

3.1 ONESNAŽENOST TAL IN MOBILNOST SVINCA

mag. Nives Vrbič Kugonič¹, univ. dipl. biol.

mag. Leon Finžgar², univ. dipl. inž. str.

Melita Šešerko¹, univ. dipl. inž. kmet.

Andrej Glinšek¹, univ. dipl. kem.

¹ ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška 58, 3320 Velenje

² Slovenska vojska

3.1 ONESNAŽENOST TAL IN MOBILNOST SVINCA

3.1.1 Uvod

3.1.1.1 Cilji in namen raziskave

Na osnovi analiziranih in statistično obdelanih vsebnosti težkih kovin v talnih vzorcih smo pridobili podatke o onesnaženosti tal za oceno tveganja za okolje, ki ga predstavljajo pehotna strelišča. Hkrati smo v izbranih talnih vzorcih na eksperimentalen način določili različne frakcije Pb, da bi ocenili njegovo mobilnost oz. biodostopnost. V nadaljevanju podrobneje predstavljamo fizikalno-kemijske pretvorbe elementarnega Pb, ki ga v tla vnašajo izstrelki, ter opisujemo vpliv pH na njegovo mobilnost.

Svinec (Pb) spada med najbolj nevarne snovi; mnoge zdravstvene probleme, odkrite predvsem pri otrocih, mlajših od 6 let, lahko pripišemo prav zastrupitvam s svincem (Xintaras, 1992). Toksičnosti posameznih kovin je v veliki meri pogojena z njihovo pojavnostjo v obliki različnih zvrsti (Das in sod., 1997). Včasih je težko ali celo nemogoče določiti vsebnost posameznih zvrsti, zato se poslužujemo različnih t.i. ekstrakcijskih shem. V primeru vzorcev tal je široko uporabljena *Tessier shema* (Tessier in sod., 1997), ki daje dobre informacije o biodostopnosti in mobilnosti posameznih kovinskih frakcij.

Specifičen način vnosa težkih kovin v tla poteka na območjih pehotnih strelišč, t.j. v obliki krogel iz nabojev. Glavna sestavina krogel je svinec s primesmi bakra (Cu), antimona (Sb) ter arzena (As) (Bruell in sod., 1999). Težke kovine tako vstopajo v tla v elementarni obliki (M^0), kjer pa so podvržene raznim fizikalno-kemijskim pretvorbam. Fizikalni procesi, ki kontrolirajo mobilnost Pb v tleh, so: spiranje s površinskimi vodami, izluževanje in transport v podtalnico ter odprševanje s površin. Spiranje s površinskimi vodami je med naštetimi poglavitni proces. Pb lahko v vode prehaja v raztopljeni obliki, vezan na delce tal in sedimentov ter v obliki malih kovinskih fragmentov. Odprševanje s površin praviloma ne prispeva pomembno k transportu Pb izven območja onesnaženja; izjema so primeri, ko površina ni zatravljena (Morton, 1997).

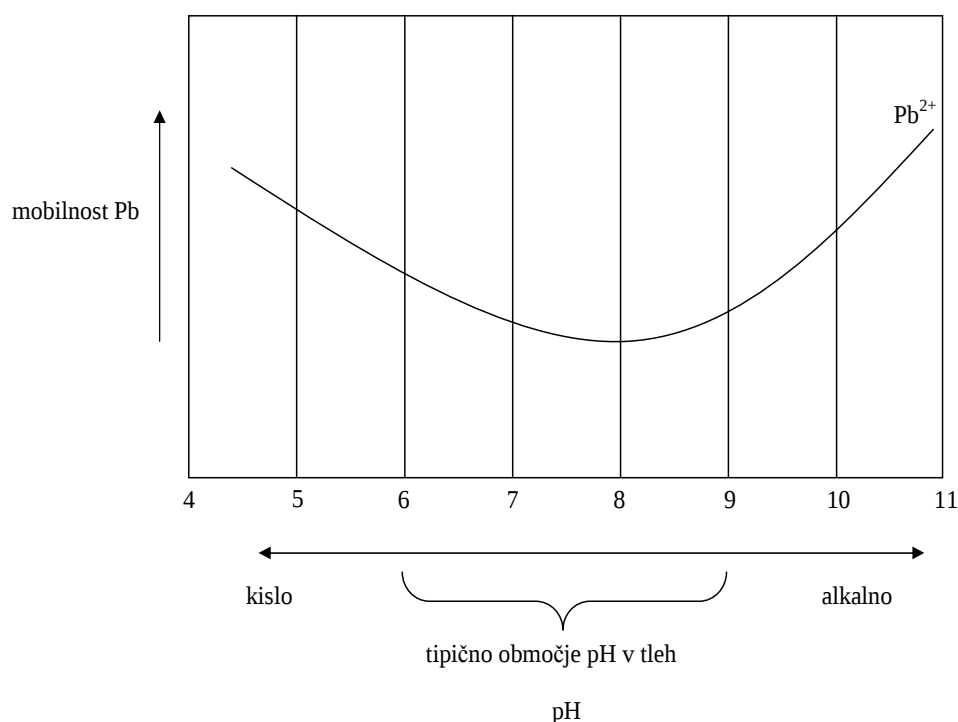
Vezavo na delce tal oziroma na sedimente kontrolirajo naslednji kemijski procesi: (a) oksidacija/redukcija: proces, pri katerem se element v elementarni obliki pretvori v bolj reaktivno obliko (npr. Pb^0 v Pb^{2+} oz. Pb^{4+}); (b) adsorpcija/desorpcija: raztopljeni svinec se veže na površino delcev tal oz. sedimenta; (c) obarjanje/raztapljanje: izločanje svinca iz raztopine v obliki soli (npr. $PbSO_4$); (d) nastanek kompleksov in kelatov. Med temi glavnimi štirimi procesi, ki vplivajo na mobilnost Pb v tleh, sta daleč najvažnejša adsorpcija/desorpcija in obarjanje/raztapljanje. Za primerjavo, relativni vpliv adsorpcije/desorpcije je približno 10-krat večji kot vpliv obarjanja/raztapljanja, ta pa še 10-krat večji od ostalih dveh procesov.

Osnovni pogoj, da svinec v tleh postane mobilni, je njegova *oksidacija*. Oksidacija je proces, kjer iz elementarne kovinske oblike (Pb^0) nastane pozitivno nabit kovinski ion, Pb^{2+} oz. Pb^{4+} . Ko se kovina enkrat nahaja v oksidirani obliki, lahko nastopita procesa adsorpcije/desorpcije in obarjanja/raztapljanja.

Adsorpcija je pojav, pri katerem gre največkrat za potencialno razliko med nabojem molekul ali ionov ter površino delca tal. Pri Pb gre za privlak med kationi v raztopini in negativno nabito

površino delca tal. Gre za reverzibilni in ravnotežni proces, porazdelitev med kationi v raztopini in trdno fazo (delec tal) opredeljuje porazdelitveni koeficient K_d . Porazdelitveni koeficient je odvisen od lastnosti samega kationa (gostota naboja, oblika, velikost) ter tudi od prisotnosti ostalih kationov v raztopini. Poenostavljeno povedano gre za tekmovanje med različnimi zvrstmi za aktivna mesta na trdni fazi. Svinec se relativno močno veže na delce tal in ga ostali kationi težje izpodrivajo.

Svinec lahko iz raztopine preide v vezano obliko tudi v procesu *izobarjanja*. Praviloma gre za tvorbo različnih soli, največkrat karbonatov, sulfatov in fosfatov. Ker gre za anione, ki lahko dajejo v raztopini bodisi kisel bodisi bazičen pH oz. je njihova konstanta disociacije odvisna od pH, je od pH odvisen tudi topnostni produkt posameznih svinčevih soli ter posledično mobilnost samega Pb. Le-ta je za Pb v tleh najnižja pri pH tal blizu nevtralnemu (Slika 3.1-1), v bolj kisljih ali bolj bazičnih pogojih pa je mobilnost večja.



Slika 3.1-1: Vpliv pH tal na mobilnost Pb.

Kompleksacija in tvorba kelatov nima pomembnega vpliva na mobilnost Pb, zato je v nadaljevanju ne bomo obravnavali.

Svinčene kroglice, ki padejo na tla, ostanejo praviloma nepoškodovane, možne so deformacije, v nekaterih primerih tudi razpad na manjše delce. Kako hitro poteče pretvorba elementarnega Pb v oksidirano obliko, je odvisno od vremenskih pogojev, prisotnosti vlage in nekaterih lastnosti tal. Oksidacija najprej poteče na površini krogel, kjer nastaja svinčev oksid (PbO). PbO je amfoteren, kar pomeni, da je topen tako v kislem kot tudi v bazičnem okolju. Pri nadaljnjih reakcijah z različnimi anionskimi zvrstmi (sulfati, karbonati, sulfati, nitrati, hidroksidi) nastajajo *različno topne soli*, npr. $PbCO_3$, ki so zaradi višje topnosti v vodi veliko bolj mobilne kot elementarni Pb.

(Duaggan s sod., 2007). Povzamemo torej lahko, da je porazdelitev svinca v tleh odvisna od prisotnosti različnih spojin v tleh, prisotnosti vode in pedoloških lastnosti tal. Zato je oceno mobilnosti in biodostopnosti Pb v posameznih tleh možno ugotoviti zgolj eksperimentalno. Praviloma ugotavljamo zgolj ravnotežno stanje (stanje kemijskega ravnotežja med posameznimi vrstami Pb oz. vrsti Pb, vezane na posamezne frakcije tal) mobilnosti, ki se lahko s časom tudi spreminja.

3.1.1.2 Obseg dela

Raziskava temelji na ugotavljanju onesnaženosti tal z anorganskimi nevarnimi snovmi. Vključenih je 8 pehotnih strelišč, ki so še vedno aktivna, pri čemer smo na vsakem izmed strelišč odvzeli do 19 povprečnih vzorcev. Vzorčna mesta so bila razporejena po celotni površini posameznega strelišča; natančneje so območja vzorčenja predstavljena v poglavju 3.1.4 in na sliki 3.1-2. Za oceno onesnaženosti tal so uporabljene metode, usklajene s predpisano zakonodajo in mednarodnimi standardi. Izbrana je metoda vzorčenja po krožnici premera 6 m na šestih določenih mestih okoli sečišča določene koordinate. Ocena onesnaženosti tal je podana na osnovi izmerjenih imisij anorganskih nevarnih snovi (Cd, Pb, As, Cr, Zn, Cu, Co, Mo, Ni) na globinah 0 – 5 cm in 5 – 20 cm ter opravljenih pedoloških analizah (pH, teksture) na globini 0 – 5 cm.

Preglednica 3.1-1: Seznam v raziskavo vključenih pehotnih strelišč.

pehotno strelišče	naslov	št. vzorčnih mest
APAČE, KIDRIČEVO	Apače, 2324 Lovrenc na Dravskem polju	15
PEČOVNIK, CELJE	Pečovnik, 3000 Celje	13
BLOŠKA POLICA, BLOKE	Bloška polica, 1384 Grahovo	16
CRNGROB, ŠKOFJA LOKA	Crngrob, 4209 Žabnica	17
MAČKOVEC, BOHINJSKA BELA	Bohinjska Bela, 4263 Bohinjska Bela	15
BAČ, ILIRSKA BISTRICA	Bač, 6253 Knežak	19
MLAKE, AJDOVŠČINA	Beblerjeva 28, 5271 Vipava	8
POČEK, POSTOJNA	Želje, 6358 Prestranek	10

Vsebnosti Pb v posameznih frakcijah izbranih vzorcev tal (sekvenčne ekstrakcije) smo izvedli na 18 talnih vzorcih, odvzetih na sedmih pehotnih streliščih. Vzorci so izbrani z upoštevanjem vsebnosti Pb ter območij na samem strelišču (linije tarč, zaščitni nasipi, območja končnega zaščitnega nasipa, vplivno območje, itd.) (glej preglednico 3.1-2).

Preglednica 3.1-2: Oznake izbranih talnih vzorcev za ugotavljanje mobilnosti Pb v tleh, in strelišč, kjer so bili vzorčeni.

strelišče	oznaka vzorca	strelišče	oznaka vzorca
Blake	T6B, 5-20 cm	Crnogrob	T3Z, 5-20 cm
Bač	T2C, 0-5 cm	Crnogrob	T1C, 0-5 cm
Bač	T2C, 5-20 cm	Crnogrob	T1C, 5-20 cm
Apače	T4V, 0-5 cm	Poček	T1A, 0-5 cm
Apače	T1C, 0-5 cm	Poček	T1A, 5-20 cm
Bloška polica	T2Z, 0-5 cm	Poček	T5A, 0-5 cm
Mačkovec	TZ2, 0-5 cm	Poček	T5A, 5-20cm
Mačkovec	TZ3, 0-5 cm	Poček	T4C, 5-20 cm
Crnogrob	T3Z, 0-5 cm	Poček	T4C, 0-5 cm

3.1.2 Material in metode dela

3.1.2.1 Vzorčenje tal

Vzorčenje smo izvedli v skladu z metodo vzorčenja tal, akreditirano pri Slovenski akreditaciji, reg. št. LP-018, ki je hkrati v skladu s predpisanimi standardi ISO/DIS 10381-1-6 v okviru Pravilnika o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS., št. 55/97).

Vzorčenje smo na vsakem od izbranih vzorčnih mest izvedli vzdolž navidezne krožnice premera 6 m iz šestih mest okoli sečišča koordinat. Odvzem smo izvedli z ustrezno opremo in zaščitnimi rokavicami, vzorci so bili transportirani v skladu s standardom ISO 14507.

3.1.2.2 Priprava in analize talnih vzorcev

Priprava talnih vzorcev

Odvzete vzorce smo v laboratoriju označili in ustrezno uskladiščili. Vzorci za fizikalno kemijske analize in analizo anorganskih onesnažil so se pripravili po predpisanem mednarodnem standardu ISO 11464. Sveže vzorce tal smo posušili na temperaturi do 35 °C, homogenizirali in presejali skozi plastično sito, velikosti por 2 mm. V tako pripravljenih vzorcih smo izvedli pedološke analize, določili vsebnosti elementov Cd, Pb, Cu, Cr, Co, Zn, Mo, Ni in As. Analitske metode smo opravili po zahtevah slovenskih normativov (Ur. l. RS, št. 55/97), usklajenih z mednarodnimi standardi.

Reakcija tal (pH)

Določitev pH smo izvedli s pH metrom s stekleno elektrodo v suspenziji tal v vodi in v raztopini 1 mol/l kalijevega klorida po metodi ISO 10390, akreditirani pri Slovenski akreditaciji, reg. št. LP-018.

Analize kovin v talnih vzorcih

Ustrezno pripravljen vzorec tal smo razklopili z zlatotopko v mikrovalovni napravi (Milestone Ethos Plus). Koncentracije elementov Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Co, Mo in As smo določili z metodo induktivne plazemske spektrometrije (ICP-MS) po SIST DIN 38406 - 29. Metoda je akreditirana pri Slovenski akreditaciji, reg. št. LP-018.

Mehanska analiza tal (tekstura)

Uporabljena je sedimentacijsko pipetna metoda, teksturni razredi so bili določeni po ameriški klasifikaciji.

3.1.2.3 Priprava in analize izbranih talnih vzorcev za frakcionacijo Pb

Frakcionacijo Pb smo izvedli z modificirano metodo sekvenčnih ekstrakcij (Tessier in sod., 1979). Metoda obsega šest zaporednih ekstrakcij ob uporabi različnih reagentov, ki iz vzorca tal izločijo težke kovine, vezane na različne talne frakcije. Uporabili smo laboratorijski stresalnik (IKA Labotechnik 501, Nemčija) z 250 sresljaji min⁻¹, centrifugo s 4000 rpm (Hettich Universal 16R, Nemčija), mikrovalovno napravo Milestone Ethos Plus (Milestone, Italija) in ICP-MS spektrometer Agilent 7500c (Agilent Technologies, ZDA).

Mobilni del kovine (frakcija A)

1 g zračno suhih tal (presejanih skozi 2 mm sito) smo zatehtali v 50 ml centrifugirko. Dodali smo 10 ml ultračiste vode in stresali 1 uro na stresalniku pri sobni temperaturi. Suspenzijo smo centrifugirali 40 minut, bistro ekstrakcijsko raztopino smo odlili in prefiltrirali skozi 0,45 µm filter v 50 ml vialo in analizirali z ICP-MS.

Izmenljivi del kovine (frakcija B)

Ostanku iz prejšnje ekstrakcije smo dodali 10 ml 1 M raztopine $Mg(NO_3)_2 \times 6H_2O$ (pH = 7) ter stresali na stresalniku 2 uri na sobni temperaturi. Centrifugirali smo 40 minut. Supernatant smo odlili (odpipetirali), ostanku pa dodali še 8 ml ultračiste vode. Ponovno smo stresali 10 minut, centrifugirali 40 minut in supernantanta združili ter prefiltriramo skozi 0,45 µm v 50 ml vialo. Analize smo opravili z ICP-MS.

Težke kovine, vezane na karbonate (frakcija C)

Ostanku iz prejšnje ekstrakcije smo dodali 10 ml 1M raztopine NH_4OAc (pH = 5 – uravnavali s $HOAc$), stresali na stresalniku 5 ur pri sobni temperaturi ter centrifugirali 40 minut. Supernatant smo odlili (odpipetirali), ostanku pa dodali še 8 ml ultračiste vode, ponovno stresali 10 minut ter centrifugirali 40 minut. Supernantanta smo združili in prefiltrirali skozi 0,45 µm v 50 ml vialo ter analizirali z ICP-MS.

Težke kovine, vezane na Fe in Mn okside (frakcija D)

Ostanku iz prejšnje ekstrakcije smo dodali 20 ml 0,1 M raztopine $NH_2OH \cdot HCl$ (pH = 2 – uravnavali s HNO_3), stresali na stresalniku 12 ur pri sobni temperaturi in nato centrifugirali 40 minut. Supernatant smo odlili (odpipetirali), ostanku pa dodali še 8 ml ultračiste vode, ponovno stresali 10 minut in centrifugirali 40 min. Supernantanta smo združili in prefiltrirali skozi 0,45 µm v 50 ml vialo za analizo z ICP-MS.

Težke kovine, vezane na organsko snov (frakcija E)

Ostanku iz prejšnje ekstrakcije smo dodali 3 ml 0,02 M HNO_3 in centrifugirke namestili v vodno kopel s $T = 85^\circ C$. Vzorcju smo postopoma dodali 5 ml H_2O_2 (30 %) in segrevali 3 ure, da je ves H_2O_2 izparel. Ohlajenemu vzorcju smo dodamo 15 ml 1 M NH_4OAc v 6 % HNO_3 , stresali 30 minut pri sobni temperaturi in centrifugirali 40 minut. Supernatant smo odlili (odpipetirali), ostanku pa dodali še 8 ml ultračiste vode. Ponovno smo stresali 10 minut, centrifugirali 40 minut in supernantanta združili ter prefiltrirali skozi 0,45 µm v 50 ml vialo. Analize smo opravili z ICP-MS.

Rezidualni (preostali) del

Ostaneke smo kvantitativno prenesli v posode za MW mokri sežig in izvedli sežig z zlatotopko v mikrovalovni napravi po SIST ISO 11466.

3.1.2.4 Zagotovitev in kontrola kvalitete

Zanesljivost pedoloških analiz je bila zagotovljena in kontrolirana z uporabo standardnih referenčnih materialov GBW 07413, GBW 07414, GBW 07416, GBW 074167. Zanesljivost elementne analize tal je bila preverjena z analizo standardnega referenčnega materiala NIST CRM 2709 Sani Joaquin Soil.

3.1.2.5 Statistična obdelava podatkov in njihovo vrednotenje

Za obdelavo podatkov smo uporabili osnovne statistične metode s pomočjo programskega paketa Statistica for Windows 95/98/2000/ NT; version 5,5 (STATSOFT, 1999). Razlike v vsebnostih težkih kovin v tleh med različnimi območji na posameznem strelišču in med strelišči smo preverili z uporabo Kruskal-Wallisove analize variance in Mann-Whitneyevim U testom. Kot statistično značilne smo privzeli rezultate, kadar je bila velikost statističnega tveganja $p < 0,05$. Za vzorce, v katerih so bile vsebnosti posamezne kovine pod mejo detekcije ($< 0,3$ mg/kg za Cd) smo pri izračunih upoštevali njihove polovične vrednosti. V grafih so prikazane srednje vrednosti (mediana) z kvartilnim razmikom ter minimalno in maksimalno vrednostjo. Korelacijo med deležem izmenljivega Pb in pH vrednostjo smo določili z izračunom Spearmanovega koeficienta rangov (R).

Vsebnosti anorganskih nevarnih snovi smo primerjali z *Uredbo o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla* (Ur. l. RS, 68/96), ki določa mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh. Vsi rezultati so izraženi v mg/kg suhe snovi. Pri tem mejna imisijska vrednost (MIV) pomeni gostoto posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo 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 okolja še sprejemljivi. Opozorilna imisijska vrednost (OIV) pomeni gostoto posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolja. Kritična imisijska vrednost (KIV) pomeni določeno koncentracijo nevarnih snovi, pri katerih se tla smatrajo za onesnažena. Zaradi onesnaženja degradirana tla ogrožajo človeka in njegovo življenjsko okolje ali z njim neposredno povezano naravno okolje. Tako onesnažena tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi in živali in za zadrževanje ali filtriranje padavinske vode. Pri tej vrednosti se izvajajo ukrepi spremembe rabe tal in ukrepi sanacije zaradi onesnaženja degradiranih tal.

3.1.3 Opis vzorčnih mest

Vzorčno mesto: Apače

OBMOČJE: Kidričevo

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 562337,1 m X = 136196,6 m

Nadmorska višina: 235 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 15

Terenski opis

Tip tal: kisljava tla / metamorfne kamnine

Vegetacija: trave in zeli

Raba tal: nekmetijske površine

Makrorelief: ravnina, dno doline

Mikrorelief: ravnina

Oblika mikroreliefa: ravnina

Površina: 3,6 ha

Dolžina: 440 m

Lokacije vzorčnih točk



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1A	562341	136166
1B	562352	136079
2B	562395	135970
3B	562417	135878
1Z	562364	136063
2Z	562403	135949
3Z	562420	135855
1C	562443	135821
2C	562426	135826
1V	562440	135975
2V	562478	135922
3V	562448	135801
4V	562431	135801
5V	562346	135849
6V	562350	135941

Vzorčno mesto: Pečovnik

OBMOČJE: Celje

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 521614,20 m X = 118405,87 m

Nadmorska višina: 250 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 13

Terenski opis

Tip tal: rjava tla / karbonatni prod

Vegetacija: trave, zeli

Raba tal: nekmetijske površine

Makrorelief: hribovje

Mikrorelief: vznožje hribovja

Oblika mikrorelief: ravno

Površina: 2,3 ha

Dolžina: 395 m

Lokacije vzorčnih točk



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1A	521614	118517
1B	521615	118460
2B	521620	118363
3B	521626	118257
1Z	521615	118484
2Z	521616	118384
3Z	521628	118236
1C	521639	118199
2C	521620	118197
1V	521663	118379
3V	521640	118170
4V	521618	118170
6V	521582	118392

Vzorčno mesto: Bloška polica

OBMOČJE: Bloke

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 460178 m X = 68411 m

Nadmorska višina: 730 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 16

Terenski opis

Tip tal: rjava pokarbonatna tla / dolomitni podlagi

Vegetacija: trave in zeli

Raba tal: nekmetijske površine

Makrorelief: planota

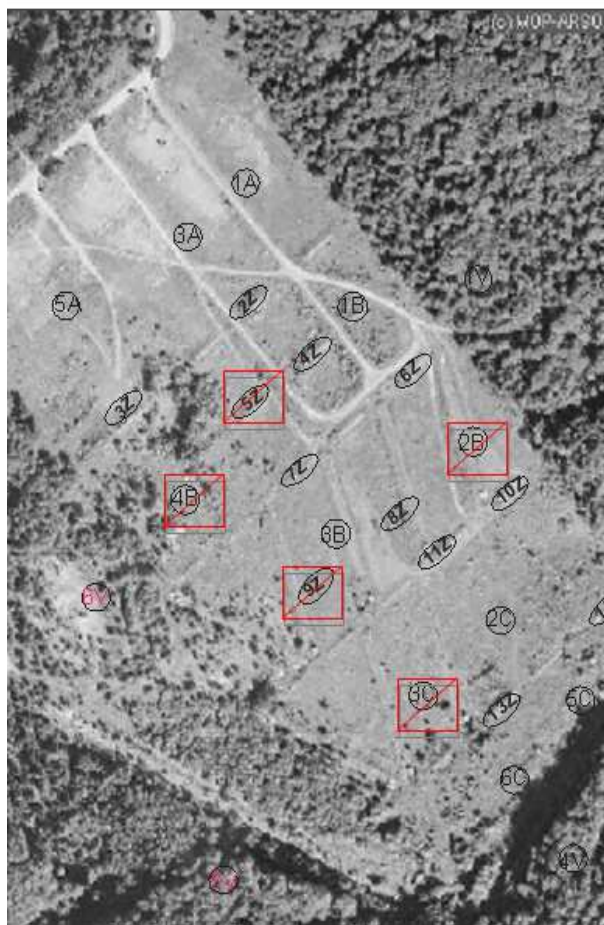
Mikrorelief: vznožje

Oblika mikroreliefa: ravno

Površina: 11,9 ha

Dolžina: 510

Lokacije vzorčnih točk



	Y	X
1A	460231	68345
3A	460193	68300
5A	460111	68251
1B	460300	68270
3B	460344	68122
2Z	460237	68260
3Z	460154	68193
4Z	460290	68235
6Z	460338	68022
7Z	460283	68176
8Z	460365	68149
10Z	460410	68193
11Z	460363	68107
12Z	460460	68055
13Z	460403	68005
2C	460436	68062
5C	460462	68030
6C	460422	67988
1V	460361	68249
2V	460570	68213
3V	460486	68009
4V	460464	67963
5V*	460210	67900
6V*	460138	68072

Vzorčno mesto: Crngrob

Lokacije vzorčnih točk

OBMOČJE: Škofja Loka

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 447688 m X = 117349 m

Nadmorska višina: 370 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 17

Terenski opis

Tip tal: evtrična rjava tla / karbonaten prod

Vegetacija: trave in zeli

Raba tal: nekmetske površine

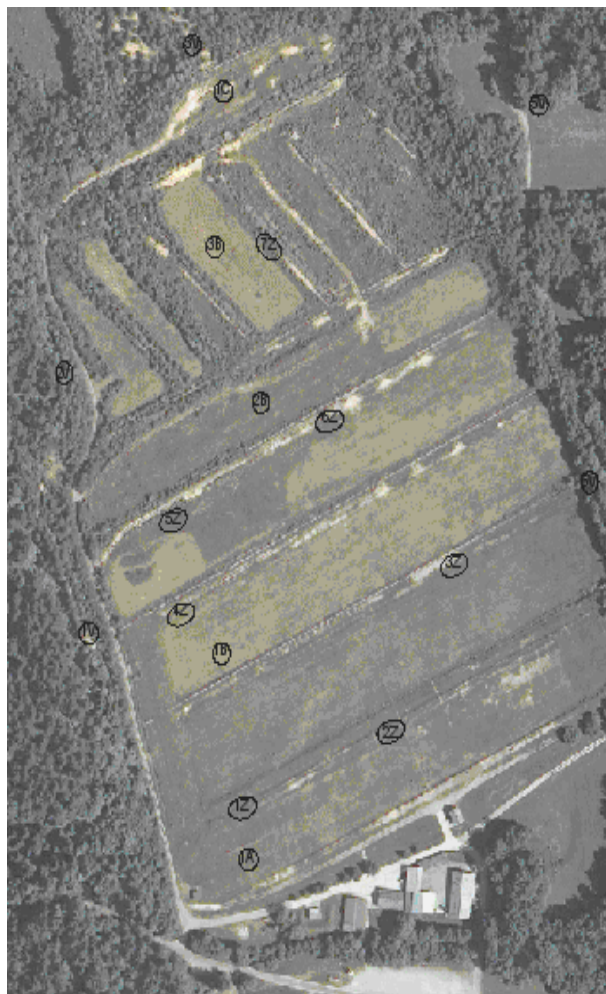
Makrorelief: hribovje

Mikrorelief: vznožje

Oblika mikroreliefa: ravnina

Površina: 10,3 ha

Dolžina: 395 m



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1A	447553	17345
1B	447550	17455
2B	447579	17573
3B	447532	17660
1Z	447547	17357
2Z	447655	17406
3Z	447685	17488
4Z	447518	17466
5Z	447507	17514
6Z	447615	17566
7Z	447559	17669
1C	447541	17733
1V	447465	17455
2V	447448	17594
3V	447528	17763
5V	447738	17731
6V	447770	17539

Vzorčno mesto: Mačkovec

Lokacije vzorčnih točk

OBMOČJE: Bohinjska Bela

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 430107 m X = 134568 m

Nadmorska višina: 430 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 15

Terenski opis

Tip tal: karbonatna tla /aluvij

Vegetacija: trave, zeli

Raba tal: nekmetske površine

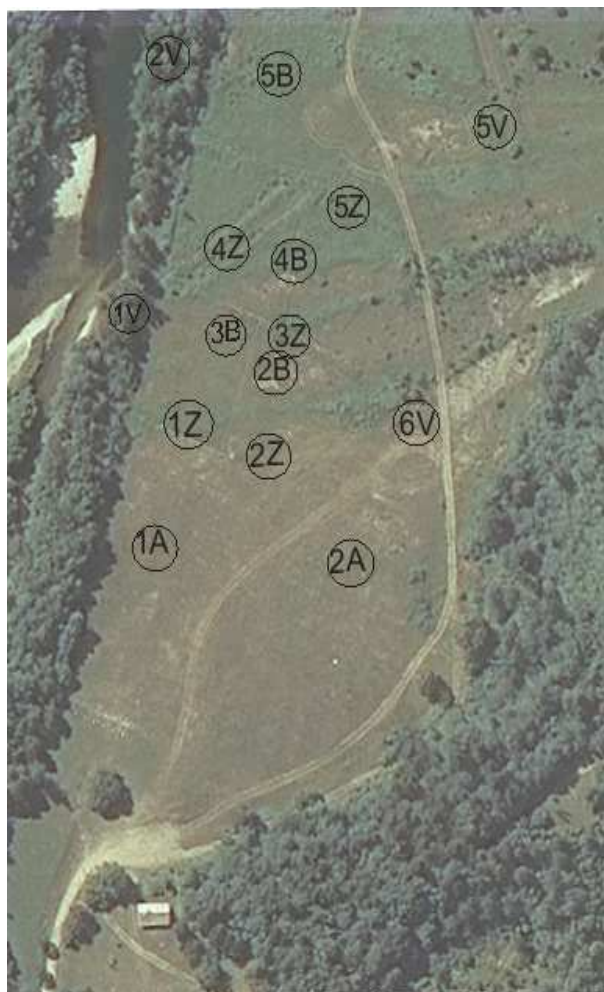
Makrorelief: dolinsko dno

Mikrorelief: ravnina

Oblika mikroreliefa: rečna terasa

Površina: 3,7 ha

Dolžina: 270 m



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1A	430099	134448
2A	430048	134459
2B	430048	134390
3B	430067	134377
4B	430036	134353
5B	430039	134276
1Z	430081	134400
2Z	430058	134413
3Z	430048	134375
4Z	430051	134349
5Z	430017	134332
1V	430100	134360
2V	430082	134262
5V	429958	134307
6V	430015	134412

Vzorčno mesto: Bač

OBMOČJE: Ilirska Bistrica

NAMEMBNOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 443136 m X = 56244 m

Nadmorska višina: 615 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 19

Terenski opis

Tip tal: rendzina / apnenčasta sprsteninasta, skalovita

Vegetacija: trave in zeli
Raba tal: nekmetske površine

Makrorelief: kraška planota
Mikrorelief: ravnina
Oblika mikrorelief: raven

Površina: 15,7 ha
Dolžina: 540 m

Lokacije vzorčnih točk



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1A	443197	56285
2B	443376	56154
5B	443501	56134
6B	443664	56260
2Z	443294	56123
3Z	443364	56202
5Z	443403	56114
6Z	443478	56143
9Z	443664	56160
10Z	443568	56101
12Z	443524	56225
1C	443763	56148
2C	443754	56055
1V	443380	56357
2V	443756	56257
3V	443953	56149
4V	443971	56016
5V	443770	55880
6V	443362	56036

Vzorčno mesto: Mlake

Lokacije vzorčnih točk

OBMOČJE: Ajdovščina

NAMEMBNOST LOKACIJE:
Pehotno strelišče

GK: Y = 419992 m X = 75190 m

Nadmorska višina: 134 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 8

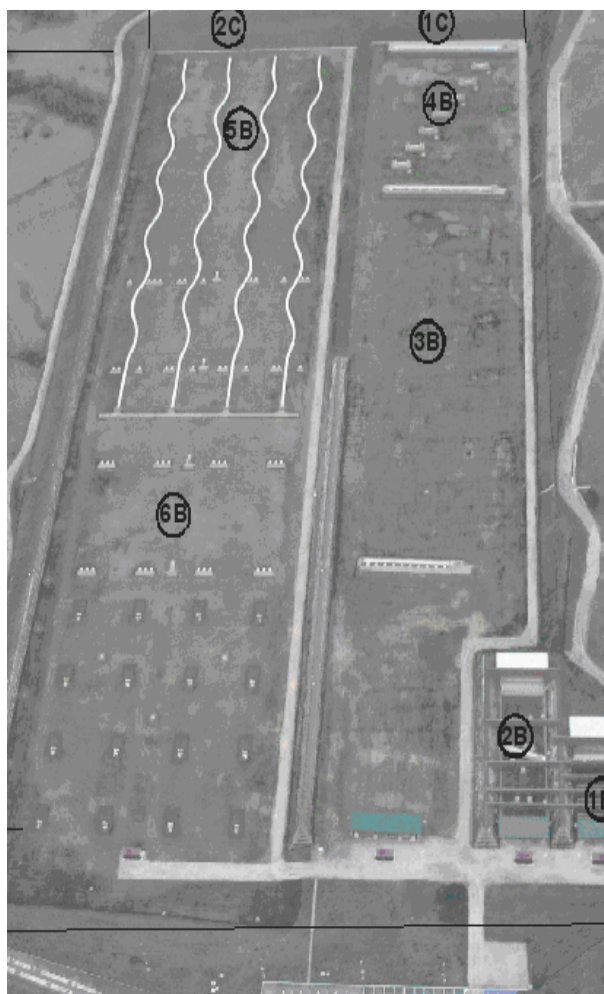
Terenski opis

Tip tal: evtrična rjava / starejšem ilovnatem aluviju

Vegetacija: trave, zeli
Raba tal: neketijske površine

Makrorelief: dolinsko dno, vznožje hribovja
Mikrorelief: vznožje
Oblika mikrorelief: ravno

Površina: 11,60 ha
Dolžina: 420 m



Točka vzorčenja	Koordinate	
	Y	X
1B	420165	74980
2B	420163	75011
3B	420250	75149
4B	420368	75236
5B	420259	75291
6B	420144	75183
1C	420408	75296
2C	420346	75367

Vzorčno mesto: Poček

OBMOČJE: Postojna

NAMEMBOST LOKACIJE:
pehotno strelišče

GK: Y = 440280,95 m X = 64607,61 m

Nadmorska višina: 564 m

Vzorčenje:

Število vzorčnih točk: 20

Terenski opis

Tip tal: rjava pokarbonatna tla / apnenec

Vegetacija: trave, zeli

Raba tal: nekmetijske površine

Makrorelief: hribovje

Mikrorelief: vznožje pobočja

Oblika mikrorelief: ravno

Površina: 1,9 ha

Dolžina: 335 m

Lokacije vzorčnih točk



Točka vzorčenja	Koordinate	
	y	x
1A	440410	64587
2A	440401	64557
3A	440444	64568
4A	440438	64549
5A	440487	64557
6A	440477	64534
1B	440528	64536
2B	440559	64547
3B	440552	64511
4B	440592	64538
5B	440585	64526
6B	440582	64999
1C	440622	64525
2C	440614	64493
3C	440638	64524
4C	440632	64490
1V	440601	64569
2V	440651	64567
5V	440623	64451
6V	440576	64475

3.1.4 Vsebnosti kovin v vzorcih tal s pehotnih strelišč

Ocena stanja tal temelji na preiskanih talnih vzorcih na posameznih streliščih, zato je ocena stanja podana ločeno za vsako izmed skupno osem pehotnih strelišč. Rezultati so navedeni v nadaljevanju za vsako posamezno strelišče, pri čimer so na začetku navedeni splošni podatki o strelišču, sledijo tabelarično prikazani rezultati vsebnosti nevarnih anorganskih snovi v tleh.

Površina vsakega strelišča je razdeljena na 5 območij, na osnovi aktivnosti, ki se tam odvijajo:

A: ravnina (površina) od strelne (ognjene) črte do 1. linije postavitve tarč oz. do 1. zaščitnega nasipa za tarčami,

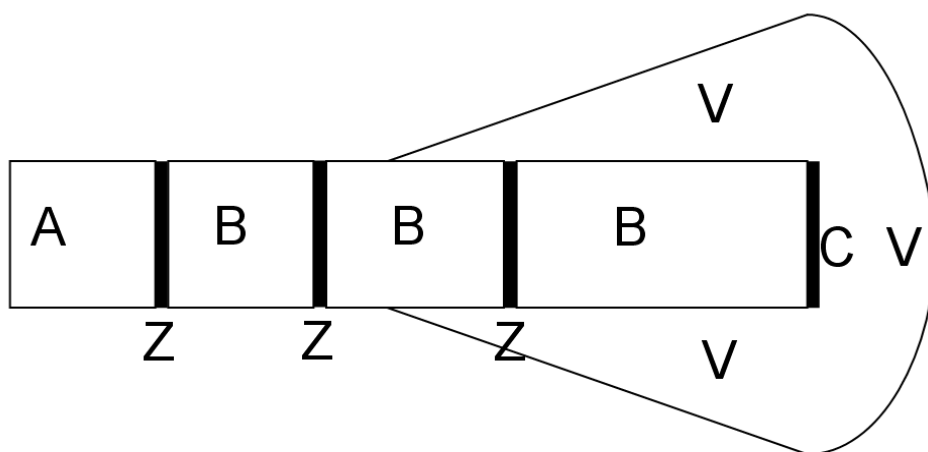
B: ravnine (površine) med zaščitnimi nasipi za linijami postavitve tarč (od 1. zaščitnega nasipa (A) do zadnjega zaščitnega nasipa (C));

C: zadnji (končni) zaščitni nasip strelišča kot celote oz. končni zaščitni predel aktivnega strelišča;

Z: zaščitni nasipi (za linijami postavitve tarč);

V: vplivno območje izven aktivne površine strelišča (slika 3.1-2).

Vzorčenje tal smo izvedli v septembru in oktobru 2008. Talne vzorce na vseh lokacijah smo odvzeli na globini 0 – 5 cm in 5 – 20 cm; skupno smo zbrali 230 talnih vzorcev, v katerih smo opravili 2070 kemijskih analiz vsebnosti težkih kovin ter 2070 pedoloških analiz. Vsi podatki za vsebnost težkih kovin, ki so navedeni v nadaljevanju, se nanašajo na mg/kg suhe snovi.



Slika 3.1-2: Shematski prikaz območij na pehotnih streliščih.

Pehotno strelišče Apače

Vzorci tal smo odvzeli na 15 odzemnih mestih: A – 1; C – 2; B – 3; Z – 3; V – 6 odzemnih mest. Tla so v povprečju močno kisle reakcije (pH_{KCl} 4,7) in ilovnate teksture (I). Na metamorfnih kamninah, ki se pojavljajo kot matična podlaga na območju strelišča, so razvita rjava kisle tla.

Preglednica 3.1-3: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Apače.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	<0,3	31,2	39,9	28,6	102	92,4	15,8	1,0	15,1
	5-20	<0,3	27,4	40,1	23,5	94,5	88,1	16,6	1,0	14,6
1B	0-5	<0,3	45,2	44,9	51,1	110	90,8	15,6	1,0	20,9
	5-20	<0,3	28,6	46,2	27,0	101	93,7	16,8	1,0	20,8
2B	0-5	0,97	68,2	44,1	131	130	86,4	15,5	1,0	15,6
	5-20	1,03	51,0	47,7	68,0	128	100	16,7	1,0	17,5
3B	0-5	0,33	31,0	46,5	53,7	95,3	82	19,5	2,4	53,8
	5-20	0,44	29,3	56,9	18,4	95,0	82,6	30,4	3,5	99,5
1Z	0-5	0,43	131	38,0	434	107	84,8	15,0	1,0	24,7
	5-20	0,48	88,6	36,8	207	90,6	70,1	13,8	1,0	22,5
2Z	0-5	0,64	199	44,3	455	224	105	16,8	1,0	15,8
	5-20	<0,3	77,0	47,6	52,2	172	112	17,8	1,0	16,6
3Z	0-5	1,6	510	36,8	3100	215	78,6	14,5	1,0	19,6
	5-20	5,47	241	37,6	1010	153	81,8	15,4	1,0	20,2
1C	0-5	1,02	1140	31,2	12300	271	77,1	11,0	1,0	11,5
	5-20	0,95	320	26,0	2280	149	56,1	9,57	1,0	9,13
2C	0-5	1,49	720	25,2	7450	206	66,9	9,57	1,0	9,35
	5-20	0,33	137	25,0	1290	97,9	61,1	9,60	1,0	3,50
1V	0-5	0,53	45,8	44,6	43,2	150	87,9	13,5	1,0	13,7
	5-20	0,34	38,3	47,9	65,0	136	104	15,6	1,0	16,6
2V	0-5	0,71	40,3	38,9	58,8	129	81,8	12,8	1,0	14,6
	5-20	0,33	35,0	46,4	42,6	131	106	15,4	1,0	16,1
3V	0-5	0,95	477	23,2	1236	159	43,8	8,51	1,0	8,3
	5-20	0,72	440	26,8	529	139	50,7	8,97	1,0	8,67
4V	0-5	1,25	488	22,9	2030	260	55,4	8,28	1,0	9,01
	5-20	0,82	405	23,5	1598	146	51,9	8,88	1,0	8,49
5V	0-5	<0,3	33,9	54,8	40,1	105	104	22,7	2,4	58,6
	5-20	<0,3	29,1	47,1	37,7	81,3	88,3	20,4	2,0	69,5
6V	0-5	1,17	55,3	44,8	59,8	142	98,8	14,5	1,0	11,9
	5-20	0,31	39,0	44,9	33,1	110	99,3	14,7	1,0	15,4

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Pečovnik

Vzorci tal smo odvzeli na 13 odzemnih mestih: A – 1; C – 2; B – 3; Z – 3; V – 4 odzemnih mest. Tla so slabo alkalne reakcije ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,2$), glede na teksturno so glinasto-ilovnata oziroma srednje težka. Kot matična podlaga se na območju strelišča pojavlja karbonatni prod in grušč, na katerem so razvita rjava naplavljenata tla.

Preglednica 3.1-4: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Pečovnik.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	0,71	47,1	75,5	86,7	217	115	17,8	1,0	8,98
	5-20	0,75	44,2	74,0	99,0	231	145	19,9	1,0	9,53
1B	0-5	0,49	200	82,7	850	174	87,3	16,9	1,0	7,84
	5-20	0,37	37,1	84,6	91,0	119	92,7	17,2	1,0	7,34
2B	0-5	0,47	87,1	83,2	138	123	94,2	17,3	1,0	8,73
	5-20	<0,3	31,0	95,2	32,0	100	95,8	17,0	1,0	7,45
3B	0-5	1,0	198	75,7	235	150	86,1	16,1	1,0	8,86
	5-20	2,42	37,0	81,2	46,1	109	99,7	16,9	1,0	8,10
1Z	0-5	2,44	750	79,2	1070	1120	85,1	17,9	1,0	15,6
	5-20	0,81	48,3	90,9	151	194	97,3	19,5	1,0	9,55
2Z	0-5	0,64	195	82,1	633	145	97,2	17,5	1,0	7,82
	5-20	0,35	201	81,3	717	142	103	17,9	1,0	8,71
3Z	0-5	1,25	719	78,6	1210	220	94,2	17,0	1,0	7,50
	5-20	0,39	236	84,2	912	133	101	18,0	1,0	7,43
1C	0-5	0,60	149	87,1	457	138	101	18,1	1,0	7,83
	5-20	0,36	497	90,2	721	172	102	17,8	1,0	7,68
2C	0-5	0,96	143	86,2	426	141	105	18,3	1,0	7,70
	5-20	0,99	178	84,1	227	131	102	18,3	1,0	7,43
1V	0-5	1,78	34,3	77,0	161	219	98,9	22,8	1,0	10,4
	5-20	2,47	47,0	58,5	110	225	80,9	15,7	1,0	9,27
3V	0-5	0,59	41,4	81,3	133	113	96,2	18,5	1,0	7,15
	5-20	0,45	21,3	85,2	169	122	106	18,5	1,0	7,45
4V	0-5	0,49	56,8	77,7	71,6	102	93,2	15,8	1,0	3,50
	5-20	0,39	35,6	78,4	53,7	97,4	97,5	15,1	1,0	3,50
6V	0-5	3,14	37,3	44,3	370	234	61,9	12,4	1,0	10
	5-20	2,00	40,4	70,6	200	167	91,7	20,0	1,0	15,3

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Bloška polica

Vzorci tal smo odvzeli na 16 odzemnih mestih: A – 2; C – 2; B – 2; Z – 10 odzemnih mest. Tla so slabo alkalne reakcije ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,0$), glede na teksturno so tla ilovnata oziroma srednje težka. Na območju strelišča se pojavljajo rjava tla, razvita na karbonatni podlagi.

Preglednica 3.1-5: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Bloška polica.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	0,35	55,1	41,1	61,5	111	64,6	10,7	11,8	20,6
	5-20	<0,3	36,8	35,2	51,3	61,8	53,9	9,02	9,76	18,4
5A	0-5	0,61	19,7	47,7	46,0	92,5	84,1	17,7	13,0	34,3
	5-20	0,77	26,3	56,4	71,5	106	95,3	21,1	15,5	40,6
1B	0-5	0,53	20,5	49,3	51,5	95,0	82,9	17,5	4,67	26,8
	5-20	0,45	19,7	53,2	48,2	93,4	88,9	18,7	4,78	29,0
3B	0-5	0,59	124	48,7	716	121	85,0	20,9	6,42	32,7
	5-20	0,51	24,8	47,8	83,9	102	93,8	19,1	5,93	33,6
2Z	0-5	0,82	331	43,3	3840	155	68,2	16,2	11,1	22,0
	5-20	0,54	262	43,6	1510	121	67,6	16,3	10,5	21,6
3Z	0-5	0,48	86,9	40,9	960	102	74,0	17,4	9,80	21,7
	5-20	0,51	45,4	48,1	170	98,2	83,6	19,4	11,5	24,1
4Z	0-5	0,54	278	46,4	3650	138	78,4	16,1	7,8	23,8
	5-20	0,37	187	41,4	2400	106	71,0	15,1	6,77	21,8
6Z	0-5	0,65	301	43,7	2010	133	71,3	16,9	10,5	22,2
	5-20	0,56	251	47,6	1340	136	84,5	18,5	10,4	24,3
7Z	0-5	1,26	307	46,4	2040	153	90,9	20,7	12,5	27,5
	5-20	0,72	308	43,0	1320	147	85,4	19,5	8,34	21,1
8Z	0-5	0,54	78,9	52,6	315	114	97,6	22,6	10,3	30,3
	5-20	0,51	36,5	50,7	180	96,3	86,3	20,0	9,58	28,6
10Z	0-5	1,40	248	42,3	1550	120	76,7	16,6	22,5	29,4
	5-20	0,56	246	51,8	1570	128	86,6	16,9	19,8	30,8
11Z	0-5	1,56	710	51,5	4410	238	89,7	21,4	14,5	36,0
	5-20	1,18	870	47,3	3580	257	85,3	19,6	9,48	31,4
12Z	0-5	<0,3	58,2	15,9	672	42,2	28,7	4,96	2,23	8,20
	5-20	<0,3	47,7	16,0	433	41,6	29,2	4,68	2,34	8,68
13Z	0-5	0,42	72	33,7	750	72,0	58,7	10,2	7,33	18,1
	5-20	0,45	37,4	37,2	244	69,4	59,8	10,7	5,95	16,3
2C	0-5	1,26	48,1	68,4	146	155	104,4	25,2	7,91	33,1
	5-20	0,9	30,4	66,4	65,3	131	108,2	24,4	7,51	32,9
5C	0-5	0,69	32,0	43,3	104	100	69,5	16,3	4,95	20,3
	5-20	0,77	28,7	58,4	61,8	122	92,3	22,4	6,22	26,3

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Crngrob

Vzorci tal smo odvzeli na 17 odzemnih mestih: A – 1; C: 1; B – 3; Z – 7; V – 5 odzemnih mest. Tla so srednje kisl (pH_{KCl} = 5,9) in ilovnate teksture, torej srednje težka tla. Kot matična podlaga se pojavlja karbonatni prod in grušč, na katerem so razvita evtrična rjava tla z manj karbonati.

Preglednica 3.1-6: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Crngrob.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	0,96	67,1	80,2	43,8	247	104	18,0	1,0	10,9
	5-20	<0,3	37,5	37,9	90,0	98,9	54,8	13,6	1,0	15,9
1B	0-5	<0,3	30,6	24,7	150	74,0	47,4	9,05	1,0	7,91
	5-20	<0,3	23,5	32,4	38,8	71,9	54,0	12,9	1,0	9,28
2B	0-5	0,31	340	23,8	350	110	35,1	9,46	1,0	9,63
	5-20	0,33	68,1	24,5	192	86,1	36,9	9,8	1,0	10,5
3B	0-5	<0,3	109	23,0	430	85,8	46,2	7,68	1,0	9,54
	5-20	<0,3	65,1	26,4	108	80,5	34,7	8,89	1,0	9,19
1Z	0-5	<0,3	125	26,4	556	120	40,0	9,47	1,0	10,7
	5-20	<0,3	144	24,6	889	113	40,9	8,83	1,0	9,81
2Z	0-5	<0,3	69,5	25,2	149	133	47,4	8,75	1,0	12,3
	5-20	<0,3	185	27,0	345	132	52,3	9,3	1,0	11,5
3Z	0-5	<0,3	273	23,8	2480	126	39,5	9,27	1,0	10,0
	5-20	<0,3	213	23,8	1190	103	41,5	9,12	1,0	10,1
4Z	0-5	0,46	58,2	24,1	263	80,6	45,4	8,51	1,0	8,63
	5-20	0,36	93,8	26,3	467	95,4	50,4	9,31	1,0	10,7
5Z	0-5	<0,3	146	22,2	1410	141	42,3	7,86	1,0	<7,0
	5-20	<0,3	80,7	28,7	999	81,1	51,5	11,1	1,0	10,3
6Z	0-5	<0,3	201	16,9	1040	67,1	30,0	5,18	1,0	<7,0
	5-20	<0,3	65,8	26,3	274	67,6	45,5	7,46	1,0	<7,0
7Z	0-5	0,44	178	29,5	849	91,8	43,4	9,90	1,0	7,17
	5-20	0,43	76,3	63,7	214	118	100	17,3	1,0	15,0
1C	0-5	0,32	388	28,3	3690	132	34,1	11,8	1,0	10,0
	5-20	<0,3	338	34,8	4400	137	33,2	11,0	1,0	7,01
1V	0-5	0,49	31,9	34,5	57,5	86,4	45,8	17,2	1,0	7,11
	5-20	0,39	38,4	38,8	92,0	93,6	59,5	16,9	1,0	7,60
2V	0-5	<0,3	15,5	14,5	82,2	60,1	45,3	3,42	1,0	8,38
	5-20	<0,3	13,8	16,2	77,9	55,2	56,8	4,33	1,0	10,8
3V	0-5	<0,3	72,4	33,9	246	78,1	37,8	14,1	1,0	9,78
	5-20	<0,3	79,2	36,2	293	86,6	41,7	32,6	1,0	13,0
5V	0-5	0,37	16,0	23,0	43,1	92,2	41,6	9,72	1,0	13,5
	5-20	0,36	18,8	25,2	42,5	95,7	47,7	10,7	1,0	14,5
6V	0-5	0,35	20,9	27,2	32,8	72,2	39,8	10,3	1,0	8,58
	5-20	<0,3	20,7	26,9	42,9	70,2	40,3	10,3	1,0	8,74

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Mačkovec

Vzorci tal smo odvzeli na 15 odzemnih mestih: A – 2; B – 4; Z – 5; V – 4 odzemnih mest. Tla so slabo alkalna ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,5$) in peščeno-ilovnate teksture oziroma lahka tla. Na območju strelišča se pojavljajo karbonatna tla z rendzino, razvita na aluviju kot matični podlagi.

Preglednica 3.1-7: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Mačkovec.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	0,87	34,7	67,0	101	70,0	68,4	10,7	1,0	7,5
	5-20	0,85	27,1	61,1	39,5	61,7	61,7	9,91	1,0	7,2
2A	0-5	0,76	31,5	54,2	55,1	52,4	55,6	8,75	1,0	3,5
	5-20	0,74	20,2	53,0	24,9	41,0	53,6	8,75	1,0	3,5
2B	0-5	0,78	45,0	41,3	70,5	59,8	42,7	6,43	1,0	3,5
	5-20	0,76	28,3	48,5	32,1	51,6	46,5	7,43	1,0	3,5
3B	0-5	1,4	52,2	51,2	261	72,6	52,3	8,1	1,0	7,3
	5-20	1,02	43,8	49,0	118	58,1	45,9	7,7	1,0	3,5
4B	0-5	0,81	20,2	51,6	40,1	47,7	51,1	8,56	1,0	3,5
	5-20	0,88	19,0	46,6	48,7	44,0	49,6	7,7	1,0	3,5
5B	0-5	0,67	21,7	52,8	23,1	38,3	50,1	8,57	1,0	3,5
	5-20	0,63	20,4	52,9	20,5	32,6	47,3	8,16	1,0	3,5
1V	0-5	1,0	22,8	51,8	37,8	60,4	48,6	7,6	1,0	3,5
	5-20	0,96	22,9	52,5	37,1	57,4	55,7	8,37	1,0	7,7
2V	0-5	0,57	19,6	38,4	29,5	31,9	35,1	6,5	1,0	3,5
	5-20	0,67	50,9	42,5	56,5	48,5	40,9	6,47	1,0	3,5
5V	0-5	0,8	26,1	65,6	27,0	65,7	62,7	10,6	1,0	7,2
	5-20	0,83	28,9	68,6	27,9	59,3	61,4	10,7	1,0	7,0
6V	0-5	0,65	15,9	43,5	16,2	35,6	44,2	6,77	1,0	3,5
	5-20	0,54	15,0	42,4	13,0	29,1	42,3	6,43	1,0	3,5
1Z	0-5	0,98	108	33,5	693	150	36,2	5,57	1,0	3,5
	5-20	0,78	39,4	33,3	234	57,0	36,8	5,54	1,0	3,5
2Z	0-5	1,15	125	43,8	1380	86,4	44,6	6,33	1,0	3,5
	5-20	1,0	84,6	47,6	468	84,3	50,0	7,6	1,0	7,1
3Z	0-5	1,53	108	49,4	1500	61,8	53,1	8,12	1,0	3,5
	5-20	1,26	36,1	49,8	456	46,9	54,6	7,99	1,0	3,5
4Z	0-5	0,73	41,8	47,9	89,7	49,1	49,2	7,74	1,0	3,5
	5-20	0,72	62,7	51,7	99,8	52,0	54,2	8,11	1,0	3,5
5Z	0-5	1,16	37,0	56,5	72,6	53,3	58,6	9,01	1,0	3,5
	5-20	1,29	31,9	50,8	81,2	54,3	54,2	8,08	1,0	3,5

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Bač

Vzorci tal smo odvzeli na 19 odzemnih mestih: A – 1; C – 2; B – 3; Z – 7; V – 6 odzemnih mest. Tla so slabo kisla ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,2$) in glinasto-ilovnate teksture oziroma srednje težka. Tip tal, ki se pojavlja na območju strelišča označujemo kot rendzina, sicer se kot matična podlaga pojavlja apnenec.

Preglednica 3.1-8: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Bač.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1A	0-5	0,84	43,7	95,4	83,7	148	116	21,9	3,97	24,4
	5-20	0,65	37,6	90,4	46,4	125	112	20,2	4,19	24,8
2B	0-5	0,94	93,1	86,0	296	121	94,4	24,3	2,15	13,6
	5-20	1,18	62,3	109	103	140	118	31,2	2,26	16,1
5B	0-5	0,77	68,8	101	139	123	95,9	25,5	1,0	13,3
	5-20	0,81	50,7	104	56	124	117	25,3	2,14	17,3
6B	0-5	1,54	161	80,4	615	171	113	22,9	5,29	23,8
	5-20	1,49	86,9	82,1	355	156	116	22,7	5,16	24,9
1C	0-5	0,39	175	68,9	2400	151	97,5	20,4	8,29	20,4
	5-20	0,34	252	66,0	1174	159	90,4	20,0	7,63	19,8
2C	0-5	1,81	370	88,5	8400	227	113	25,3	4,43	25,8
	5-20	1,77	330	89,3	6600	182	109	24,0	4,24	25,7
2Z	0-5	1,23	87,2	86,8	451	162	94,4	23,2	3,15	19,3
	5-20	1,22	66,1	88,3	283	143	95,1	24,6	3,02	19,6
3Z	0-5	0,43	62,8	77,8	298	116	89,2	21,1	7,02	25,3
	5-20	0,73	50,3	97,0	65,7	136	113	22,9	9,48	33,2
5Z	0-5	0,76	79,1	88,9	258	133	96,4	21,8	9,47	30,1
	5-20	0,72	37,9	95,8	60,7	132	108	22,1	10,2	32,7
6Z	0-5	0,43	90,7	81,1	271	121	104	20,3	7,05	25,9
	5-20	0,42	83,4	78,5	155	113	94,0	19,2	6,55	25,0
9Z	0-5	0,98	55,9	94,9	82,8	156	111	24,7	7,48	28,4
	5-20	1,04	54,2	125	55,4	184	129	34,7	8,21	32,1
10Z	0-5	0,15	24,8	59,3	32,8	110	90,6	16,6	2,53	16,3
	5-20	0,43	34,9	72,0	58,1	130	119	20,3	3,37	20,4
12Z	0-5	1,22	200	106	2300	194	127	19,5	5,90	27,1
	5-20	0,89	102	88,5	163	128	113	16,7	5,00	23,5
1V	0-5	1,31	46,8	104	124	166	137	23,7	6,75	28,8
	5-20	0,92	40,1	96,7	50,4	146	126	21,9	5,74	27,1
2V	0-5	0,75	50,1	73,4	229	131	114	22,2	4,29	24,3
	5-20	0,5	38,6	79,4	65,9	119	130	22,5	4,54	26,4
3V	0-5	0,87	60,8	118	78,1	149	111	28,6	1,0	13,0
	5-20	0,95	70,3	139	56,6	155	122	33,4	1,0	14,7
4V	0-5	3,06	61,9	109	104	204	120	27,6	4,7	28,1
	5-20	3,13	60,9	118	90,5	216	133	30,9	5,38	30,2
5V	0-5	1,62	67,9	76,3	340	141	93,1	18,1	5,61	23,9
	5-20	1,35	63,0	82,6	283	143	101	19,7	6,26	26,1
6V	0-5	1,8	52,0	103	89,7	180	132	26,9	5,17	29,6
	5-20	1,55	42,0	93,4	58,4	152	117	24,3	4,38	27,3

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Poček

Vzorci tal smo odvzeli na 10 odzemnih mestih: C – 4; B – 2; V – 4 odzemnih mest. Tla so slabo kisl (pH_{KCl} 6,2) in glinasto-ilovnate teksture oziroma srednje težka tla. Na apnencu, ki se pojavlja kot matična podlaga, so razvita rjava pokarbonatna tla.

Preglednica 3.1-9: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Poček.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
5B	0-5	1,12	118	48,1	545	220	72,4	13,2	2,34	13,2
	5-20	0,59	30,9	36,4	139	100	31,2	10,5	1,91	10,4
6B	0-5	/	952	55,2	3050	286	90,0	14,6	2,37	15,4
	5-20	/	618	61,3	2370	299	98,4	16,5	2,43	16,9
1C	0-5	1,93	68,3	72,3	208	223	116	22,1	3,79	20,8
	5-20	1,49	39,5	73,3	120	134	121	21,6	4,03	20,5
2C	0-5	2,16	122	85,9	708	208	119	20,2	3,86	22,0
	5-20	1,93	63,0	73,6	459	140	97,7	18,2	3,17	18,7
3C	0-5	3,76	804	40,3	4900	221	43,7	10,9	2,20	11,4
	5-20	2,46	763	49,5	7210	232	57,8	13,5	2,20	14,4
4C	0-5	1,24	754	56,8	3750	185	78,5	15,4	2,21	11,0
	5-20	0,92	447	73,2	1890	147	102	19,2	2,56	12,8
1V	0-5	0,93	92,3	71,3	425	141	98,2	17,8	2,54	18,9
	5-20	1,12	32,0	70,1	187	116	95,4	17,6	2,51	18,3
2V	0-5	1,0	41,9	74,9	290	137	106	19,3	2,98	19,5
	5-20	0,72	8,15	82,4	64,6	130	109	20,2	3,09	21,1
5V	0-5	0,76	1,51	57,8	206	116	93,7	16,1	2,76	16,7
	5-20	0,84	53,6	69,6	194	132	125	19,2	3,37	19,9
6V	0-5	0,94	31,7	62,6	173	417	96,9	17,4	3,31	18,3
	5-20	0,82	21,7	69,5	144	130	115	18,4	3,48	20,0

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

Pehotno strelišče Mlake

Vzorci tal smo odvzeli na 8 odvzemnih mestih: C – 2; B – 6. Reakcija tal na strelišču so slabo alkalna ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 7,1$) in ilovnate teksture oziroma srednje težka. V osnovi so na območju strelišča razvita hidromorfna, evtrična rjava tla, občasno nasičena z vodo, nastala na flišu kot matični podlagi. Pehotno strelišče je bilo sanirano v letu 2008 in je najbolj sodobno urejeno strelišče v državi Sloveniji.

Preglednica 3.1-10: Vsebnosti kovin v tleh na pehotnem strelišču Mlake.

Oznaka	Globina (cm)	Cd (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Co (mg/kg)	Mo (mg/kg)	As (mg/kg)
		1* 2** 12***	60* 100** 300***	50* 70** 210***	85* 100** 530***	200* 300** 720***	100* 150** 380***	20* 50** 240***	10* 40** 200***	20* 30** 55***
1B		<0,3	35,9	82,8	18,6	65,5	78,2	17,9	<2,0	7,4
		<0,3	31,9	72,1	18,6	57,8	61,0	15,4	<2,0	<7,0
2B		<0,3	39,2	86,9	20,2	70,1	72,7	18,3	<2,0	7,41
		<0,3	46,2	85,6	19,8	71,8	72,5	17,8	<2,0	7,15
3B		0,46	62,4	91,1	72,7	89,7	84,8	20,1	<2,0	9,05
		0,89	86,8	95,4	68,0	98,2	90,0	20,6	<2,0	9,61
4B		0,34	50,0	88,1	54,8	81,8	82,1	18,7	<2,0	8,08
		<0,3	52,1	96,7	44,4	90,4	93,4	20,5	<2,0	8,55
5B		0,35	59,6	90,0	83,7	99,9	103	19,0	<2,0	9,26
		0,44	72,2	96,1	77,8	104	102	20,8	<2,0	9,60
6B		0,33	70,0	95,3	112	110	109	20,3	<2,0	10,5
		0,45	75,2	91,9	160	106	101	20,7	<2,0	9,79
1C		<0,3	68,9	84,1	128	96,1	95,6	18,4	<2,0	8,88
		<0,3	65,3	86,7	104	97,4	94,0	19,4	<2,0	9,09
2C		0,51	58,9	95,0	61,5	104	103	21,0	<2,0	10,2
		0,50	57,4	92,9	57,6	106	101	21,7	<2,0	10,1

*- mejna imisijska vrednost; **- opozorilna imisijska vrednost; ***- kritična imisijska vrednost

3.1.5 Ocena onesnaženosti tal na pehotnih streliščih

Pehotno strelišče Apače

Na pehotnem strelišču Apače sta z vidika onesnaženosti tal najbolj problematična Pb in Cu, za obe kovini je kritična imisijska vrednost presežena na 5 odvzemnih mestih (od skupaj 15); sledita As, ki na 3 odvzemnih mestih prekoračuje kritično imisijsko vrednost in Cd, ki na 5 odvzemnih mestih prekoračuje mejno imisijsko vrednost (v enem vzorcu celo opozorilno imisijsko vrednost). Izmerjene vsebnosti Cr in Co prekoračujejo mejno imisijsko vrednosti na posameznih odvzemnih mestih.

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Apače z globino pada. V zgornji plasti (0 – 5 cm) povprečna vrednost presega kritično imisijsko vrednost za faktor 3 in znaša 1831 mg/kg, medtem ko je mediana nižja, še vedno pa je presežena opozorilna imisijska vrednost (Me: 131 mg/kg; min.: 28,6 mg/kg; max.: 12300 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je vsebnost Pb nižja, povprečna vrednost znaša 485 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost, medtem ko se mediana (65 mg/kg) nahaja pod mejno imisijsko vrednostjo (min.: 18,4 mg/kg; max.: 2280 mg/kg).

Podobno ugotavljamo za **baker (Cu)**, kjer vsebnosti prav tako padajo z globino. V zgornji plasti 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 268 mg/kg in se močno približa kritični imisijski vrednosti, hkrati mediana presega mejno imisijsko vrednost (Me: 68,0 mg/kg; min.: 31,0 mg/kg; max.: 1140 mg/kg); prav tako povprečna vrednost 132 mg/kg v globini 5 – 20 cm še vedno presega opozorilno imisijsko vrednost, mediana pa je nižja od predpisane mejne imisijske vrednosti (Me: 51,0 mg/kg; min.: 27,4 mg/kg; max.: 440 mg/kg).

Povprečna vrednost **arzena (As)** v zgornji plasti 0 – 5 cm dosega mejno imisijsko vrednost in znaša 20,2 mg/kg (Me: 15,1 mg/kg; min.: 8,3 mg/kg; max.: 58,6 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 23,9 mg/kg (Me: 16,6 mg/kg; min.: 3,5 mg/kg; max.: 99,5 mg/kg). Kritična imisijska vrednost je prekoračena na lokaciji pred zadnjo tarčno linijo (3B) in na vplivnem območju (5V), vendar v obeh primerih vsebnosti z globino naraščajo, pri čemer razlike niso statistično značile (Mann Whitney U test: U = 102, NS).

Povprečna vrednost **kadmija (Cd)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 0,77 mg/kg (min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,6 mg/kg) v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 0,79 mg/kg (Me: 0,71 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 5,47 mg/kg). Opozorilna imisijska vrednost je presežena na območju zadnje tarčne linije (3Z) v spodnji plasti 5 – 20 cm, medtem ko je v zgornji organski plasti presežena mejna imisijska vrednost.

Povprečna vrednost **kroma (Cr)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 82,4 mg/kg (min.: 43,8 mg/kg; max.: 105 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 83,0 mg/kg (Me: 0,34 mg/kg; min.: 50,7 mg/kg; max.: 112 mg/kg). Mejna imisijska vrednost za Cr je na strelišču presežena na zaščitnem nasipu (2Z) in vplivnem območju, pri čemer so vsebnosti v globlji plasti praviloma višje.

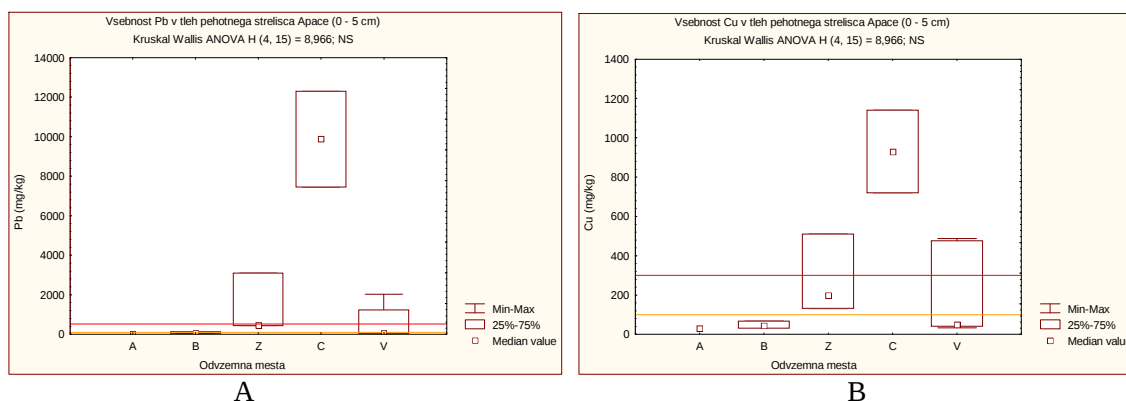
Povprečna vrednost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 14,2 mg/kg (Me: 14,5 mg/kg; min.: 8,3 mg/kg; max.: 22,7 mg/kg) v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 15,4 mg/kg (Me: 15,4 mg/kg; min.: 8,9 mg/kg; max.: 30,4 mg/kg). Vsebnosti Co so na območju strelišča v okviru

normalnih vrednosti, le na posameznih lokacijah je mejna imisijska vrednost dosežena (3B, 5V), opozorilni imisijski vrednosti pa se vsebnosti ne približajo.

Povprečna vrednost **cinka (Zn)** z globino pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 160 mg/kg (Me: 142 mg/kg; min.: 95,3 mg/kg; max.: 271 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 121,6 mg/kg (Me: 121,6 mg/kg; min.: 81 mg/kg; max.: 172 mg/kg). Mejna imisijska vrednost je rahlo presežena na zaščitnih nasipih (2Z, 3Z, 1C, 2C) in vplivnem območju (2V, 5V) v zgornjem sloju tal, sicer se vrednosti gibljejo v okviru normalnih vrednosti.

Vsebnosti **Mo** in **Ni** se na celotnem območju strelišča nahajajo v okviru normalnih vrednosti, vsebnosti na nobenem izmed odvzemnih mest ne dosegajo mejne imisijske vrednosti.

Onesnaženost tal s Pb in Cu je primarno posledica z uporabe nabojev s svinčnim zrnem, obdanim z bakrenim ovojem. Najvišje vrednosti so za oba elementa izmerjene na območju zadnjega zaščitnega nasipa strelišča (1C, 2C), kjer vrednosti za Pb presegajo kritično imisijsko vrednost do globine 5 cm za faktor 7 - 23 in na globini do 20 cm še vedno za faktor 2 - 4. Najvišje vrednosti Cu na območju zadnjega zaščitnega nasipa strelišča (1C, 2C) presegajo kritično imisijsko vrednost do globine 5 cm za faktor 2 – 4 (slika 3.1-3).



Slika 3.1-3: Vsebnost Pb (A) in Cu (B) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Apače. Z oranžno črto je označena opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto je označena kritična imisijska vrednost.

Vsebnost svinca (**Pb**) na globini 0 – 5 cm na **območju A** strelišča Apače znaša 28,6 mg/kg in na globini 5 – 20 cm 23,5 mg/kg; vsebnost **Cu** pa 31,2 mg/kg na globini 0 – 5 cm in 27,4 mg/kg na globini 5 – 20 cm. Imisijske vrednosti niso presežene za nobenega izmed elementov.

Na območju B strelišča Apače vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 78,6 mg/kg (Me: 53,7 mg/kg; min.: 51,1 mg/kg; max.: 131 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 37,8 mg/kg (Me.: 27,0 mg/kg; min.: 18,4 mg/kg; max.: 68,0 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 48,1 mg/kg (Me: 45,2 mg/kg; min.: 31,0 mg/kg; max.: 68,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 36,3 mg/kg (Me.: 29,3 mg/kg; min.: 28,6 mg/kg; max.: 51,0 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vsebnosti. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 30,1 mg/kg (Me: 20,9 mg/kg; min.: 15,6 mg/kg; max.: 53,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 45,9 mg/kg (Me.: 20,8 mg/kg; min.: 17,5 mg/kg; max.: 99,5 mg/kg), kar pomeni povečane

vsebnosti v spodnji plasti, kjer As presega opozorilno imisijsko vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,43 mg/kg (Me: 0,33 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 0,97 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,54 mg/kg (Me: 0,44 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,03 mg/kg), kar pomeni nekoliko povečane vsebnosti Cd v spodnji plasti, vendar pa vsebnost za razliko od največje vrednosti ne presega mejne imisijske vrednosti. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 112 mg/kg (Me: 110 mg/kg; min.: 95,3 mg/kg; max.: 130 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 108 mg/kg (Me: 101 mg/kg; min.: 95 mg/kg; max.: 128 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 86,4 mg/kg (Me: 86,4 mg/kg; min.: 82,0 mg/kg; max.: 90,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 92,1 mg/kg (Me: 93,7 mg/kg; min.: 82,6 mg/kg; max.: 100 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 16,9 mg/kg (Me: 15,6 mg/kg; min.: 15,5 mg/kg; max.: 19,5 mg/kg); vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih, na globini 5 – 20 cm pa so vrednosti nekoliko višje, povprečna vrednost presega mejno imisijsko vrednost in znaša 21,3 mg/kg (Me: 16,8 mg/kg; min.: 16,7 mg/kg; max.: 30,4 mg/kg).

Na območju C strelišča Apače so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 9875 mg/kg (Me: 9875 mg/kg; min.: 7450 mg/kg; max.: 12300 mg/kg) in prekoračujejo kritično imisijsko vrednost za faktor 18,6; na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 1785 mg/kg (Me.: 1785 mg/kg; min.: 1290 mg/kg; max.: 2280 mg/kg), kar pomeni, da so vrednosti z globino sicer nižje, vendar so tla še vedno močno onesnažena, saj prekoračuje kritično imisijsko vrednost za faktor 3,4. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 930 mg/kg (Me: 930 mg/kg; min.: 720 mg/kg; max.: 1140 mg/kg) in prekoračuje kritično imisijsko vrednost za trikrat; na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 220 mg/kg (Me: 228 mg/kg; min.: 137 mg/kg; max.: 320 mg/kg), kar pomeni, da je predvsem zgornja plast tal močno onesnažena z Cu. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 1,25 mg/kg (Me: 1,25 mg/kg; min.: 1,02 mg/kg; max.: 1,49 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,64 mg/kg (Me.: 0,64 mg/kg; min.: 0,33 mg/kg; max.: 0,95 mg/kg), kar pomeni, da je vsebnost Cd v zgornji plasti tal povečana (presežena mejna imisijska vrednost) v primerjavi s spodnjo plastjo. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 238 mg/kg (Me: 238 mg/kg; min.: 206 mg/kg; max.: 271 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 123 mg/kg (Me: 123 mg/kg; min.: 97,9 mg/kg; max.: 149 mg/kg), kar pomeni, da je vsebnost Zn v zgornji plasti tal povečana (presežena mejna imisijska vrednost) v primerjavi s spodnjo plastjo. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 10,4 mg/kg (Me: 10,42 mg/kg; min.: 9,3 mg/kg; max.: 11,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 6,31 mg/kg (Me: 6,31 mg/kg; min.: 3,50 mg/kg; max.: 9,10 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 72,0 mg/kg (Me: 72,0 mg/kg; min.: 66,9 mg/kg; max.: 77,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 58,6 mg/kg (Me.: 58,6 mg/kg; min.: 56,1 mg/kg; max.: 61,1 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 10,3 mg/kg (Me:10,3 mg/kg; min.: 79,6 mg/kg; max.: 11,0 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 9,60 mg/kg (Me: 9,60 mg/kg; min.: 9,57 mg/kg; max.: 9,60 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih.

Na območju Z strelišča Apače so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 1329 mg/kg (Me: 455 mg/kg; min.: 434 mg/kg; max.: 3100 mg/kg) in prekoračuje kritično imisijsko vrednost za faktor 2,50; na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 423 mg/kg (Me: 207 mg/kg; min.: 52,2 mg/kg; max.: 1010

mg/kg), kar pomeni, da so tla močno onesnažena v zgornji plasti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 280 mg/kg (Me: 199 mg/kg; min.: 131 mg/kg; max.: 510 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 135 mg/kg (Me: 88,6 mg/kg; min.: 77,0 mg/kg; max.: 241 mg/kg), kar pomeni, da je predvsem zgornja plast tal onesnažena z Cu. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 20,1 mg/kg (Me: 19,8 mg/kg; min.: 15,8 mg/kg; max.: 24,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 19,8 mg/kg (Me: 20,2 mg/kg; min.: 16,6 mg/kg; max.: 22,5 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo na meji s predpisano mejno imisijsko vrednostjo, oziroma jo rahlo presegajo. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,89 mg/kg (Me: 0,64 mg/kg; min.: 0,43 mg/kg; max.: 1,60 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 2,03 mg/kg (Me: 0,48 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 5,47 mg/kg), kar pomeni, da je vsebnost Cd v spodnji plasti tal povečana (presežena opozorilna imisijska vrednost) v primerjavi z zgornjo plastjo. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 182 mg/kg (Me: 215 mg/kg; min.: 107 mg/kg; max.: 224 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 138 mg/kg (Me: 153 mg/kg; min.: 90,6 mg/kg; max.: 172 mg/kg), vse vrednosti se gibljejo v okviru normalnih. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 89,5 mg/kg (Me: 84,8; min.: 78,6 mg/kg; max.: 105 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 88,0 mg/kg (Me: 81,8 mg/kg; min.: 70,1 mg/kg; max.: 112 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 15,4 mg/kg (Me: 15,0 mg/kg; min.: 14,5 mg/kg; max.: 16,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 15,6 mg/kg (Me.: 15,4 mg/kg; min.: 13,8 mg/kg; max.: 17,8 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih.

Na območju V pehotnega strelišča Apače so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 578 mg/kg (Me: 59,3 mg/kg; min.: 40,1 mg/kg; max.: 2030 mg/kg) in prekoračuje kritično imisijsko vrednost; na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 384 mg/kg (Me: 53,8 mg/kg; min.: 33,1 mg/kg; max.: 1598 mg/kg), kar pomeni, da so vrednosti z globino sicer nižje, vendar so tla v zgornji plasti še vedno onesnažena. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 190 mg/kg (Me: 50,5 mg/kg; min.: 33,9 mg/kg; max.: 488 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 164 mg/kg (Me: 38,6 mg/kg; min.: 29,1 mg/kg; max.: 440 mg/kg), kar pomeni, da so vrednosti z globino sicer nižje, vendar je vsebnost Cu še vedno povečana tudi v globini do 20 cm. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 19,3 mg/kg (Me: 12,9 mg/kg; min.: 8,3 mg/kg; max.: 58,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 22,5 mg/kg (Me: 15,7 mg/kg; min.: 8,5 mg/kg; max.: 69,5 mg/kg), z izjemo največje vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,79 mg/kg (Me: 0,83 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,25 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,44 mg/kg (Me: 0,33 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 0,82 mg/kg), vse vrednosti (z izjemo največje vrednosti v vrhnji plasti) se nahajajo v okviru normalnih. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 157,5 mg/kg (Me: 146 mg/kg; min.: 105 mg/kg; max.: 260 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 124 mg/kg (Me: 133 mg/kg; min.: 81 mg/kg; max.: 146 mg/kg), vse vrednosti (z izjemo največje vrednosti v vrhnji plasti) se nahajajo v okviru normalnih. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 78,6 mg/kg (Me: 84,8 mg/kg; min.: 43,8 mg/kg; max.: 104 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 83,4 mg/kg (Me: 93,8 mg/kg; min.: 50,7 mg/kg; max.: 106 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 13,4 mg/kg (Me: 13,1 mg/kg; min.: 8,30 mg/kg; max.: 22,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 14 mg/kg (Me.: 15,0 mg/kg; min.: 8,90 mg/kg; max.: 20,4 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih.

Pehotno strelišče Pečovnik

Na pehotnem strelišču Pečovnik sta najbolj problematični kovini Pb, kjer je bila prekoračena kritična imisijska vrednost na 5 odvzemnih mestih (od skupaj 13) in Cu, kjer je bila omenjena vrednost prekoračena na 3 odvzemnih mestih. Opozorilna imisijska vrednost je presežena za Ni na vseh odvzemnih mestih. Vsebnost Cu, Cd, Cr in Zn prekoračujejo predpisane imisijske vrednosti na posameznih odvzemnih mestih; v enem vzorcu je prekoračena celo kritična imisijska vsebnost za Zn, medtem ko za Mo, As in Co (z izjemo enega vzorca) imisijske vrednosti niso presežene.

Povprečna vrednost **svinca (Pb)** na območju strelišča Pečovnik v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 449 mg/kg (Me: 370 mg/kg; min.: 71,6 mg/kg, max.: 1210 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vrednost 348 mg/kg (Me: 169 mg/kg; min.: 32,0 mg/kg; max.: 1110 mg/kg). Najvišje vrednosti so izmerjene na območju zaščitnih nasipov strelišča, kjer vrednosti v zgornjem sloju presegajo kritično imisijsko vrednost.

Podobno ugotavljamo za **baker (Cu)**, kjer vsebnosti prav tako padajo z globino. V zgornji plasti 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 204 mg/kg (Me: 143 mg/kg; min.: 34,3 mg/kg; max.: 750 mg/kg); v globini 5 – 20 cm pa je povprečna vsebnost 112 mg/kg (Me: 21,3 mg/kg; min.: 21,3 mg/kg; max.: 497 mg/kg).

Povprečna vrednost **kadmija (Cd)** na območju strelišča Pečovnik v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 1,12 mg/kg (Me: 0,71 mg/kg; min.: 0,47 mg/kg, max.: 3,14 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 0,91 mg/kg (Me: 0,45 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 2,47 mg/kg). Povprečna vsebnost Cd v zgornji plasti je izenačena z mejno imisijsko vrednostjo.

Povprečna vrednost **cinka (Zn)** na območju strelišča Pečovnik v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 238,1 mg/kg (Me: 150 mg/kg; min.: 102 mg/kg, max.: 1120 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 149 mg/kg (Me: 133 mg/kg; min.: 97,4 mg/kg; max.: 231 mg/kg). Obe povprečni vrednosti se nahajata v okviru normalnih vrednosti.

Povprečna vrednost **kroma (Cr)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 93,5 mg/kg (Me: 94,2 mg/kg; min.: 61,9 mg/kg; max.: 115 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 101 mg/kg (Me: 99,7 mg/kg; min.: 80,9 mg/kg; max.: 145 mg/kg). Mejna imisijska vrednost za Cr je na strelišču dosežena oziroma presežena v ravnini do 1. strelne črte (1A), na zaščitnem nasipu (3Z), zadnjem zaščitnem nasipu (1C, 2C) in vplivnem območju (3V), pri tem so vsebnosti v globlji plasti nekoliko višje.

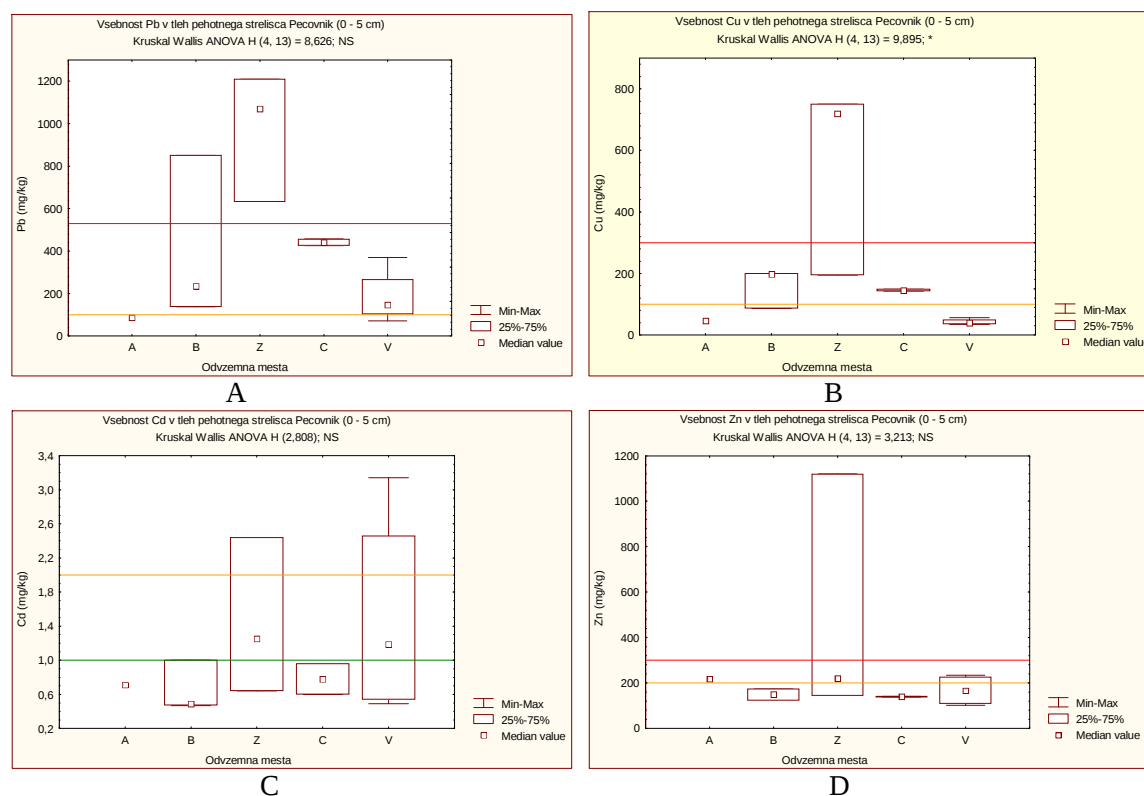
Povprečna vrednost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 17,4 mg/kg (Me: 17,5 mg/kg; min.: 12,4 mg/kg; max.: 22,8 mg/kg), v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 17,8 mg/kg (Me: 17,9 mg/kg; min.: 15,1 mg/kg; max.: 20,0 mg/kg). Vsebnosti Co so na območju strelišča v okviru normalnih vrednosti, le na lokacij 1V je mejna imisijska vrednost dosežena.

Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 77,7 mg/kg (Me: 79,2 mg/kg; min.: 44,3 mg/kg; max.: 87,1 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 81,4 mg/kg (Me: 84,1 mg/kg; min.: 58,5 mg/kg; max.: 95,2 mg/kg). Na celotnem območju strelišča je vsebnost Ni povečana in presega opozorilno imisijsko vrednost, glede na večje vsebnosti v spodnji plasti tal

predvidevamo, da so vsebnosti Ni naravna lastnost tal, vendar razlike v vsebnosti med globinama niso statistično značilne (Mann Whitney U test: $U = 63,5$; NS).

Vsebnosti **molibdena (Mo)** in **arzena (As)** se na celotnem območju strelišča nahajajo v okviru normalnih vrednosti, za oba elementa izmerjena vsebnost na nobeni izmed odvzemnih mest ne dosega mejne imisijske vrednosti.

Na pehotnem strelišču Pečovnik so vsebnosti Pb, Cu, Cd in Zn antropogenega izvora, vsebnosti kovin namreč z globino padajo, medtem ko se vsebnost Cr in Co z globino ne spreminjajo. Vsebnost Mo in As v tleh so na celotnem območju nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti. Najpogostejše in hkrati največje vrednosti za Pb in Cu so izmerjene v talnih vzorcih z zaščitnih nasipov strelišča (slika 3.1-4).



Slika 3.1-4: Vsebnost Pb (A), Cu (B), Cd (C) in Zn (D) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Pecovnik. Z intenzivno rumeno barvo je označena kovina, katerih vsebnosti se na posameznih območjih statistično značilno razlikujejo (B). Z zeleno črto je označena mejna imisijska vrednost, z oranžno črto opozorilna imisijska vrednost in z rdečo črto kritična imisijska vrednost.

Na območju A strelišča Pečovnik z ednim odvzemnim mestom so vsebnosti za posamezno kovino v talnih vzorcih zbrane v preglednici 3.1-3.

Na območju B strelišča Pečovnik so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm je vsebnost povečana, presežena je namreč opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 408 mg/kg, Me: 235 mg/kg; min.: 138 mg/kg; max.: 850 mg/kg), največja dosežena

vsebnost pa presega kritično imisijsko vrednost; na globini 5 – 20 cm se vrednost Pb nahaja v okviru normalnih vrednosti ($\bar{a}$: 56,7 mg/kg; Me: 46,1 mg/kg; min.: 32,0 mg/kg; max.: 91,0 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm je vsebnost povečana, presežena je opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 162 mg/kg, Me: 198 mg/kg, min.: 87,1 mg/kg; max.: 200 mg/kg); na globini 5 – 20 cm se vrednost Cu nahaja v okviru normalnih vrednosti ($\bar{a}$: 35,0 mg/kg, Me: 37,0 mg/kg; min.: 31,0 mg/kg; max.: 37,0 mg/kg). **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 80,5 mg/kg (Me: 82,7 mg/kg; min.: 75,0 mg/kg; max.: 83,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 87 mg/kg (Me: 84,6 mg/kg; min.: 81 mg/kg; max.: 95,2 mg/kg), kar pomeni povečane vsebnosti (presežena opozorilna imisijska vrednost) na globini do 20 cm. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,65 mg/kg (Me: 0,49 mg/kg; min.: 0,47 mg/kg; max.: 1,00 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,98 mg/kg (Me: 0,37 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 2,42 mg/kg), z izjemo največje vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 149 mg/kg (Me: 150 mg/kg; min.: 123 mg/kg; max.: 174 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 109 mg/kg (Me: 109 mg/kg; min.: 100 mg/kg; max.: 119 mg/kg), vse vrednosti so nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 89,2 mg/kg (Me: 87,3 mg/kg; min.: 86,1 mg/kg; max.: 94,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 96,1 mg/kg (Me: 95,8 mg/kg; min.: 92,7 mg/kg; max.: 99,7 mg/kg; vse vrednosti so nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti).

Na območju C strelišča Pečovnik so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 441 mg/kg (Me: 441 mg/kg; min.: 426 mg/kg; max.: 457 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 474 mg/kg (Me: 474 mg/kg; min.: 227 mg/kg; max.: 721 mg/kg), kar pomeni, da so do globine 20 cm povečane vsebnosti Pb (presežena opozorilna vrednost). **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 146 mg/kg (Me: 146 mg/kg; min.: 143 mg/kg; max.: 149 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 337 mg/kg (Me: 337 mg/kg; min.: 178 mg/kg; max.: 497 mg/kg), kar pomeni, da so do globine 20 cm povečane vsebnosti Cu (presežena opozorilna oziroma kritična imisijska vrednost). **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 86,6 mg/kg (Me: 86,6 mg/kg; min.: 86,2 mg/kg; max.: 87,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 87,1 mg/kg (Me: 87,1 mg/kg; min.: 84 mg/kg; max.: 90,2 mg/kg), kar pomeni, da so do globine 20 cm povečane vsebnosti Ni (presežena opozorilna imisijska vrednost). **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 103 mg/kg (Me: 103 mg/kg; min.: 101 mg/kg; max.: 105 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 102 mg/kg (Me: 102 mg/kg; min.: 102 mg/kg; max.: 102 mg/kg), kar pomeni, da so do globine 20 cm povečane vsebnosti Cr (presežena mejna imisijska vrednost). **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,78 mg/kg (Me: 0,78 mg/kg; min.: 0,60 mg/kg; max.: 0,96 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,67 mg/kg (Me: 0,67 mg/kg; min.: 0,36 mg/kg; max.: 0,99 mg/kg), vse vrednosti so nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 139 mg/kg (Me: 139 mg/kg; min.: 138 mg/kg; max.: 141 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 151,5 mg/kg (Me: 151 mg/kg; min.: 131 mg/kg; max.: 172 mg/kg), vse vrednosti so nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti.

Na območju Z strelišča Pečovnik so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 971 mg/kg (Me: 1070 mg/kg; min.: 633 mg/kg; max.: 1210 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 593 mg/kg (Me: 717 mg/kg; min.: 151 mg/kg; max.: 912 mg/kg), kar pomeni, da so tla do globine 20 cm onesnažena s Pb (presežena kritična imisijska vrednost). **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost

554 mg/kg (Me: 719 mg/kg; min.: 195 mg/kg; max.: 750 mg/kg), na globini 5 – 20 cm je povprečna vrednost nižja in znaša 162 mg/kg (Me: 201 mg/kg; min.: 48,3 mg/kg; max.: 236 mg/kg); kar kaže na povečano vsebnost Cu (presežena kritična imisijska vrednost) v zgornji plasti in v globini do 20 cm (presežena opozorilna imisijska vrednost). **Cd** – na globini 0 – 5 cm povprečna in mediana vrednost presegata mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 1,44 mg/kg, Me: 1,25 mg/kg; min.: 0,64 mg/kg; max.: 2,44 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,51 mg/kg (Me: 0,39 mg/kg; min.: 0,35 mg/kg; max.: 0,81 mg/kg), kar kaže na povečano vsebnost Cd v zgornji plasti. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 495 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost (Me: 220 mg/kg; min.: 145 mg/kg; max.: 1120 mg/kg); na globini 5 – 20 cm se vrednost Zn nahajajo pod mejno imisijsko vrednostjo ($\bar{a}$: 156 mg/kg, Me: 142 mg/kg; min.: 133 mg/kg; max.: 194 mg/kg), kar kaže na povečano vsebnost Zn v zgornji plasti. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 79,9 mg/kg (Me: 79,2 mg/kg; min.: 78,6 mg/kg; max.: 82,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je povprečna vrednost nekoliko višja in znaša 85,5 mg/kg (Me: 84,2 mg/kg; min.: 81,3 mg/kg; max.: 90,9 mg/kg); podatki kažejo na povečano vsebnost Ni do globine 20 cm. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 92,2 mg/kg (Me: 94,2 mg/kg; min.: 85,1 mg/kg; max.: 97,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je povprečna vrednost višja in znaša 100 mg/kg (Me: 101 mg/kg; min.: 97,3 mg/kg; max.: 103 mg/kg), kar kaže na verjetno naravno prisotnost Cr v tleh.

Na območju V pehotnega strelišča Pečovnik so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm je presežena opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 184 mg/kg, Me: 147 mg/kg; min.: 71,6 mg/kg; max.: 370 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm, kjer znaša povprečna vrednost 383 mg/kg (Me: 184 mg/kg; min.: 53,7 mg/kg; max.: 1.110 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 42,4 mg/kg (Me: 39,3 mg/kg; min.: 34,3 mg/kg; max.: 56,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 36,1 mg/kg (Me: 38,0 mg/kg; min.: 21,3 mg/kg; max.: 47,0 mg/kg), vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 1,50 mg/kg (Me: 1,18 mg/kg; min.: 0,49 mg/kg; max.: 3,14 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je vsebnost nekoliko nižja, povprečna vrednost znaša 1,32 mg/kg (Me: 1,22 mg/kg; min.: 0,39 mg/kg; max.: 2,47 mg/kg), kar kaže na povečano vsebnost Cd v globini do 20 cm. **Zn** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 167 mg/kg (Me: 166 mg/kg; min.: 102 mg/kg; max.: 234 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 152 mg/kg (Me: 144 mg/kg; min.: 97,4 mg/kg; max.: 225 mg/kg), kar kaže na nekoliko povečano vsebnost Zn v zgornji plasti. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 70 mg/kg (Me: 77,3 mg/kg; min.: 44,3 mg/kg; max.: 81,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 73,1 mg/kg (Me: 74,5 mg/kg; min.: 58,5 mg/kg; max.: 85,2 mg/kg), kar kaže na možno naravno prisotnost Ni v tleh. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 87 mg/kg (Me: 94,7 mg/kg; min.: 61,9 mg/kg; max.: 98,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je povprečna vrednost nekoliko večja in znaša 94 mg/kg (Me: 94,6 mg/kg; min.: 80,9 mg/kg; max.: 106 mg/kg), ti podatki kažejo na povečano vsebnost Cr do globine 20 cm.

Pehotno strelišče Bloška polica

Dovoljene imisijske vrednosti so na večini odvzemnih mest presežene za Pb in Cu, ki presegata predpisani kritični imisijski vrednosti na 9 od 16 analiziranih odvzemnih mestih (Pb) oz. na 4 odvzemnih mestih (Cu). Vsebnosti As prekoračuje opozorilno imisijsko vrednost na 6 odvzemnih mestih. Ostale kovine so manj problematične, saj Ni, Cd, Mo in Co presegajo mejne imisijske vrednosti na posameznih odvzemnih mestih, na enem odvzemnem mestu pa Cr in Zn.

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Bloška polica z globino pada, v zgornji plasti 0 – 5 cm kritično imisijsko vrednost presega za faktor 2 in znaša 1333 mg/kg (Me: 733 mg/kg; min.: 46,0 mg/kg; max.: 4410 mg/kg); v globini 5 – 20 cm pa povprečna vsebnost znaša 821 mg/kg (Me: 212 mg/kg; min.: 48,0 mg/kg; max.: 3580 mg/kg). Na obeh globinah so tla onesnažena s Pb, saj povprečni vsebnosti prekoračujeta kritično imisijsko vrednost. Najvišje vrednosti so izmerjene na območju vseh zaščitnih nasipov strelišča, kjer vrednosti v večini primerov presegajo kritično imisijsko vrednost.

Vsebnost **bakra (Cu)** z globino prav tako pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 173,1 mg/kg (Me: 82,9 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 710 mg/kg), kar presega opozorilno imisijsko vrednost; prav tako v globini 5 – 20 cm, kjer je povprečna vsebnost 154 mg/kg (Me: 41,4 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 870 mg/kg).

Povprečna vrednost **arzena (As)** na območju strelišča Bloška polica presega mejno imisijsko vrednost tako v zgornji plasti 0 – 5 cm, kjer znaša 25,4 mg/kg (Me: 25,3 mg/kg; min.: 8,20 mg/kg; max.: 36,0 mg/kg), kot tudi v globini 5 – 20 cm, kjer znaša povprečna vsebnost 25,6 mg/kg (Me: 25,3 mg/kg; min.: 8,70 mg/kg; max.: 40,0 mg/kg).

Vsebnost **kadmija (Cd)** na strelišču z globino pada, vendar se povprečna vsebnost za **kadmij (Cd)** nahaja pod predpisano mejno imisijsko vrednost. V zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 0,74 mg/kg (Me: 0,60 mg/kg; min.: 0,47 mg/kg; max.: 3,14 mg/kg) in v globini 5 – 20 cm 0,91 mg/kg (Me: 0,52 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 2,47 mg/kg).

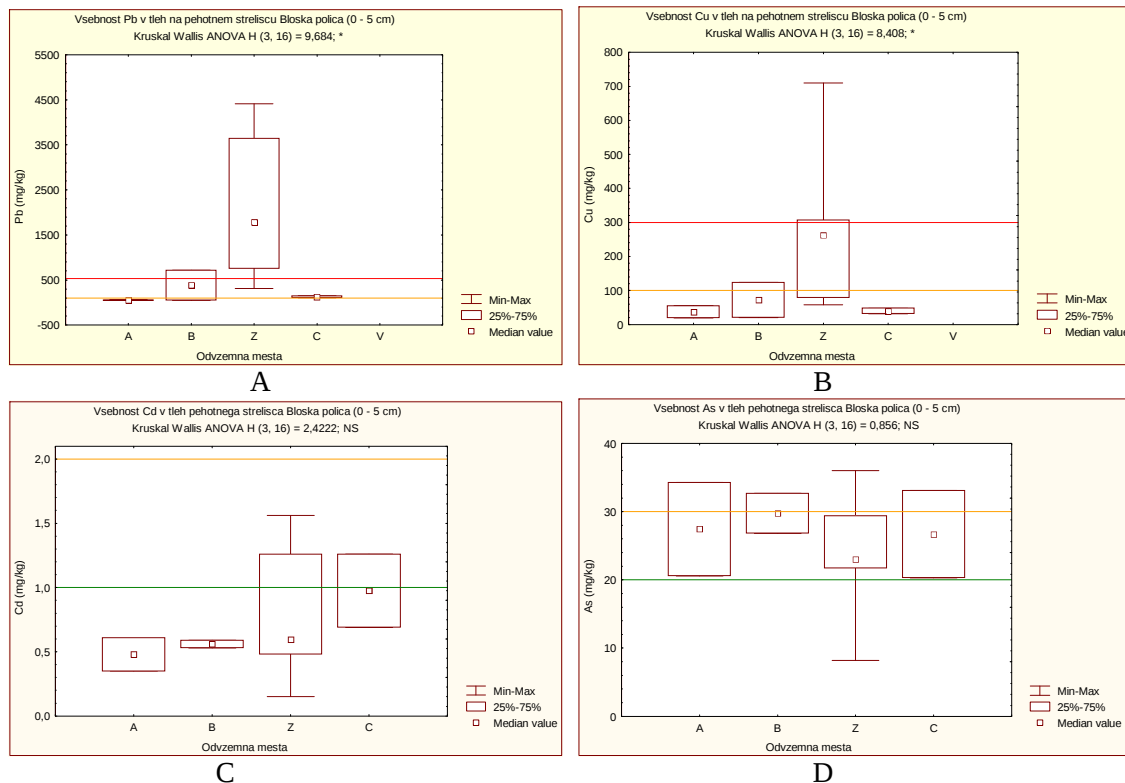
Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 44,7 mg/kg (Me: 45,0 mg/kg; min.: 15,9 mg/kg; max.: 68,4 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 46,5 mg/kg (Me: 47,7 mg/kg; min.: 16,0 mg/kg; max.: 66,4 mg/kg). Obe povprečni vrednosti sta manjši od zakonsko predpisanih mejnih vsebnosti.

Mejna imisijska vrednost za **krom (Cr)** je na strelišču presežena na zadnjem zaščitnem nasipu (2C), pri tem so vsebnosti v globlji plasti nekoliko višje. Vse ostale vsebnosti so manjše od zakonsko predpisanih imisijskih vrednosti.

Povprečna vrednost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 16,9 mg/kg (Me: 17,1 mg/kg; min.: 5,00 mg/kg; max.: 25,2 mg/kg); v globini 5 – 20 cm je povprečna vsebnost 17,2 mg/kg (Me: 18,9 mg/kg; min.: 4,70 mg/kg; max.: 24,4 mg/kg).

Na pehotnem strelišču Bloška polica sta z vidika onesnaženosti tal najbolj problematična Pb in Cu, katerih vsebnost je močno povečana na vseh treh zaščitnih nasipih za linijami tarč, na območju končnega zaščitnega nasipa in v zadnji ravnini do nasipa; za obe kovini je

značilno, da z globino vsebnosti padajo. Pri ostalih kovinah vsebnosti na posameznih območjih sicer dosegajo oziroma rahlo presegajo mejne imisijske vrednosti, nikjer pa se ne približajo opozorilni imisijski vrednosti (slika 3.1-5).



Slika 3.1-5: Vsebnost Pb (A), Cu (B), Cd (C) in As (D) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Bloška polica. Z intenzivno rumeno barvo sta označeni kovini, katerih vsebnosti se na posameznih območjih statistično značilno razlikujejo (A, B). Z zeleno črto je označena mejna imisijska vrednost, z oranžno opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto pa kritična imisijska vrednost.

Na območju A pehotnega strelišča Bloška polica so vsebnosti za posamezno kovino naslednje: **Pb** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 53,7 mg/kg (Me: 53,7 mg/kg; min.: 46,0 mg/kg; max.: 61,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 61,4 mg/kg (Me: 61,4 mg/kg; min.: 51,3 mg/kg; max.: 71,5 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 37,4 mg/kg (Me: 37,4 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 55,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 31,5 mg/kg (Me: 31,5 mg/kg; min.: 26,3 mg/kg; max.: 36,8 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene. **Mo** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 12,4 mg/kg (Me: 12,4 mg/kg; min.: 11,8 mg/kg; max.: 13,0 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 12,6 mg/kg (Me: 12,6 mg/kg; min.: 9,8 mg/kg; max.: 15,5 mg/kg), kar pomeni, da je mejna imisijska vrednost presežena. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 27,4 mg/kg (Me: 27,4 mg/kg; min.: 20,6 mg/kg; max.: 34,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 29,5 mg/kg (Me: 29,5 mg/kg; min.: 18,4 mg/kg; max.: 40,6 mg/kg). **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 44,4 mg/kg (Me: 44,4 mg/kg; min.: 41,1 mg/kg; max.: 47,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 45,8 mg/kg (Me: 45,8 mg/kg; min.: 35,2 mg/kg; max.: 56,4 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene z izjemo največje vrednosti. **Cd** – na globini 0 – 5

cm znaša povprečna vrednost 0,48 mg/kg (Me: 0,48 mg/kg; min.: 0,43 mg/kg; max.: 0,61 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,46 mg/kg (Me: 0,46 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 0,77 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 14,2 mg/kg (Me: 14,3 mg/kg; min.: 10,7 mg/kg; max.: 17,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 15,1 mg/kg (Me: 15,1 mg/kg; min.: 9,00 mg/kg; max.: 21,1 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene.

Na območju B pehotnega strelišča Bloška polica so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna in mediana vrednost 384 mg/kg (min.: 51,5 mg/kg; max.: 716 mg/kg) in presegata opozorilno imisijsko vrednost; na globini 5 – 20 cm sta povprečna in mediana vrednost nižja od predpisane mejne imisijske vrednosti in znašata 66,0 mg/kg (min.: 58,2 mg/kg; max.: 83,9 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm povprečna in mediana vrednost presegata mejno imisijsko vrednost in znašata 72,2 mg/kg (min.: 20,5 mg/kg; max.: 124 mg/kg); na globini 5 – 20 cm so vse vrednosti nižje od mejne imisijske vrednosti ($\bar{a}$: 22,8 mg/kg; Me: 22,2 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 24,8 mg/kg). **As** – na globini 0 – 5 cm povprečna in mediana vrednost presegata mejno imisijsko vrednost in se hkrati močno približujeta opozorilni imisijski vrednosti ($\bar{a}$: 29,7 mg/kg; Me: 29,7 mg/kg; min.: 26,8 mg/kg; max.: 32,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa obe vrednosti presegata opozorilno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 31,3 mg/kg; Me: 31,3 mg/kg; min.: 29,0 mg/kg; max.: 33,6 mg/kg). **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,56 mg/kg (Me: 0,56 mg/kg; min.: 0,53 mg/kg; max.: 0,59 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,48 mg/kg (Me: 0,48 mg/kg; min.: 0,45 mg/kg; max.: 0,51 mg/kg); z globino torej vsebnost pada, kar kaže na antropogeni vpliv, vendar vsebnosti zaenkrat z vidika onesnaženosti niso povečane. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 19,2 mg/kg (Me: 19,2 mg/kg; min.: 17,5 mg/kg; max.: 20,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 18,9 mg/kg (Me: 18,9 mg/kg; min.: 18,7 mg/kg; max.: 19,1 mg/kg). Z globino torej vsebnost pada, kar kaže na antropogeni vpliv, vendar vsebnost zaenkrat z vidika onesnaženosti ni problematična. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 49 mg/kg (Me: 49 mg/kg; min.: 48,7 mg/kg; max.: 49,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 50,5 mg/kg (Me: 50,5 mg/kg; min.: 47,8 mg/kg; max.: 53,2 mg/kg) in presega mejno imisijsko vrednost, kar hkrati pomeni, da z globino vsebnost narašča. **Mo** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 5,50 mg/kg (Me: 5,50 mg/kg; min.: 4,70 mg/kg; max.: 6,40 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 5,30 mg/kg (Me: 5,30 mg/kg; min.: 4,80 mg/kg; max.: 5,90 mg/kg); predpisane imisijske vrednosti niso dosežene.

Na območju C pehotnega strelišča Bloška polica so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm povprečna in mediana vrednost presegata opozorilno imisijsko vrednost, ta znaša 125 mg/kg (min.: 104 mg/kg; max.: 146 mg/kg); na globini 5 – 20 cm sta obe vrednosti nižji od predpisane mejne imisijske vrednosti in znašata 63,5 mg/kg (min.: 61,8 mg/kg; max.: 65,3 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 40 mg/kg (Me: 40,0 mg/kg; min.: 32,0 mg/kg; max.: 48,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 29,5 mg/kg (Me: 29,5 mg/kg; min.: 28,7 mg/kg; max.: 30,4 mg/kg), kar kaže, da se vsebnost Cu nahaja v okviru normalnih vrednosti. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 26,7 mg/kg (Me: 26,7 mg/kg; min.: 20,3 mg/kg; max.: 33,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 29,6 mg/kg (Me: 29,6 mg/kg; min.: 26,3 mg/kg; max.: 32,9 mg/kg), kar pomeni, da vsebnost As na globini do 20 cm presega mejno imisijsko vrednost. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 55,8 mg/kg (Me: 55,8 mg/kg; min.: 43,3 mg/kg; max.: 68,4 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 62,4 mg/kg (Me: 62,4 mg/kg; min.: 58,4 mg/kg; max.: 66,4 mg/kg); kar pomeni, da je vsebnost Ni povečana (presega mejno

imisijsko vrednost) na obeh globinah. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,97 mg/kg (Me: 0,97 mg/kg; min.: 0,69 mg/kg; max.: 1,26 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,83 mg/kg (Me: 0,83 mg/kg; min.: 0,77 mg/kg; max.: 0,90 mg/kg), imisijske vrednosti niso presežene. **Mo** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 6,40 mg/kg (Me: 6,40 mg/kg; min.: 4,90 mg/kg; max.: 7,90 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 6,90 mg/kg (Me: 6,90 mg/kg; min.: 6,20 mg/kg; max.: 7,50 mg/kg), imisijske vrednosti niso presežene. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 20,7 mg/kg (Me: 20,7 mg/kg; min.: 16,3 mg/kg; max.: 25,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 23,4 mg/kg (Me: 23,4 mg/kg; min.: 22,4 mg/kg; max.: 24,4 mg/kg), mejna imisijska vrednost je presežena na obeh globinah.

Na območju Z pehotnega strelišča Bloška polica so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 2080 mg/kg (Me: 1780 mg/kg; min.: 315 mg/kg; max.: 4410 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 1275 mg/kg (Me: 1330 mg/kg; min.: 170; max.: 3580), kar pomeni, da so presežene kritične imisijske vrednosti na obeh globinah; vsebnost z globino pada. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 247 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 263 mg/kg (min.: 58,2 mg/kg; max.: 710 mg/kg). Na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 229 mg/kg (Me: 216 mg/kg; min.: 36,5 mg/kg; max.: 870 mg/kg) in prekoračuje opozorilno imisijsko vrednost. Vsebnost Cu z globino pada, kar kaže na antropogen vnos. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 23,9 mg/kg (Me: 23,0 mg/kg; min.: 8,20 mg/kg; max.: 36,0 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 22,9 mg/kg (Me: 22,9 mg/kg; min.: 8,70 mg/kg; max.: 31,4 mg/kg), tako povprečna kot mediana vrednost na obeh globinah presega mejno imisijsko vrednost, največja vsebnost pa presega celo opozorilno imisijsko vrednost. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 41,7 mg/kg (Me: 43,5 mg/kg; min.: 15,9 mg/kg; max.: 52,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 42,7 mg/kg (Me: 45,4 mg/kg; min.: 16,0 mg/kg; max.: 51,8 mg/kg), z izjemo maksimalne vrednosti, mejna imisijska vrednost ni presežena. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,78 mg/kg (Me: 0,59 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,56 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,55 mg/kg (Me: 0,52 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,18 mg/kg); z izjemo največje vsebnosti, mejna imisijska vrednost ni presežena. **Mo** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 10,8 mg/kg (Me: 10,4 mg/kg; min.: 2,23 mg/kg; max.: 22,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 9,46 mg/kg (Me: 9,50 mg/kg; min.: 2,30 mg/kg; max.: 19,8 mg/kg); v zgornji plasti je mejna imisijska vrednost presežena, z globino vsebnost pade pod mejno vrednost. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 16,3 mg/kg (Me: 16,7 mg/kg; min.: 4,96 mg/kg; max.: 22,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 16,1 mg/kg (Me: 17,7 mg/kg; min.: 4,70 mg/kg; max.: 20,4 mg/kg); z izjemo največje vsebnosti, mejna imisijska vrednost ni presežena.

Pehotno strelišče Crngrob

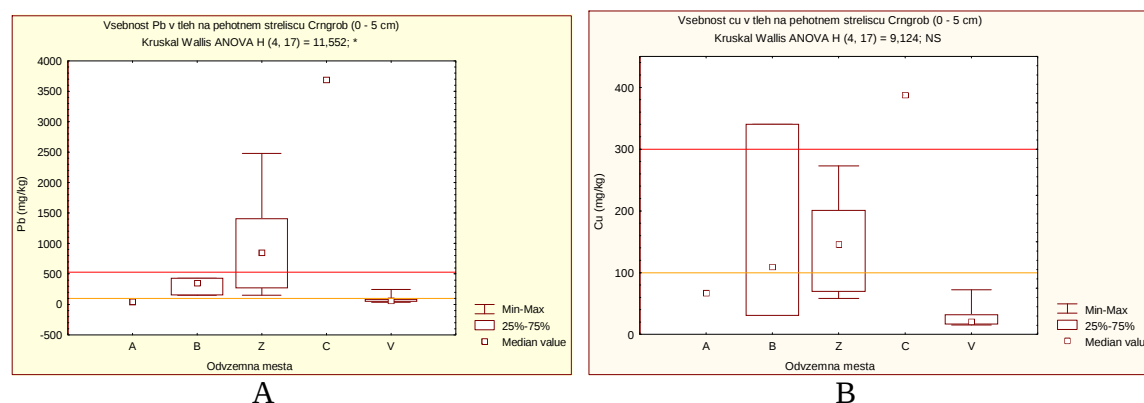
Predpisane imisijske vrednosti so presežene za Pb in Cu na večini odvzemnih mest. Tla pehotnega strelišča Crngrob so najbolj obremenjena s Pb, saj so na 6 od 17 odvzemnih mestih prekoračene kritične imisijske vrednosti za Pb; Cu je manj problematičen, omenjena vrednost je prekoračena le na 1 odvzemnem mestu. Z ostalimi kovinami so tla pehotnega strelišča Crngrob manj obremenjena. Imisijske vrednosti so presežene na 2 odvzemnih mestih (Ni) oziroma na posameznem odvzemnem mestu (Zn, Cr, Co).

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Crngrob z globino pada, v zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vsebnost za razliko od mediane presega kritično imisijsko vrednost in znaša 698 mg/kg (Me: 263 mg/kg; min.: 32,8 mg/kg, max.: 3690 mg/kg); v globini 5 – 20 cm povprečna vsebnost znaša 574 mg/kg (Me: 214 mg/kg, min.: 38,8 mg/kg; max.: 4400 mg/kg). Najvišje vrednosti so izmerjene na območju vseh zaščitnih nasipov strelišča, kjer vsebnosti v večini primerov presegajo kritično imisijsko vrednost.

Vsebnost **bakra (Cu)** z globino prav tako pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vrednost presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 126 mg/kg, mediana pa mejno imisijsko vrednost (Me: 72,0 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 710 mg/kg), v globini 5 – 20 cm povprečna vsebnost znaša 91 mg/kg in presega mejno imisijsko vrednost, podobno kot tudi mediana (Me: 68,1 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 870 mg/kg).

Povprečne vrednost in mediane za Cd, Ni, Zn, Cr, Co, Mo in As so na obeh globinah na območju strelišča Crngrob nižje od predpisanih mejnih imisijskih vrednosti.

Na pehotnem strelišču Crngrob sta z vidika onesnaženosti tal najbolj problematična Pb in Cu, najvišje vrednosti so dosežene na območju zaščitnih nasipov za linijami tarč. Pri nekaterih kovinah (Ni, Zn, Cr, Co) vsebnosti na posameznih območjih sicer dosegajo oziroma rahlo presegajo mejne imisijske vrednosti, nikjer pa se ne približajo opozorilni imisijski vrednosti (slika 3.1-6).



Slika 3.1-6:

Vsebnost Pb (A) in Cu (B) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Crngrob. Z intenzivno rumeno barvo je označena kovina, katerih vsebnosti se na posameznih območjih statistično značilno razlikujejo (A). Z oranžno črto je označena opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto pa kritična imisijska vrednost.

Na območju A in C pehotnega strelišča Crngrob z edinim odvzemnim mestom so vsebnosti za posamezno kovino v tleh podane v preglednici 3.1-6.

Na območju B pehotnega strelišča Crngrob so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 310 mg/kg in mediana vrednost 350 mg/kg (min.: 150 mg/kg; max.: 430 mg/kg), obe vrednosti sta nižji od predpisane kritične imisijske vrednosti; na globini 5 – 20 cm je vsebnost Pb nižja in znaša za povprečno vrednost 112 mg/kg in mediano 108 mg/kg (min.: 38,8 mg/kg; max.: 192 mg/kg), kar pomeni, da vrednosti dosežata opozorilno imisijsko vrednost. **Cu** – na globini 0 – 5 cm presega opozorilno imisijsko vrednost - povprečna vrednost znaša 160 mg/kg, mediana dosega 109 mg/kg (min.: 30,0 mg/kg; max.: 340 mg/kg); medtem ko je na globini 5 – 20 cm vsebnost Cu približana oziroma dosega mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 52,2 mg/kg; Me: 65,1 mg/kg; min.: 23,5 mg/kg; max.: 68,1 mg/kg).

Na območju Z pehotnega strelišča Crngrob so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm močno presega kritično imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 963 mg/kg; Me: 849 mg/kg; min.: 149 mg/kg; max.: 2480 mg/kg); prav tako tudi na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 625 mg/kg; Me: 467 mg/kg; min.: 214 mg/kg; max.: 1190), čeprav so vrednosti z globino nižje. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 150 mg/kg (Me: 146 mg/kg; min.: 58,2 mg/kg; max.: 273 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 122 mg/kg (Me.: 93,8 mg/kg; min.: 65,8 mg/kg; max.: 213 mg/kg), kar pomeni, da vrednost z globino pada, vendar je opozorilna imisijska vrednost presežena na obeh globinah.

Na območju V pehotnega strelišča Crngrob so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 92,3 mg/kg (Me: 57,5 mg/kg; min.: 32,8 mg/kg max.: 246 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 109,7 mg/kg (Me: 77,9 mg/kg; min.: 42,5 mg/kg; max.: 293 mg/kg), kar pomeni, da vrednost z globino nekoliko narašča, mejna imisijska vrednost je presežena v zgornji plasti, v spodnji pa je dosežena oz. rahlo presežena opozorilna imisijska vrednost. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 31,3 mg/kg (Me: 20,9 mg/kg; min.: 15,5 mg/kg; max.: 72,4 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 14,2 mg/kg (Me: 20,7 mg/kg; min.: 13,8 mg/kg; max.: 79,2 mg/kg), vsebnost Cu se nahaja v okviru normalnih vrednosti.

Pehotno strelišče Mačkovec

Na 3 odvzemnih mestih od 15 je prekoračena kritična imisijska vrednost za Pb. Za vse ostale kovine kritične in opozorilne imisijske vrednosti (z izjemo Cu na enem odvzemnem mestu) niso prekoračene. Mejna imisijska vrednost za Cd je presežena na 5 odvzemnih mestih in za Cu na treh odvzemnih mestih.

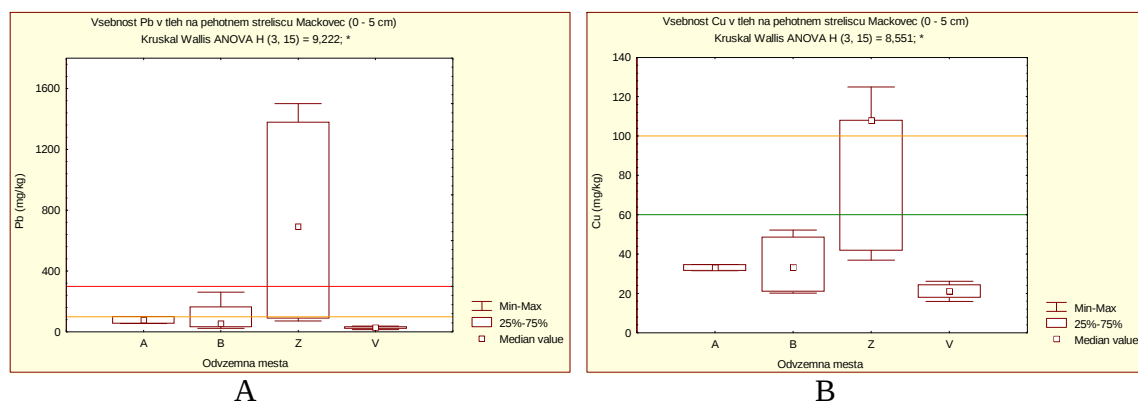
Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Mačkovec z globino pada, v zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vsebnost za razliko od mediane presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 293 mg/kg, (Me: 70,5 mg/kg; min.: 16,2 mg/kg, max.: 1500 mg/kg), podobno tudi v globini 5 – 20 cm povprečna vsebnost presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 117 mg/kg, medtem ko se mediana nahaja pod mejno imisijsko vrednostjo (Me: 48,7 mg/kg, min.: 13,0 mg/kg; max.: 468 mg/kg). Najvišje vrednosti so izmerjene na območju zaščitnih nasipov strelišča (1Z, 2Z, 3Z), kjer vrednosti presegajo kritično oziroma opozorilno imisijsko vrednost.

Vsebnost **bakra (Cu)** z globino prav tako pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vrednost sicer nikjer ne presega mejne imisijske vrednosti in znaša 47,0 mg/kg, prav tako mediana ne dosega mejno imisijsko vrednost (Me: 35,4 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 125 mg/kg), vendar najvišje vrednosti, dosežene na zaščitnih nasipih za tarčnimi linijami opozorilno imisijsko vrednost presegajo. V globini 5 – 20 cm povprečna vsebnost znaša 35,4 mg/kg mediana znaša 28,9 mg/kg (min.: 15 mg/kg; max.: 84 mg/kg), kar pomeni, da je mejna imisijska vrednost presežena na eni lokaciji (2Z).

Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 49,9 mg/kg in ne presega predpisane imisijske vrednosti, za razliko od mediane, ki rahlo presega mejno imisijsko vrednost (Me: 51,2 mg/kg; min.: 33,5 mg/kg; max.: 67,0 mg/kg). Na globini 5 – 20 cm povprečna vrednost dosega mejno imisijsko vrednost in znaša 50,0 mg/kg, mediana pa je nižja od predpisane mejne imisijske vrednosti in znaša 49,8 mg/kg. Največja vrednost je izmerjena na vplivnem območju strelišča in se približa opozorilni imisijski vrednosti.

Povprečna vrednost **kadmija (Cd)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 0,92 mg/kg in ne presega predpisane imisijske vrednosti, podobno velja za mediano, ki znaša 0,80 mg/kg. Na globini 5 – 20 cm povprečna vrednost znaša 0,86 mg/kg, mediana pa 0,83 mg/kg. Največja vrednost je izmerjena na zaščitnem nasipu za tarčnimi linijami (2Z in 3Z), vendar se opozorilni imisijski vrednosti ne približa.

Na pehotnem strelišču Mačkovec je z vidika onesnaženosti tal najbolj problematičen Pb, kjer so na zaščitnih nasipih za tarčnimi linijami presežene opozorilne oz. kritične imisijske vrednosti. Pri nekaterih kovinah (Cu, Cd in Ni) vsebnosti na posameznih območjih sicer dosega oziroma rahlo presegajo mejne imisijske vrednosti in v primeru Cu na eni lokaciji dosega opozorilno imisijsko vrednost, nikjer pa se ne približajo kritični imisijski vrednosti. Vrednosti ostalih kovin se gibljejo pod mejnimi imisijskimi vrednostmi na celotni površini strelišča (slika 3.1-7).



Slika 3.1-7: Vsebnost Pb (A) in Cu (B) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Mačkovec. Z zeleno črto je označena mejna imisijska vrednost, z oranžno črto opozorilna imisijska vrednost in z rdečo črto kritična imisijska vrednost.

Na območju A pehotnega strelišča Mačkovec so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 78,0 mg/kg (Me: 78,0 mg/kg; min.: 55,1 mg/kg; max.: 101 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 32,2 mg/kg (Me: 32,2 mg/kg; min.: 24,9 mg/kg; max.: 39,5 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 33,1 mg/kg (Me: 33,1 mg/kg; min.: 31,5 mg/kg; max.: 34,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 23,6 mg/kg (Me: 23,6 mg/kg; min.: 20,2 mg/kg; max.: 27,1 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost in mediana 60,6 mg/kg (min.: 54,2; max.: 67,0), kar presega mejno imisijsko vrednost; prav tako na globini 5 – 20 cm povprečna vrednost in mediana, ki znaša 57 mg/kg (min.: 53,0 mg/kg; max.: 61,1 mg/kg) presegata mejno imisijsko vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,81 mg/kg (Me: 0,81 mg/kg; min.: 0,76 mg/kg; max.: 0,87 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,79 mg/kg (Me: 0,79 mg/kg; min.: 0,74 mg/kg; max.: 0,85 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Na območju B so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 98,7 mg/kg (Me: 55,3 mg/kg; min.: 23,1 mg/kg; max.: 261 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 54,8 mg/kg (Me: 40,4 mg/kg; min.: 20,5 mg/kg; max.: 118 mg/kg), vse vrednosti, z izjemo najvišjih, se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 34,8 mg/kg (Me: 33,3 mg/kg; min.: 20,2 mg/kg; max.: 52,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 27,9 mg/kg (Me: 24,3 mg/kg; min.: 19,0 mg/kg; max.: 43,8 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 49,2 mg/kg (Me: 51,4 mg/kg; min.: 41,3 mg/kg; max.: 52,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 49,2 mg/kg (Me: 48,7 mg/kg; min.: 46,6 mg/kg; max.: 52,9 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti oziroma dosežajo mejno imisijsko vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,91 mg/kg (Me: 0,79 mg/kg; min.: 0,67 mg/kg; max.: 1,40 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,82 mg/kg (Me: 0,82 mg/kg; min.: 0,63 mg/kg; max.: 1,00 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Na območju Z pehotnega strelišča Mačkovec so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm povprečna vrednost (747 mg/kg) in mediana (693 mg/kg) presegata kritično imisijsko vrednost (min.: 72,6 mg/kg; max.: 1500 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je vsebnost Pb nižja, vendar še vedno presega opozorilno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 267 mg/kg; Me: 234 mg/kg; min.: 81,2 mg/kg; max.: 468 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm je presežena mejna imisijska vrednost za povprečno vrednost 83,9 mg/kg in opozorilna imisijska vrednost za mediano, ki znaša 108 mg/kg (min.: 37,0 mg/kg; max.: 125 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je vrednost nekoliko nižja in znaša povprečna vrednost 50,9 mg/kg (Me: 39,4 mg/kg; min.: 31,9 mg/kg; max.: 84,6 mg/kg), kar je pod mejno imisijsko vrednostjo. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 46,2 mg/kg (Me: 47,9 mg/kg; min.: 33,5 mg/kg; max.: 56,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 46,6 mg/kg (Me: 49,8 mg/kg; min.: 33,3 mg/kg; max.: 51,7 mg/kg); vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna in mediana vrednost 1,10 mg/kg (min.: 0,73 mg/kg; max.: 1,53 mg/kg) s čimer je presežena mejna imisijska vrednost; medtem ko na globini 5 – 20 cm povprečna vrednost in mediana, ki znašata 1,01 mg/kg, dosegata mejno imisijsko vrednost (min.: 0,72 mg/kg; max.: 1,29 mg/kg).

Na območju V pehotnega strelišča Mačkovec so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 27,6 mg/kg (Me: 28,2 mg/kg; min.: 16,2 mg/kg; max.: 37,8); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 33,6 mg/kg (Me: 32,5 mg/kg; min.: 13,0 mg/kg; max.: 56,5 mg/kg), vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 21,1 mg/kg (Me: 21,2 mg/kg; min.: 15,9 mg/kg; max.: 26,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 29,4 mg/kg (Me: 25,9 mg/kg; min.: 15,0 mg/kg; max.: 50,9 mg/kg), vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 49,8 mg/kg (Me: 47,6 mg/kg; min.: 38,4 mg/kg; max.: 65,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 51,5 mg/kg (Me: 47,5 mg/kg; min.: 42,4 mg/kg; max.: 68,6 mg/kg), vrednosti z izjemo največjih se nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,75 mg/kg (Me: 0,72 mg/kg; min.: 0,57 mg/kg; max.: 1,00 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,75 mg/kg (Me: 0,75 mg/kg; min.: 0,54 mg/kg; max.: 0,96 mg/kg), vrednosti se nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Pehotno strelišče Bač

Kritične imisijske vrednosti so prekoračena za Pb (na 4 od 19 odvzemnih mest) in za Cu na enem odvzemnem mestu. Vsebnosti Ni, Cr in Co so povečane na vseh odvzemnih mestih; vsebnosti Ni večinoma na vseh odvzemnih mestih prekoračujejo opozorilno imisijsko vrednost, mejno imisijsko vrednost pa ostali dve kovini.

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Bač z globino pada, v zgornji plasti 0 – 5 cm presega kritično imisijsko vrednost in znaša 873 mg/kg (Me: 258 mg/kg; min.: 46,0 mg/kg, max.: 4410 mg/kg), medtem ko mediana znaša 258 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost. V globini 5 – 20 cm se povprečna vrednost močno približa kritični imisijski vrednosti in znaša 517 mg/kg, mediana pa je nižja od predpisane mejne imisijske vrednosti in znaša 65,9 mg/kg (min.: 48,0 mg/kg; max.: 3580 mg/kg). Najvišje vrednosti so izmerjene na območju zadnjega zaščitnega nasipa (1C, 2C), kjer vrednosti presegajo kritično imisijsko vrednost na obeh globinah.

Vsebnost **bakra (Cu)** z globino prav tako pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vrednost dosega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 97,4 mg/kg (min.: 24,8 mg/kg; max.: 370 mg/kg), medtem ko mediana vrednost presega mejno i. vrednost in znaša 68,0 mg/kg. V globini 5 – 20 cm so vrednosti nekoliko nižje, povprečna vrednost presega mejno imisijsko vrednosti in znaša 82,0 mg/kg, mediana pa to vrednost dosega in znaša 61,0 mg/kg (min.: 34,9 mg/kg; max.: 330 mg/kg).

Povprečna vrednost **arzena (As)** na območju strelišča Bač presega mejno imisijsko vrednost tako v zgornji plasti 0 – 5 cm, kjer znaša 23,2 mg/kg (Me: 24,4 mg/kg; min.: 13,0 mg/kg, max.: 30,1 mg/kg), kot tudi v globini 5 – 20 cm, kjer znaša povprečna vsebnost 24,6 mg/kg (Me: 25,0 mg/kg; min.: 14,7 mg/kg; max.: 33,2 mg/kg).

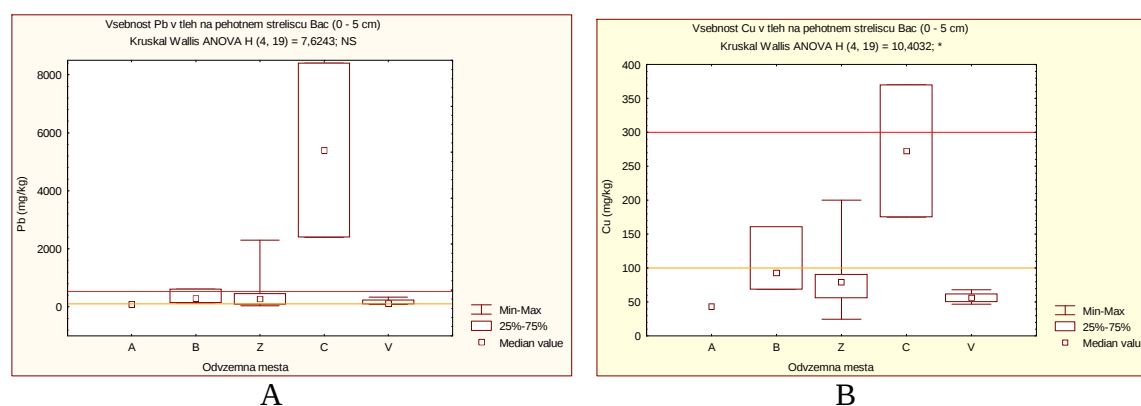
Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 89,6 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 88,5 mg/kg, hkrati mejno imisijsko vrednost presega tudi minimalna vrednost, ki znaša 59,3 mg/kg; največja vrednost znaša 118 mg/kg. V globini 5 – 20 cm so vsebnosti Ni večje. Povprečna vsebnost 94,5 mg/kg presega opozorilno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 90,4 mg/kg, hkrati tudi minimalna vrednost 66 mg/kg presega mejno imisijsko vrednost, največja vrednost pa dosega 139 mg/kg. Ti podatki nakazujejo na naravno obogateno tal na celotni površini strelišča.

Povprečna vrednost **kadmija (Cd)** v zgornji plasti 0 – 5 cm za razliko od mediane vrednosti dosega mejno imisijsko vrednost in znaša 1,1 mg/kg (Me: 0,92 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 3,06 mg/kg); podobne vrednosti so izmerjene v globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vsebnost znaša 1,1 mg/kg (Me: 0,92 mg/kg; min.: 0,34 mg/kg; max.: 3,1 mg/kg).

Povprečna vsebnost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost in znaša 23 mg/kg, prav tako mejno imisijsko vrednost presega mediana vrednost, ki znaša 24 mg/kg (min.: 16,6 mg/kg; max.: 28,6 mg/kg); podobne vrednosti so izmerjene v globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vsebnost znaša 24,0 mg/kg in mediana 22,7 mg/kg (min.: 16,7 mg/kg; max.: 34,7 mg/kg).

Povprečna vrednost kroma (**Cr**) z globino narašča, pri tem povprečna vrednost in mediana na obeh globinah presegata mejno imisijsko vrednost: v zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vsebnost znaša 108 mg/kg (Me: 111 mg/kg; min.: 89,2 mg/kg; max.: 137 mg/kg); v globini 5 – 20 cm povprečna vsebnost znaša 114 mg/kg (Me: 1160 mg/kg; min.: 90,4 mg/kg; max.: 133 mg/kg).

Na pehotnem strelišču Bač sta z vidika onesnaženosti tal najbolj problematična Pb in Cu zaradi preseženih kritičnih imisijske vrednosti na območju zaščitnih nasipov (slika 3.1-8); sledijo Ni, As, Cd, Cr in Co, ki opozorilne imisijske vrednosti (Ni) in mejne vrednosti (ostale kovine) presegajo na celotnem območju. Pri ostalih dveh kovinah (Mo in Zn), vsebnosti na posameznih območjih sicer dosega oziroma rahlo presegajo mejne imisijske vrednosti, nikjer pa se ne približajo opozorilni imisijske vrednosti.



Slika 3.1-8: Vsebnost Pb (A) in Cu (Cu) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Bač. Z intenzivno rumeno barvo je označena kovina, katerih vsebnosti se na posameznih območjih statistično značilno razlikujejo. Z oranžno črto je označena opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto pa kritična imisijska vrednost.

Na območju A strelišča Bač z ednim odvzemnim mestom je za Ni presežena opozorilna imisijska vrednost na obeh globinah, za Cr, Co in As pa mejna imisijska vrednost na obeh globinah (vsebnosti za posamezno kovino v tleh so podane v preglednici 3.1-8).

Na območju B strelišča Bač so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 350 mg/kg, mediana 296 mg/kg (min.: 139 mg/kg), presežena je torej opozorilna imisijska vrednost, medtem ko največja vrednost (max.: 615 mg/kg) presega kritično imisijsko vrednost; na globini 5 – 20 cm je vrednost nižja, še vedno pa je presežena opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 171 mg/kg; Me: 103 mg/kg; min.: 56,0 mg/kg; max.: 355 mg/kg). **Ni** – na globini 0 – 5 cm presega opozorilno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 90,5 mg/kg; Me: 86,0 mg/kg; min.: 80,0 mg/kg; max.: 105 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 98,4 mg/kg, Me: 104 mg/kg; min.: 82,1 mg/kg; max.: 109 mg/kg), vsebnost Ni z globino nekoliko narašča. **Cu** – na globini 0 – 5 cm je presežena opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 108 mg/kg; Me.: 93,1 mg/kg; min.: 68,8 mg/kg; max.: 161 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa je presežena mejna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 66,6 mg/kg; Me: 62,3; min.: 50,7; max.: 86,9). **Cd** – na globini 0 – 5 cm dosega mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 1,08 mg/kg; Me: 0,94 mg/kg; min.: 0,77 mg/kg; max.: 1,54 mg/kg); nekoliko večje so vrednosti na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 1,16 mg/kg; Me.: 1,18 mg/kg; min.: 0,81 mg/kg; max.: 1,49 mg/kg). **Cr** – na globini 0 – 5 cm presega mejno

imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 101 mg/kg; Me: 95,9 mg/kg; min.: 94,4 mg/kg; max.: 113 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 117 mg/kg; Me: 117 mg/kg; min.: 116 mg/kg; max.: 118 mg/kg), vrednosti z globino nekoliko naraščajo. **Co** – na globini 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 24,2 mg/kg; Me: 24,3 mg/kg; min.: 22,9 mg/kg; max.: 25,5 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 26,4 mg/kg; Me: 25,3 mg/kg; min.: 22,7 mg/kg; max.: 31,2 mg/kg). **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 16,9 mg/kg (Me: 13,6 mg/kg; min.: 16,1 mg/kg; max.: 24,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 19,4 mg/kg (Me: 17,3 mg/kg; min.: 16,0 mg/kg; max.: 51,8 mg/kg), vse vrednosti z izjemo največjih se nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Na območju C pehotnega strelišča Bač so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost in mediana 5400 mg/kg (min.: 2400 mg/kg; max.: 8400 mg/kg) s čimer je kritična imisijška vrednost presežena za faktor 10; na globini 5 – 20 cm so vrednosti nižje, kljub temu je kritična imisijška vrednost presežena za faktor 7 ($\bar{a}$: 3887 mg/kg; Me: 3887 mg/kg; min.: 1174 mg/kg; max.: 6600 mg/kg). **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 78,7 mg/kg (Me: 78,7 mg/kg; min.: 68,9 mg/kg; max.: 88,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 77,6 mg/kg (Me: 77,6 mg/kg; min.: 66 mg/kg; max.: 89,3 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijška vrednost. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 272 mg/kg (Me: 272 mg/kg; min.: 175 mg/kg; max.: 370 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 291 mg/kg (Me: 291 mg/kg; min.: 252 mg/kg; max.: 330 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijška vrednost. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 23,1 mg/kg (Me: 23,1 mg/kg; min.: 20,4 mg/kg; max.: 25,8 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 22,7 mg/kg (Me: 22,7 mg/kg; min.: 19,8 mg/kg; max.: 25,7 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijška vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 1,10 mg/kg (Me: 1,10 mg/kg; min.: 0,39 mg/kg; max.: 1,81 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 1,05 mg/kg (Me: 1,05 mg/kg; min.: 0,34 mg/kg; max.: 1,77 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijška vrednost. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 105 mg/kg (Me: 105 mg/kg; min.: 97,5 mg/kg; max.: 113 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 99,7 mg/kg (Me: 99,7 mg/kg; min.: 90,4 mg/kg; max.: 109 mg/kg), na obeh globinah je dosežena mejna imisijška vrednost. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 22,8 mg/kg (Me: 22,8 mg/kg; min.: 20,4 mg/kg; max.: 25,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 22,0 mg/kg (Me: 22,0 mg/kg; min.: 20,0 mg/kg; max.: 24,0 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijška vrednost.

Na območju Z pehotnega strelišča Poček so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 527 mg/kg (Me: 271 mg/kg; min.: 32,8 mg/kg; max.: 2300 mg/kg), kar pomeni, da je presežena opozorilna imisijška vrednost; prav tako na globini 5 – 20 cm, kjer pa je vrednost za Pb nekoliko nižja ($\bar{a}$: 120 mg/kg; Me: 65,7 mg/kg; min.: 55,4 mg/kg; max.: 283 mg/kg). **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 84,1 mg/kg (Me: 86,8 min.: 59,3 mg/kg; max.: 106 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 92,1 mg/kg (Me: 88,5 mg/kg; min.: 72,0 mg/kg; max.: 125 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijška vrednost. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 85,8 mg/kg (Me: 79,1 mg/kg; min.: 24,8 mg/kg; max.: 200 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 60,8 mg/kg (Me: 54,2 mg/kg; min.: 34,9 mg/kg; max.: 99,0 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijška vrednost. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 24,6 mg/kg (Me: 25,9 mg/kg; min.: 16,3 mg/kg; max.: 30,1 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 26,6 mg/kg (Me: 25,0 mg/kg; min.: 19,6 mg/kg; max.: 33,2

mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 101 mg/kg (Me: 105 mg/kg; min.: 96,4 mg/kg; max.: 127 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 110 mg/kg (Me: 113 mg/kg; min.: 94,0 mg/kg; max.: 129 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 21,8 mg/kg (Me: 21,0 mg/kg; min.: 16,6 mg/kg; max.: 24,7 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 22,9 mg/kg (Me: 22,1 mg/kg; min.: 16,7 mg/kg; max.: 34,7 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,74 mg/kg (Me: 0,76 mg/kg; min.: 0,15 mg/kg; max.: 1,23 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,77 mg/kg (Me: 0,73 mg/kg; min.: 0,42 mg/kg; max.: 1,22 mg/kg), vrednost se na obeh globinah giblje v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti.

Na območju V pehotnega strelišča Bač so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 160 mg/kg (Me: 114 mg/kg; min.: 78,0 mg/kg; max.: 340 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 101 mg/kg (Me: 62,0 mg/kg; min.: 50,0 mg/kg; max.: 283 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijska vrednost. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 97,3 mg/kg (Me: 103 mg/kg; min.: 73,4 mg/kg; max.: 118 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 101 mg/kg (Me: 95,0 mg/kg; min.: 79,4 mg/kg; max.: 139 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijska vrednost. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 24,6 mg/kg (Me: 26,2 mg/kg; min.: 13,0 mg/kg; max.: 29,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 25,3 mg/kg (Me: 26,7 mg/kg; min.: 14,7 mg/kg; max.: 30,2 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 1,57 mg/kg (Me: 1,46 mg/kg; min.: 0,75 mg/kg; max.: 3,16 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 1,40 mg/kg (Me: 1,15 mg/kg; min.: 0,50 mg/kg; max.: 3,13 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 118 mg/kg (Me: 117 mg/kg; min.: 93,0 mg/kg; max.: 137 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 121 mg/kg (Me: 124 mg/kg; min.: 101 mg/kg; max.: 133 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijska vrednost. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 24,5 mg/kg (Me: 25,3 mg/kg; min.: 18,1 mg/kg; max.: 28,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 25,4 mg/kg (Me: 23,4 mg/kg; min.: 19,7 mg/kg; max.: 33,4 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijska vrednost. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 56,6 mg/kg (Me: 56,4 mg/kg; min.: 46,8 mg/kg; max.: 67,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 52,5 mg/kg (Me: 51,4 mg/kg; min.: 38,6 mg/kg; max.: 70,3 mg/kg).

Pehotno strelišče Poček

Predpisani kritični oz. opozorilni imisijski vrednosti sta na večini odvzemnih mest preseženi za Pb in Cu. Kritična imisijska vrednost je prekoračena na 5 odvzemnih mestih od 10 (Pb) oz. na 3 odvzemnih mestih (Cu). Opozorilne in mejne imisijske vrednosti so prav tako na večini lokacij presežene za Ni, Cd in Zn, medtem ko so na posameznih odvzemnih mestih presežene mejne imisijske vrednosti za Cr, Co in As.

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Poček z globino pada, v zgornji plasti 0 – 5 cm presega kritično imisijsko vrednost in znaša 873 mg/kg (min.: 46,0 mg/kg, max.: 4410 mg/kg), medtem ko mediana znaša 258 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost. V globini 5 – 20 cm se povprečna vrednost močno približa kritični imisijski vrednosti in znaša 517 mg/kg, mediana pa je nižja od predpisane mejne imisijske vrednosti in znaša 65,9 mg/kg (min.: 48,0 mg/kg; max.: 3580 mg/kg). Najvišje vrednosti so izmerjene na območju zadnjega zaščitnega nasipa (1C, 2C), kjer vrednosti presegajo kritično imisijsko vrednost na obeh globinah.

Vsebnost **bakra (Cu)** z globino prav tako pada. V zgornji plasti 0 – 5 cm povprečna vrednost dosega kritično imisijsko vrednost in znaša 260,7 mg/kg (Me: 94,5 mg/kg, min.: 1,50 mg/kg; max.: 952 mg/kg). V globini 5 – 20 cm so vrednosti nekoliko nižje, povprečna vrednost presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 208 mg/kg (Me: 46,5 mg/kg, min.: 8,15 mg/kg; max.: 763 mg/kg).

Povprečna vrednost **arzena (As)** na območju strelišča Poček presega mejno imisijsko vrednost tako v zgornji plasti 0 – 5 cm, kjer znaša 16,9 mg/kg (min.: 11,0 mg/kg, max.: 22,0 mg/kg), kot tudi v globini 5 – 20 cm, kjer znaša povprečna vsebnost 17,3 mg/kg (min.: 10,4 mg/kg; max.: 21,1 mg/kg).

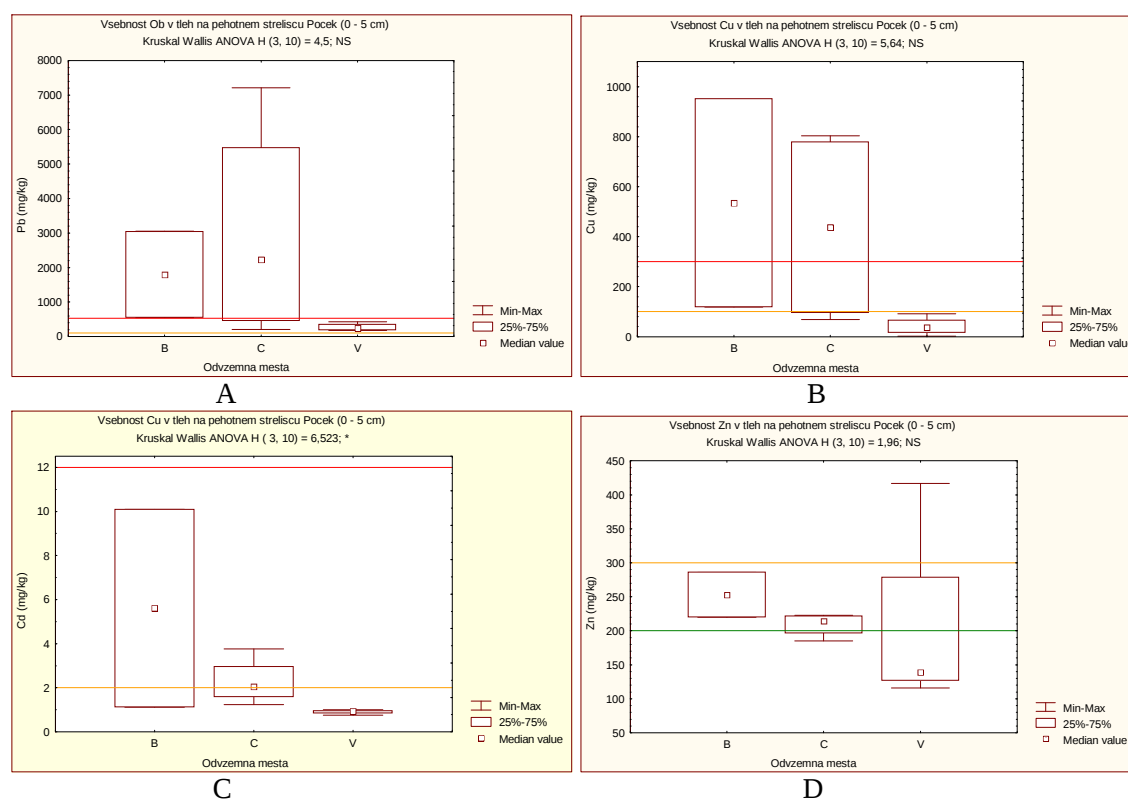
Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 63,02 mg/kg in presega mejno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 62,0 mg/kg, nižja od mejne imisijske vrednosti je minimalna vrednost, ki znaša 40,3 mg/kg; medtem ko največja vrednost znaša 85,9 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost. V globini 5 – 20 cm so vsebnosti Ni večje, povprečna vsebnost 65,9 mg/kg presega mejno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 69,8 mg/kg, minimalna vrednost znaša 36,0 mg/kg in ne dosega mejne imisijske vrednosti, največja vrednost pa presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 82,4 mg/kg. Ti podatki nakazujejo na naravno obogatenost tal na celotni površini strelišča, vendar razlike v vsebnosti med globinami niso statistično značilne (Mann Whitney U test: $U = 48,5$; NS).

Povprečna vrednost **kadmija (Cd)** v zgornji plasti 0 – 5 cm za razliko od mediane vrednosti dosega opozorilno imisijsko vrednost in znaša 2,10 mg/kg (Me: 1,10 mg/kg; min.: 0,76 mg/kg; max.: 10,1 mg/kg); nekoliko nižje so vrednosti v globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vrednost znaša 1,20 mg/kg (Me: 0,92 mg/kg; min.: 0,59 mg/kg; max.: 2,46 mg/kg).

Povprečna vrednost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 znaša 16,9 mg/kg, mediana vrednost znaša 17,15 mg/kg (min.: 10,9 mg/kg; max.: 22,1 mg/kg); podobne vrednosti so izmerjene v globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vrednost znaša 17,5 mg/kg in mediana 18,3 mg/kg (min.: 10,5 mg/kg; max.: 21,6 mg/kg).

Povprečna vrednost cinka (**Zn**) v zgornji plasti 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost in znaša 208 mg/kg, prav tako mejno imisijsko vrednost presega mediana, ki znaša 207 mg/kg (min.: 116 mg/kg; max.: 417 mg/kg); nekoliko nižje vrednosti so izmerjene na globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vrednost ne presega mejne imisijske vrednosti in znaša 156 mg/kg, prav tako tudi ne mediana, ki znaša 133 mg/kg (min.: 100 mg/kg; max.: 299 mg/kg).

Na pehotnem strelišču Poček sta z vidika onesnaženosti tal na območju končnega zaščitnega nasipa najbolj problematična Pb in Cu, sledita Ni in Cd. Pri ostalih kovinah (Zn, Cr, As in Co) vsebnosti na posameznih območjih sicer dosegajo oziroma rahlo presegajo mejne imisijske vrednosti, nikjer pa se ne približajo opozorilni imisijski vrednosti (slika 3.1-9).



Slika 3.1-9: Vsebnost Pb (A), Cu (B), Cd (C) in Zn (D) v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Poček. Z intenzivno rumeno barvo je označena kovina (C), katerih vsebnosti se na posameznih območjih statistično značilno razlikujejo. Z zeleno črto je označena mejna imisijska vrednost, z oranžno črto opozorilna in z rdečo kritična imisijska vrednost.

Na območju B pehotnega strelišča Poček so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm je kritična imisijska vrednost presežena za faktor 3 ($\bar{a}$: 1797 mg/kg; Me: 1797 mg/kg; min: 545 mg/kg; max.: 3050 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 1254 mg/kg; Me: 1254 mg/kg; min: 139 mg/kg; max.: 2370 mg/kg), čeprav so vrednosti nekoliko nižje. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 535 mg/kg (Me: 535 mg/kg; min.: 118 mg/kg; max.: 952 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 324 mg/kg (Me: 324 mg/kg; min.: 30,9 mg/kg; max.: 618 mg/kg), na obeh globinah je presežena kritična imisijska

vrednost, pri tem so najvišje vrednosti v zgornji plasti tal. **Ni** – na globini 0 – 5 cm je nekoliko presežena mejna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 51,6 mg/kg; Me: 51,6 mg/kg; min.: 48,1 mg/kg; max.: 55,2 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 48,8 mg/kg (Me: 48,8 mg/kg; min.: 36,4 mg/kg; max.: 61,3 mg/kg) in se nahaja v okviru predpisane mejne vrednosti. **Cd** – na globini 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost in znaša povprečna vrednost 1,12 mg/kg; na globini 5 – 20 cm pa 0,59 mg/kg. **Zn** – na globini 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 253 mg/kg; Me: 253 mg/kg; min.: 220 mg/kg; max.: 286 mg/kg); na globini 5 – 20 cm se nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti ($\bar{a}$: 64,8 mg/kg; Me: 64,8 mg/kg; min.: 31,2 mg/kg; max.: 98,4 mg/kg). **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 81,2 mg/kg (Me: 81,2 mg/kg; min.: 72,4 mg/kg; max.: 90 mg/kg); na globini 5 – 20 cm presega opozorilno imisijsko vrednost in znaša povprečna vrednost 199 mg/kg (Me: 199 mg/kg; min.: 100 mg/kg; max.: 299 mg/kg). **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 13,9 mg/kg (Me: 13,9 mg/kg; min.: 13,2 mg/kg; max.: 14,6 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 13,5 mg/kg (Me: 13,5 mg/kg; min.: 10,5 mg/kg; max.: 16,5 mg/kg), vrednosti se na obeh globinah nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 14,3 mg/kg (Me: 14,3 mg/kg; min.: 13,2 mg/kg; max.: 15,4 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 13,6 mg/kg (Me: 13,6 mg/kg; min.: 10,4 mg/kg; max.: 16,9 mg/kg), vrednosti se na obeh globinah nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Na območju C pehotnega strelišča Poček so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm presega kritično imisijsko vrednost za faktor 4 ($\bar{a}$: 2391 mg/kg, Me: 2229 mg/kg; min.: 208 mg/kg; max.: 4900 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 2419 mg/kg; Me: 1174 mg/kg; min.: 120 mg/kg; max.: 7210 mg/kg). **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 437 mg/kg (Me: 438 mg/kg; min.: 68,3 mg/kg; max.: 804 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 328 mg/kg (Me: 255 mg/kg; min.: 39,5 mg/kg; max.: 763 mg/kg), na obeh globinah je presežena kritična imisijska vrednost. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 63,8 mg/kg (Me: 64,5 mg/kg; min.: 40,3 mg/kg; max.: 85,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 67,4 mg/kg (Me: 73,2 mg/kg; min.: 49,5 mg/kg; max.: 73,6 mg/kg), na obeh globinah je presežena mejna imisijska vrednost. **Cd** – na globini 0 – 5 cm je presežena opozorilna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 2,27 mg/kg; Me: 2,00 mg/kg; min.: 1,20 mg/kg; max.: 3,80 mg/kg); na globini 5 – 20 cm je presežena mejna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 1,70 mg/kg; Me: 1,70 mg/kg; min.: 0,90 mg/kg; max.: 2,50 mg/kg). **Zn** – na globini 0 – 5 cm je dosežena mejna imisijska vrednost ($\bar{a}$: 209 mg/kg; Me: 214 mg/kg; min.: 185 mg/kg; max.: 223 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 163 mg/kg (Me: 143 mg/kg; min.: 134 mg/kg; max.: 232 mg/kg). **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 89,3 mg/kg (Me: 97,2 mg/kg; min.: 43,7 mg/kg; max.: 119 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 94,6 mg/kg (Me: 99,8 mg/kg; min.: 57,8 mg/kg; max.: 121 mg/kg), vrednosti se na obeh globinah nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 17,1 mg/kg (Me: 17,8 mg/kg; min.: 10,9; max.: 22,1); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 18,1 mg/kg (Me: 18,7 mg/kg; min.: 13,5 mg/kg; max.: 21,6 mg/kg), vrednosti se na obeh globinah nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 16,3 mg/kg (Me: 16,1 mg/kg; min.: 11,0 mg/kg; max.: 22,0 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 16,6 mg/kg (Me: 16,5 mg/kg; min.: 12,8 mg/kg; max.: 20,5 mg/kg), vse vrednosti se nahajajo v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti.

Na območju V pehotnega strelišča Poček so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Pb – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 273 mg/kg (Me: 248 mg/kg; min.: 173 mg/kg; max.: 425 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 147 mg/kg (Me: 165 mg/kg; min.: 64,6 mg/kg; max.: 194 mg/kg), na obeh globinah je presežena opozorilna imisijska vrednost, pri tem vrednosti padajo z globino. **Ni** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 66,6 mg/kg (Me: 66,9 mg/kg; min.: 57,8 mg/kg; max.: 74,9 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 72,9 mg/kg (Me: 69,8 mg/kg; min.: 69,5 mg/kg; max.: 82,4 mg/kg), na obeh globinah je dosežena oz. presežena opozorilna imisijska vrednost, pri tem vsebnost z globino narašča. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 41,8 mg/kg (Me: 36,8 mg/kg; min.: 1,51 mg/kg; max.: 92,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 28,8 mg/kg (Me: 26,8 mg/kg; min.: 8,15 mg/kg; max.: 53,6 mg/kg), na obeh globinah so vrednosti pod mejno imisijsko vrednostjo. **Cd** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 0,91 mg/kg (Me: 0,93 mg/kg; min.: 0,76 mg/kg; max.: 1,00); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 0,87 mg/kg (Me: 0,83 mg/kg; min.: 0,72 mg/kg; max.: 1,12 mg/kg), na obeh globinah so vrednosti pod mejno imisijsko vrednostjo. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 98,7 mg/kg (Me: 97,5 mg/kg; min.: 93,7 mg/kg; max.: 106 mg/kg); z globino vrednost Cr narašča, tako na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 111 mg/kg (Me: 112 mg/kg; min.: 95 mg/kg; max.: 125 mg/kg), s čimer je dosežena mejna imisijska vrednost. **Zn** – na globini 0 – 5 cm presega mejno imisijska vrednost ($\bar{a}$: 202 mg/kg; Me: 139 mg/kg; min.: 116 mg/kg; max.: 417 mg/kg); na globini 5 – 20 cm se vrednost Zn giblje v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti, povprečna vrednost znaša 127 mg/kg (Me: 130 mg/kg; min.: 116 mg/kg; max.: 132 mg/kg). **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 17,6 mg/kg (Me: 17,6 mg/kg; min.: 16,1 mg/kg; max.: 19,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 18,8 mg/kg (Me: 18,8 mg/kg; min.: 17,6 mg/kg; max.: 20,2 mg/kg), na obeh globinah se vrednosti nahajajo v okviru normalnih vrednosti. **As** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 18,3 mg/kg (Me: 18,6 mg/kg; min.: 16,7 mg/kg; max.: 19,5 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 19,8 mg/kg (Me: 19,9 mg/kg; min.: 18,3 mg/kg; max.: 21,1 mg/kg), na obeh globinah se vrednosti nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Pehotno strelišče Mlake

Opozorilna imisijska vrednost v tleh je presežena za Ni na vseh odvzemnih mestih, za Pb na 2 lokacijah (6B, 1C), mejna imisijska vrednost za Cu, Co in Cr je presežena na posameznih odvzemnih mestih, medtem ko se vsebnosti Mo, As, Cd in Zn nahajajo v okviru normalnih vrednosti.

Povprečna vsebnost **svinca (Pb)** na območju strelišča Mlake ne dosega mejne imisijske vrednosti, v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 68,9 mg/kg (Me: 67,1 mg/kg; min.: 18,6 mg/kg; max.: 128 mg/kg). Podobne vrednosti so izmerjene na globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vrednost znaša 68,8 mg/kg (Me: 62,8 mg/kg; min.: 18,6 mg/kg; max.: 160 mg/kg).

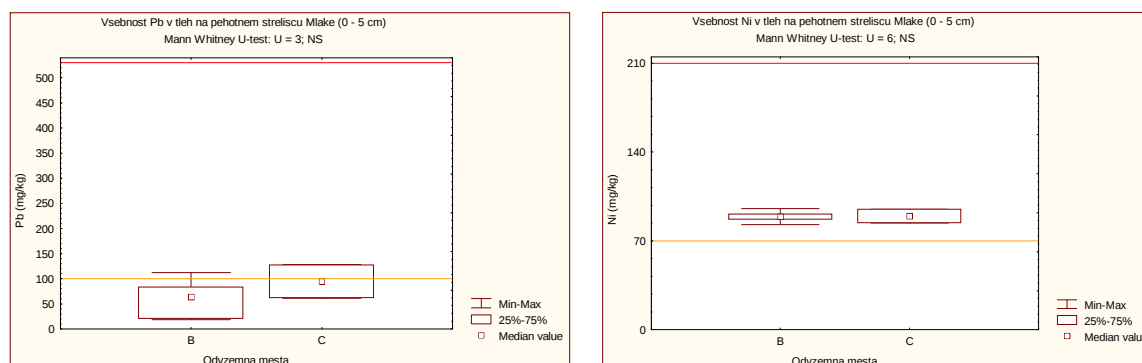
Povprečna vrednost **niklja (Ni)** v zgornji plasti 0 – 5 cm znaša 89,1 mg/kg in presega opozorilno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 89,0 mg/kg, hkrati mejno imisijsko vrednost presega tudi minimalna vrednost, ki znaša 82,0 mg/kg; največja vrednost znaša 95,3 mg/kg. V globini 5 – 20 m so vsebnosti Ni nekoliko večje, povprečna vrednost 89,6 mg/kg presega opozorilno imisijsko vrednost, prav tako mediana, ki znaša 92,4 mg/kg, hkrati tudi minimalna vrednost 72,1 mg/kg presega mejno imisijsko vrednost, največja vrednost pa dosega 96,7 mg/kg. Ti podatki nakazujejo na naravno obogatenost tal na celotni površini strelišča.

Povprečna vrednost **kroma (Cr)** na območju strelišča Mlake se nahaja pod mejno imisijsko vrednostjo in znaša 91,0 mg/kg (Me: 90,2 mg/kg; min.: 72,7 mg/kg, max.: 109 mg/kg), kot tudi v globini 5 – 20 cm, kjer znaša povprečna vsebnost 89,91 mg/kg (Me: 93,7 mg/kg; min.: 61,0 mg/kg; max.: 102 mg/kg).

Povprečna vsebnost **bakra (Cu)** v zgornji plasti 0 – 5 cm ne dosega mejne imisijske vrednosti in znaša 55,6 mg/kg (min.: 35,9 mg/kg; max.: 70,0 mg/kg), prav tako mediana vrednost ne presega mejne imisijske vrednosti in znaša 59,2 mg/kg. V globini 5 – 20 cm so vrednosti nekoliko večje, povprečna vrednost dosega mejno imisijsko vrednosti in znaša 60,9 mg/kg, mediana vrednost pa to vrednost rahlo presega in znaša 61,3 mg/kg (min.: 31,9 mg/kg; max.: 86,8 mg/kg).

Povprečna vrednost **kobalta (Co)** v zgornji plasti 0 – 5 cm ne presega mejne imisijske vrednosti in znaša 19,2 mg/kg, prav tako mejne imisijske vrednosti ne presega mediana vrednost, ki znaša 18,8 mg/kg (min.: 17,9 ; max.: 21,0 mg/kg); podobne vrednosti so izmerjene v globini 5 – 20 cm, kjer povprečna vsebnost znaša 19,6 mg/kg ter mediana 20,5 mg/kg (min.: 15,4 mg/kg; max.: 21,7 mg/kg). Največja vsebnost Co presega mejno imisijsko vrednost na obeh globinah na območju končnega zaščitnega nasipa (2C).

Na pehotnem strelišču Mlake tla s kovinami niso onesnažena, je pa z vidika obremenjenosti tal opazna povečana vsebnost Ni na celotni površini strelišča (presežena opozorilna imisijska vrednost), vsebnost Pb pa je povečana na ravnini med zaščitnimi nasipi (6B) in zadnjem zaščitnem nasipu (1C) (slika 3.1-10).



Slika 3.1-10: Vsebnost Pb in Ni v zgornjem sloju tal na različnih predelih pehotnega strelišča Mlake. Z oranžno črto je označena opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto pa kritična imisijska vrednost.

Na območju B pehotnega strelišča Mlake so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

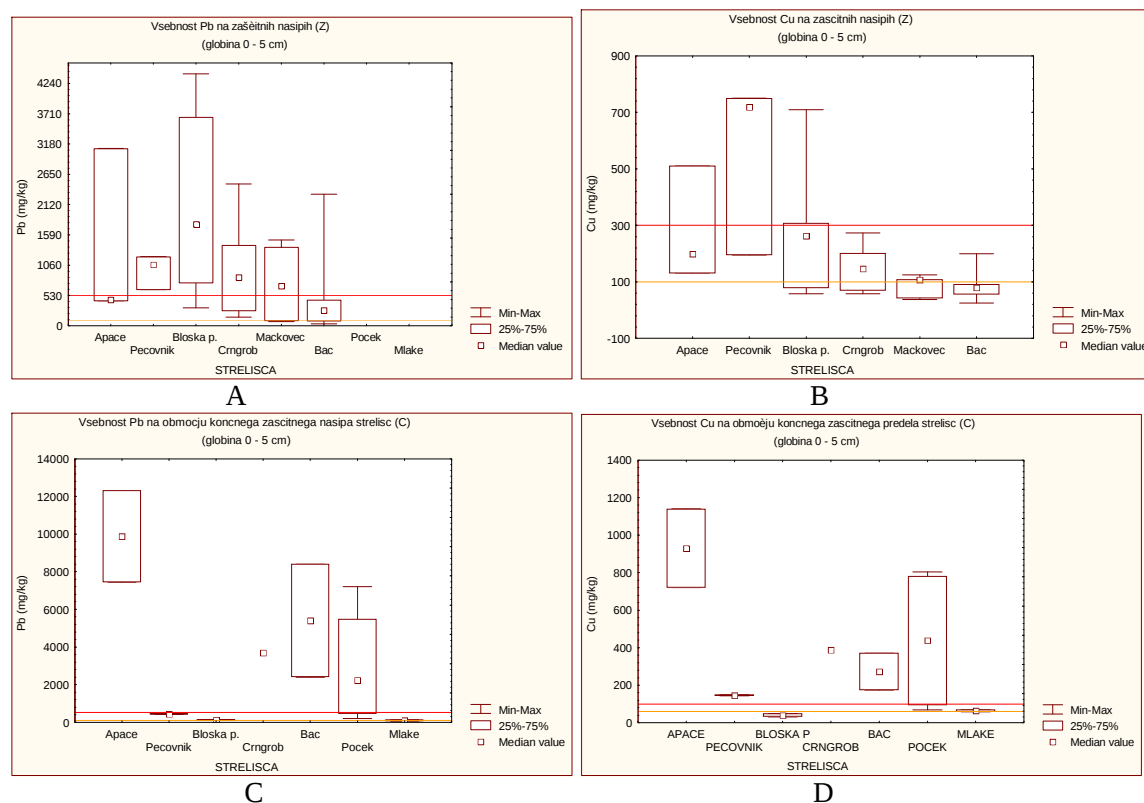
Ni – na globini 0 – 5 cm presega opozorilno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 89,0 mg/kg; Me: 89,0 mg/kg; min.: 82,8 mg/kg; max.: 95,3 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm, kjer znaša 89,6 mg/kg (Me: 93,6 mg/kg; min.: 72,1 mg/kg; max.: 96,7 mg/kg). **Pb** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 60,3 mg/kg (Me: 63,7 mg/kg; min.: 18,6 mg/kg; max.: 112 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 64,7 mg/kg (Me: 56,2 mg/kg; min.: 18,6 mg/kg; max.: 160 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 52,8 mg/kg (Me: 54,8 mg/kg; min.: 35,9 mg/kg; max.: 70,0 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 60,7 mg/kg (Me: 62,1 mg/kg; min.: 31,9 mg/kg; max.: 86,8 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti. **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 19,0 mg/kg (Me: 18,8 mg/kg; min.: 17,9 mg/kg; max.: 20,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 19,3 mg/kg (Me: 20,5 mg/kg; min.: 15,4 mg/kg; max.: 20,8 mg/kg), vrednost Co se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 88,3 mg/kg (Me: 83,4 mg/kg; min.: 72,7 mg/kg; max.: 109 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 86,6 mg/kg (Me: 91,7 mg/kg; min.: 61,0 mg/kg; max.: 102 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti.

Na območju C pehotnega strelišča Mlake so vsebnosti za posamezno kovino naslednje:

Ni – na globini 0 – 5 cm presega opozorilno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 89,5 mg/kg; Me: 89,5 mg/kg; min.: 84,1 mg/kg; max.: 95,0 mg/kg); prav tako na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 89,8 mg/kg, Me: 89,8 mg/kg; min.: 86,7 mg/kg; max.: 92,9 mg/kg). **Pb** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 94,7 mg/kg (Me: 94,7 mg/kg; min.: 61,5 mg/kg; max.: 128 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 80,8 mg/kg (Me: 80,8 mg/kg; min.: 57,6 mg/kg; max.: 104 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahajajo v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti. **Cu** – na globini 0 – 5 cm presega mejno imisijsko vrednost ($\bar{a}$: 63,9 mg/kg; Me: 63,9 mg/kg; min.: 58,9 mg/kg; max.: 68,9 mg/kg); prav tako presega mejno imisijsko vrednost na globini 5 – 20 cm ($\bar{a}$: 61,3 mg/kg; Me: 61,3 mg/kg; min.: 57,4 mg/kg; max.: 65,3 mg/kg). **Co** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 19,0 mg/kg (Me: 18,8 mg/kg; min.: 17,9 mg/kg; max.: 20,3 mg/kg); na globini 5 – 20 cm znaša povprečna vrednost 19,3 mg/kg (Me: 20,5 mg/kg; min.: 15,4 mg/kg; max.: 20,8 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti. **Cr** – na globini 0 – 5 cm znaša povprečna vrednost 99,3 mg/kg (Me: 99,3 mg/kg; min.: 95,6 mg/kg; max.: 103 mg/kg); na globini 5 – 20 cm pa 97,5 mg/kg (Me: 97,5 mg/kg; min.: 94 mg/kg; max.: 101 mg/kg), vrednost se na obeh globinah nahaja v okviru predpisane mejne imisijske vrednosti.

Sintezni pregled onesnaženosti tal na vseh osmih streliščih

Na podlagi predstavljenih rezultatov je očitno, da sta na pehotnih streliščih v Sloveniji v tleh v primerjavi s predpisanimi imisijskimi vrednostmi (Ur. l. RS, št. 68/96) najpogosteje povečani vsebnosti Pb in Cu na območju zaščitnih nasipov za linijami postavitve tarč (Z) oziroma na območju končnega zaščitnega predela na posameznem strelišču (C). Onesnaženost tal s Pb in Cu je posledica uporabe nabojev s svinčnim zrnem, obdanim z bakrenim ovojem. **Tako so na območju zaščitnih nasipov tla onesnažena s Pb in Cu na pehotnih streliščih Apače, Pečovnik, Bloška polica, Crngrob, Mačkovec. Na območju končnega zaščitnega predela pa so tla močno onesnažena s Pb in Cu na pehotnih streliščih Apače, Pečovnik, Bloška polica, Crngrob, Bač in Poček** (slika 3.1-11). Na ostalih delih strelišč vsebnosti Pb in Cu ponekod presegajo mejne ali opozorilne imisijske vrednosti, vendar v mejah, ki še ne ovirajo življenjske razmere za rastline in živali oziroma ne ogrožajo podtalnice. Izjema je pehotno strelišče Poček, ki je izmed vseh strelišč, vključenih v raziskavo, s Pb in Cu onesnaženo (obe kovini presegata kritično imisijsko vrednost) tudi v ravnini do končnega zaščitnega nasipa.



Slika 3.1-11: Vsebnosti Pb in Cu v zgornjem sloju tal na območju zaščitnih nasipov (A, B) in na območju končnega nasipa (C, D) na pehotnih streliščih v Sloveniji. Z oranžno črto je označena opozorilna imisijska vrednost, z rdečo črto pa kritična imisijska vrednost.

S preostalimi analiziranimi kovinami (Mo, Co, Ni, Cr, As, Cd) tla na pehotnih streliščih niso onesnažena do te mere, da bi njihova prisotnost ogrožala življenjske razmere za rastline in živali oziroma podtalnico. **Vsebnost Ni in Cr je na posameznih streliščih (Poček, Pečovnik, Bač, Mlake) sicer povečana** (presežena opozorilna imisijska vrednost), vendar glede na dejstvo, da vsebnost obeh kovin z globino narašča, **povečane vrednosti pripisujemo naravnim lastnostnim tal** oziroma posledici preperevanja matične podlage (fliš in apnenec). Porast

vsebnosti z globino je zaznaven tudi v primeru **As**, tako je mejna oz. opozorilna imisijska vrednost presežena na pehotnih streliščih Bloška polica in Bač (na celotni površini strelišča) in v tleh pehotnega strelišča Apače (na območju zaščitnih nasipov za postavitvami tarčnih linij, na ravnini med zaščitnima nasipoma in vplivnim območjem). Tako za Ni kot tudi za As je potrebno z nadaljnjimi raziskavi, ugotoviti ali so povečane vsebnosti omenjenih elementov dejansko povezane z matično kamnino, saj nismo dokazali, da so vsebnosti globlje v tleh statistično značilno večje od vsebnosti, ki smo jih določili v zgornjih plasteh tal.

Vsebnost Zn je povečana (presežena mejna imisijska vrednost) na strelišču Bač (na vplivnem območju) in na strelišču Bloška polica (na enem izmed zaščitnih nasipov), v obeh primerih vsebnost Zn z globino narašča. **Na antropogeni vnos pa nakazuje vsebnost Zn na pehotnem strelišču Pečovnik, kjer je v zgornji plasti tal presežena celo kritična imisijska vrednost na enem izmed zaščitnih nasipov ter na streliščih Apače in Poček, kjer vsebnost Zn presega mejno imisijska vrednost na posameznih odzemnih mestih v zgornjem sloju tal, na slednjem pa tudi opozorilno imisijsko vrednost izven aktivnih površin strelišča (na vplivnem območju).**

Na izbranih pehotnih streliščih je potrebno pristopiti k **sanaciji tal zaradi onesnaženost s Pb in Cu**. Povprečna vsebnost Pb prekoračuje kritično imisijsko vrednost (KIV) na pehotnih streliščih Apače, Bloška polica, Crngrob, Bač in Poček; povprečna vsebnost Cu pa prekoračuje KIV na Počku in se tej vrednosti približuje na pehotnem strelišču Apače. Predhodno je potrebno določiti globino, do katere so tla onesnažena, in izvesti dodatna vzorčenja. Zemljo bo potrebno posneti do predvidene globine in jo ustrezno obdelati (drobljenje, sejanje, gravitacijsko separiranje). Glede na vsebnosti Pb in ostalih kovin lahko zemljo bodisi ponovno uporabimo za talno pokritje na strelišču, ali pa jo je potrebno skladiščiti na ustreznem mestu in na primeren način v skladu z okoljsko zakonodajo. Pred obnovo strelišč je potrebno izdelati načrt za ponovno nasutje ustrezne zemlje in posejanje trave ter ostale vegetacije, ki je značilna za posamezna območja (Finžgar, 2008). Seveda pa je poleg odstranitve onesnažene zemlje z zaščitnih nasipov na ostalih delih strelišč smiselno izvesti tudi nekatere biotehniške ukrepe (npr. ekoremediacije, ki bodo zmanjšale možnost vstopa obeh kovin v prehranjevalno verigo).

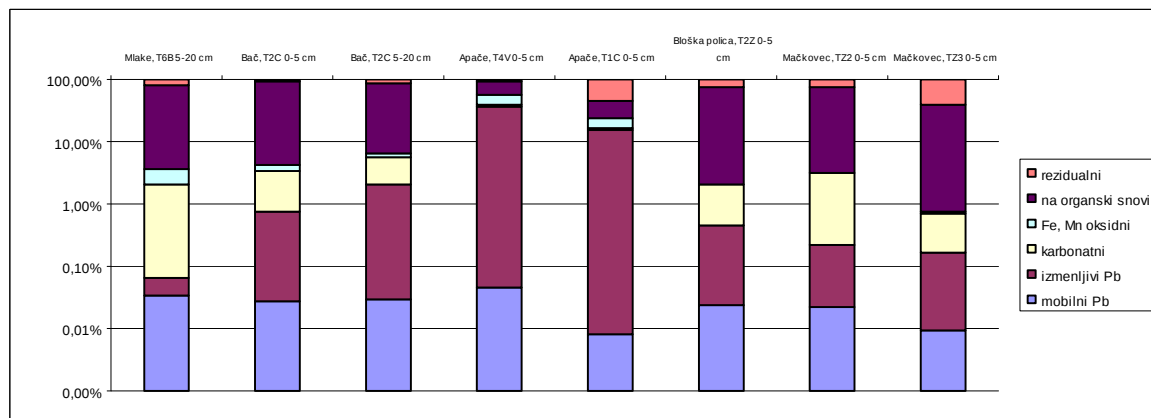
3.1.6 Ocena mobilnosti Pb v izbranih talnih vzorcih

V spodnji preglednici so prikazani rezultati sekvenčnih ekstrakcij v izbranih talnih vzorcih, vzorčenih na pehotnih streliščih.

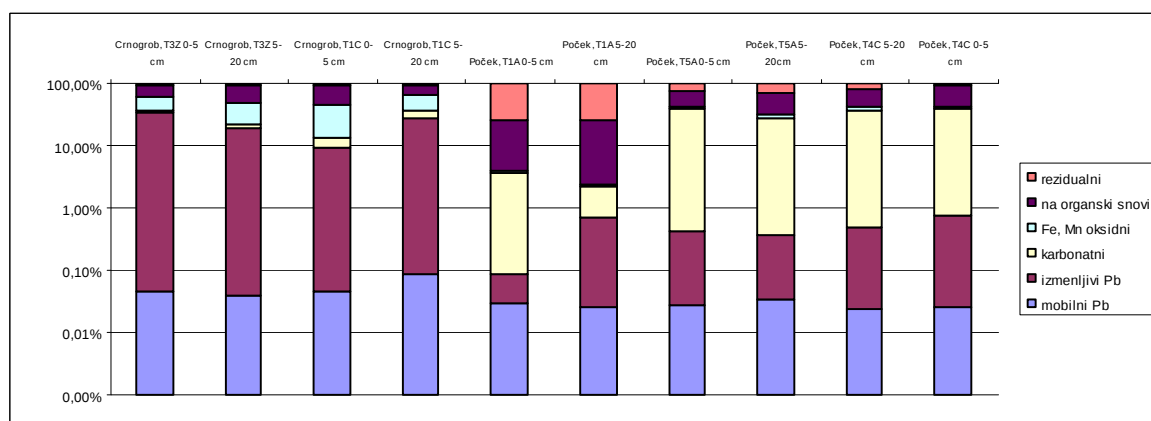
Preglednica 3.1-11: Vsebnost Pb (mg/kg) po posameznih frakcijah.

oznaka vzorca	mobilni Pb	izmenljivi Pb	karbonatni Pb	Fe, Mn oksidni Pb	Pb, vezan na organsko snov	rezidualni Pb
Mlake, T6B 5-20 cm	0,03	0,03	2,07	1,51	78,7	19,2
Bač, T2C 0-5 cm	0,72	19,7	66,2	23,9	2296	237
Bač, T2C 5-20 cm	0,78	55,5	94,3	25,5	2290	281
Apače, T4V 0-5 cm	0,46	374	28,3	187	348	92,9
Apače, T1C 0-5 cm	1,14	2070	262	1008	2836	7750
Bloška polica, T2Z 0-5 cm	0,82	14,6	54,0	2,07	2448	873
Mačkovec, TZ2 0-5 cm	0,31	2,92	41,3	0,16	1069	340
Mačkovec, TZ3 0-5 cm	0,15	2,46	8,89	0,34	606	981
Crnogrob, T3Z 0-5 cm	0,36	266	29,5	186	263	53,2
Crnogrob, T3Z 5-20 cm	0,13	63,4	9,62	86,8	141	34,0
Crnogrob, T1C 0-5 cm	0,53	103	52,3	380	508	98,0
Crnogrob, T1C 5-20 cm	0,49	148	52,0	156	156	42,6
Poček, T1A 0-5 cm	0,02	0,03	1,92	0,13	11,6	40,6
Poček, T1A 5-20 cm	0,01	0,30	0,68	0,07	10,4	34,0
Poček, T5A 0-5 cm	0,65	9,61	910	61,1	852	538
Poček, T5A 5-20cm	0,28	2,60	220	26,9	321	245
Poček, T4C 5-20 cm	0,34	7,03	530	65,6	590	287
Poček, T4C 0-5 cm	0,93	26,2	1412	142	1891	272

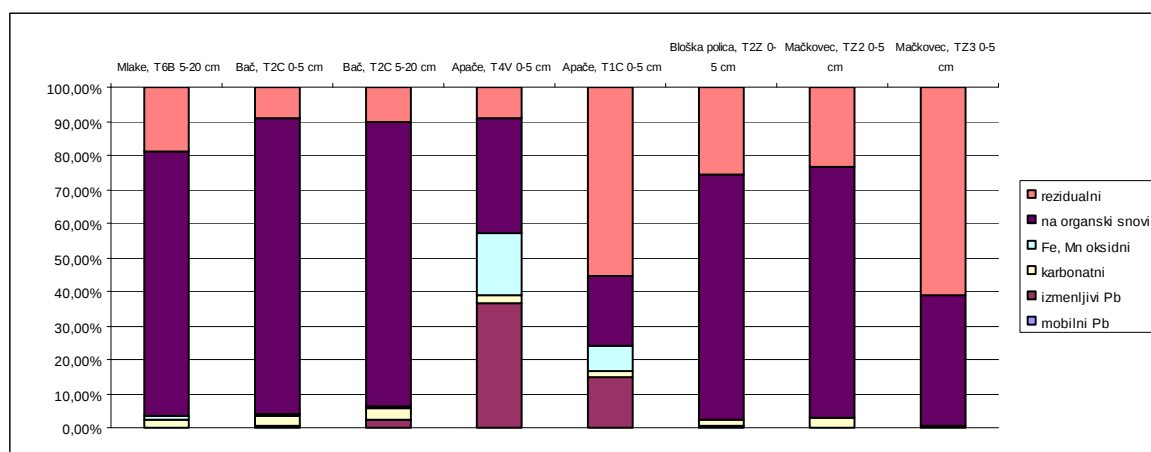
Vrednosti mobilnega dela Pb, ki z izpiranjem lahko direktno vstopa v podtalnico, **so relativno nizke** ter v absolutni vrednosti le v enem primeru (Apače, T1C, 0-5 cm) presegajo vrednost 1 mg/kg. V relativnem smislu deleži mobilnega Pb nikjer ne presegajo 0,1 % celotne vsebnosti Pb v talnih vzorcih. Drugače je z **izmenljivim delom, ki ponekod (vzorci Apače) predstavlja celo do 30 % celotne množine Pb**. Razmerja med posameznimi frakcijami so predstavljena na spodnjih grafih.



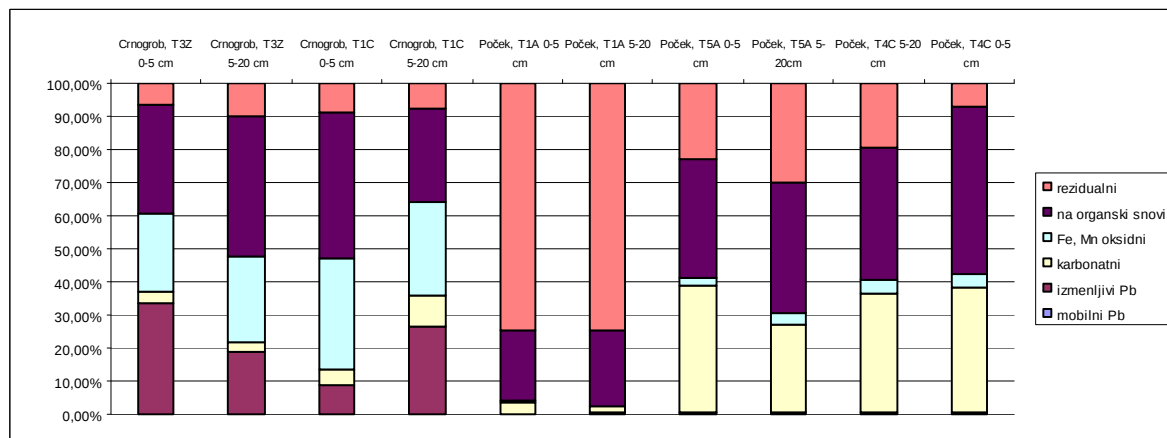
Slika 3.1-12: Deleži posameznih Pb frakcij v izbranih talnih vzorcih, uporabljeno je logaritsmsko merilo.



Slika 3.1-13: Deleži posameznih Pb frakcij v izbranih talnih vzorcih, uporabljeno je logaritsmsko merilo.



Slika 3.1-14: Deleži posameznih Pb frakcij v izbranih talnih vzorcih.



Slika 3.1-15: Deleži posameznih Pb frakcij v izbranih talnih vzorcih.

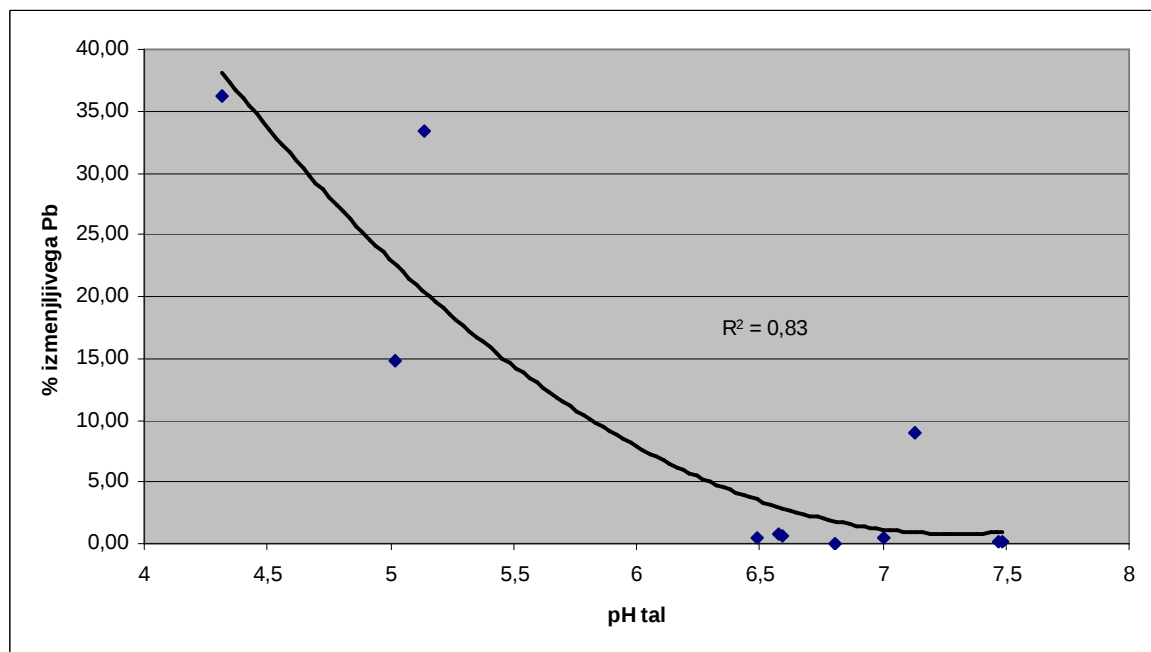
Največje množine izmenljivega Pb smo ugotovili v vzorcih s strelišč Apače in Crngrob. Visoki deleži izmenljivega Pb se kažejo predvsem tam, kjer je visok tudi delež Pb, vezanega na Mn in Fe okside ter posledično nizek delež karbonatnega Pb. **Visok delež izmenljivega Pb glede na totalno vsebnost Pb pomeni tudi večjo biodostopnost Pb in s tem večjo možnost za njegov vstop v prehranjevalno verigo.** Razmerja med ostalimi, manj mobilno vezanimi vrstami Pb (karbonatni, Fe-Mn oksidni, organski in rezidualni) so pogojena z lastnostmi tal na posameznem strelišču. To se jasno odraža pri nekaterih vzorcih s strelišča Poček, kjer se pokaže izrazito visok delež karbonatnega Pb. Opozoriti velja, da razmerja med deleži Pb v posamezni frakciji na posameznem strelišču niso konstantna, ampak da gre vsekozi za dinamično ravnotežje, ki ga kontrolirajo pedološke značilnosti tal in prisotnost različnih snovi v tleh. Vrste Pb zato lahko prehajajo iz ene oblike v drugo.

Mobilnost Pb v tleh je odvisna od pH vrednosti samih tal, najnižja je v nevtralnih tleh, v kislih in bazičnih tleh pa se le-ta zvišuje. Ker gre pri vseh vzorcih za praktično enak način onesnaženja tal s Pb, je možna primerjava med deležem izmenljivega Pb v tleh ter vrednostjo pH. V preglednici 3.1-12 so prikazani rezultati meritev pH ter deleži mobilnega ter izmenljivega Pb v tleh na globini 0–5 cm.

Preglednica 3.1-12: pH tal ter deleži mobilnega in izmenljivega Pb v talnih vzorcih.

oznaka vzorca	pH - KCl	mobilni Pb [%]	izmenljivi Pb [%]
Bač, T2C 0-5 cm	6,58	0,03	0,75
Apače, T4V 0-5 cm	4,32	0,05	36,3
Apače, T1C 0-5 cm	5,02	0,01	14,9
Bloška polica, T2Z 0-5 cm	7,00	0,02	0,43
Mačkovec, TZ2 0-5 cm	7,47	0,02	0,20
Mačkovec, TZ3 0-5 cm	7,49	0,01	0,15
Crngrob, T3Z 0-5 cm	5,14	0,05	33,4
Crngrob, T1C 0-5 cm	7,13	0,05	8,99
Poček, T1A 0-5 cm	6,81	0,03	0,05
Poček, T5A 0-5 cm	6,49	0,03	0,41
Poček, T4C 0-5 cm	6,59	0,02	0,70

Ugotovimo lahko, da pri zelo nizkih pH vrednostih v tleh delež izmenljivega Pb močno naraste, pri pH, ki je nižji od 5 celo preko 30 %. **Na streliščih Apače ter Crngrob je delež izmenljivega Pb višji kot 5 %, kar ob upoštevanju preseženih kritičnih koncentracij Pb lahko pomeni še večje tveganje za vstop Pb v prehranjevalno verigo.** Pri vrednostih pH, ki so večje od 7, je velika verjetnost, da bodo vrednosti izmenljivega Pb pod 1 % glede na totalno vsebnost Pb v tleh, kar razen ene izjeme (vzorec Crngrob T1C) potrjujejo tudi naši eksperimenti. Navedeno je seveda močno odvisno tudi od vrednosti ostalih pedoloških parametrov. Ugotavljamo tudi, da lahko delež izmenljivega Pb v tleh v pogojih nižjega pH tal (npr. nižje od 5) drastično naraste.



Slika 3.1-16: Korelacija med deležem izmenljivega Pb in pH vrednostjo tal.

Med deležem izmenljivega Pb ter pH vrednostjo tal smo ugotovili značilno negativno soodvisnost ($R^2 = 0,83$), kar sovпада tudi s podatki iz literature. Korelacija je narejena zgolj na eksperimentalnih podatkih, pridobljenih z analizo vzorcev tal s pehotnih strelišč, kjer je način vnosa Pb v tla poenoten. Korelacijska krivulja nam lahko služi zgolj za grobo oceno deleža izmenljivega Pb na podlagi pH tal. Za natančnejšo določitev modela bi potrebovali več eksperimentalnih podatkov, ki bi upoštevali različne tipe tal, različne geološke podlage, prisotnost različnih anorganskih in organskih substanc, totalno vsebnost Pb ter nenazadnje meteorološke in mikroklimatske pogoje.

3.1.7 Povzetek

Z opravljeno raziskavo smo izdelali oceno onesnaženosti tal s težkimi kovinami na pehotnih streliščih v Sloveniji. V raziskavo je vključenih 8 aktivnih pehotnih strelišč Slovenske vojske – Apače, Pečovnik, Bloška polica, Crngrob, Mačkovec, Bač, Poček in Mlake, pri čemer smo na vsakem izmed strelišč odvzeli od 8 do 19 povprečnih vzorcev. Vzorčna mesta so razporejena po celotni površini posameznega strelišča, vključena so območja med linijami tarč, območja zaščitnih nasipov za tarčami do vključno končnega zaščitnega nasipa in območja izven aktivnega območja strelišč (vplivno območje). Hkrati smo z eksperimentalnim delom ocenili mobilnost in biodostopnost Pb v izbranih talnih vzorcih s pehotnih strelišč.

Za oceno onesnaženosti tal so uporabljene metode, usklajene s predpisano zakonodajo in mednarodnimi standardi. Ocena onesnaženosti tal je podana na osnovi izmerjenih vsebnosti anorganskih nevarnih snovi (Cd, Pb, As, Cr, Zn, Cu, Co, Mo, Ni) na globinah 0 – 5 cm in 5 – 20 cm in opravljenih pedoloških analizah (pH, tekstura) na globini 0 – 5 cm. Vzorčenje tal smo izvedli po akreditirani metodi PM 2.41, usklajeni z ISO 1038 v okviru Pravilnika o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, št. 55/97). Skupno smo odvzeli 230 vzorcev. V skladu s predpisanim mednarodnim standardom ISO 11464 in ISO 14507 smo za pedološke analize in analize anorganskih onesnažil vzorce predhodno posušili na temperaturi do 35 °C, homogenizirali in presejali skozi plastično sito, velikosti por 2 mm. Razklop talnih vzorcev je potekal v mikorovalovni napravi. Vsebnosti elementov Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr, Co, Mo in As smo določili z metodo induktivne plazemske spektrometrije (ICP-MS) po SIST DIN 38406 – 29. Vsebnost Pb v posameznih frakcijah izbranih vzorcev tal smo izvedli z modificirano metodo sekvenčnih ekstrakcij. Metoda obsega šest zaporednih ekstrakcij ob uporabi različnih reagentov, ki iz vzorca tal izločijo težke kovine, vezane na različne talne frakcije (mobilni del kovine; izmenljivi del kovine; kovine, vezane na karbonate; kovine, vezane na Fe in Mn okside; kovine, vezane na organsko snov; preostali del).

Rezultati kažejo, da so tla **na vseh pehotnih streliščih (z izjemo Mlak) onesnažena (prekoračene kritične imisijske vrednosti) s Pb in Cu na območju zaščitnih nasipov za linijami postavitve tarč in/ali na območju končnega zaščitnega predela na posameznem strelišču**. Povečane vsebnosti Pb in Cu povezujemo z uporabo nabojev s svinčnim zrnem, obdanim z bakrenim ovojem; na antropogen vnos obeh kovin v tla dodatno opozarjajo tudi večje vsebnosti obeh elementov v zgornji plasti tal. **Na območju zaščitnih nasipov za linijami tarč je prekoračena kritična imisijska vrednost za Pb oz. opozorilna imisijska vrednost za Cu na naslednjih pehotnih streliščih: Apače, Pečovnik, Bloška polica, Crngrob in Mačkovec. Na območju končnega zaščitnega predela je opozorilna in/ali kritična imisijska vrednost za Pb oz. Cu presežena na vseh zgoraj navedenih pehotnih streliščih z izjemo Mačkoveca ter dodatno še na Baču in Počku.** Na ostalih območjih vsebnosti Pb in Cu na posameznih območjih presegajo mejne ali opozorilne imisijske vrednosti vendar v mejah, ki še ne ovirajo življenjskih razmer za rastline in živali oziroma ne ogrožajo podtalnice. Izjema je pehotno strelišče Poček, ki je izmed vseh strelišč, vključenih v raziskavo, s Pb in Cu onesnaženo (obe kovini presegata kritično imisijsko vrednost) tudi v ravnini do končnega zaščitnega nasipa. **V nekoliko manjšem obsegu na antropogeni vnos opozarja v zgornjem sloju tal povečana vsebnost Zn na pehotnih streliščih Pečovnik, Apače in Poček.**

S preostalimi analiziranimi kovinami (Mo, Co, Ni, Cr, As, Cd) tla na pehotnih streliščih niso onesnažena do te mere, da bi njihova prisotnost ogrožala življenjske razmere za rastline in živali oziroma podtalnico. Vsebnosti posameznih kovin (Ni, Cr: Poček, Pečovnik, Bač, Mlake; As: Bloška polica, Bač, Apače; Zn: Bač, Bloška polica) z globino celo naraščajo, zato bi vzrok lahko pripisali naravnim lastnostnim tal oziroma posledici preperevanja matične podlage. Predlagamo, da se na območju pehotnih strelišč, kjer so vsebnosti kovin v tleh že povečane (presežene opozorilne imisijske vrednosti), uvede monitoring tal za spremljanje vsebnosti kovin. **Vsekakor pa je na območju tistih pehotnih strelišč (Apače, Bloška polica, Bač, Crngrob, Poček), kjer vsebnosti Pb in Cu presegajo kritične imisijske vrednosti, potrebno pristopiti k sanaciji tal.** Predlagamo, da se prednostno obravnava pehotno strelišče Apače s poudarkom na sanaciji območja končnega zaščitnega nasipa in pehotno strelišče Poček na celotni površini.

Ker so tla pehotnih strelišč najbolj oberemenjena s Pb, saj povprečna vrednost tega vključno z vplivnim območjem izven aktivnega območja strelišč prekoračuje kritično imisijsko vrednost kar na petih streliščih (Apače, Bloška polica, Crngrob, Bač in Poček), na dveh pa opozorilno imisijsko vrednost (Pečovnik ter Mačkovec), smo skušali oceniti delež mobilnega in izmenljivega Pb. Vrednosti mobilnega dela Pb na posameznih vzorčnih mestih so relativno nizke in nikjer ne presegajo 0,1 % celotne vsebnosti Pb v tleh na posamezni lokaciji. Nekoliko pomembnejši je delež izmenljivega Pb, ki pri nizkih pH močno naraste. **Na streliščih Apače in Crngrob je tako delež izmenljivega Pb večji kot 5 % in celo doseže več kot 30 % (močno kislata tla), kar ob upoštevanju preseženih kritičnih vsebnosti Pb lahko povečuje tveganje za vstop Pb v prehranjevalno verigo.**

Viri

- Alloway, B. J., 1997. Heavy metals in Soils. Published by Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall. London, UK.
- Bergmann, W., 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fischer Verlag, Jena - Stuttgart - New York.
- Bruell, R., Nikolaidis, N. P., Long, R. P., 1999. Evaluation of remedial alternatives of lead from shooting range soil, *Environ. Eng. Sci.* 16(5): 403-413.
- Das, A. K., Fresenius J., 1997. *Anal. Chem.* 1: 357.
- Duggan, J., Dhawan, A., *Soil & Sediment Contamination*, 16: 351-369.
- Farago, E. M., 1994. Plants and the Chemical Elements. VCH Verlagsgesellschaft, Germany.
- Finžgar, L., 2008. Omejevanje vplivov na onesnaženje tal s težkimi kovinami na streliščih Slovenske vojske, Magistrsko delo, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.
- ISO 10381-1. 1996. Soil quality – Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes, 44 s.
- ISO 10381-2. 1996. Soil quality – Sampling, Part 2: Guidance on sampling techniques, 33 s.
- ISO 10381-3. 1996. Soil quality – Sampling, Part 3: Guidance on safety, 50 s.
- ISO 10381-4. 1996. Soil quality – Sampling, Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near natural and cultivated sites, 25 s.
- ISO 10381-6. 1993. Soil quality – Sampling, Part 6: Guidance on the collection, handling and storage of soil for the assesment of aerobic microbial processes in the laboratory, 4 s.
- ISO 11464. 1994. Soil quality – Pretreatment of samples for physico-chemical analyses, 9 s.
- ISO 11466. 1995. Soil quality – Extraction of trace elements soluble in aqua regia, 6 s.
- ISO/DIS 11047, 1995. Soil quality – Determination of cadmium, chromium, cobalt, copper, lead, manganese, nickel and zinc – Flame and electrothermal atomic absorption spectrometric methods, 29 s.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1984. Trace elements in Soils and Plants, CRC Press, Boca Rat on, Florida.
- Lal, R., 1998. Methods for assesment of soil degradation; edit by R. Lai, CRC Press LLC.
- Markert, B., 1993. Plants as Biomonitors – Indicators for Heavy Metals in the Terrestrial Environment. Weinheim, New York, Basel, Cambridge.
- Morton, E., 1997. Lead mobility in soil: Refresher. Proceedings of the Fourth National Shooting Range Symposium, Wiley.
- Ross, S., 1996. Toxic Metals in Soil-Plant Systems, John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore.
- Seiler, H.,G., Sigel, H., Sigel ,A., 1987. Handbook on Toxicity of Inorganic Compounds, Marcel Dekker, Inc. New York, USA.
- Tessier, A., Campbell, P., Bisson, M., 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of prarticulate trace metals. *Analytical Chemistry*, 51(7): 844-851.
- Ur. l. RS 20/96. Pravilnik o zdravstveni ustreznosti krme, s. 1634 – 1660.
- Ur. l. RS 55/97. Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla, s. 4766 - 4768.
- Ur. l. RS 68/96. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh, s. 5773 - 5574.
- Ur. l. RS 69/03. Pravilnik o onesnaževalcih v živilih, s.10720 – 10728.
- Xintaras, C., 1992. Impacz of lead-contaminated soil on public helath, Atlanta GA 30333, USDHHS, Agency for Toxic Substances and Sisease Registry.