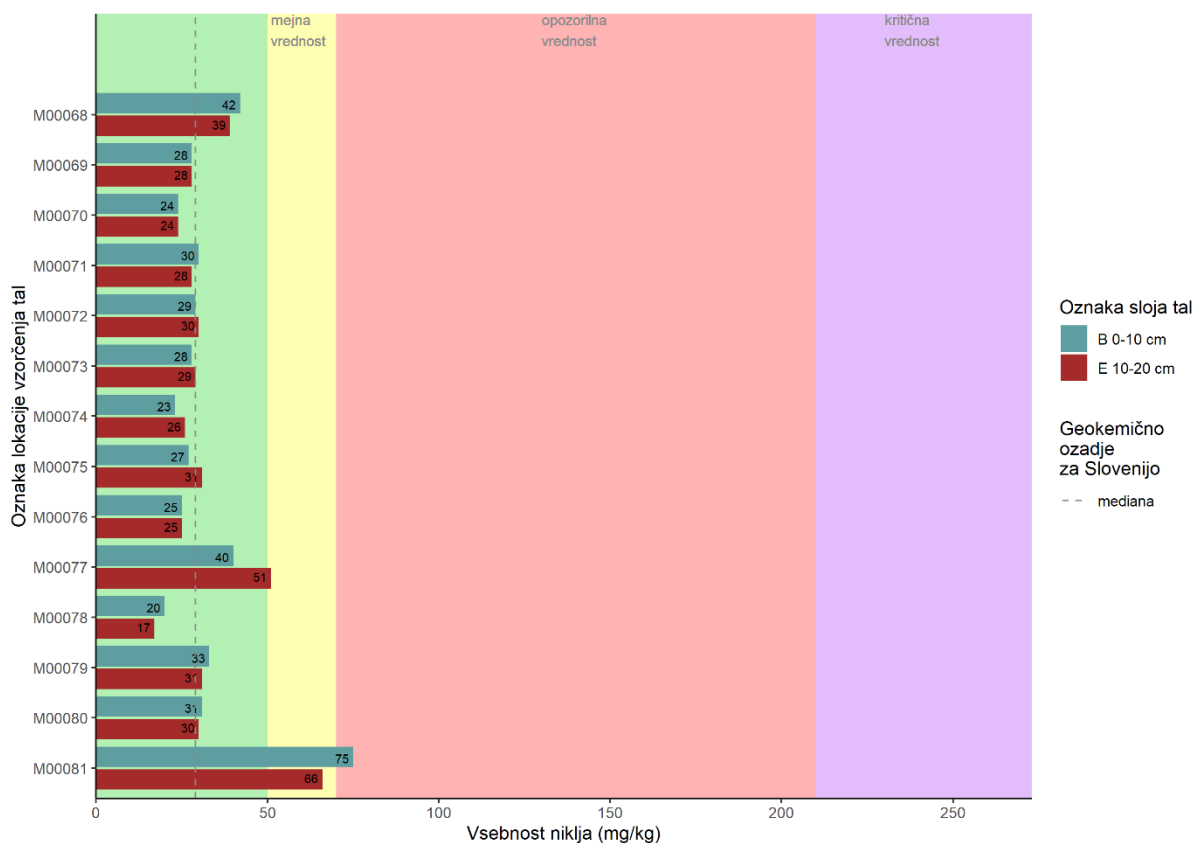


Slika 12: Vsebnost kadmija (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

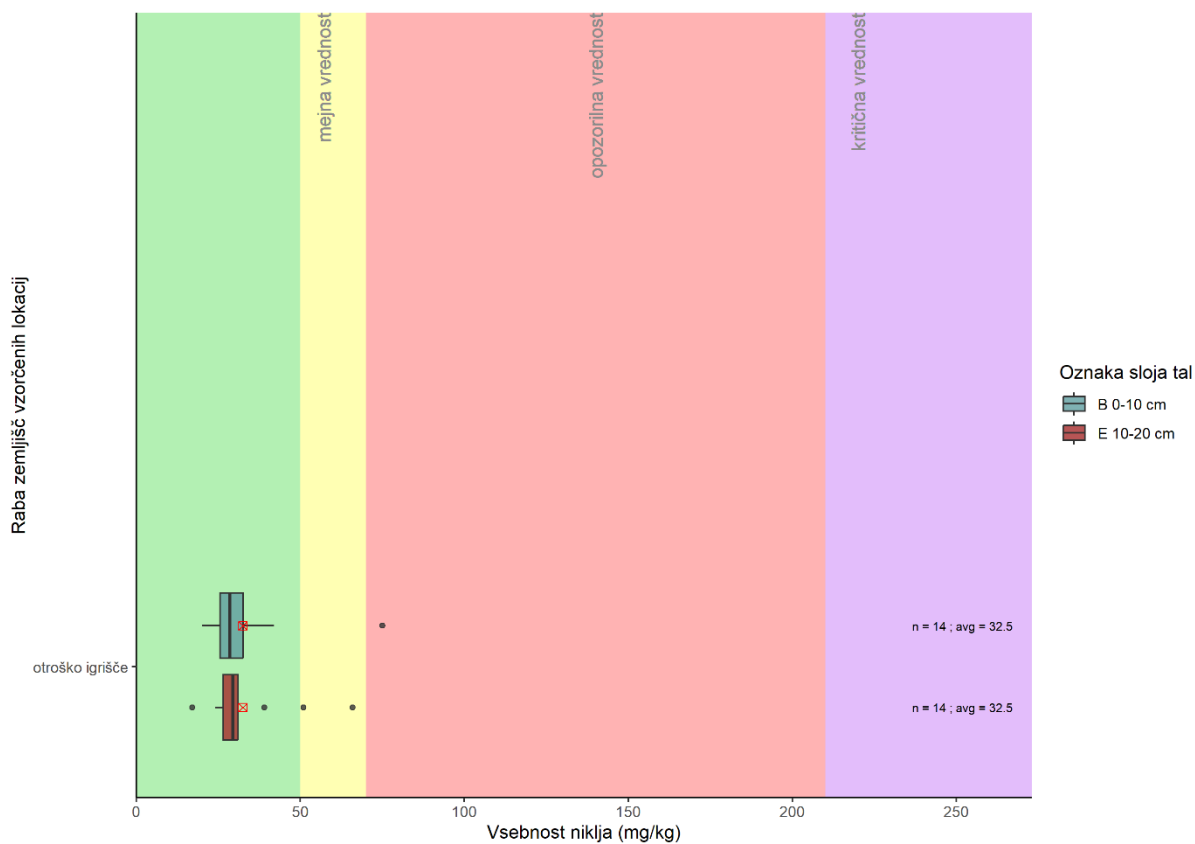
3.4.2.3 Nikelj

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 MKT22 se nikelj pojavlja v razponu od 17 do 75 mg/kg, z aritmetično sredino 32,50 mg/kg in mediano 29,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za nikelj na enem vzorčnem mestu (Deskle (M00081)) presežena opozorilna vrednost (70 mg/kg s.s.) ter na dveh vzorčnih mestih (Gornji Grad (M00077) in Deskle (M00081)) mejna vrednost (50 mg/kg) (Slika 13). V tleh otroških igrišč vrednosti niklja z globino naraščajo, kar povezujemo z vplivom matične podlage (geogen izvor). Povprečni vrednosti niklja izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev ne presegata mejne vrednosti (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 MKT22.

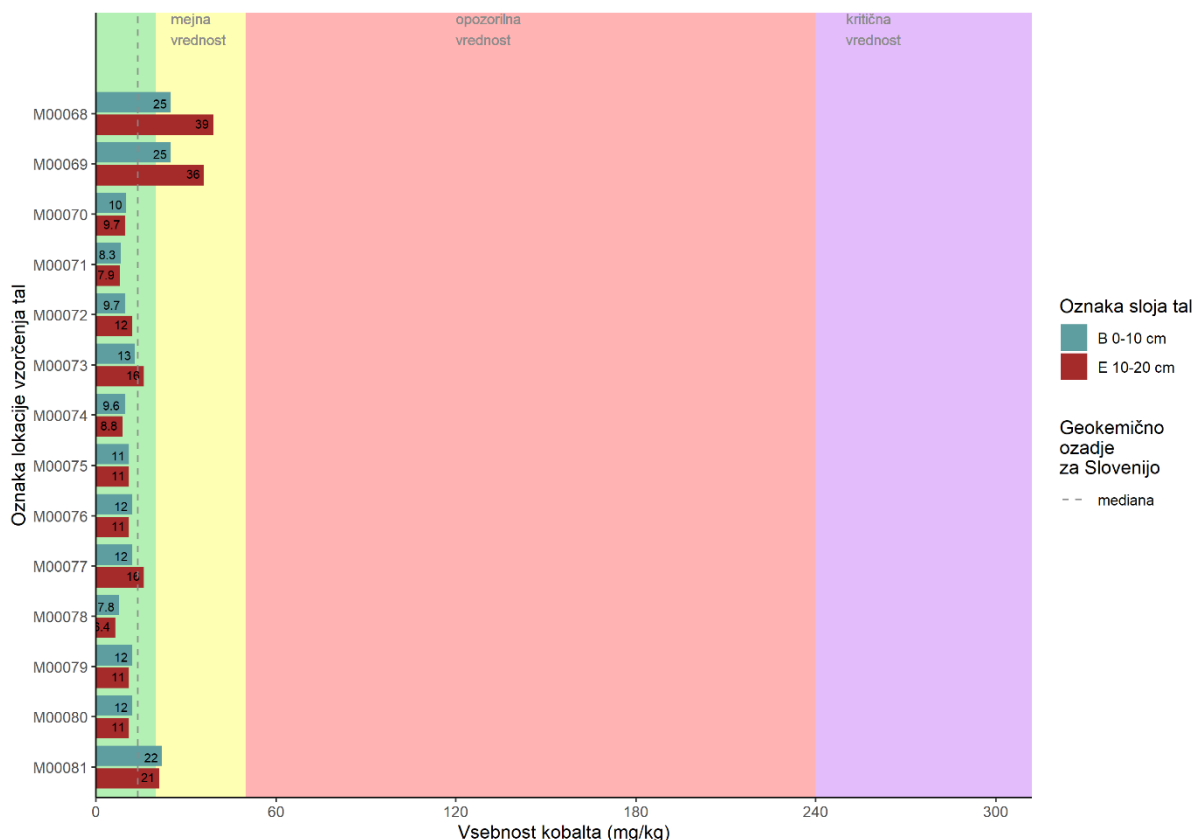


Slika 14: Vsebnost niklja (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

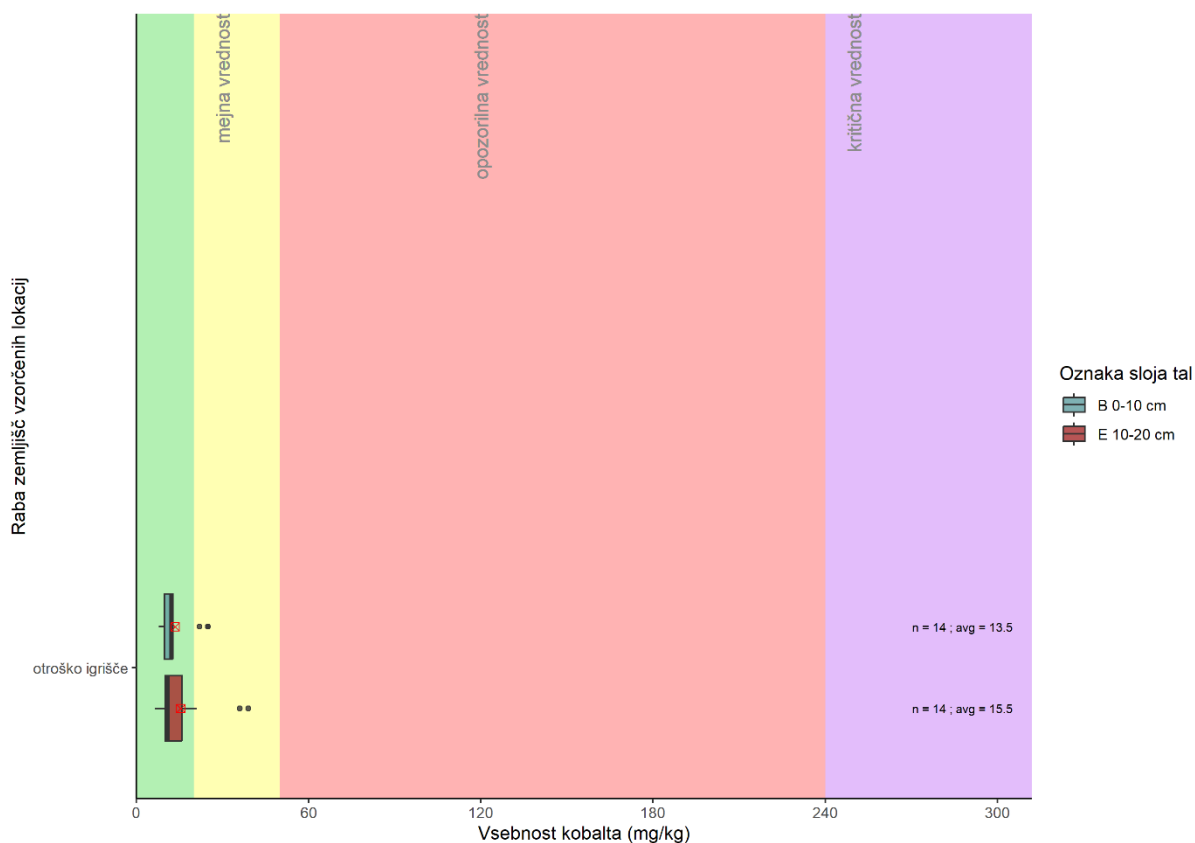
3.4.2.4 Kobalt

Antropogeni izvor svinca v tleh je lahko posledica industrije (plastike, steklarska). Pomembno: višje vrednosti v tleh so lahko tudi posledica geokemičnega ozadja.

V talnih vzorcih MKT22 se kobalt pojavlja v razponu od 6,4 do 39,0 mg/kg, z aritmetično sredino 14,51 mg/kg in mediano 11,50 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za kobalt na treh vzorčnih mestih (Novo mesto (M00068), Trebnje (M00069) in Deskle (M00081)) presežena mejna vrednost (20 mg/kg) (Slika 15). Preseganja mejne imisijske vrednosti so bila višja v vzorcih tal odvzetih na dveh vzorčnih mestih (Novo mesto (M00068) in Trebnje (M00069)). Povprečni vrednosti niklja izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev ne presegata mejne vrednosti (Slika 16). Gosar in sod. (2019) so v geokemičnih raziskavah zgornjega sloja tal za območje celotne Slovenije določili mediano vsebnosti kobalta 14 mg/kg.



Slika 15: Izmerjene vsebnosti kobalta (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.

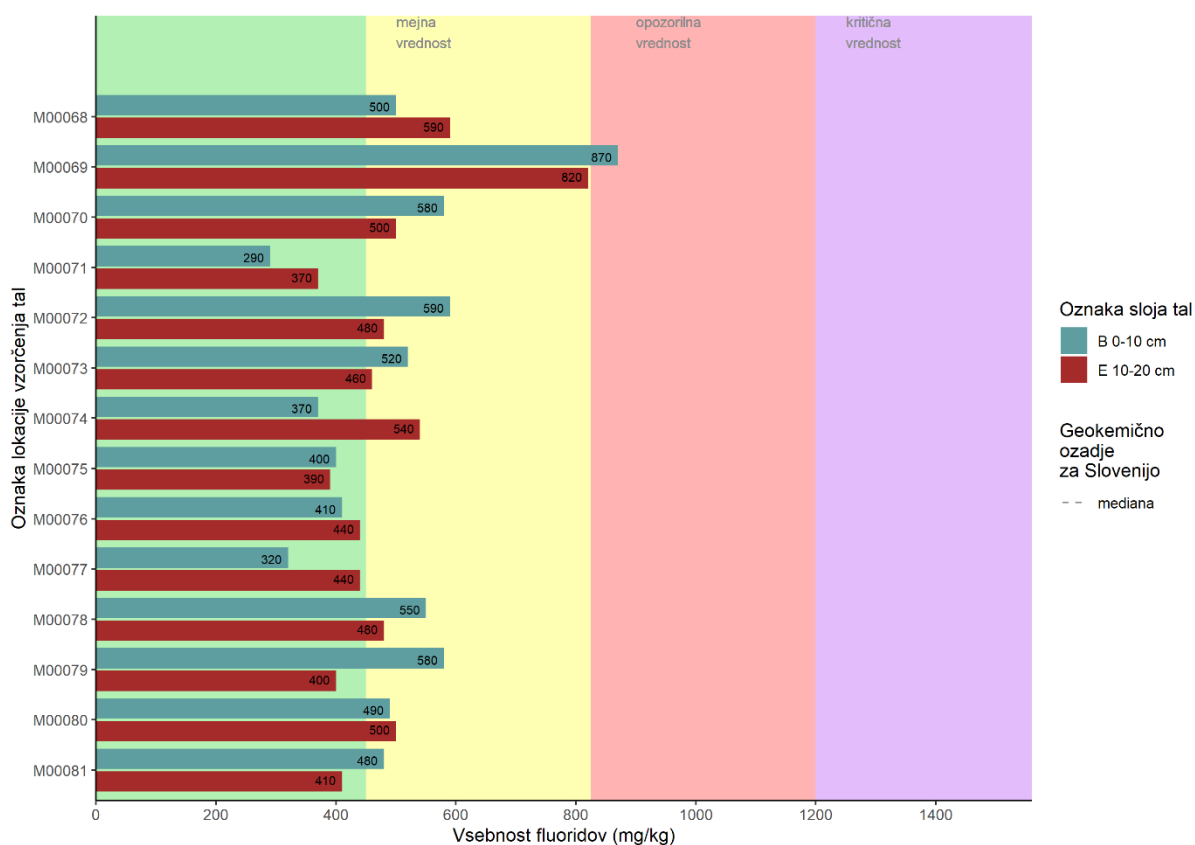


Slika 16: Vsebnost kobalta (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

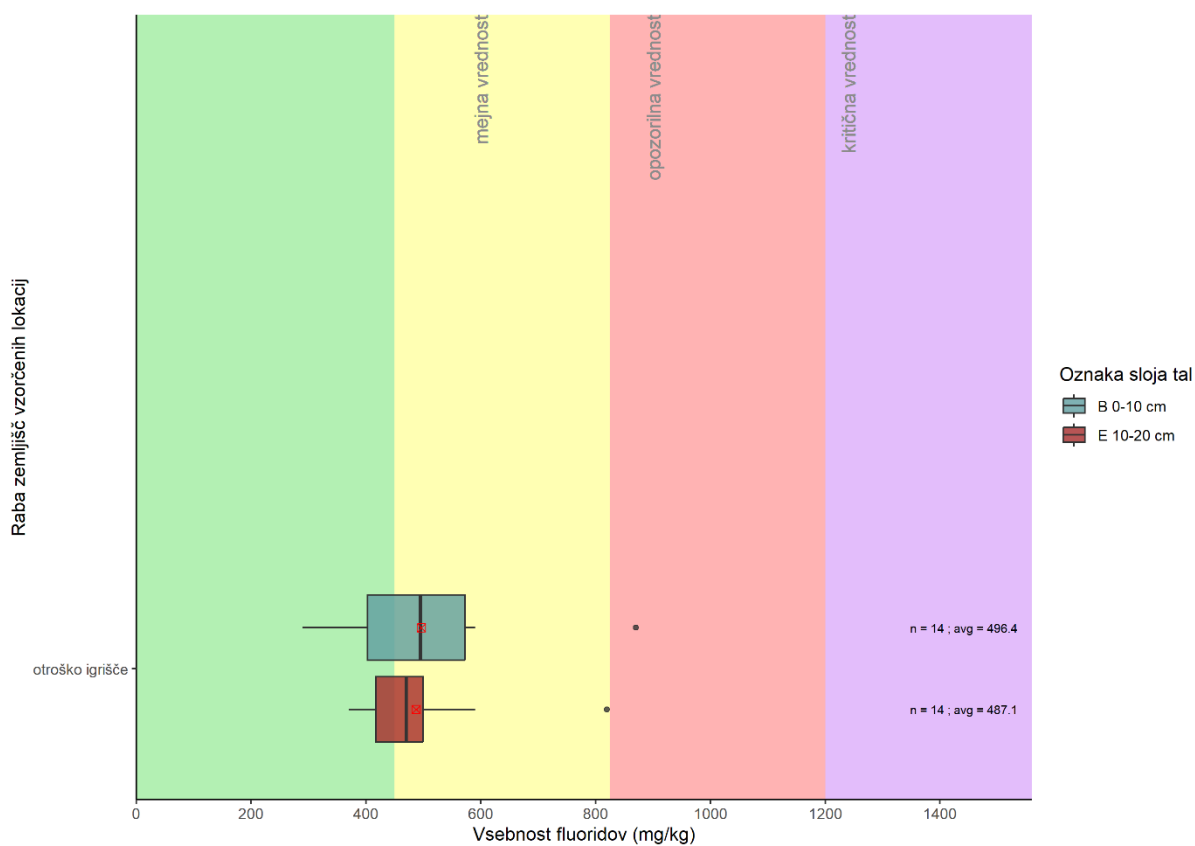
3.4.2.5 Fluoridi

Antropogeni izvori fluoridov v tleh so lahko posledica rudarjenja in taljenja rude (jeklarne), industrije (aluminija, keramike, lončarstva, stekla) in kmetijstva (fosfatna gnojila).

V talnih vzorcih MKT22 se fluoridi pojavljajo v razponu od 290 do 870 mg/kg, z aritmetično sredino 491,79 mg/kg in mediano 480,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za kobalt na enem vzorčnem mestu (Trebnje (M00069)) presežena opozorilna mejna vrednost (825 mg/kg) ter na desetih vzorčnih mestih (Novo mesto (M00068), Trebnje (M00069), Radovljica (M00070), Koroška Bela (M00072), Celje (M00073), Ljubecna (M00074), Cerklno (M00078), Cerklnica (M00079), Kranj (M00080) in Deskle (M00081)) mejna vrednost (450 mg/kg) (Slika 15). Povprečni vrednosti fluoridov izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev presegata mejno vrednost (Slika 16).



Slika 17: Izmerjene vsebnosti fluoridov (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.



Slika 18: Vsebnost fluoridov (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

3.4.3 Organski parametri

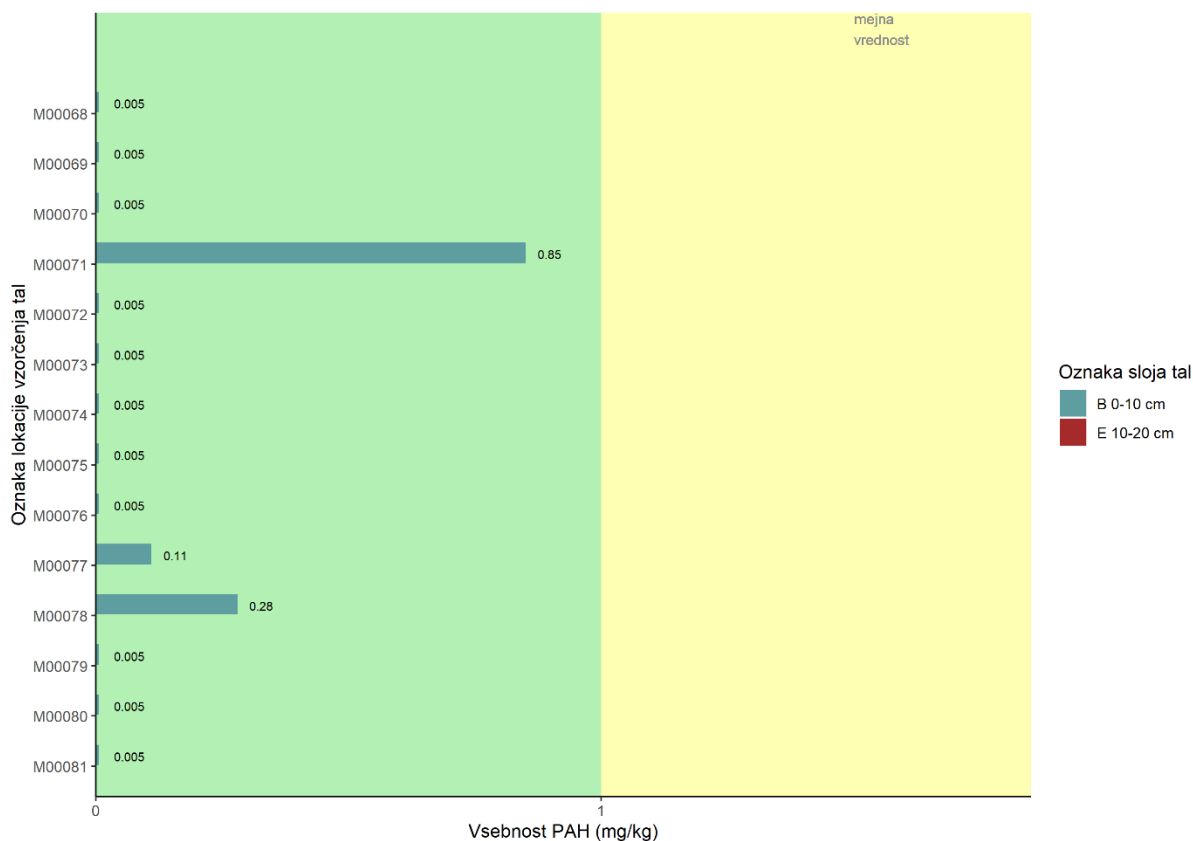
Izmed 28 vzorcev tal, odvzetih iz različnih slojev, je bilo 17 vzorcev tal analiziranih za prisotnost organskih onesnaževal. V vzorcih tal, odvzetih iz horizontov, se organska onesnaževala ne določajo.

V nadaljevanju interpretiramo rezultate analiz le dve skupini organskih nevarnih snovi, ki sta bili najpogosteje zaznani v vzorcih tal v okviru MKT22. Ostale organske spojine so bile v tleh zaznane le v sledovih (<LOQ ali LOD).

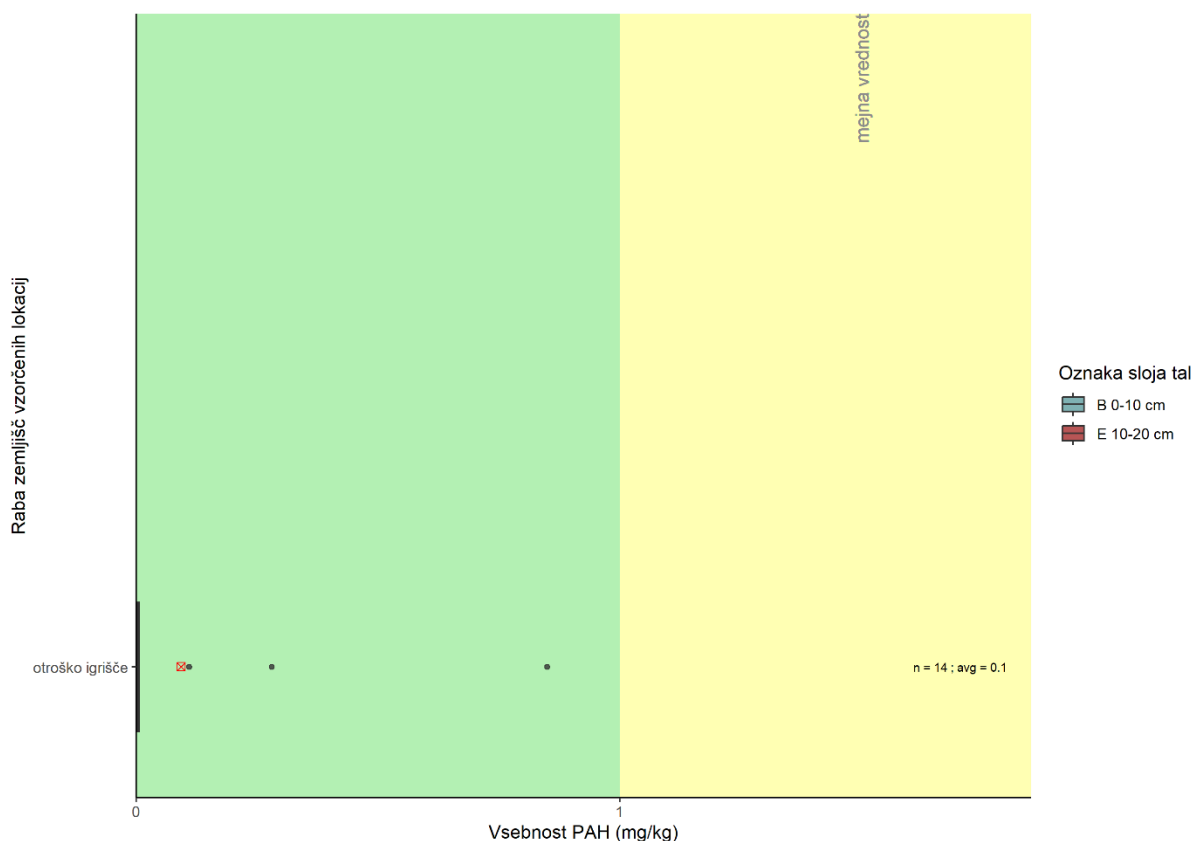
3.4.3.1 Policiklični aromatski ogljikovodiki

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

V talnih vzorcih MKT22 se PAH pojavljajo v razponu od 0,005 do 0,85 mg/kg, z aritmetično sredino 0,092 mg/kg in mediano 0,005 mg/kg. Glede na Uredbo so bili PAH-i na treh vzorčnih mestih (Ljubljana (M00071), Koroška Bela (M00072) in Gornji Grad (M00077)) zaznani (Slika 19), a niso presegali mejne imisijske vrednosti (1 mg/kg) (Slika 20).



Slika 19: Izmerjene vsebnosti PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.

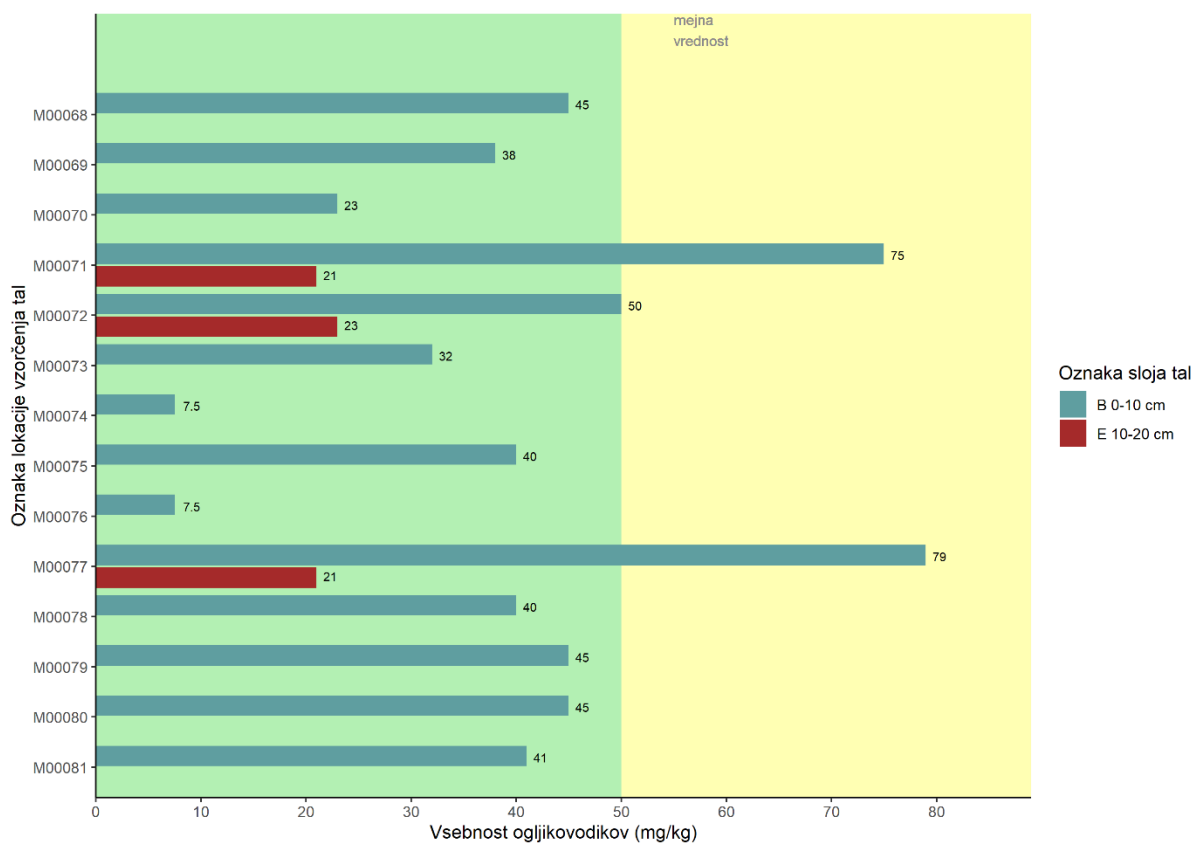


Slika 20: Vsebnost PAH (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

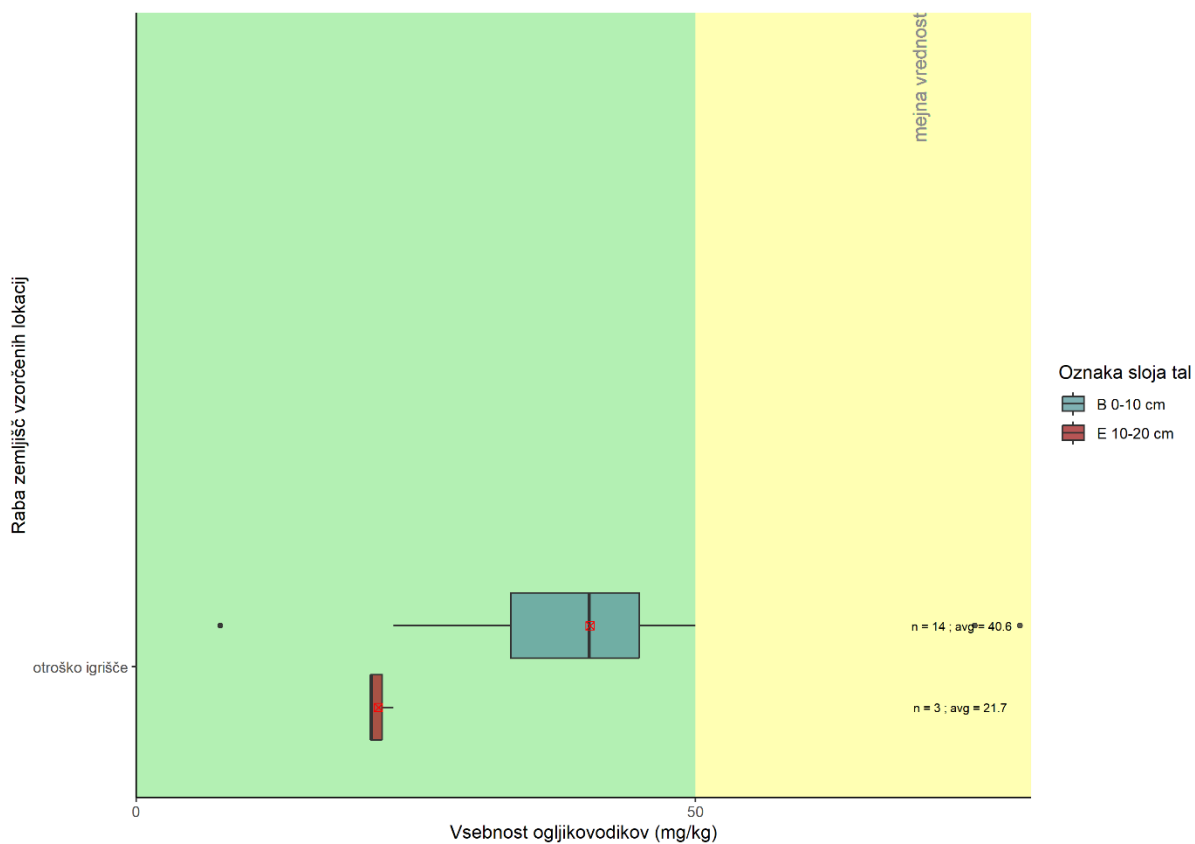
3.4.3.2 Ogljikovodiki C_{10} - C_{40}

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 MKT22 se ogljikovodiki C_{10} - C_{40} pojavljajo v razponu od 7,5 do 79 mg/kg, z aritmetično sredino 37,24 mg/kg in mediano 40,00 mg/kg. Glede na Uredbo je bila za ogljikovodike C_{10} - C_{40} na treh vzorčnih mestih (Ljubljana (M00071), Koroška Bela (M00072) in Gornji Grad (M00077)) presežena mejna vrednost (50 mg/kg) (Slika 21). Povprečni vrednosti ogljikovodikov C_{10} - C_{40} izračunani iz talnih vzorcev obeh slojev ne presegata mejne vrednosti (Slika 22).



Slika 21: Izmerjene vsebnosti ogljikovodikov C₁₀-C₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev vzorčnih mest v MKT22.

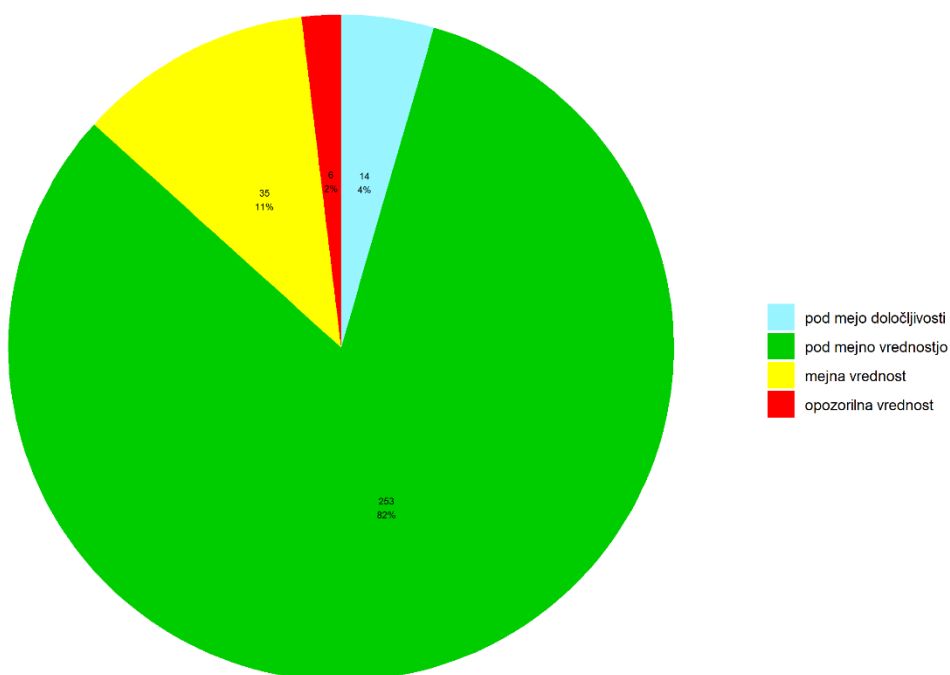


Slika 22: Vsebnost ogljikovodikov C₁₀-C₄₀ (mg/kg) v talnih vzorcih različnih slojev na preiskovanih rabah tal v MKT22.

3.4.4 Komentar talnih lastnosti in kakovosti tal na vzorčnih mestih MKT22

Na podlagi 62 vzorcev tal, odvzetih iz različnih slojev in horizontov na 14 lokacijah v okviru Monitoringa kakovosti tal v letu 2022 (MKT22), ugotavljamo, da tla na splošno niso bistveno onesnažena. Med preseženimi onesnaževali prevladujejo anorganska onesnaževala (težke kovine in fluoridi), medtem ko organska onesnaževala predstavljajo manjši problem. Glede na mejne vrednosti nevarnih snovi v tleh, določene v Uredbi 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), so bile v vzorcih tal presežene mejne imisijske vrednosti (35) ter opozorilne imisijske vrednosti (6). Kritične imisijske vrednosti niso bili presežene na nobenem vzorčnem mestu v okviru MKT22 (Slika 23). Opazili smo tudi, da skoraj ni bilo lokacij brez vpliva človekove dejavnosti, ki se odraža v premeščanju tal in prisotnosti antropogenih primesi v tleh.

otroško igrišče : št. lokacij = 14



Slika 23: Število preseganj zakonsko predpisani mejnih vrednosti glede na Uredbo v vzorcih tal iz MKT22.

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 2022 (MKT22), 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 MKT22

Priloga 4: Terenski zapisi o vzorčenju slojev in horizontov tal za vzorčna mesta v okviru MKT22