



Center za fizikalne meritve
Laboratorij za meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov

Oznaka poročila: LMSAR-20200031-MG
Datum: 15.10.2020

Poročilo o meritvah radioaktivnosti Koncentracije radionuklida K-40 in drugih gama sevalcev na poljedelskih območjih

Naročnik:

Uprava RS za jedrsko varnost
Litostrojska cesta 54
1000 LJUBLJANA

Pogodba št.:

C2553-20-430003 z dne 12.3.2020

Vzorčila:

Lili Peršin, ZVD

Datum izvajanja meritev:

Avgust, september 2020

Poslano:

Poročilo vsebuje skupaj 18 strani in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti.
1 × naročnik
1 × arhiv ZVD

Poročilo pripravil in odobril:

dr. Marko Giacomelli, univ. dipl. fiz.
podpis

Poročilo pregledal:

dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.
podpis

□ Obseg monitoringa

V obdobju od avgusta do septembra 2020 je ZVD Zavod za varstvo pri delu izvajal meritve radioaktivnosti v skladu s pogodbo »Izdelava študije koncentracije radionuklida K-40 in drugih zaznanih gama sevalcev na poljedelskih območjih« št. C2553-20-430003 z dne 12.3.2020.

Meritve v okviru pogodbe so obsegala nadzor radioaktivnosti vzorcev

- obdelane zemlje (12×),
- tekočih vod (12×) in
- poljščin (12×).

□ Lastnosti vzorčenja in vzorčevalnih mest

Lokacije vzorčenja so bile v grobem predpisane s pogodbo o izdelavi pričujoče študije in so okvirno prikazane na sliki 1. Vzorčenje in naknadno analizo vzorcev je bilo potrebno opraviti na poljedelsko intenzivnih območjih v bližini 11 rek v Sloveniji na 12 lokacijah:

- Ledava pri Lendavi
- Mura pri Murski Soboti
- Drava na Ptuju
- Savinja pri Celju
- Sava (2 lokaciji) na Zbilju in pri Blanci
- Krka pri Kostanjevici na Krki
- Kolpa pri Metliki
- Kamniška Bistrica pri Mengšu
- Sora pri Škofji Loki
- Reka pri Ilirski Bistrici
- Vipava pri Bilju pri Novi Gorici

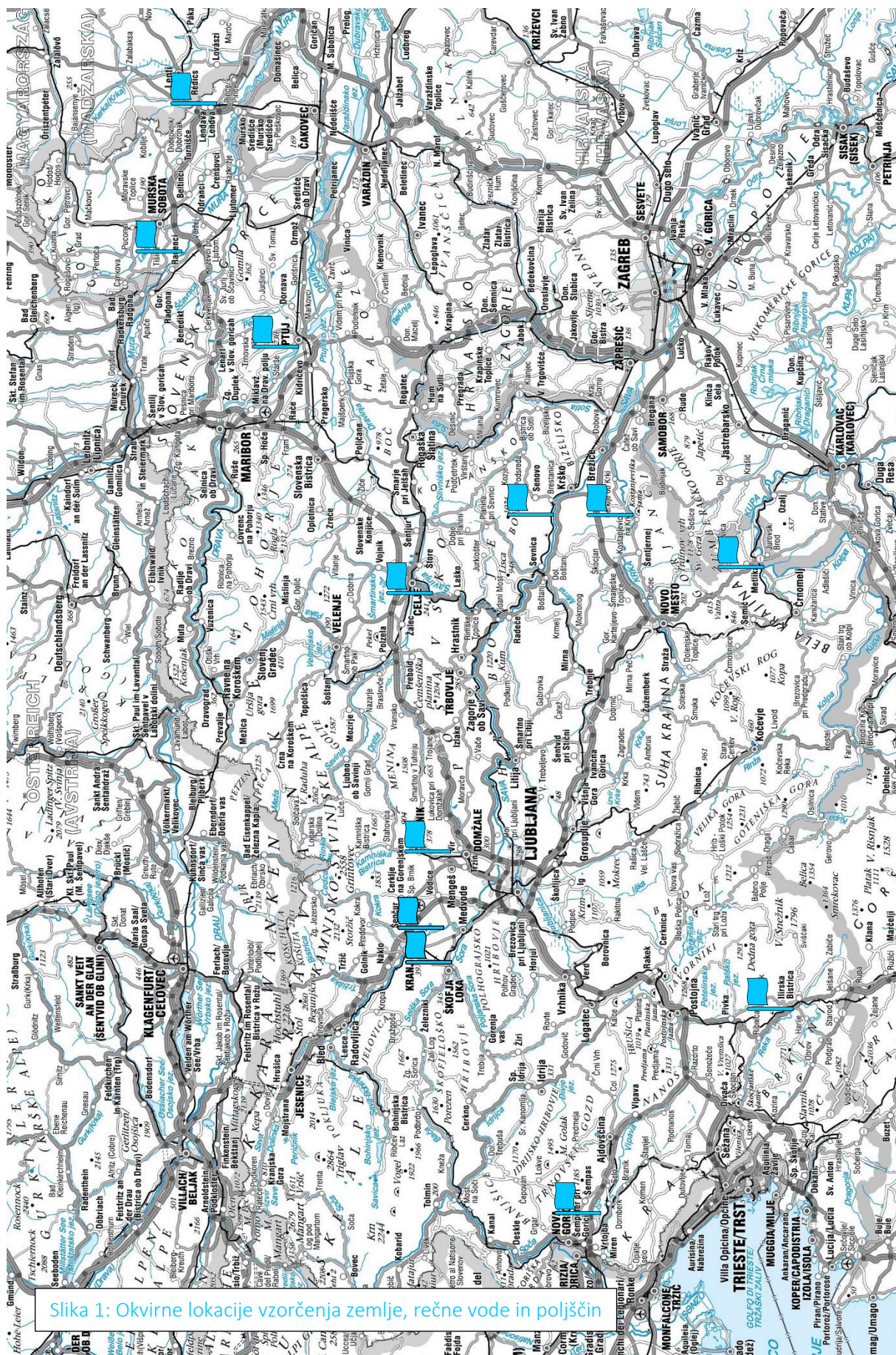
Mikrolokacije za vzorčenje smo izbrali na podlagi naslednjih dveh kriterijev, in sicer bližina obdelovalnih polj ter dostopnost lokacije z avtom (predvsem za vzorce rečne vode):

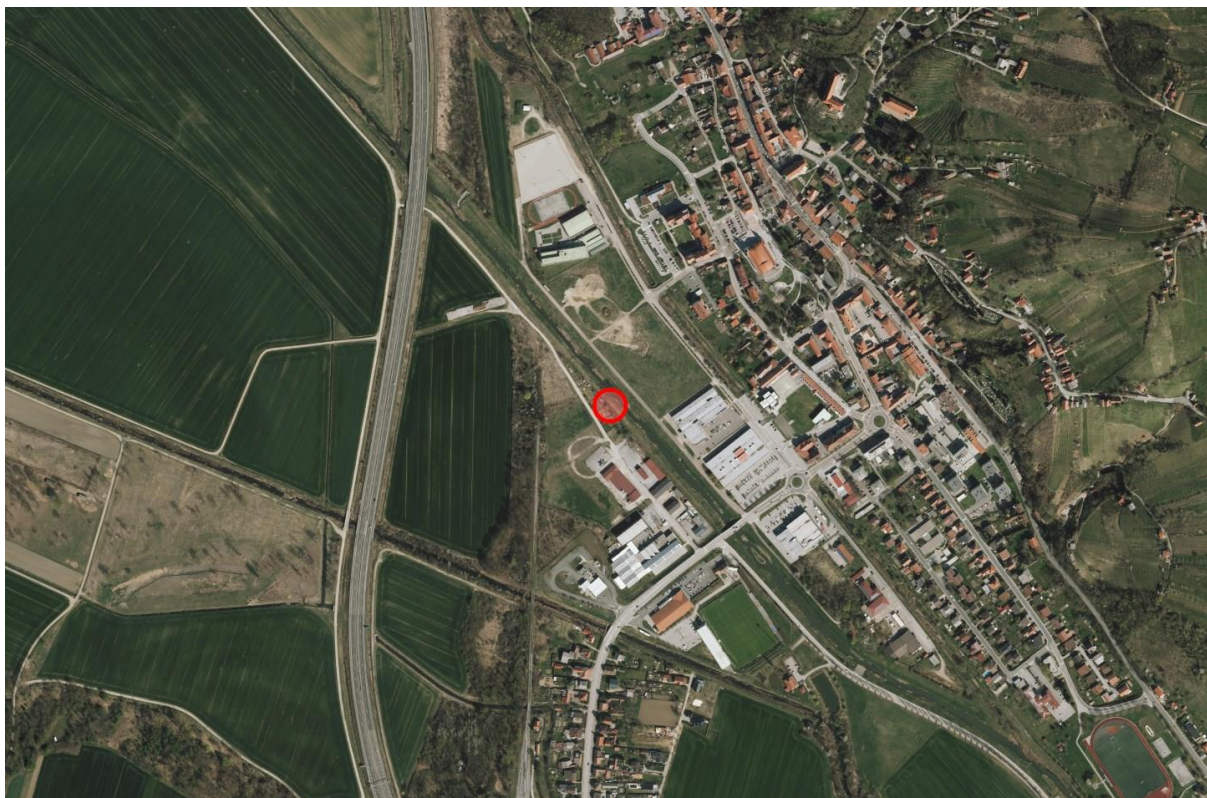
- Vsaka mikrolokacija je bila tako primarno določena glede na možnost odvzema rečne vode.
- Zemlja je bila nato vzorčena z najbližjega obdelanega polja, vzeta je bila z globine od 0 cm do 15 cm.
- Poljščine so bile vzete bodisi z istega obdelanega polja bodisi najbližjega, kjer so poljščine rasle in je odzvem bil možen v dogovoru z lastnikom. Izbira vrste vzorca je bila dodatno pogojena s sezono, t.j. kar je trenutno tam uspevalo – buče, zelje, paradižnik, paprike...

Vsaka mikrolokacija je prikazana na slikah od 2 do 13, kjer je navedena reka, mesto vzorčenja in GPS koordinate lokacije odvzema rečne vode. Lokacije vzorčenja zemlje in poljščin so podobne

□ Delovni postopki in analize

Vzorci smo pripravili v skladu z odobrenimi delovnimi postopki za vzorčenje, pripravo vzorcev in izvajanje meritev specifičnih aktivnosti gama sevalcev v vzorcih iz življenjskega okolja, DP-LMSAR-01, DP-LMSAR-02, DP-LMSAR-03 in DP-LMSAR-07, DP-LMSAR-12 in DP-LMSAR-15. Za določanje specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih smo uporabili metodo visoko ločljive spektrometrije gama, DP-LMSAR-09.





Slika 2: Vzorčevalno mesto: reka Ledava, Lendava – 46°33'45"N 16°26'53"E



Slika 3: Vzorčevalno mesto: reka Mura, Petanjci (Tišina) – 46°38'57"N 16°03'06"E



Slika 4: Vzorčevalno mesto: reka Drava, Ptuj– 46°25'09"N 15°51'45"E



Slika 5: Vzorčevalno mesto: reka Savinja, Laško– 46°11'24"N 15°14'21"E



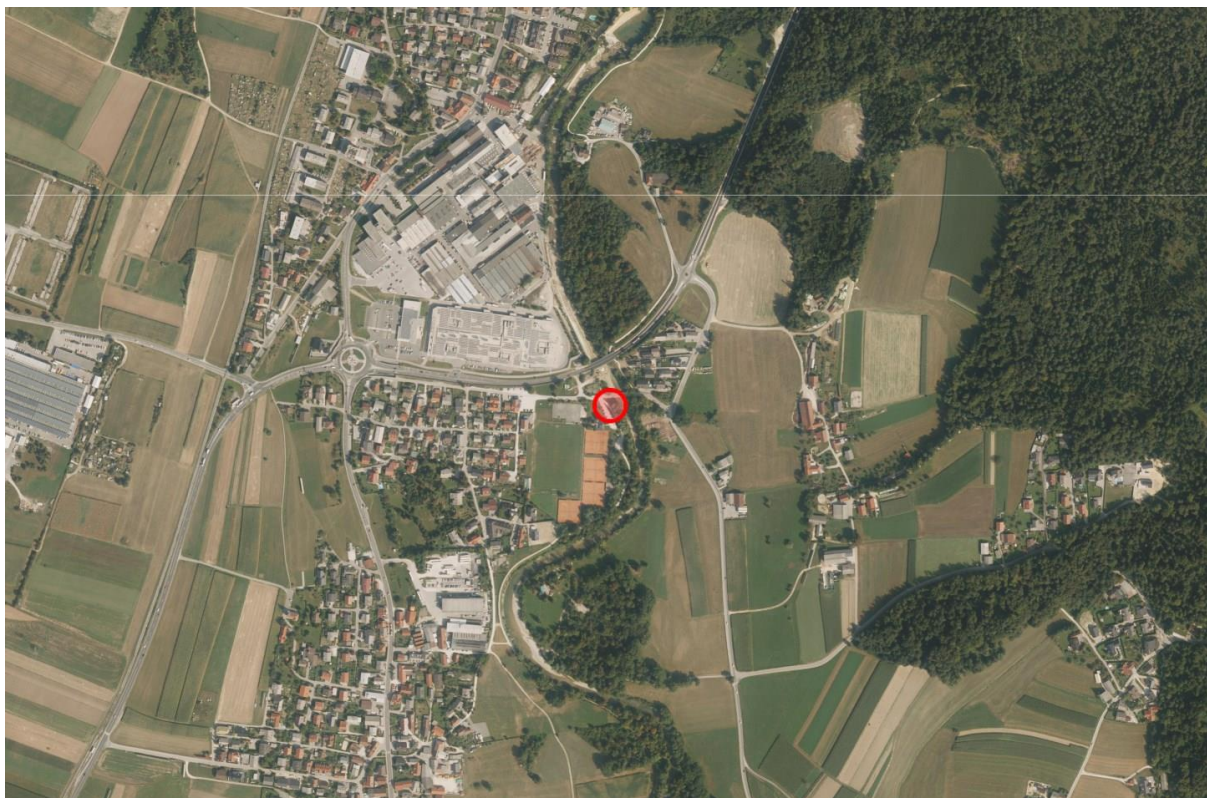
Slika 6: Vzorčevalno mesto: reka Sava, Blanca– $45^{\circ}59'23''\text{N}$ $15^{\circ}23'27''\text{E}$



Slika 7: Vzorčevalno mesto: reka Krka, Kostanjevica na Krki– $45^{\circ}51'20''\text{N}$ $15^{\circ}23'56''\text{E}$



Slika 8: Vzorčevalno mesto: reka Kolpa, Metlika – 45°38'01"N 15°18'40"E



Slika 9: Vzorčevalno mesto: reka Kamniška Bistrica, Radomlje (Zg. Jarše) – 46°11'53"N 14°35'57"E



Slika 10: Vzorčevalno mesto: reka Sava, Zbilje– 46°10'04"N 14°25'23"E



Slika 11: Vzorčevalno mesto: reka Sora, Škofja Loka– 46°09'52"N 14°18'39"E



Slika 12: Vzorčevalno mesto: reka Reka, Ilirska Bistrica– 45°32'45"N 14°16'33"E



Slika 13: Vzorčevalno mesto: reka Vipava, Bilje pri Novi Gorici– 45°53'23"N 13°38'01"E

Rezultati meritev

Rezultati so podani v tabelah na koncu poročila:

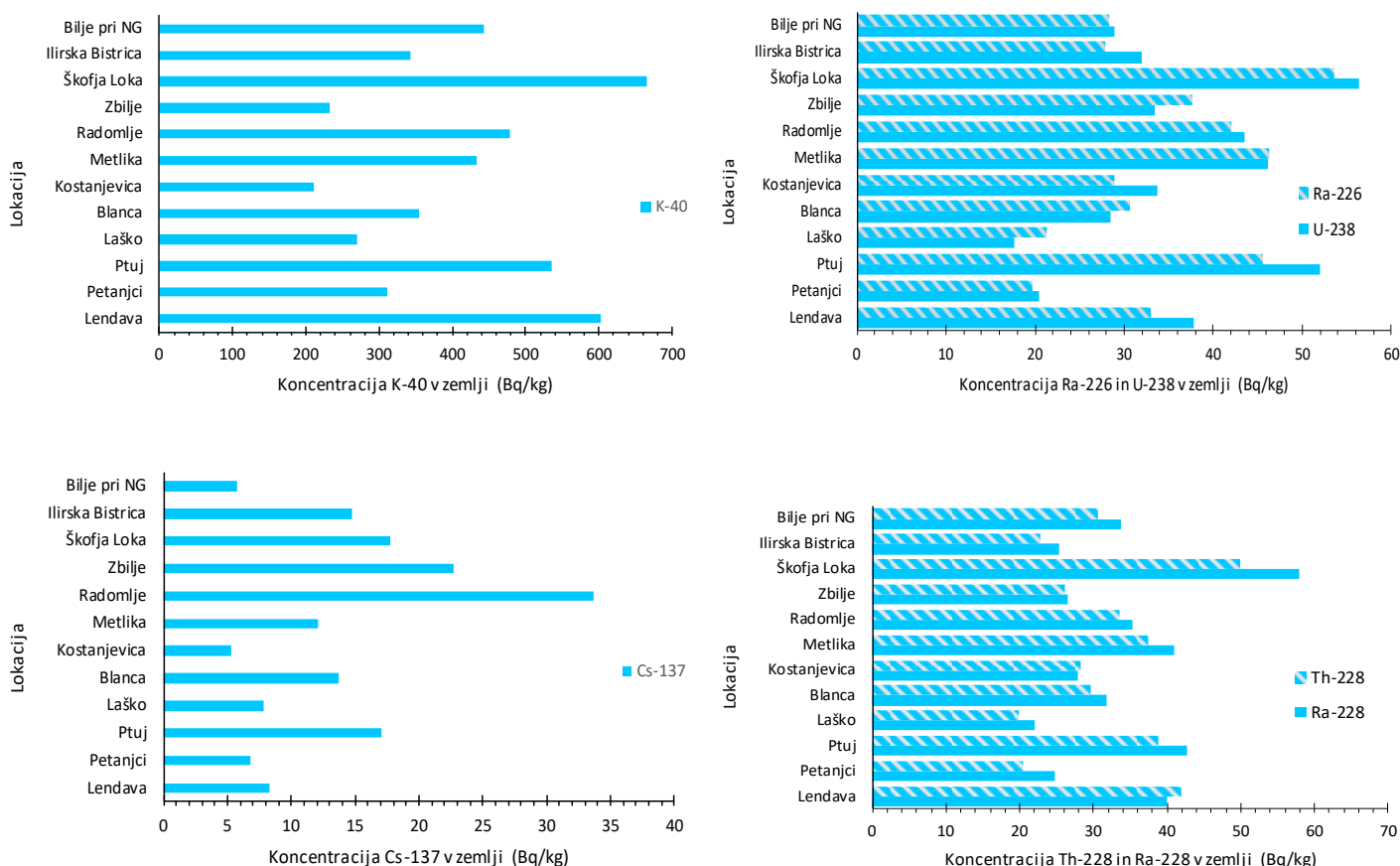
- Tabela OBDZE20 – Obdelana zemlja
- Tabela REK20 – Rečna voda (nefiltrirana)
- Tabela POLJ20: Poljščine

Analiza rezultatov

Na slikah 14, 17 in 19 so grafično prikazani rezultati meritev izotopa K-40 in drugih sevalcev gama v zemlji, rečni vodi in poljščinah.

Obdelana zemlja

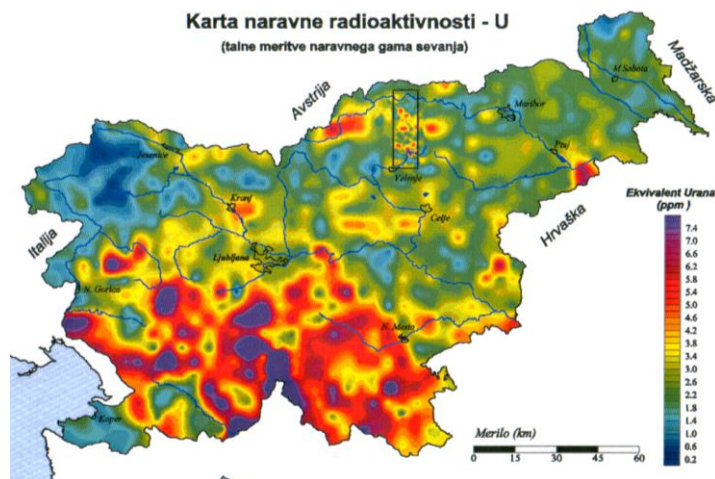
V vzorcih obdelane zemlje je največ K-40 izmerjenega v Škoflji Loki, Lendavi in na Ptujju. Žal ne razpolagamo s podatki o intenzivnosti gnojenja z umetnimi gnojili, ki lahko vsebujejo večje koncentracije K-40. Vse izmerjene koncentracije K-40 v vzorcih so v obsegu 200-700 Bq/kg, večjih anomalij ni opaziti. V okviru Monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji so rezultati meritev K-40 v vzorcih sicer neobdelane zemlje v obsegu 400-720 Bq/kg (za leto 2019).



Slika 14: Koncentracije sevalcev gama v obdelani zemlji na različnih lokacijah

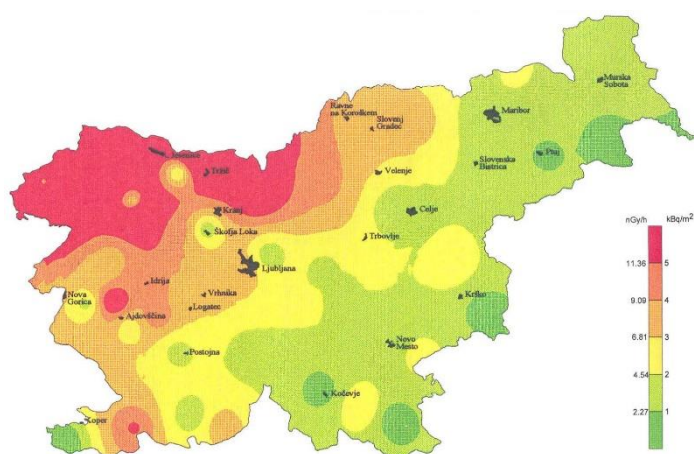
V vzorcih zemlje so bili izmerjeni tudi radionuklidi uranove oziroma torijeve razpadne verige (U-238 in Ra-226 oziroma Ra-228 in Th-228). Vse izmerjene koncentracije uranove in torijeve verige v vzorcih so

v obsegu 20-60 Bq/kg, večjih anomalij ni opaziti. Najvišje koncentracije so bile izmerjene v Škoflji Loki, kar je deloma pričakovano glede na karto naravne radioaktivnosti Slovenije (glej sliko 15). Vrednosti koncentracij so primerljive z meritvami v okviru Monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji.



Slika 15: Karta naravne radioaktivnosti Slovenije

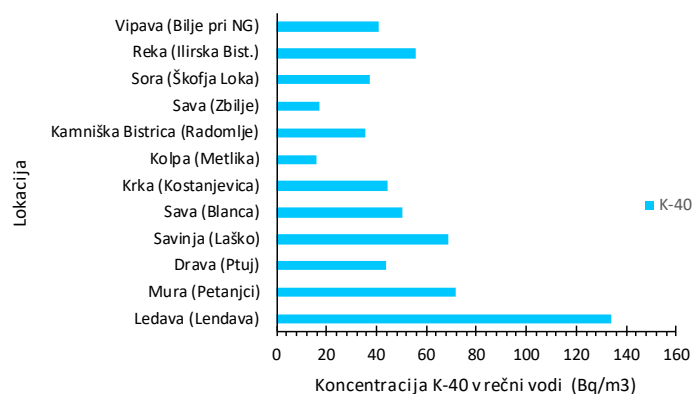
Poleg naravnih radionuklidov je bil v vzorcih zemlje izmerjen tudi umetni Cs-137, ki je posledica kontaminacije življenjskega okolja zaradi jedrske nesreče v Černobilu leta 1986. Vse izmerjene koncentracije Cs-137 v vzorcih so v obsegu 5-35 Bq/kg, večjih anomalij ni opaziti. Najvišje koncentracije Cs-137 v zemlji so bile izmerjene v Radomljah, na Zbilju in v Škoflji Loki. Meritve odražajo porazdelitev kontaminacije zaradi radioaktivnega useda po nesreči (glej sliko 16), kjer je bil ta največji v severozahodnem alpskem delu Slovenije. Tri največje izmerjene koncentracije so ravno v vzorcih s t.i. predalpskega območja. Primerjava z meritvami koncentracij v okviru Monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji ni smiselna, saj pri obdelani zemlji pride do mešanja plasti, pri neobdelani zemlji pa lahko ugotovimo značilen globinski profil, kjer koncentracije bistveno variirajo z globino.



Slika 16: Karta porazdelitve koncentracij Cs-137 10 let po černobilski nesreči

Rečna voda

V vzorcih rečne vode je največ K-40 izmerjenega v Ledavi pri Lendavi, Muri pri Petanjcih in Savinji nad Laškim. Vse izmerjene koncentracije K-40 v vzorcih so v obsegu 20-140 Bq/m³, večjih anomalij ni opaziti, izstopa edino Ledava s približno dvakrat višjo koncentracijo kot v ostalih rekah. V okviru Monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji so rezultati meritev K-40 v vzorcih rečne vode v obsegu 15-90 Bq/m³ (za leto 2019), z izjemo sicer stalne anomalije koncentracije K-40 v Savinji. Po podrobnejši analizi lokacij vzorčenja v okviru monitoringa (pod čistilno napravo v Celju; slika 18) in pričujoče študije (nad Laškim; slika 5) lahko zaključimo, da je bistveno višja koncentracija v okviru monitoringa (npr. 320 Bq/m³ v letu 2019) najverjetneje posledica koncentriranih izpustov iz čistilne naprave.



Slika 17: Koncentracije sevalcev gama v nefiltrirani rečni vodi na različnih lokacijah



Slika 18: Vzorčevalno mesto IJS: reka Savinja, Celje— 46°11'60" N, 15°14'22" E

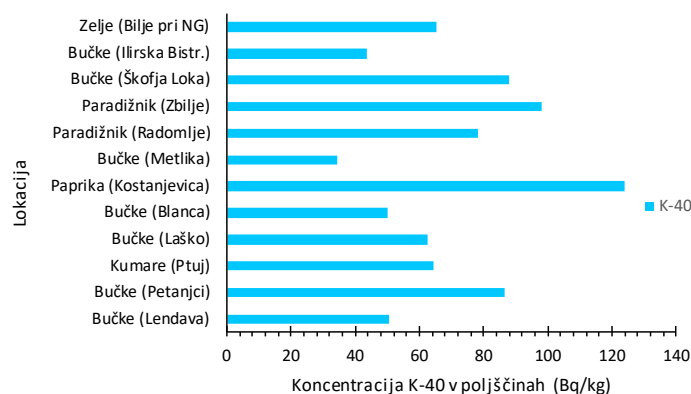
Koncentracije radionuklidov uranove in torijeve razpadne verige so merljive, vendar so zelo blizu detekcijske meje, podobno velja za umetni izotop Cs-137. Koncentracije kozmogenega Be-7 sicer močno variirajo v obsegu 7,5-130 Bq/m³, vendar so močno odvisne od vzorčenja, predvsem nanje vpliva intenziteta padavin in pretekli čas od deževja pred vzorčenjem. Zato kakršen koli dodaten komentar ni smisel.

Med anomalijami lahko edino izpostavimo dva izmerka I-131, v Savi (Blanca) in Savinji (pod Celjem), ki sta posledica odplak pacientov z radioterapije ščitnice v UKC Ljubljana in SB Celje.

Poljščine

V vzorcih poljščin smo konsistentno lahko izmerili le K-40, koncentracije naravnih radionuklidov uranove in torijeve verige ter umetnega Cs-137 so le malo nad ali pod detekcijsko mejo, zato jih posebej ne analiziramo.

Največ K-40 je izmerjenega v papriki iz Kostanjevice pri Krki, paradižniku iz Zbilja in bučkah iz Škofje Loke. Vse izmerjene koncentracije K-40 v vzorcih so v obsegu 40-130 Bq/kg, večjih anomalij ni opaziti. V okviru Monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji so rezultati meritev K-40 v vzorcih zelenjave v obsegu 40-160 Bq/kg (za leto 2019).

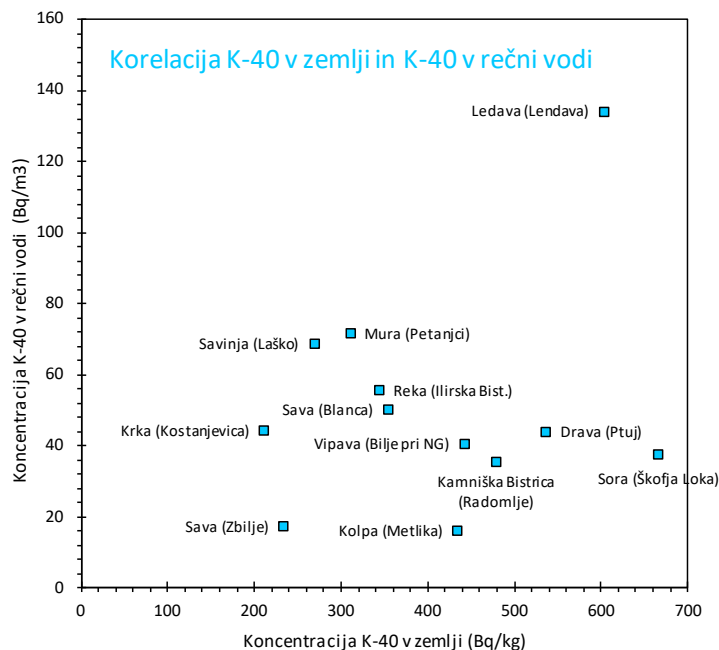


Slika 19: Koncentracije sevalcev gama v poljščinah na različnih lokacijah

Vzorčili smo različne vrste poljščin, zato jih je zaradi morebitnih različnih prenosnih lastnosti K-40 iz zemlje težko primerjati med sabo.

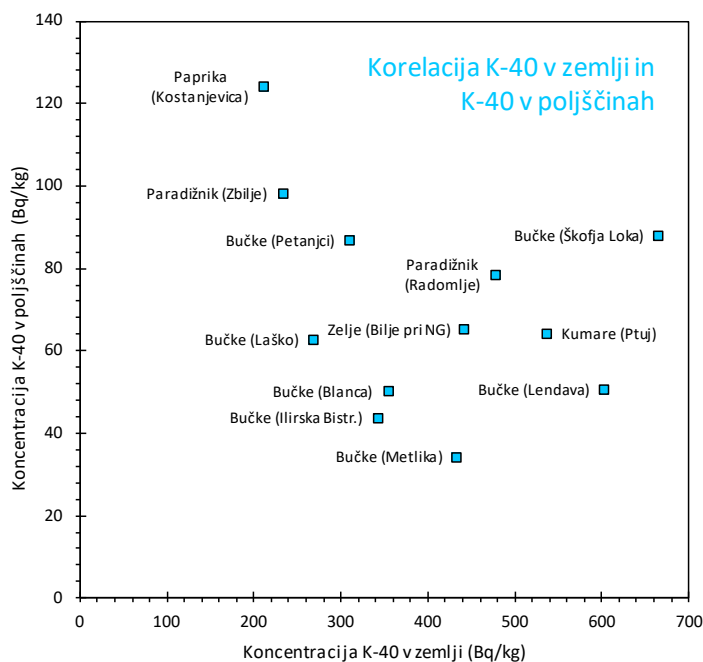
Morebitne korelacije koncentracij

Na podlagi meritev koncentracij sevalcev gama v obdelani zemlji, rečni vodi in poljščinah smo analizirali morebitne medsebojne odvisnosti. Praktično nemogoče je oceniti, ali je višja koncentracija K-40 v zemlji posledica gnojenja z umetnimi gnojili ali geoloških lastnosti tal. Na sliki 20 je izrisana korelacija med koncentracijami K-40 v obdelani zemlji in K-40 v rečni vodi, ki bi bila posledica izpiranja iz okoliške obdelovalne zemlje. Načeloma lahko opazimo rahlo korelacijo, vendar je za takšno trditev premalo meritev v različnih pogojih. V grobem lahko opazimo, da višje koncentracije K-40 v zemlji, načeloma rezultirajo v rahlo višjih koncentracijah K-40 v rečni vodi, najbolj je to sicer izrazito v Ledavi pri Lendavi. Najverjetneje je tudi način in intenzivnost izpiranja posledica lastnosti tal, za kar v okviru te študije nimamo dovolj podatkov.



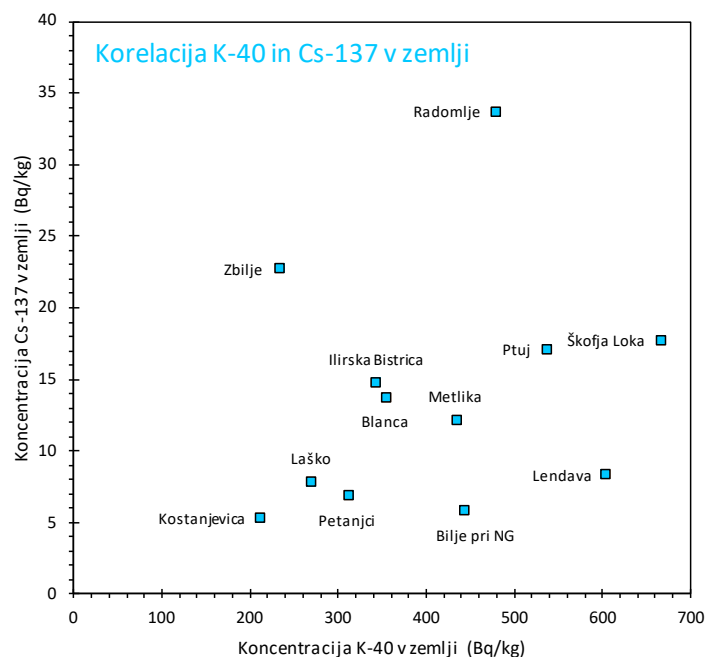
Slika 20: Analiza korelacije izotopa K-40 v zemlji in rečni vodi

Na sliki 21 je izrisana korelacija med koncentracijami K-40 v obdelani zemlji in K-40 v poljščinah, ki bi bila posledica fiziologije oziroma metabolizma rastlin (procesi prenosa iz okoliške obdelovalne zemlje v plodove). Tudi tu je kakršna koli trditev neutemeljena zaradi premajhnega števila podatkov in različnih vrst rastlin z morebitnimi različnimi prenosnimi mehanizmi. Na sliki sicer lahko interpretiramo grafični prikaz rezultatov kot rahlo antikorelacijo, torej da bi rastline na zemlji z več gnojila lahko bolje uspevale in posledično povzročile »osiromašenje« K-40 v preostali zemlji. Vendar je za takšno trditev preveč faktorjev, ki vplivajo na koncentracije, poleg vrste poljščin in uporabe umetnih gnojil s kalijem, najverjetneje tudi intenzivnost pridelovanja, količina namakanja ipd.



Slika 21: Analiza korelacije izotopa K-40 v zemlji in poljščinah

Na sliki 22 je izrisana korelacija med koncentracijami K-40 in Cs-137 v obdelani zemlji. V nekateri literaturi poročajo¹, da so pri nadzorovanih eksperimentih ugotovili »dekontaminacijo« s Cs-137 kontaminiranih površin pri uporabi gnojil z višjo vsebnostjo kalija. V okviru raznih raziskav po jedrski nesreči v Fukušimi so prišli do ugotovitev, da je možna uspešnejša dekontaminacija tal z uporabo gnojil, kjer zaradi boljše rasti specifičnih rastlin (trava perjanka) in posledično večje biomase le-ta fiziološko učinkoviteje veže nase radioaktivni Cs-137 ter na ta način zmanjšuje koncentracije Cs-137 v tleh. Na sliki 22 pa takšna morebitna antikorelacija ni vidna, saj so poljščine lahko takšne vrste, da prenos Cs-137 iz zemlje v plodove ni pretirano učinkovit ali izrazit.



Slika 22: Analiza korelacije izotopa K-40 in Cs-137 v zemlji

□ Ocena izpostavljenosti

Notranja obsevanost

Kalijevi atomi so prisotni v hrani in vodi ter v našem telesu, kjer kalij naš organizem potrebuje za normalno delovanje. Človeški metabolizem regulira sprejemanje kalija, vključno z izotopom K-40. Ker v našem organizmu obstaja homeostatsko ravnovesje, se količine kalija bistveno ne spreminjajo, ob večjih vnosih se viški izločijo. Zato je tudi koncentracija K-40 v telesu večinoma stalna, zato poseben izračun izpostavljenosti zaradi uživanja poljščin in/ali pitja rečne vode ni smiseln, saj večji vnos ne pomeni večje izpostavljenosti.

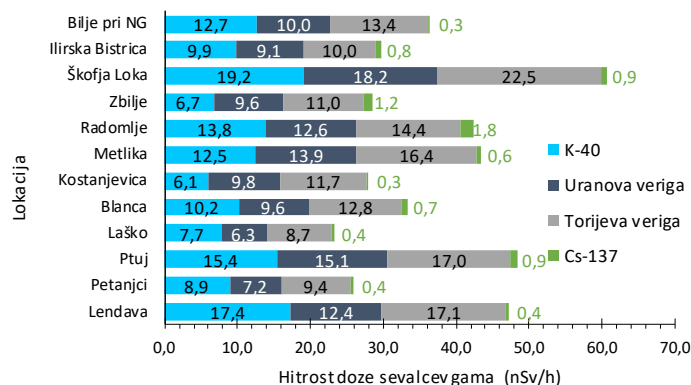
Zunanja obsevanost

Iz izmerjenih koncentracij naravnih in umetnih radionuklidov v zemlji lahko ocenimo hitrost doze, ki jo ti povzročajo in kateri so izpostavljeni prebivalci pri zadrževanju na zunanjih površinah. V poročilu ICRU

¹ Effect of Fertilizer with Low Levels of Potassium on Radiocesium-137 Decontamination, Dong-Jin Kang, Hirofumi Tazoe, Yasuyuki Ishii, Katsunori Isobe, Masao Higo & Masatoshi Yamada, Journal of Crop Science and Biotechnology volume 21, pages113–119(2018)

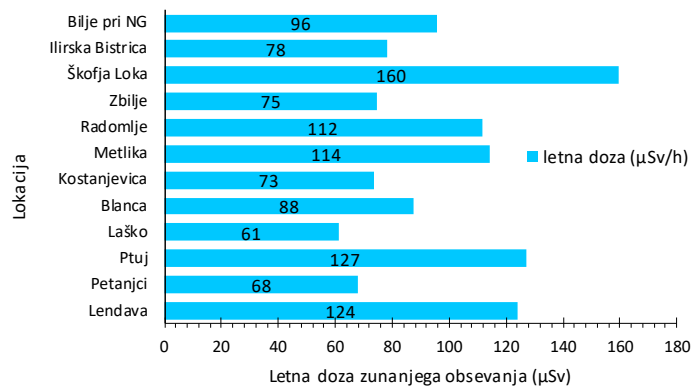
številka 53² so v tabeli 5.2 navedeni pretvorbeni faktorji iz znane koncentracije radionuklidov v zemlji za izračun absorbirane dozne hitrosti na višini 1 m, torej $\mu\text{Gy}\cdot\text{h}^{-1}/\text{Bq}\cdot\text{g}^{-1}$. Pri tem upoštevamo radioaktivno ravnovesje potomcev uranove in torijeve razpadne verige. Dodatno smo upoštevali pretvorbeni faktor 0,7 iz absorbirane v efektivno dozno hitrost.³

Na sliki 23 je prikazana izračunana efektivna dozna hitrost na višini 1 m od tal na različnih lokacijah vzorčenja. Upoštevamo prispevke K-40, izotopov uranove in torijeve razpadne verige v ravnovesju ter Cs-137.



Slika 23: Izračun efektivnih hitrosti doz zunanje sevanja zaradi radioaktivnosti v zemlji

Iz hitrosti doz smo preračunali še okvirne letne doze zaradi zunanje izpostavljenosti na mestih vzorčenja. Pri tem smo upoštevali konservativni faktor zadrževanja na zunanjih površinah 0,3, saj se večino časa sicer zadržujemo v zaprtih prostorih. Rezultati ocenjenih letnih doz na različnih lokacijah so prikazani na sliki 24.



Slika 24: Izračun letnih efektivnih doz zaradi zunanje ob sevanja zaradi radioaktivnosti v zemlji.

² ICRU Report 53, Gamma-Ray Spectrometry in the Environment (Report 53), P. Jacob, K. Debertin, K. Miller, J. Roed, K. Saito, D. Sanderson, Journal of the International Commission on Radiation Units and Measurements, Volume os27, Issue 2, 1 December 1994

³ Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, UNITED NATIONS, New York, 2000

Tabela OBDZE20: Obdelana zemlja

ZVD

Oznaka vzorca	RV3080820	RV3090820	RV3100820	RV3110820	RV2440820	RV2960820	RV2950820	RV3120820	RV3130820	RV3140820	RV2730820	RV2430820	
Vzorec	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	Tla obdelana (0-15 cm)	
Lokacija	Lendava	Petanjci (Tišina)	Ptuj	Laško	Blanca	Kostanjevica na Krki	Metlika	Radomlje (Zgornje Jarše)	Medvode (Zbilje)	Škofja Loka	Ilirska Bistrica	Bilje pri Novi Gorici (Renče)	
Reka	Ledava	Mura	Drava	Savinja	Sava	Krka	Kolpa	Kamniška Bistrica	Sava	Sora	Reka	Vipava	
Dat. vzorčenja	22.8.20	22.8.20	24.8.20	23.8.20	1.8.20	16.8.20	16.8.20	23.8.20	23.8.20	23.8.20	9.8.20	2.8.20	povprečje
Dat. meritve	4.9.20	10.9.20	16.9.20	15.9.20	14.8.20	8.9.20	2.9.20	15.9.20	15.9.20	15.9.20	14.8.20	13.8.20	vseh
Količina vzorca	973,2 g	996,9 g	997,0 g	726,2 g	1167,4 g	891,1 g	1180,6 g	707,9 g	654,7 g	1113,1 g	1158,7 g	1210,7 g	vzorcev
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)											preračunana na datum vzorčenja	
U-238	3,8E+1 ± 9E+0	2,0E+1 ± 5E+0	5,2E+1 ± 1E+1	1,8E+1 ± 3E+0	2,8E+1 ± 6E+0	3,4E+1 ± 7E+0	4,6E+1 ± 9E+0	4,4E+1 ± 8E+0	3,3E+1 ± 7E+0	5,6E+1 ± 1E+1	3,2E+1 ± 7E+0	2,9E+1 ± 6E+0	3,6E+1 ± 1E+1
Ra-226 *	3,3E+1 ± 1E+0	2,0E+1 ± 6E-1	4,6E+1 ± 1E+0	2,1E+1 ± 5E-1	3,1E+1 ± 7E-1	2,9E+1 ± 8E-1	4,6E+1 ± 9E-1	4,2E+1 ± 8E-1	3,8E+1 ± 9E-1	5,4E+1 ± 1E+0	2,8E+1 ± 7E-1	2,8E+1 ± 6E-1	3,5E+1 ± 1E+1
Pb-210	4,9E+1 ± 8E+0	3,0E+1 ± 4E+0	6,1E+1 ± 7E+0	4,3E+1 ± 4E+0	4,0E+1 ± 5E+0	5,9E+1 ± 7E+0	7,1E+1 ± 7E+0	8,8E+1 ± 8E+0	6,5E+1 ± 7E+0	7,4E+1 ± 8E+0	5,3E+1 ± 6E+0	6,0E+1 ± 6E+0	5,8E+1 ± 2E+1
Ra-228	4,0E+1 ± 2E+0	2,5E+1 ± 1E+0	4,3E+1 ± 2E+0	2,2E+1 ± 8E-1	3,2E+1 ± 1E+0	2,8E+1 ± 1E+0	4,1E+1 ± 1E+0	3,5E+1 ± 1E+0	2,7E+1 ± 1E+0	5,8E+1 ± 2E+0	2,5E+1 ± 1E+0	3,4E+1 ± 1E+0	3,4E+1 ± 1E+1
Th-228	4,2E+1 ± 2E+0	2,0E+1 ± 1E+0	3,9E+1 ± 2E+0	2,0E+1 ± 9E-1	3,0E+1 ± 2E+0	2,8E+1 ± 2E+0	3,8E+1 ± 1E+0	3,4E+1 ± 1E+0	2,6E+1 ± 1E+0	5,0E+1 ± 2E+0	2,3E+1 ± 1E+0	3,1E+1 ± 1E+0	3,2E+1 ± 9E+0
K-40	6,0E+2 ± 3E+1	3,1E+2 ± 2E+1	5,4E+2 ± 3E+1	2,7E+2 ± 2E+1	3,5E+2 ± 2E+1	2,1E+2 ± 1E+1	4,3E+2 ± 2E+1	4,8E+2 ± 3E+1	2,3E+2 ± 1E+1	6,7E+2 ± 4E+1	3,4E+2 ± 2E+1	4,4E+2 ± 2E+1	4,1E+2 ± 1E+2
Be-7				2,8E+0 ± 9E-1				7,9E+0 ± 1E+0					8,9E-1 ± 2E+0
Cs-134													
Cs-137	8,3E+0 ± 6E-1	6,8E+0 ± 4E-1	1,7E+1 ± 7E-1	7,8E+0 ± 3E-1	1,4E+1 ± 6E-1	5,3E+0 ± 5E-1	1,2E+1 ± 4E-1	3,4E+1 ± 9E-1	2,3E+1 ± 9E-1	1,8E+1 ± 7E-1	1,5E+1 ± 6E-1	5,8E+0 ± 3E-1	1,4E+1 ± 8E+0
I-131													

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela REK20: Rečna voda (nefiltrirana)

ZVD

Oznaka vzorca	RV3150820	RV3170820	RV3160820	RV3180820	RV2410820	RV2970820	RV2980820	RV3200820	RV3190820	RV3210820	RV2710820	RV2420820	
Vzorec	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	Rečna voda (nefiltrirana)	
Lokacija	Lendava	Petanjci (Tišina)	Ptuj	Laško	Blanca	Kostanjevica na Krki	Metlika	Radomlje (Zgornje Jarše)	Medvode (Zbilje)	Škofja Loka	Ilirska Bistrica	Bilje pri Novi Gorici (Renče)	
Reka	Ledava	Mura	Drava	Savinja	Sava	Krka	Kolpa	Kamniška Bistrica	Sava	Sora	Reka	Vipava	
Dat. vzorčenja	22.8.20	22.8.20	22.8.20	23.8.20	1.8.20	16.8.20	16.8.20	23.8.20	23.8.20	23.8.20	9.8.20	2.8.20	povprečje
Dat. meritve	14.9.20	12.9.20	16.9.20	17.9.20	17.8.20	12.9.20	12.9.20	15.9.20	17.9.20	17.9.20	17.8.20	28.8.20	vseh
Količina vzorca	50,00 L	48,30 L	48,65 L	49,45 L	43,34 L	48,60 L	47,60 L	45,70 L	49,60 L	48,35 L	49,54 L	47,04 L	vzorcev
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)											preračunana na datum vzorčenja	
U-238	9,8E+0 ± 2E+0		3,6E+0 ± 3E+0	2,5E+0 ± 2E+0	3,0E+0 ± 3E+0	8,3E+0 ± 2E+0	2,7E+0 ± 3E+0	8,4E+0 ± 2E+0		1,1E+1 ± 2E+0			4,1E+0 ± 4E+0
Ra-226 *	4,3E+0 ± 2E-1	3,8E+0 ± 3E-1	1,8E+0 ± 3E-1	2,7E+0 ± 2E-1	3,8E+0 ± 3E-1	2,7E+0 ± 1E-1	2,3E+0 ± 3E-1	2,7E+0 ± 1E-1	1,4E+0 ± 3E-1	2,5E+0 ± 8E-2		2,1E+0 ± 2E-1	2,5E+0 ± 1E+0
Pb-210	1,0E+1 ± 9E-1		8,1E+0 ± 2E+0	2,1E+1 ± 2E+0	1,7E+1 ± 3E+0	6,5E+0 ± 6E-1	2,4E+0 ± 2E+0	5,7E+0 ± 6E-1	6,1E+0 ± 2E+0	9,5E+0 ± 6E-1		1,1E+1 ± 2E+0	8,1E+0 ± 6E+0
Ra-228	6,8E+0 ± 4E-1	3,9E+0 ± 5E-1	1,9E+0 ± 7E-1	4,3E+0 ± 5E-1	3,1E+0 ± 7E-1			2,2E+0 ± 2E-1	1,4E+0 ± 6E-1	1,4E+0 ± 1E-1		1,7E+0 ± 4E-1	2,2E+0 ± 2E+0
Th-228	4,4E+0 ± 3E-1	1,3E+0 ± 6E-1				1,3E+0 ± 2E-1	2,2E+0 ± 6E-1	1,3E+0 ± 2E-1	1,2E+0 ± 6E-1	1,1E+0 ± 1E-1	1,6E+0 ± 2E-1		1,2E+0 ± 1E+0
K-40	1,3E+2 ± 4E+0	7,2E+1 ± 5E+0	4,4E+1 ± 5E+0	6,9E+1 ± 4E+0	5,0E+1 ± 5E+0	4,4E+1 ± 2E+0	1,6E+1 ± 5E+0	3,5E+1 ± 2E+0	1,7E+1 ± 4E+0	3,7E+1 ± 1E+0	5,5E+1 ± 2E+0	4,1E+1 ± 4E+0	5,1E+1 ± 3E+1
Be-7	2,6E+1 ± 1E+0	1,5E+1 ± 1E+0	7,5E+0 ± 2E+0	1,2E+1 ± 9E-1	1,3E+2 ± 5E+0	1,4E+1 ± 9E-1	1,2E+1 ± 2E+0	1,4E+1 ± 1E+0	9,3E+0 ± 1E+0	2,2E+1 ± 9E-1	1,8E+1 ± 1E+0	1,3E+2 ± 4E+0	3,5E+1 ± 5E+1
Cs-134													
Cs-137	8,3E-1 ± 1E-1	9,9E-1 ± 1E-1	<1,5E+0	2,1E-1 ± 6E-2	<1,1E+0	2,7E-1 ± 6E-2	<1,2E+0	2,9E-1 ± 7E-2	<7,8E-1	<2,9E-1	<5,0E-1	<6,5E-1	4,7E-1 ± 3E-1
I-131				4,7E+0 ± 6E-1	2,4E+0 ± 6E-1								5,9E-1 ± 1E+0

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela POLJ20: Poljščine

Oznaka vzorca	RV3010820	RV3020820	RV3030820	RV3040820	RV2450820	RV2930820	RV2940820	RV3050820	RV3060820	RV3070820	RV2720820	RV2460820	
Vzorec	Bučke	Bučke	Kumare	Bučke	Bučke	Paprika	Bučke	Paradižnik	Paradižnik	Bučke	Bučke	Zelje	
Lokacija	Lendava	Petanjci (Tišina)	Ptuj	Laško	Blanca	Kostanjevica na Krki	Metlika	Radomlje (Zgornje Jarše)	Medvode (Zbilje)	Škofja Loka	Ilirska Bistrica	Bilje pri Novi Gorici (Renče)	
Reka	Ledava	Mura	Drava	Savinja	Sava	Krka	Kolpa	Kamniška Bistrica	Sava	Sora	Reka	Vipava	
Dat. vzorčenja	22.8.20	22.8.20	22.8.20	23.8.20	1.8.20	16.8.20	16.8.20	23.8.20	23.8.20	23.8.20	9.8.20	2.8.20	povprečje
Dat. meritve	3.9.20	3.9.20	4.9.20	11.9.20	28.8.20	1.9.20	27.8.20	12.9.20	11.9.20	11.9.20	25.8.20	25.8.20	vseh
Količina vzorca	3238 g	3860 g	3666 g	2820 g	3410 g	2240 g	3670 g	2478 g	2266 g	3708 g	4706 g	5464 g	vzorcev
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)												
	preračunana na datum vzorčenja												
U-238	9,2E-2 ± 8E-2										7,3E-2 ± 6E-2		1,4E-2 ± 3E-2
Ra-226 *	4,8E-2 ± 9E-3		3,2E-2 ± 4E-3		2,4E-2 ± 6E-3	3,4E-2 ± 2E-2	4,3E-2 ± 8E-3	3,1E-2 ± 1E-2	4,4E-2 ± 1E-2	2,9E-2 ± 6E-3		7,4E-2 ± 2E-2	3,0E-2 ± 2E-2
Pb-210	< 3,3E-1	1,2E-1 ± 8E-2	7,7E-2 ± 5E-2	< 4,0E-1		< 6,6E-1	< 3,3E-1	< 5,3E-1	< 4,5E-1	1,4E-1 ± 7E-2	9,4E-2 ± 6E-2	< 5,0E-1	1,7E-1 ± 1E-1
Ra-228		6,4E-2 ± 2E-2	9,5E-2 ± 1E-2	3,5E-2 ± 2E-2	4,7E-2 ± 3E-3						5,8E-2 ± 3E-2	8,6E-2 ± 3E-2	3,2E-2 ± 4E-2
Th-228	4,4E-2 ± 2E-2		1,5E-1 ± 4E-2				4,3E-2 ± 2E-2		5,9E-2 ± 3E-2			4,5E-2 ± 3E-2	2,9E-2 ± 5E-2
K-40	5,1E+1 ± 3E+0	8,7E+1 ± 5E+0	6,4E+1 ± 3E+0	6,3E+1 ± 3E+0	5,0E+1 ± 3E+0	1,2E+2 ± 7E+0	3,4E+1 ± 2E+0	7,8E+1 ± 4E+0	9,8E+1 ± 5E+0	8,8E+1 ± 4E+0	4,4E+1 ± 2E+0	6,5E+1 ± 3E+0	7,0E+1 ± 3E+1
Be-7	3,3E-1 ± 5E-2	3,3E-1 ± 5E-2	5,0E-1 ± 3E-2								1,3E-1 ± 3E-2		1,1E-1 ± 2E-1
Cs-134													
Cs-137	1,3E-2 ± 3E-3	< 5,6E-2	< 1,7E-2	< 5,1E-2	< 2,6E-2	< 8,0E-2	< 3,4E-2	< 6,7E-2	< 3,1E-2	5,3E-2 ± 5E-3	< 3,3E-2	1,3E-2 ± 1E-2	2,3E-2 ± 2E-2
I-131													

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Za vse rezultate specifičnih aktivnosti v izmerjenih vzorcih velja:

- Specifične aktivnosti so preračunane na datum vzorčenja, v kolikor ni posebej navedeno.
- Število podano za znakom ± je skupna standardna negotovost in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo.
- Število podano za znakom < je spodnja meja aktivnosti, ki jo lahko določimo za dani izotop in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivosti.
- Aktivnosti navedene v poročilu se nanašajo le na izmerjeni vzorec in ne na celotni vzorčeni material.
- Izračun polletnih ali letnih povprečij oziroma povprečje nabora vzorcev poteka po internem navodilu ND-LMSAR-06 oziroma na naslednji način:
 - o Neizmerjena vrednost v danem obdobju ali naboru vzorcev k povprečju prispeva vrednost 0
 - o Poročana spodnja meja detekcije k povprečju prispeva polovico njene vrednosti, če je vsaj ena meritev v letu ali naboru vzorcev bila poročana nad mejo detekcije
 - o Poročana spodnja meja detekcije k povprečju prispeva vrednost 0, če v letu ali naboru vzorcev ni bila poročana nobena vrednost nad mejo detekcije