

Marko Giacomelli, Gregor Omahen

Poročilo o obsevanosti prebivalcev Slovenije v letu 2014

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.

Center za fizikalne meritve, Laboratorij za meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov

© 2015 ZVD d.o.o.

Poročilo vsebuje skupaj 112 strani ter ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti.

Izdal: ZVD ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU D.O.O., LJUBLJANA, marec 2015

Slika na naslovnici: Posledice potresa in cunamija v Fukušimi na Japonskem, © Marko Giacomelli

Slika na zadnji strani: Pogled na Nuklearno elektrarno Krško z Libne, © Marko Giacomelli

marko.giacomelli@zvd.si

ZVD zavod za varstvo pri delu d.o.o.

Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje, Slovenija

T: +386 (0)1 585 51 00; F: +386 (0)1 585 51 01; E: info@zvd.si; W: www.zvd.si

ID št. za DDV: SI21282692; Matična št.: 5055580

Vpis družbe: Okrožno sodišče v Ljubljani, vložna št.: 10024700



Naslov poročila:	Poročilo o obsevanosti prebivalcev Slovenije v letu 2014
Izdelovalec:	ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o., Center za fizikalne meritve, Laboratorij za meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov, Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje
Številka poročila:	LMSAR-20150005-MG
Datum poročila:	31.03.2015
Naročnik:	Ministrstvo za zdravje, Uprava RS za varstvo pred sevanji, Ajdovščina 4, 1000 Ljubljana
Številka pogodbe:	C2717-15-232003
Skrbnika pogodbe:	dr. Tomaž Šutej (URSVS), dr. Gregor Omahen (ZVD)
Program:	Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije za leto 2014 Radioactivity in the living environment of Slovenia for the year 2014
Izvajalca programa:	ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o. in Institut "Jožef Stefan"
Koordinatorja:	dr. Gregor OMAHEN, univ.dipl.fiz. (ZVD) dr. Benjamin Zorko (IJS)
Izvajalci:	ZVD: Peter Jovanovič, Majda Levstek, Lili Peršin, dr. Marko Giacomelli, dr. Gregor Omahen IJS: D. Brodnik, B. Črnič, dipl. inž. fiz., mag. D. Glavič - Cindro, S. Gobec, M. Jerina, dr. M. Korun, K. Kovačič, univ. dipl. inž. geol., dr. J. Kožar Logar, R. Krištof, dipl. san. inž., D. Marguč, dr. M. Nečemer, P. Osterman, mag. B. Vodenik, dr. B. Zorko (vsi Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij), B. Svetek, inž. kem. tehnol., iz. prof. dr. V. Stibilj, Z. Trkov, inž. kem. tehnol. (vsi Odsek za znanosti o okolju)
Poslano:	naročnik (6 izvodov) in arhiv ZVD (2 izvoda)
Poročilo pripravil:	dr. MARKO GIACOMELLI, univ.dipl.fiz.
Pregledal in odobril:	dr. GREGOR OMAHEN, univ.dipl.fiz.



Povzetek / Abstract

V pričujočem poročilu so zbrani, analizirani in komentirani rezultati meritev radioaktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v vzorcih biosfere, kakor tudi v posameznih členih prehranske verige. Radioaktivnost okolja je posledica globalnega onesnaženja zaradi poskusnih jedrskih eksplozij v ozračju in jedrskih nesreč v Černobilu in Fukušimi. Prispevek zaradi nesreče v Fukušimi je v Sloveniji zanemarljiv. Na podlagi rezultatov meritev radioaktivnosti v okviru različnih monitoringov, ki se izvajajo v Sloveniji pod okriljem Ministrstva za zdravje in Ministrstva za kmetijstvo in okolje, smo izdelali oceno doz prebivalstva zaradi izpostavljenosti dolgoživim umetnim radionuklidom (naravni so izzeti). Ocenili smo doze sevanja po različnih ekspozicijskih prenosnih poteh. Ocenjena doza zaradi izpostavljenosti umetnim radionuklidom po vseh prenosnih poteh, znaša v letu 2014 za dojenčke $< 13,5 \mu\text{Sv}$, za otroke od 7 do 12 let $< 9,5 \mu\text{Sv}$ in za odrasle $< 8,0 \mu\text{Sv}$. Ta vrednost predstavlja približno 1 % mejne letne doze za dolgoročno izpostavljenost posameznika iz prebivalstva ionizirajočemu sevanju.

In the present report the collected results of radioactivity measurements for manmade and natural radionuclides in the biosphere and in the particular elements of the food chain are analyzed and commented. Radioactivity of the environment is a consequence of the general radioactive contamination due to the nuclear test explosions and Chernobyl and Fukushima accidents. The contribution of the Fukushima accident in Slovenia is negligible. Based on the results of radioactivity measurement performed within the frameworks of various monitoring performed under the auspices of Ministry of Health and Ministry of Agriculture and the Environment we have assessed the doses to members of the public due to exposure to long-lived anthropogenic radionuclides (natural excluded). We have estimated doses for important exposure pathways. Dose estimates for infants, children for 7 up to 12 years and adults for manmade radionuclides in the year 2014 are $< 13,5 \mu\text{Sv}$, $< 9,5 \mu\text{Sv}$ and $< 8,0 \mu\text{Sv}$, respectively. These values represent approximately 1 % of the annual dose limit for the long term exposure of the individuals from the population, exposed to the man made sources of ionizing radiation.

Ključne besede / Keywords

radioaktivno onesnaženje okolja, umetni in naravni radionuklidi, specifična aktivnost radionuklidov, reke, vodovodi, suhi in mokri used, zrak, aerosoli, zemlja, hrana, ingestija, doze zunanjega sevanja, ocena učinkovitih doz

radioactive contamination of the environment, artificial and natural radionuclides, specific activity, rivers, tap water, dry and wet deposition, air, aerosols, soil, food, ingestion, external dose, effective dose assessments



Kazalo

	Povzetek / Abstract	5
	Ključne besede / Keywords	6
1	Uvod	15
1.1	Zakonodajne podlage	15
1.2	Okvirni program meritev	15
1.3	Obseg poročila	16
2	Program in metodologija meritev	17
2.1	Vrste meritev	17
2.2	Lokacije vzorčenja	20
2.3	Metodologija meritev	20
2.4	Akreditirane meritve	21
2.4.1	Originalna poročila z meritvami	21
2.5	Izračuni specifičnih aktivnosti	21
3	Okoljski monitoring	23
3.1	Zrak	23
3.1.1	Vzorčenje in rezultati meritev	23
3.1.2	Dolgoročni trend aktivnosti Cs-137	24
3.1.3	Sezonske variacije Cs-137	25
3.1.4	Dolgoročni trend aktivnosti Be-7	29
3.1.5	Sezonske variacije Be-7	32
3.2	Padavine	37
3.2.1	Vzorčenje in rezultati meritev	37

3.2.2	Specifična aktivnost sevalcev gama in Sr-90	38
3.2.3	Specifična aktivnost H-3	38
3.2.4	Specifična aktivnost kozmogenega Be-7	39
3.3	Tekoče vode	43
3.3.1	Vzorčenje in rezultati meritev	43
3.3.2	Dolgoročni trendi	43
3.4	Zemlja	46
3.4.1	Vzorčenje in rezultati meritev	46
3.4.2	Dolgoročni trendi	48
4	Zunanje sevanje	53
4.1	Lokacije meritev	53
4.2	Rezultati meritev	55
4.3	Dolgoročni trend doz	55
5	Monitoring pitne vode, hrane in krme	57
5.1	Pitna voda	57
5.2	Hrana	58
5.2.1	Mleko	58
5.2.2	Živila živalskega izvora	61
5.2.3	Žitarice, moka, kruh	63
5.2.4	Sadje	63
5.2.5	Zelenjava	63
5.2.6	Otroška hrana	63
5.3	Krmila	63
6	Ocena prejetih doz sevanja	65
6.1	Osnovne enačbe	65
6.2	Uporabljeni podatki in predpostavke	66
6.2.1	Umetni radionuklidi	66
6.2.2	Naravni radionuklidi	66
6.2.3	Starostne skupine	67
6.2.4	Prehranjevalne predpostavke	67
6.2.5	Privzete specifične aktivnosti	68
6.3	Doza zaradi ingestije in inhalacije	68
6.4	Doza zaradi zunanjega sevanja	72
6.5	Skupna ocena doze	73
7	Zaključki	77
7.1	Ugotovitve	77
7.2	Priporočila	77

Literatura	79
A Rezultati meritev	83
A.1 Zrak	83
A.2 Padavine	86
A.3 Tekoče vode	91
A.4 Zemlja	95
A.5 Sedimenti	98
A.6 Zunanje sevanje	99
A.7 Pitna voda	100
A.8 Hrana	102
A.9 Krmila	109



3.1	Lokacije vzorčenja vzorcev zraka.	23
3.2	Povprečne mesečne specifične aktivnosti Cs-137 v zraku na lokaciji Ljubljana od leta 1981 dalje	24
3.3	Različni viri prašnih delcev PM ₁₀ (za leto 2011).	25
3.4	Temperaturna korelacija prašnih delcev PM ₁₀ med kurilno sezono na lokaciji v Ljubljani – oznake ob merskih točkah predstavljajo mesec meritve, barvna oznaka pa količino padavin.	26
3.5	Raba obnovljivih virov energije - les in druga trdna biomasa [1]	27
3.6	Sezonske korelacije med aktivnostjo Cs-137, Th-228 in Pb-210 v zraku in koncentracijo prašnih delcev PM ₁₀ oziroma temperaturo na lokaciji Ljubljana.	28
3.7	Povprečne celoletne specifične aktivnosti Pb-210 in Be-7 v zraku za obdobje od leta 1996 dalje za Slovenijo (povprečje vseh treh lokacij vzorčenja).	29
3.8	S povišine Sonca izhaja t.i. solarni veter, ki praktično ne more prodreti v zemljino atmosfero (shematski prikaz).	30
3.9	V času večje sončeve aktivnosti heliosfera zmanjšuje fluks galaktičnih kozmičnih žarkov do zemljine atmosfere.	31
3.10	Sončeve pege so merilo za sončevo aktivnost in solarni veter.	31
3.11	Povprečno mesečno število sončevih peg – neprekinjena črta predstavlja drseče povprečje.	32
3.12	Antikorelacija sončevega cikla z letnimi koncentracijami Be-7 v zraku od leta 1996 dalje.	33
3.13	Antikorelacija sončevega cikla z mesečnimi koncentracijami Be-7 v zraku od leta 2000 dalje z delnim upoštevanjem izpiranja zaradi padavin.	33
3.14	Sezonska variacija koncentracij atmosferskega Pb-210 in Be-7 v zraku in padavin na bližnjih lokacijah.	34
3.15	Korelacija izmerjenega mesečnega useda Be-7 v padavinah v Ljubljani in količino padavin oziroma številom deževnih dni (za leto 2014).	35
3.16	Zimske in poletne korelacije med izmerjenimi koncentracijami atmosferskega Pb-210 in Be-7 v zraku na različnih lokacijah v letu 2014 – številka ob meritvi pomeni mesec vzorčevanja.	36
3.17	Lokacije vzorčenja vzorcev padavin.	37

3.18	Povprečni letni used Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na enoto površine za obdobje od leta 2000 dalje (povprečje vseh lokacij po Sloveniji)	39
3.19	Korelacija količine padavin s povprečnim letnim usedom Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na različnih lokacijah po Sloveniji.	40
3.20	Specifične aktivnosti H-3 v padavinah iz Ljubljane za obdobje od leta 1990 dalje.	41
3.21	Specifične aktivnosti Be-7 v padavinah iz Ljubljane za obdobje od leta 1996 dalje.	42
3.22	Lokacije vzorčenja vzorcev tekočih vod.	43
3.23	Povprečne specifične aktivnosti Cs-137, I-131 in H-3 v reki Savi (povprečje lokacij Ljubljana in Brežice) in Dravi od leta 2002 dalje.	45
3.24	Lokacije vzorčenja vzorcev zemlje.	46
3.25	Povprečna letna specifična aktivnost K-40, Cs-137 in Sr-90 v zemlji	47
3.26	Specifične aktivnosti — depozit – Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Ljubljani v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje. . .	49
3.27	Specifične aktivnosti — depozit – Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Kobaridu v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje. . .	50
3.28	Specifične aktivnosti — depozit – Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Murski Soboti v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje. .	51
4.1	Lokacije TL dozimetrov za meritve letne doze zunanjega sevanja.	53
4.2	Doza zaradi zunanjega sevanja za Ljubljano za obdobje od leta 1986 dalje. .	55
5.1	Lokacije vzorčenja vzorcev pitne vode.	57
5.2	Lokacije vzorčenja vzorcev živil.	58
5.3	Primerjava povprečnih specifičnih aktivnosti Cs-137 in Sr-90 v surovem mleku na različnih lokacijah v Sloveniji za leto 2014.	59
5.4	Specifične aktivnosti K-40, Cs-137 in Sr-90 v surovem mleku iz Ljubljane, Kobarida in Bohinjske Bistrice.	60
5.5	Specifične aktivnosti K-40, Cs-137 in Sr-90 v mleku v prahu iz Murske Sobote.61	
5.6	Povprečne letne specifične aktivnosti Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v mleku z različnih lokacij od leta 1986 dalje.	62
5.7	Lokacije vzorčenja vzorcev krme.	64
6.1	Shematski prikaz določitve različnih starostnih in referenčnih skupin, ki so specifične bodisi zaradi lokacije bodisi prehranjevalnih navad.	68
6.2	Relativni prispevki k dozi zaradi ingestije in inhalacije posameznih vrst hrane, vode in zraka za tri starostne skupine prebivalstva (ljubljsko mleko).69	
6.3	Relativni prispevki k dozi posameznih radionuklidov za tri starostne skupine prebivalstva (ljubljsko mleko)	72
6.4	Predvidena efektivna doza H_E zaradi kontaminacije okolja z dolgoživimi umetnimi radionuklidi za odrasle (slovensko povprečje) za obdobje od leta 2000 dalje	74

Table 1. Dose response relations in human cells 24 h after irradiation with ^{60}Co gamma

Dose (Gy)	Number of cells examined	Distribution of dicentrics per cell				
		0	1	2	3	4

Tabele

2.1	Program meritev v življenjskem okolju v Sloveniji v 2014	17
2.2	Orientacijske vrednosti meje detekcije za različne vzorce in radionuklide	22
3.1	Povprečne letne vsote specifičnih aktivnosti Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na enoto površine za obdobje od leta 2000 dalje (povprečje vseh lokacij)	38
3.2	Najvišje izmerjene, A_{max} , in povprečne koncentracije, \bar{A} , radionuklidov v vzorcih tekočih vod	44
4.1	Seznam TL-dozimetrov v Republiki Sloveniji z GPS koordinatami	54
6.1	Podatki o letni količini zaužite hrane za starostne skupine	67
6.2	Povprečne specifične aktivnosti sevalcev gama in Sr-90 ter H-3 v hrani, pitni vodi in zraku za leto 2014	68
6.3	Efektivne doze zaradi ingestije in inhalacije umetnih radionuklidov za različne skupine prebivalstva v letu 2014.	70
6.4	Efektivne doze zaradi ingestije in inhalacije Pb-210 (le informativno) za različne skupine prebivalstva v letu 2014.	71
6.5	Predpostavke o deležih zadrževanja v zaprtih prostorih in na prostem za izračun doz zunanjega sevanja	72
6.6	Obsevna obremenitev prebivalstva v letu 2014 zaradi kontaminacije okolja z dolgoživimi umetnimi radionuklidi	75
A.1	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zraka - Jareninski vrh	83
A.2	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zraka - Predmeja	84
A.3	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zraka - Ljubljana	85
A.4	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih padavin - Ljubljana IJS (1. polletje)	86
A.5	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih padavin - Ljubljana IJS (2. polletje)	87
A.6	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Ljubljana ZVD	88
A.7	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Novo mesto	89
A.8	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Murska Sobota	89
A.9	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Bovec	90
A.10	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Sava Laze	91

A.11	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Savinja	91
A.12	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Soča	92
A.13	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Krka	92
A.14	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Sava Brežice	93
A.15	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Kolpa	93
A.16	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Drava	94
A.17	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Mura	94
A.18	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zemlje - Ljubljana	95
A.19	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zemlje - Kobarid	96
A.20	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zemlje - Murska Sobota	97
A.21	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih sedimentov	98
A.22	Izmerjene vrednosti zunanlega sevanja s TL dozimetri	99
A.23	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih pitne vode	100
A.24	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih pitne vode	101
A.25	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Ljubljana	102
A.26	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Kobarid	102
A.27	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Bohinjska Bistrica	103
A.28	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Murska Sobota	103
A.29	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih živil živalskega izvora	104
A.30	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih kruha in žitaric	105
A.31	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih sadja	106
A.32	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zelenjave	107
A.33	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih obroka hrane	108
A.34	Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih krme	109

1 — Uvod

1.1 Zakonodajne podlage

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV) [2] ureja varstvo pred ionizirajočimi sevanji z namenom zmanjšanja škode za zdravje ljudi in radioaktivne kontaminacije življenjskega okolja zaradi uporabe virov ionizirajočih sevanj do najmanjše možne mere tako, da se hkrati mogoči uporaba virov sevanj in izvajanje sevalnih dejavnosti. V 123. členu ZVISJV so podane zahteve za spremljanje stanja radioaktivnosti okolja, na podlagi katerih se izvajajo meritve v okolju, ki jih ureja Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10) [3]. V 19. čl. ZVISJV so podane zahteve za mejne doze za prebivalstvo, ki jih podrobneje razčlenjujeta Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji (SV5) [4] in Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2) [5]. V 54. členu ZVISJV so podane zahteve za izdelavo poročila o ocenah prejetih doz za prebivalstvo, ki temelji na prej omenjenih pravilnikih in uredbi.

V pravilniku JV10 so navedene metode vzorčenja in merilne metode ter program meritev, ki upošteva vse pomembne načine izpostavljenosti prebivalstva ionizirajočim sevanjem, prenosne poti razširjanja radioaktivnosti in radionuklide, ki pomembno prispevajo k efektivni dozi.

1.2 Okvirni program meritev

Program zajema merjenje zunanjega sevanja, merjenje radioaktivne kontaminacije zraka, vode in tal, merjenje radioaktivne kontaminacije živil, kmetijskih proizvodov, hrane in krme.

V celotnem programu so zajeti vzorci vzorčeni na različne načine, in sicer:

- enkratni vzorci (npr. vzorci mesa),
- vzorci, ki se sprotno posamično odvezemajo, kumulativno zbirajo, ovrednoti pa se radioaktivnost celotnega zbranega vzorca v daljšem časovnem obdobju (npr. mleko kot dvomesečni kompozitni vzorec) ter
- vzorci, ki se zbirajo kontinuirano skozi celotni mesec, meri pa se mesečni kompozitni vzorec (npr. vzorci zraka).

Izvajalca nadzornih meritev v življenjskem okolju Republike Slovenije sta Zavod

za varstvo pri delu d.o.o. (ZVD) in Institut "Jožef Stefan" (IJS). Oba izvajalca sta se udeležila tudi mednarodnih interkomparacijskih meritev z namenom, da se zagotovi in preverja kakovost meritev. Dodatne primerjalne meritve vzorcev sta izvajalca opravljala v sklopu nadzornih meritev v programu nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško.

1.3 Obseg poročila

V poročilu o obsevanosti prebivalcev Slovenije analiziramo meritve radioaktivnosti v okviru rednega monitoringa radioaktivnosti v Sloveniji, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo in okolje ter Ministrstvo za zdravje. Namen meritev je izračun doze, ki jo zaradi življenja v Sloveniji prejme povprečen prebivalec Slovenije. Poročilo o obsevanosti prebivalcev Slovenije nima namena prikazati sevalnih obremenitev, katerim je izpostavljeno prebivalstvo zaradi tehnološko modificiranih naravnih virov sevanja (radon v bivalnem okolju, rudnik urana Žirovski vrh), delovanja jedrske elektrarne Krško ali vpliva medicinskih virov.

V poročilu so zajeti predvsem podatki o stanju radioaktivne kontaminacije življenjskega okolja kot posledice izvajanja preteklih jedrskih eksplozij in černobilske ter fukušimske jedrske nesreče.

Vrste meritev
 Lokacije vzorčenja
 Metodologija meritev
 Akreditirane meritve
 Originalna poročila z meritvami
 Izračuni specifičnih aktivnosti



2 — Program in metodologija meritev

2.1 Vrste meritev

Program meritev radioaktivne kontaminacije življenjskega okolja v Republiki Sloveniji je bil v letu 2014 enak kot v prejšnjih letih. Način zbiranja in odvzema vzorcev, priprava in obdelava ter meritve radioaktivnosti so v skladu z enotno metodologijo, predpisano s Pravilnikom JV10 [3].

Program meritev v Sloveniji v letu 2014 je prikazan v spodnji tabeli 2.1. V posebnem stolpcu so označene meritve, ki ji je opravil bodisi ZVD bodisi IJS.

Tabela 2.1 | Program meritev v življenjskem okolju v Sloveniji v 2014

Vrsta in opis meritev	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost in št. meritev	Izvajalec meritev
REKE, MORJE				
VL spektrometrija gama	SAVA (Ljubljana)	voda	polletno, 2	IJS
	SAVA (Brežice)	voda	polletno, 2	IJS
	DRAVA (Dravograd)	voda	polletno, 2	IJS
	SOČA (Solkan)	voda	polletno, 2	IJS
	SAVINJA (Celje)	voda	polletno, 2	IJS
	MURA (Petanjci)	voda	polletno, 2	IJS
	KRKA (Otočec)	voda	polletno, 2	IJS
	KOLPA (Vinica)	voda	polletno, 2	IJS
	MORJE (Piran)	voda	polletno, 2	IJS
	MORJE (Piran)	sediment	polletno, 2	IJS
Specifična analiza H-3	SAVA (Ljubljana)	voda	polletno, 2	IJS
	SAVA (Brežice)	voda	polletno, 2	IJS
	DRAVA (Dravograd)	voda	polletno, 2	IJS
	MURA (Petanjci)	voda	polletno, 2	IJS
Specifična analiza Sr-90	SAVA (Ljubljana)	voda	polletno, 2	IJS
	DRAVA (Maribor)	voda	polletno, 2	IJS

nadaljevanje na naslednji strani –

Tabela 2.1 | – nadaljevanje s prejšnje strani

Vrsta	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost in št. meritev	Izvajalec
	MURA (Petanjci)	voda	polletno, 2	IJS
Specifična analiza I-131	DRAVA (Dravograd)	voda	kvartalno, 4	IJS
	MURA	voda	kvartalno, 4	IJS
ZRAK - partikulati				
VL spektrometrija gama	Ljubljana	kontinuirano črpanje skozi filter	mesečno, 12	IJS
	Jareninski vrh		mesečno, 12	ZVD
	Predmeja		mesečno, 12	ZVD
ZEMLJIŠČE - neobdelano zemljišče v različnih globinah				
VL spektrometrija gama	Ljubljana	0 - 5 cm	polletno, 6	IJS
	Kobarid	5 - 10 cm	polletno, 6	ZVD
	Murska Sobota	10 - 15 cm	polletno, 6	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Ljubljana	0 - 5 cm	polletno, 6	IJS
	Kobarid	5 - 10 cm	polletno, 6	ZVD
	Murska Sobota	10 - 15 cm	polletno, 6	ZVD
TLD	50 lokacij po Sloveniji	TL - H*(10)	polletno, 100	IJS
TRDE IN TEKOČE PADAVINE				
VL spektrometrija gama	Ljubljana	Zbirna količina skupnega useda v enem mesecu na višini 1m od tal	mesečno, 24	ZVD, IJS
	Bovec		tromesečno, 4	ZVD
	Murska Sobota		tromesečno, 4	ZVD
	Novo mesto		tromesečno, 4	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Ljubljana	Zbirna količina skupnega useda	tromesečno, 4	ZVD
	Bovec		tromesečno, 4	ZVD
	Murska Sobota		tromesečno, 4	ZVD
	Novo mesto		tromesečno, 4	ZVD
Specifična analiza H-3	Ljubljana	Zbirna količina skupnega useda	mesečno, 12	IJS
PITNA VODA				
VL spektrometrija gama	15 lokacij po Sloveniji	vodovodi - enkratni vzorec	letno, 15	IJS
Specifična analiza H-3	15 lokacij po Sloveniji	vodovodi - enkratni vzorec	letno, 15	IJS
Specifična analiza Sr-90	15 lokacij po Sloveniji	vodovodi - enkratni vzorec	letno, 15	IJS
HRANA				
Hrana rastlinskega porekla				
VL spektrometrija gama	Večja mesta po celotni Sloveniji	Sezonska zelenjava npr. krompir, solata, špinača, korenje, zelje, fižol, paradižnik	letno, 6	ZVD

nadaljevanje na naslednji strani –

Tabela 2.1 | – nadaljevanje s prejšnje strani

Vrsta	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost in št. meritev	Izvajalec
Specifična analiza Sr-90	Večja mesta po celotni Sloveniji	<i>Sezonska zelenjava</i> npr. krompir, solata, špinača, korenje, zelje, fižol, paradižnik	letno, 6	ZVD
VL spektrometrija gama	Večja mesta po celotni Sloveniji	<i>Sezonsko sadje</i> npr. jabolka, breskve, češnje, slive, hruške, jagode, češnje	letno, 6	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Večja mesta po celotni Sloveniji	<i>Sezonsko sadje</i> npr. jabolka, breskve, češnje, slive, hruške, jagode, češnje	letno, 6	ZVD
VL spektrometrija gama	Večja mesta po celotni Sloveniji	<i>Žito, kruh</i> npr. pšenica, koruza, rž, ječmen, kruh, bela moka	letno, 6	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Večja mesta po celotni Sloveniji	<i>Žito, kruh</i> npr. pšenica, koruza, rž, ječmen, kruh, bela moka	letno, 6	ZVD
Hrana živalskega porekla				
VL spektrometrija gama	Večja mesta po celotni Sloveniji	sir, jajca, goveje meso, svinjsko meso, ribe, perutnina, med, divjačina	letno, 8	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Večja mesta po celotni Sloveniji	sir, jajca, goveje meso, svinjsko meso, ribe, perutnina, med, divjačina	letno, 8	ZVD
VL spektrometrija gama	Ljubljana	mleko	dvomesečno, 6	ZVD
	Kobarid		dvomesečno, 6	ZVD
	Bohinjska Bistrica		dvomesečno, 6	ZVD
	Murska Sobota		dvomesečno, 6	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Ljubljana	mleko	dvomesečno, 6	ZVD
	Kobarid		dvomesečno, 6	ZVD
	Bohinjska Bistrica		dvomesečno, 6	ZVD
	Murska Sobota		dvomesečno, 6	ZVD
Celovit obrok hrane				
VL spektrometrija gama	Vrtci po različnih slovenskih mestih	obrok	letno, 5	ZVD
Specifična analiza Sr-90	Vrtci po različnih slovenskih mestih	obrok	letno, 5	ZVD
KRMILA, GNOJILA, FOSFATI				
VL spektrometrija gama	10 lokacij	enkratni vzorec	letno, 12	ZVD

nadaljevanje na naslednji strani –

Tabela 2.1 | – nadaljevanje s prejšnje strani

Vrsta	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost in št. meritev	Izvajalec
Specifična analiza Sr-90	10 lokacij	enkratni vzorec	letno, 12	ZVD

Stalen nadzor nad kontaminacijo okolja s sevalci gama, Sr-90, I-131 in H-3 je tudi v letu 2014 zajel najpomembnejše člene prehranske verige in tako kot v prejšnjih letih, upošteval padavinsko različna področja. Na podlagi černobilskih izkušenj so v programu tudi termoluminiscentni (TL) dozimetri in sicer na več krajih v Sloveniji, ki služijo za indikacijo nihanj zunanjega sevanja gama oziroma za določevanje prejetih doz prebivalstva zaradi zunanjega sevanja gama.

2.2 Lokacije vzorčenja

Lokacije vzorčenja zraka, padavin, zemlje, tekočih in pitnih vod ter merilna mesta doz zunanjega sevanja so ostala v splošnem enaka kot v prejšnjih letih. ZVD je v letu 2014 izvajal meritve radioaktivnosti zraka, zemlje, padavin, hrane, IJS pa meritve radioaktivnosti tekočih vod, krmil, zemlje, zraka in zunanjega sevanja ter tudi meritve radioaktivnosti pitnih vod.

Lokacije vzorčenja vzorcev in meritev zunanjega sevanja s TLD so prikazane v na zemljevidih v posameznih pripadajočih poglavjih, in sicer:

- zrak – slika 3.1 na strani 23
- padavine – slika 3.17 na strani 37
- tekoče vode – slika 3.22 na strani 43
- zemlja – slika 3.24 na strani 46
- zunanje sevanje – slika 4.1 na strani 53
- pitna voda – slika 5.1 na strani 57
- hrana – slika 5.2 na strani 58
- krma – slika 5.7 na strani 64

2.3 Metodologija meritev

Meritve v okviru rednega monitoringa življenjskega okolja v Republiki Sloveniji v letu 2014 sta izvajala ZVD in IJS. Za določanje specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih iz okolja smo uporabljali visoko ločljivostno spektrometrijo gama (ZVD in IJS), radiokemično analizo Sr-90 (ZVD in IJS), radiokemično analizo H-3 (IJS) in radiokemično analizo I-131 (ZVD). Za meritve doze zunanjega sevanja smo uporabljali TL dozimetre (IJS).

Vzorci zraka, padavin, neobdelane zemlje ter hrane rastlinskega in živalskega porekla smo v letu 2014 na ZVD vzorčili, pripravili in merili v skladu z odobrenimi delovnimi postopki za vzorčenje, pripravo vzorcev in izvajanje meritev specifičnih aktivnosti gama in beta sevalcev v vzorcih iz življenjskega okolja, DP-LMSAR-01, DP-LMSAR-02, DP-LMSAR-03, DP-LMSAR-07, DP-LMSAR-16, DP-LMSAR-18, DP-LMSAR-4.01, DP-LMSAR-4.02, DP-LMSAR-4.03.

IJS je v letu 2014 izvajal meritve radioaktivnosti tekočih vod, pitnih vod, sedimenta, zemlje in zraka v Ljubljani in krmil ter zunanjega sevanja. Vzorce so na IJS vzorčili, pripravili in merili v skladu s sprejetimi postopki IJS. Sevalce gama določajo v skladu s postopkom Visokoločljivostna spektrometrija gama v laboratoriju (LMR-DN-10),

vsebnost Sr-89/90 v skladu s postopki Določanje stroncija z beta štetjem (SDN-O2-STC(01)) in Navodilo za uporabo proporcionalnega števca (DP-O2-STC(01)), vsebnost tritija pa v skladu s postopkom Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07) ali Določanje tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem (SDN-O2-SZC(02)).

Stalno izvajanje kontrolnih meritev v laboratorijih po definiranih programih, udeležba na primerjalnih meritvah doma in v tujini, uporaba standardnih virov radioaktivnosti s certifikati, zagotavljajo kakovostne meritve, zanesljivost rezultatov in sledljivost do mednarodnih etalonov za merila.

2.4 Akreditirane meritve

ZVD in IJS sta za izvajanje meritev z metodo visoko ločljivostne spektrometrije gama, radiokemične analize Sr-89, Sr-90 in H-3 (samo IJS) ter meritve doze zunanega sevanja akreditirana v skladu s standardi SIST EN ISO/IEC 17025 – akreditacijske listine številka LP-022, LP-032 in LP-090. Radiokemične analize I-131 se ne izvajajo po akreditirani metodi, vendar izvajalci meritev vzdržujejo sistem kakovosti in nenehna izboljševanja. V prilogi A pričujočega poročila (od strani 83 naprej) so zbrane in predstavljene tabele z rezultati meritev monitoringa radioaktivnosti v okolju. Meritve označene z znakom # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Ker sta meritve izvajala ZVD Zavod za varstvo pri delu in Institut »Jožef Stefan«, je vsaka tabela priloge A ob strani posebej označena z logotipom organizacije, in sicer z **ZVD** za meritve ZVD in **IJS** za meritve IJS.

Specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih so preračunane na datum vzorčenja. Število podano za znakom \pm je skupna standardna negotovost in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo (v kolikor ni drugače navedeno). Število podano za znakom $<$ je spodnja meja aktivnosti, ki jo lahko določimo za dani izotop in se nanaša na interval zaupanja z 68% zanesljivostjo. Aktivnosti navedene v poročilu v prilogi A se nanašajo le na izmerjeni vzorec in ne na celotni vzorčeni material.

2.4.1 Originalna poročila z meritvami

Rezultati navedeni v tabelah v prilogi A so pridobljeni iz naslednjih akreditiranih poročil ZVD in IJS v okviru izvajanja rednih monitoringov Uprave RS za jedrsko varnost (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje), Uprave RS za varstvo pred sevanji (Ministrstvo za zdravje) ter Uprave RS za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (Ministrstvo za kmetijstvo in okolje), in sicer:

- Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju v Republiki Sloveniji [6–10]
- Monitoring radioaktivnosti živil [11–13]
- Monitoring radioaktivnosti pitne vode [14]
- Monitoring radioaktivnosti živalske krme [15]

2.5 Izračuni specifičnih aktivnosti

Specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih zraka podajamo v Bq/m^3 , v vzorcih tekočih in pitnih vod v Bq/m^3 , v vzorcih padavin na količino padavin v Bq/mm , v Bq/m^3 in preračunane na enoto prestrezne površine, v Bq/m^2 . V vzorcih zemlje podajamo specifične aktivnosti radionuklidov v Bq/kg in preračunane na enoto površine v Bq/m^2 . Specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih hrane (mleko, meso, sadje, zelenjava in močnati izdelki) podajamo v Bq/kg . Doze zaradi zunanega sevanja in efektivne doze za prebivalstvo podajamo v mSv oziroma μSv .

Za vsako vrsto vzorca smo v tem poročilu izračunali povprečno letno vrednost specifične aktivnosti in njeno negotovost, ki ju kasneje upoštevamo v izračunu doz prebivalcev. Povprečno vrednost v tem poročilu izračunamo kot povprečje vseh poročanih izmerjenih vrednosti ali, če so aktivnosti prenizke, vrednosti meje detekcije za vsako specifično meritev. Negotovosti posameznih meritev so podane v tabelah v prilogi. K negotovosti izračunanega povprečja specifičnih aktivnosti vzorca prispevajo tako negotovosti posameznih meritev σ_{x_i} in standardna deviacija posameznih meritev od povprečne vrednosti σ_{stdev} , kot je prikazano v spodnjih enačbah.

$$\sigma_{stdev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n - 1}} \quad (2.1)$$

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}}{n}} \quad (2.2)$$

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\sigma_{stdev}^2 + \bar{\sigma}^2} \quad (2.3)$$

kjer je $\sigma_{\bar{x}}$ negotovost povprečne vrednosti. To pomeni, da bo, na primer, pri izmerjenih vzorcih, ki imajo velik razpon vrednosti prevladovala negotovost zaradi velike standardne deviacije od povprečja, pri vzorcih s konstantnimi vrednostmi pa negotovost zaradi negotovosti posamičnih meritev. Zato se je v primeru velikih negotovosti za povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti vzorcev v tem poročilu potrebno zavedati, da te v večini primerov niso posledica merske negotovosti, ampak predvsem širokega razpona aktivnosti v posameznih vzorcih iste vrste.

V spodnji tabeli 2.2 so prikazane orientacijske vrednosti meje detekcije za različne vzorce in radionuklide za metodo visoko ločljivostne spektrometrije gama.

Tabela 2.2 | Orientacijske vrednosti meje detekcije za različne vzorce in radionuklide

Vrsta vzorca	zemlja	voda	sediment	zrak
Količina vzorca	1 kg	0,02 m ³	1 kg	10000 m ³
Trajanje meritve	1 dan	1 dan	2 dni	1 dan
Spodnja meja detekcije				
Radionuklid	Bq/kg	Bq/m ³	Bq/kg	μBq/m ³
K-40	0,9	18	0,7	35
Co-60	0,1	4,1	0,8	54
I-131	0,089	3,2	0,7	43
Cs-134	0,096	3,6	0,8	51
Cs-137	0,1	3,8	0,8	54
Pb-210	1,1	13	0,7	26
Ra-228	0,5	7,0	0,4	14
Th-228	0,2	4,0	0,2	8,0
Ra-226	0,3	2,3	0,2	4,5
U-238	0,8	12	0,6	23
Am-241	0,15	3,5	1,0	51

Zrak

- Vzorčenje in rezultati meritev
- Dolgoročni trend aktivnosti Cs-137
- Sezonske variacije Cs-137
- Dolgoročni trend aktivnosti Be-7
- Sezonske variacije Be-7

Padavine

- Vzorčenje in rezultati meritev
- Specifična aktivnost sevalcev gama in Sr-90
- Specifična aktivnost H-3
- Specifična aktivnost kozmogenega Be-7

Tekoče vode

- Vzorčenje in rezultati meritev
- Dolgoročni trendi

Zemlja

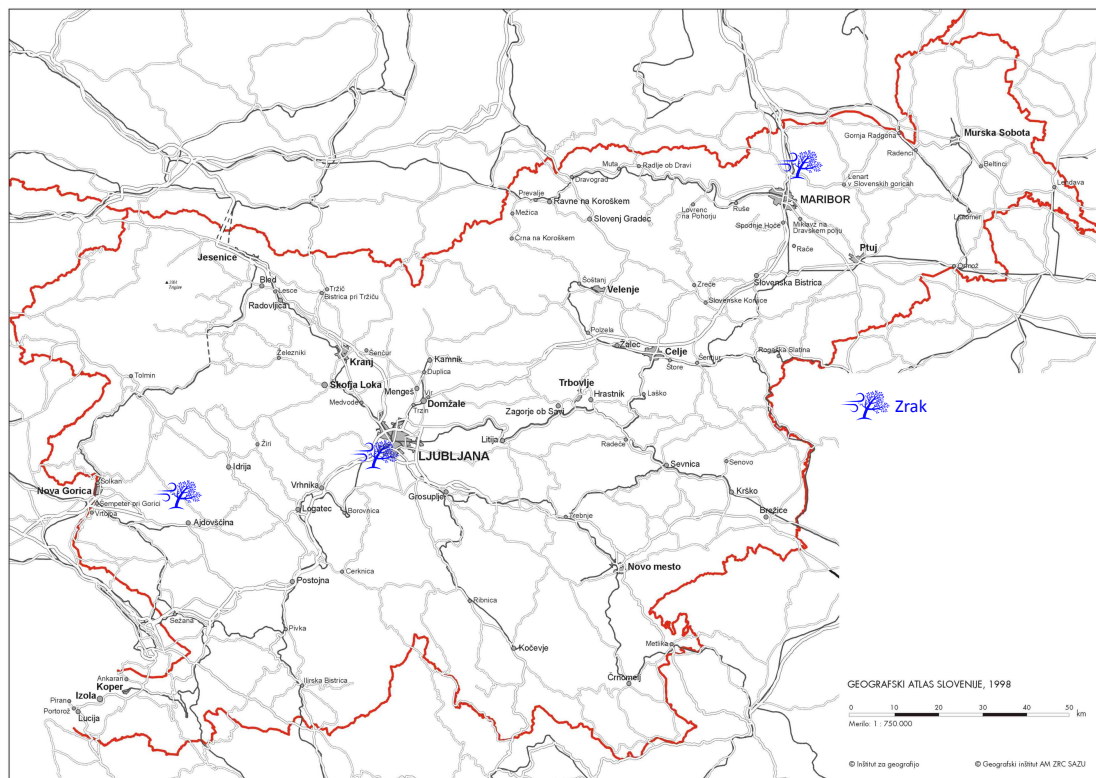
- Vzorčenje in rezultati meritev
- Dolgoročni trendi

3 — Okoljski monitoring

3.1 Zrak

3.1.1 Vzorčenje in rezultati meritev

Meritve so se kot v preteklih letih izvajale na lokacijah Ljubljana in Predmeja, namesto lokacije Jezersko pa od leta 2005 dalje poteka vzorčenje zraka na Jareninskem vrhu pri Mariboru. Od avgusta 2009 se vzorčenje v Ljubljani namesto na lokaciji Rektorskega centra Podgorica izvaja na lokaciji IJS na Jamovi cesti. Lokacije so označene na zemljevidu na sliki 3.1.



Slika 3.1 | Lokacije vzorčenja vzorcev zraka.

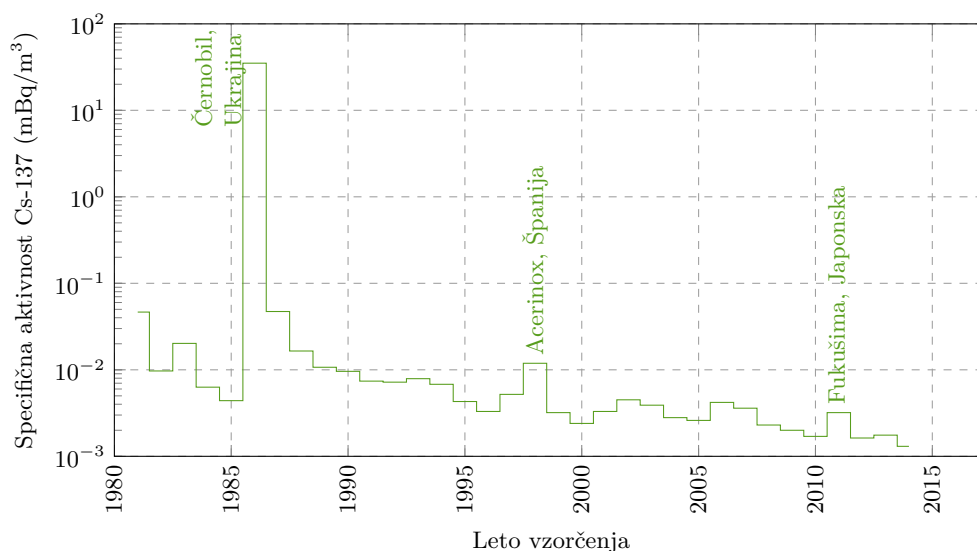
Zrak se kontinuirano vzorči, analize sevalcev gama sestavljenih vzorcev pa se opravljajo mesečno. Rezultati so podani v prilogi A v tabelah A.1, A.2 in A.3.

Celoletna letna povprečna vrednost specifične aktivnosti Cs-137 na lokaciji vzorčenja v Ljubljani je bila $1,3 \pm 0,3 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, na lokaciji vzorčenja na Jareninskem vrhu $1,0 \pm 0,1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in na lokaciji vzorčenja na Predmeji $1,8 \pm 0,3 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Povprečna vrednost koncentracije Cs-137 za področje cele Slovenije v letu 2014 je $1,4 \pm 0,4 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$.

Poleg naravnih radionuklidov je opaziti tudi kozmogeni Be-7. Povprečna letna vrednost specifične aktivnosti je bila na Jareninskem vrhu za Be-7 $2,6 \pm 0,1 \text{mBq}/\text{m}^3$ oziroma za Pb-210 $0,38 \pm 0,03 \text{mBq}/\text{m}^3$, v Ljubljani za Be-7 $3,3 \pm 0,3 \text{mBq}/\text{m}^3$ oziroma za Pb-210 $0,62 \pm 0,04 \text{mBq}/\text{m}^3$ in na Predmeji za Be-7 $2,8 \pm 0,1 \text{mBq}/\text{m}^3$ oziroma za Pb-210 $0,31 \pm 0,03 \text{mBq}/\text{m}^3$. Povprečna vrednost koncentracije Be-7 za področje cele Slovenije v letu 2014 je $2,9 \pm 0,4 \text{mBq}/\text{m}^3$ oziroma za Pb-210 $0,4 \pm 0,2 \text{mBq}/\text{m}^3$.

3.1.2 Dolgoročni trend aktivnosti Cs-137

Na spodnji sliki 3.2 so prikazane povprečne mesečne specifične aktivnosti za Cs-137 za Ljubljano za obdobje od leta 1986 dalje.



Slika 3.2 | Povprečne mesečne specifične aktivnosti Cs-137 v zraku na lokaciji Ljubljana od leta 1981 dalje

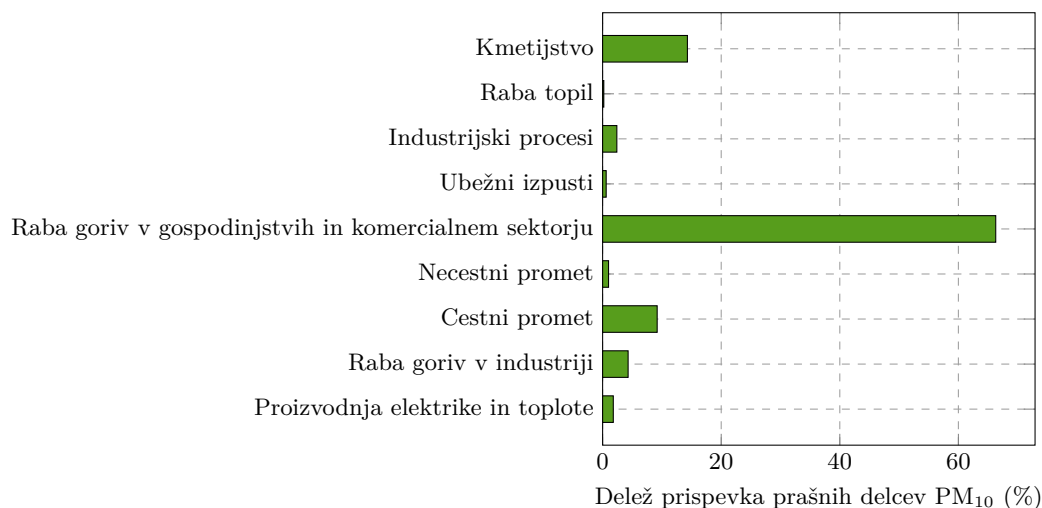
Mesečne koncentracije Cs-137 po letu 1986, ko so bile najvišje zaradi černobilske nesreče padajo. Povprečne letne koncentracije Cs-137 v zraku v Ljubljani se po letu 2000 gibljejo v območju vrednosti $1 - 5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in kažejo rahel trend padanja. Edino povišanje po černobilski nesreči je bilo vidno leta 1998, v času nezgode v jeklarni Acerinox v Španiji (Algeciras), kjer so stalili radioaktivni vir Cs-137, zaradi česar so bile izmerjene vrednosti okoli $10 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, ter prvih nekaj mesecev po nesreči v jedrski elektrarni v Fukušimi na Japonskem marca 2011. Zaradi velike oddaljenosti in posledične razredčitve vpliv nesreče v Sloveniji ni bil močno opazen, povišane vrednosti za velikostni red od siceršnjih vrednosti so bile opazne le v prvih dveh mesecih po nesreči. Letno povprečje koncentracij Cs-137 v letu 2014 je na nivoju vrednosti letnih povprečij v preteklih letih (z izjemo 2011).

3.1.3 Sezonske variacije Cs-137

V dosedanjih poročilih o monitoringih prejšnjih let (republiški program ali okolica Nuklearne elektrarne Krško) [16, 17] smo privzeli hipotezo, da so izmerjene vrednosti Cs-137 na filterjih vzorčevalnih črpalk posledica resuspenzije Cs-137 iz zemlje. Nekatera tuja literatura navaja v letu 2013 rahlo povišane koncentracije Cs-137, ki so bile do tedaj pod mejami detekcije, kar pripisujejo povišani uporabi drv in lesne biomase (peleti, briketi), ki vsebujejo višje aktivnosti Cs-137 [18]. Ugotovljena je bila korelacija aktivnosti z nizkimi temperaturami in koncentracijo prašnih delcev PM_{10} (velikosti delcev z aerodinamičnim premerom pod $10 \mu m$).

Na podlagi predpostavk in ugotovitev v članku [18] od leta 2013 dalje preverjamo, ali je takšen pojav viden tudi v Sloveniji, kjer bi lahko znaten vir Cs-137 v zraku prispevala ravno uporaba biomase. Novo hipotezo o izvoru Cs-137 smo preverili na izmerjenih podatkih, in sicer na povprečnih vrednostih na lokaciji v Ljubljani.

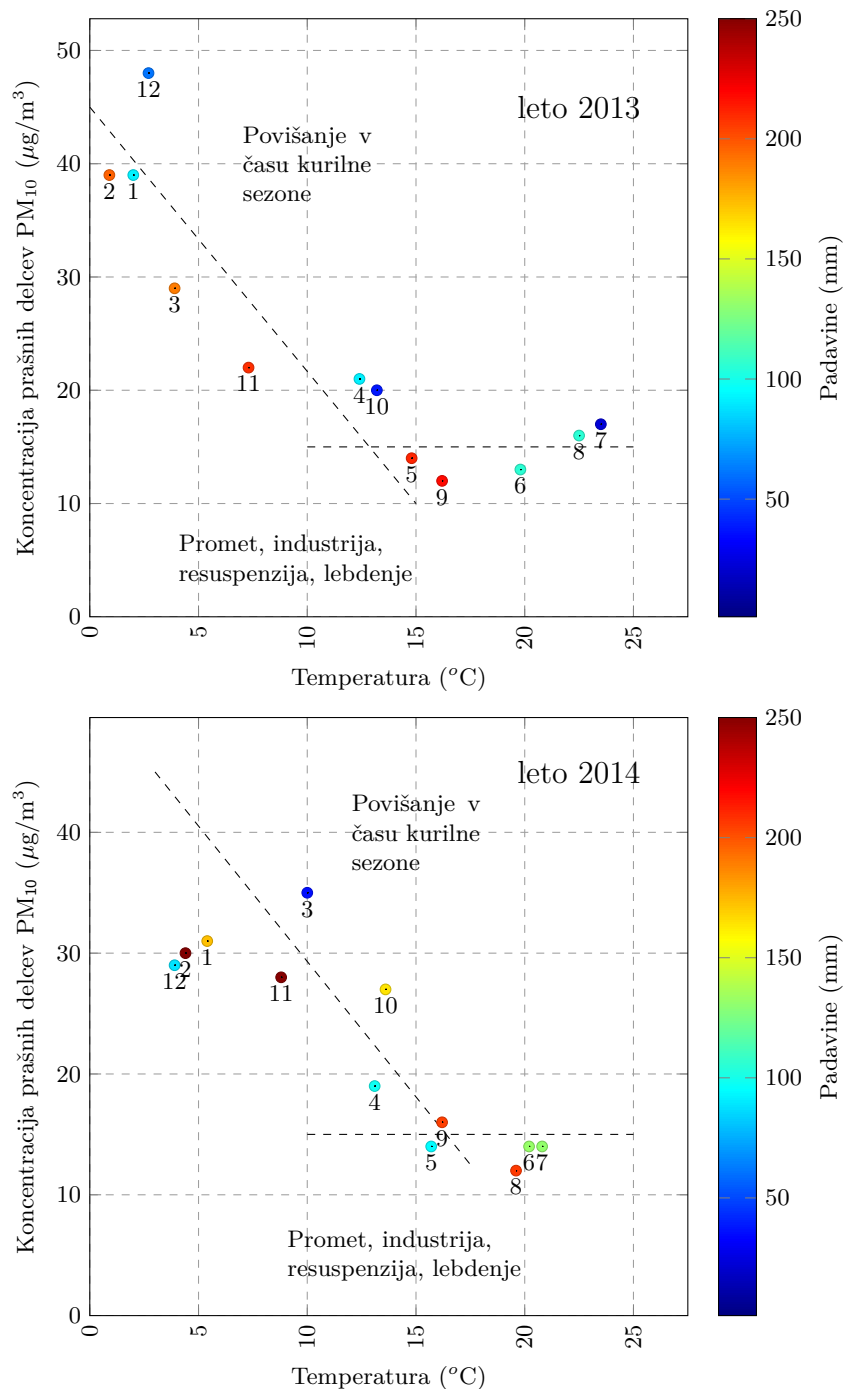
Iz meritev prašnih delcev PM_{10} tipično ugotovimo, da so koncentracije povišane predvsem v hladnejših mesecih [19, 20]. Na podlagi rednih meritev Agencija RS za okolje spremlja različne kazalce okolja v Sloveniji, kjer so lahko identificirali različne vire delcev PM_{10} [21]. Deleži posameznih prispevkov so prikazani na sliki 3.3.



Slika 3.3 | Različni viri prašnih delcev PM_{10} (za leto 2011).

Kot je razvidno iz slike 3.3 k onesnaženju z delci največ prispevajo individualna kurišča (drva, briketi, peleti), deloma in v precej manjši meri pa tudi promet, industrija in ponovni dvig ter lebdenje delcev v ozračju. To je tudi razvidno na sliki 3.4, kjer primerjamo koncentracije prašnih delcev PM_{10} in povprečne mesečne temperature. Tako je med kurilno sezono lepo viden dvig koncentracij PM_{10} , v toplih mesecih izven kurilne sezone so koncentracije dokaj stalne zaradi ostalih omenjenih virov PM_{10} . Velik vpliv na koncentracijo delcev imajo vremenske razmere (izpiranje zaradi dežja) in, ker so koncentracije lahko zmanjšane zaradi padavin, tako v grafu na sliki 3.4 dodatna barvna oznaka odraža količino padavin v posameznem mesecu.

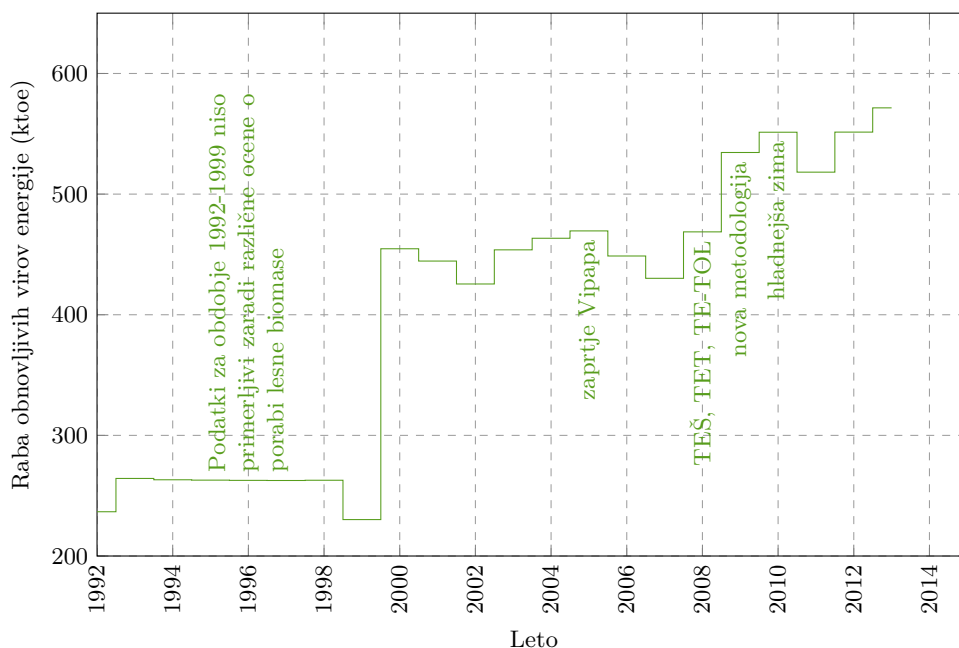
Visoka rabe lesne biomase je glede na veliko pokritost z gozdovi pričakovana in smotrna. Poleg lesa trdna biomasa zajema tudi kostno moko in maščobe, papirni mulj ter lužnico, ki se uporabljajo v industriji. Les je leta 2011 predstavljal 98 % rabe trdne biomase. Največ trdne biomase se porabi v gospodinjstvih (leta 2011 415 ktOE - *kilotonne of oil equivalent*), sledita industrija s 50 ktOE in pridobivanje energije s 46 ktOE. Leta



Slika 3.4 | Temperaturna korelacija prašnih delcev PM₁₀ med kurilno sezono na lokaciji v Ljubljani – oznake ob merskih točkah predstavljajo mesec meritve, barvna oznaka pa količino padavin.

2009 se je raba v gospodinjstvih močno povečala glede na predhodna leta. Povečanje je zlasti posledica izboljšanja metodologije spremljanja rabe lesne biomase v gospodinjstvih. V obdobju 2002-2008 je bila raba konstantna, leta 2009 pa se je, na podlagi rezultatov ankete o porabi energije v gospodinjstvih, izdelal model s katerim se vsako leto oceni raba lesne biomase. Povečanje rabe leta 2010 je predvsem posledica hladnejše zime, leta 2011 pa se je znižala zaradi toplejše zime ter tudi zaradi zamenjave starih kotlov na

lesno biomaso z novejšimi učinkovitejšimi in zaradi energetske obnove stavb. V industriji se je raba biomase po letih rasti od leta 2005 zmanjševala. Glavni vzrok je zaprtje proizvodnje celuloze v podjetju Vipap. Leta 2011 je bila za 23 % nižja kot leta 2000. Raba v transformacijah je bila leta 2011 za 94 % višja kot leta 2000. Znatno se je povečala leta 2008, ko so začele les uporabljati tudi velike termoelektrarne TEŠ, TET in TE-TOL. V letih 2009-2013 je les od velikih TE uporabljala le TE-TOL. Narašča tudi poraba lesa v daljinskem ogrevanju, saj se povečuje število manjših sistemov na lesno biomaso [22].

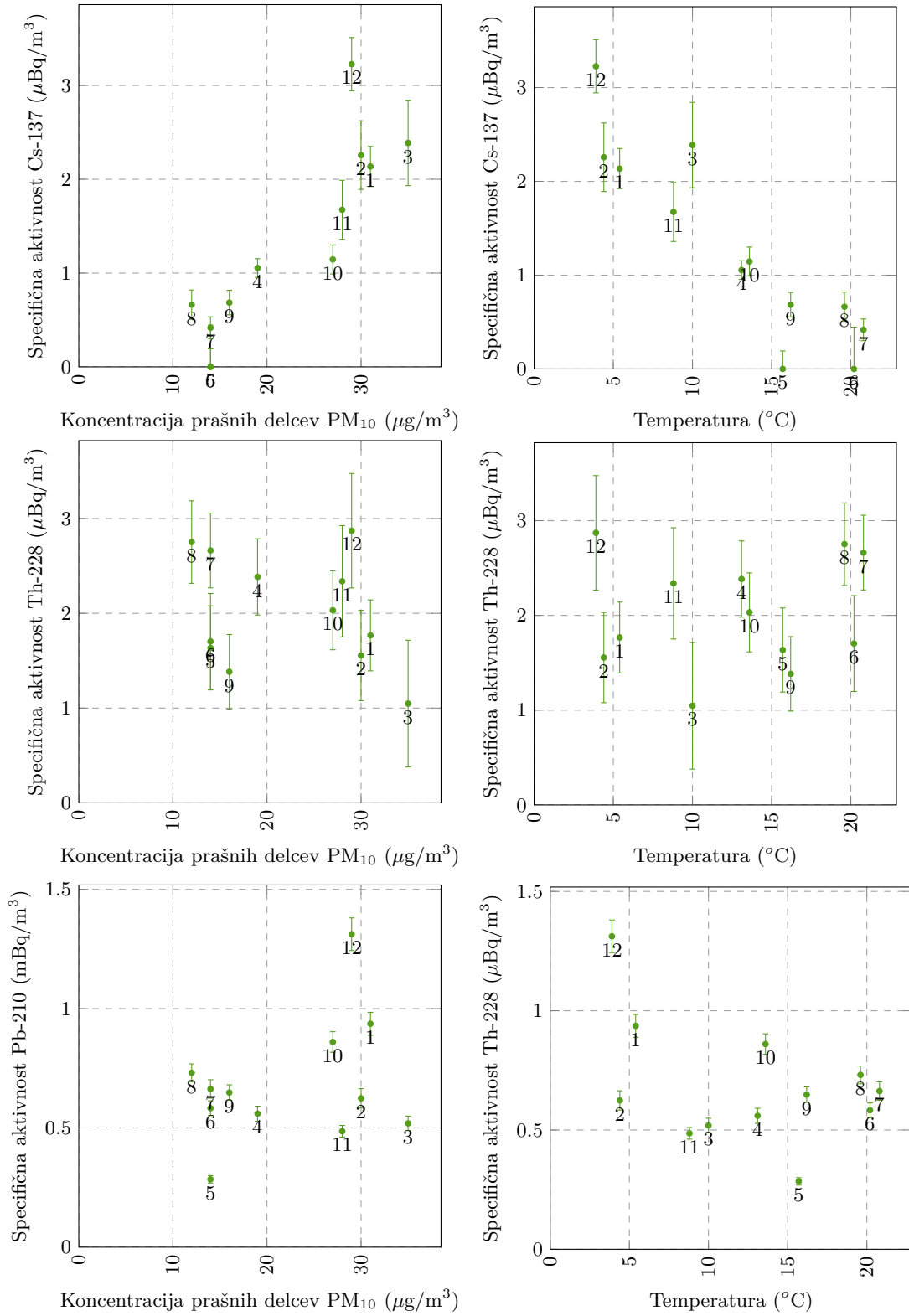


Slika 3.5 | Raba obnovljivih virov energije - les in druga trdna biomasa [1]

Na sliki 3.6 smo primerjali odvisnost izmerjenih aktivnosti nekaterih radionuklidov v zraku (Cs-137, Th-228, Pb-210) od povprečnih mesečnih temperatur oziroma koncentracij prašnih delcev.

Predvsem za Cs-137 lahko ugotovimo močno korelacijo s koncentracijami prašnih delcev oziroma močno antikorelacijo s temperaturo (kot indikator za kurilno sezono). Korelacija je precej manj izrazita za naravni radionuklid Pb-210 ali pa le-ta sploh ni prisotna za izotop Th-228. Iz zgornjih ugotovitev izhaja, da je v hladnih mesecih povišana uporaba lesnih kuriv, ki zaradi vsebnosti Cs-137 povišajo vrednosti v ozračju. To potrjujejo tudi meritve, kjer so aktivnosti Cs-137 izmerjene v hladnejših mesecih lahko tudi za velikostni red višje od vrednosti v toplejših mesecih, na nekaterih merilnih postajah pa so te velikokrat celo pod mejo detekcije. V literaturi je moč najti ugotovitve, da zaradi prenosnih mehanizmov prihaja do akumulacije Cs-137 v drevesih, posebej so povišane vrednosti v lubju [23–26].

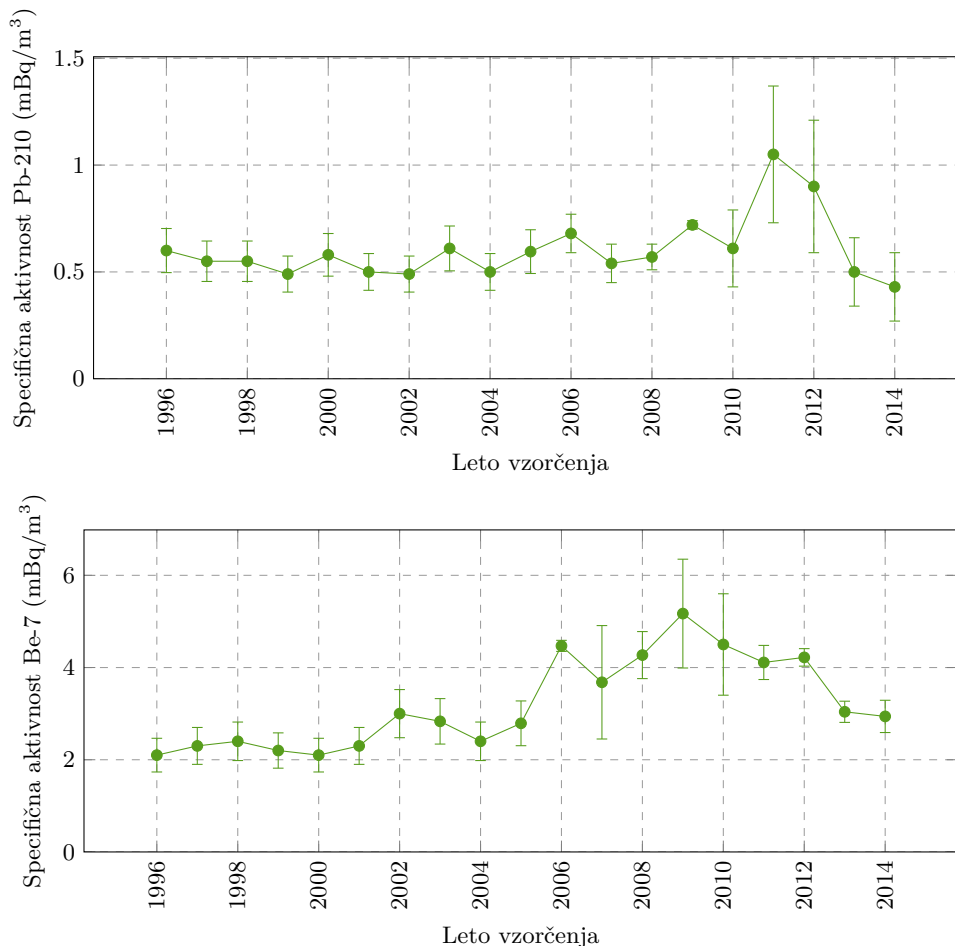
Iz tega lahko zaključimo, da je prispevek k specifični aktivnosti Cs-137 v zraku v hladnih mesecih v veliki meri posledica uporabe trdih goriv (predvsem lesa, briketov in peletov). V toplih mesecih pa je prispevek manj izrazit in je najverjetneje posledica več faktorjev, v prvi meri zaradi resuspenzije iz tal in lebdenja delcev v ozračju ter v manjši meri zaradi prometa in industrije.



Slika 3.6 | Sezonske korelacije med aktivnostjo Cs-137, Th-228 in Pb-210 v zraku in koncentracijo prašnih delcev PM_{10} oziroma temperaturo na lokaciji Ljubljana.

3.1.4 Dolgoročni trend aktivnosti Be-7

Na spodnji sliki 3.7 so prikazane povprečne letošnje vrednosti specifičnih aktivnosti v zraku iz vseh treh lokacij vzorčenja za Pb-210 in kozmogeni Be-7 za obdobje od 1996 dalje.



Slika 3.7 | Povprečne letošnje specifične aktivnosti Pb-210 in Be-7 v zraku za obdobje od leta 1996 dalje za Slovenijo (povprečje vseh treh lokacij vzorčenja).

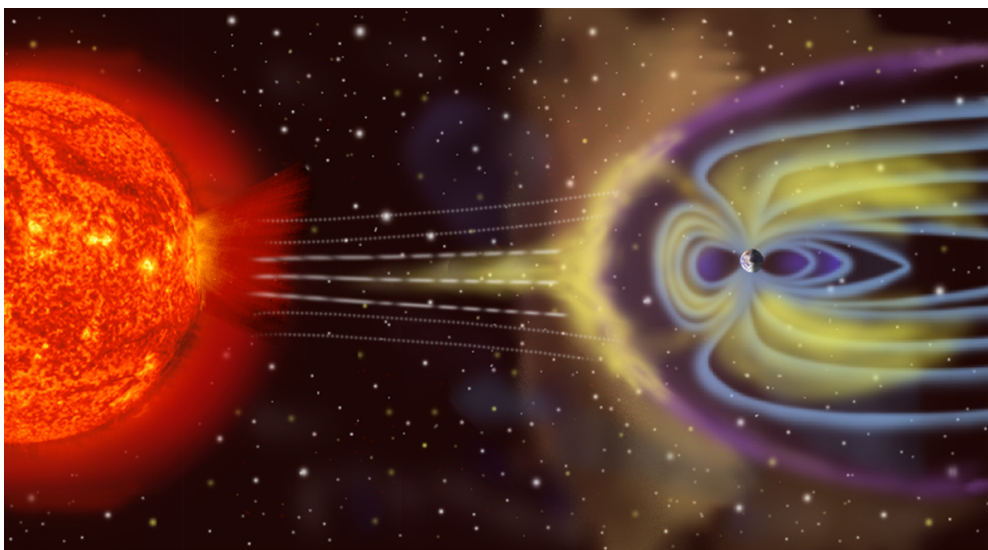
Iz slike 3.7 je razvidno, da je specifična aktivnost Pb-210 skozi celotno obdobje spremljanja dokaj konstantna in variira okrog povprečne vrednosti 0,6 mBq/m³. Izjema sta leti 2011 in 2012, kjer je specifična aktivnost skoraj dvakrat višja od povprečja. Ustrezne razlage nimamo, saj načeloma na koncentracije Pb-210 vplivajo atmosferski premiki zračnih mas (vertikalno in horizontalno mešanje) ter izpiranje aerosolov, na katere se večje Pb-210, s padavinami. Vrednosti specifičnih aktivnosti Be-7 se gibajo med 2,1-5,1 mBq/m³. V letih 2006-2011 so izmerjene vrednosti Be-7 v zraku za slabo polovico višje kot v prejšnjih letih (do 2005), dodatno je opazen rahel vrh okrog leta 2002.

Podoben trend je možno opaziti tudi pri vrednostih Be-7 v vzorcih padavin (prikazane na sliki 3.21), kjer je tudi opazno povišanje koncentracij v letih 2006-2011 v primerjavi s preteklimi leti. Potrebno pa se je zavedati, da je vsebnost Be-7 v padavinah v kratkih vzorčevalnih obdobjih (npr. mesečnih) antikorelirana z vsebnostjo Be-7 v zraku, v letnih povprečjih pa so koncentracije korelirane.

Variacije glede na leta opazovanja v koncentracijah Be-7 bi lahko pojasnili s t.i.

sončevim ciklusom. Kozmogeni Be-7 nastaja kot fragmentacijski produkt jeder kisika in dušika pri trkih z bodisi visoko energijskimi galaktičnimi kozmičnimi žarki bodisi nizko energijskimi delci solarnega vetra v zemeljski atmosferi, pri čemer je prispevek slednjih precej manjši.

Solarni veter je sestavljen iz protonov in elektronov pospešenih v sončevi koroni ali ob solarnih izbruhih. Večinoma so energije teh delcev prenizke, da bi prispeli v zemljino atmosfero, saj se zaradi Zemljinega magnetnega polja uklanjajo (prikazano na sliki 3.8). Njihov sicer majhen vpliv je možen le na magnetnih polih, kjer je usmerjenost magnetnih silnic taka, da delci solarnega vetra lahko prodrejo do nižjih nadmorskih višin.



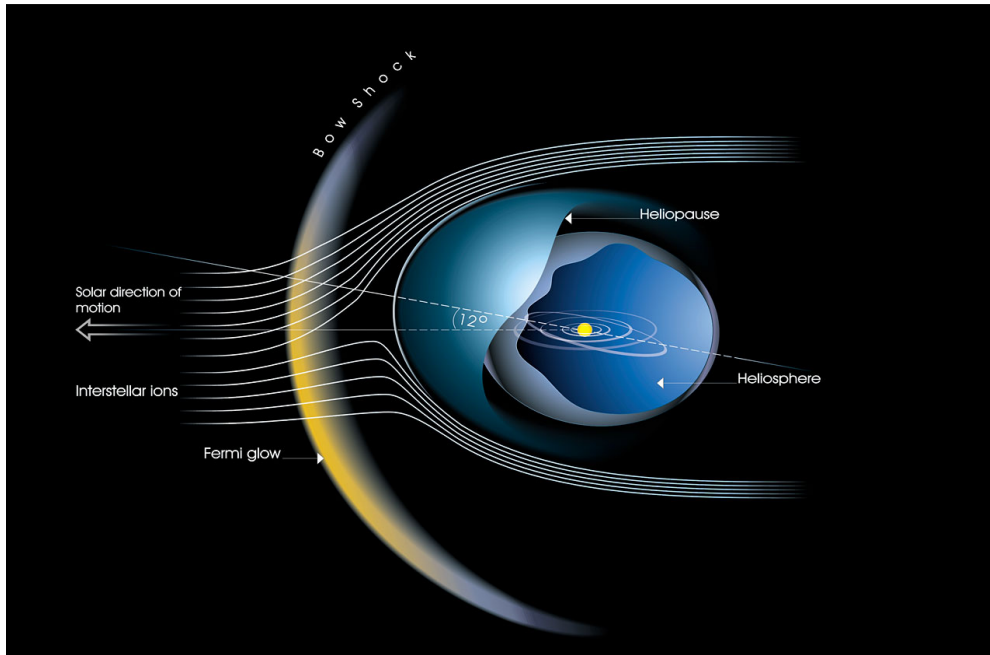
Slika 3.8 | S površine Sonca izhaja t.i. solarni veter, ki praktično ne more prodreti v zemljino atmosfero (shematski prikaz).

Solarni veter gledano v celotnem našem osončju pomeni tudi kontinuiran tok plazme (protoni in elektroni), območje vpliva te plazme pa imenujemo heliosfera in sega onkraj Plutonove orbite. Ker je plazma električno prevodna, prenaša del Sončevega magnetnega polja. Na ta način ima solarni veter močan vpliv na galaktične kozmične žarke.

Galaktični kozmični žarki prihajajo tipično izven našega osončja iz medzvezdnega prostora naše galaksije. To so visoko energijski nabiti delci – protoni, elektroni in popolnoma ionizirana jedra lahkkih elementov. Ko se galaktični kozmični žarki približajo našemu osončju, v heliosferi lahko izgubijo precejšen del svoje energije in posledično v manjši meri prodrejo v Zemljino atmosfero (slika 3.9). V tem primeru je verjetnost nastajanja kozmogenega Be-7 zmanjšana.

Sončeva aktivnost ima svoj tipični 11-letni cikel [27]. Odras aktivnosti je viden kot povečanje ali zmanjšanje števila sončevih peg (slika 3.10). V času solarnega maksimuma je število peg večje, v času minimuma pa manjše. Med sončevim maksimumom je tudi solarni veter močnejši, kar posledično preko močnejše heliosfere pomeni zmanjšan vpliv galaktičnih kozmičnih žarkov na Zemljino atmosfero. Časovna odvisnost sončeve aktivnosti je prikazana na spodnji sliki 3.11.

Če primerjamo izmerjene specifične aktivnosti Be-7 v zraku (slika 3.7) in sončevo aktivnost (slika 3.11) ugotovimo močno antikorelacijo, ki je prikazana na sliki 3.12. V času sončevega minimuma (od 2006 do 2010) je zaradi večjega fluksa galaktičnih kozmičnih žarkov narasla specifična aktivnost Be-7, v času sončevega maksimuma (od 1999 do 2003) pa so specifične aktivnosti Be-7 v zraku nizke, z izjemo lokalnega sončevega minimuma



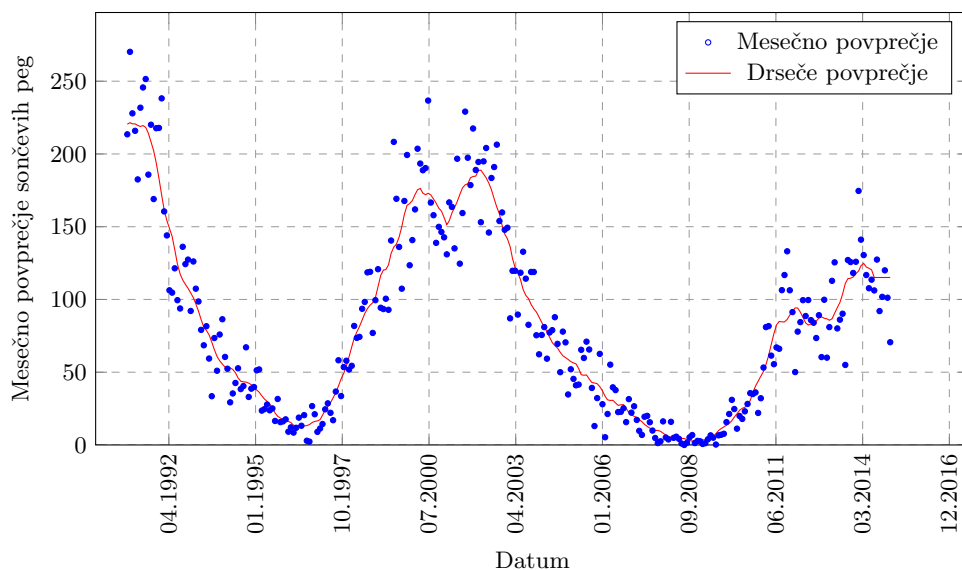
Slika 3.9 | V času večje sončeve aktivnosti heliosfera zmanjšuje fluks galaktičnih kozmičnih žarkov do zemljine atmosfere.



Slika 3.10 | Sončeve pege so merilo za sončevo aktivnost in solarni veter.

v letu 2001-2002, ki se prav tako odraža v lokalnem maksimumu izmerjene specifične aktivnosti Be-7 v zraku v letu 2002. Z letom 2011 se začne nov sončev maksimum, zato so pričakovano koncentracije Be-7 v zraku nižje (glej sliko 3.7), predvidevamo, da bi v prihodnjih letih morale še dodatno padati.

Delno na izmerjene koncentracije Be-7 v zraku vplivajo padavine, ki ga izpirajo iz ozračja, vendar se v letnih podatkih to dovolj izpovpreči, da je vpliv zmanjšan. Če analiziramo mesečne podatke, pa ta slika ni več tako izrazita in antikorelacije skoraj niso opazne. Na sliki 3.13 je prikazana antikorelacija sončevega cikla – število peg – z izmerjenimi mesečnimi koncentracijami Be-7 za merske podatke od leta 2000 dalje. Na grafu so za posamične meritve dodane tudi količine mesečnih padavin, ki so obarvane z ustrežno barvo glede na njihovo višino. Najverjetneje pa vpliva tudi delna zakasnitev



Slika 3.11 | Povprečno mesečno število sončevih peg – neprekinjena črta predstavlja drseče povprečje.

zaradi transporta izotopa Be-7 od mesta nastanka v atmosferi do tal, kjer vzorčimo zrak.

3.1.5 Sezonske variacije Be-7

Dodatno smo analizirali tudi sezonske variacije specifičnih aktivnosti Be-7 v letu 2014, ki so prikazane na sliki 3.14. Kozmogeni radionuklid Be-7 nastaja v jedrskih reakcijah fragmentacije ob interakcijah s galaktičnimi kozmičnimi žarki v zemeljski atmosferi [28]. Večina Be-7 nastane v spodnji stratosferi in nato počasi prehaja navzdol do nadmorskih višin zemeljskega površja.

Sezonske variacije koncentracij Be-7 v zraku so povezane z vsaj štirimi faktorji [28–30]:

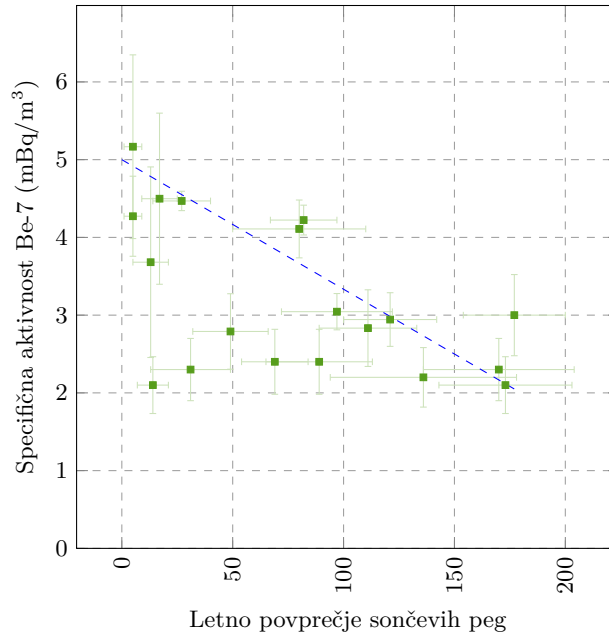
- hitrost prehajanja zračnih mas med stratosfero (višine do 50-60 km) in troposfero (višine do 8-15 km)
- vertikalno mešanje zračnih mas v troposferi
- prehajanje zračnih mas iz srednjih do visokih nadmorskih višin v troposferi in
- izpiranje atmosferskih aerosolov iz zraka preko padavin.

Izpiranje Be-7 s pomočjo padavin je dobro vidno na sliki 3.14, kjer so prikazane mesečne vrednosti aktivnosti Be-7 v zraku, dodatno pa za primerjavo še količina padavin v Ljubljani. Lepo je tudi vidna korelacija med količino padavin in mesečnim usedom Be-7 v padavinah na sliki 3.15.

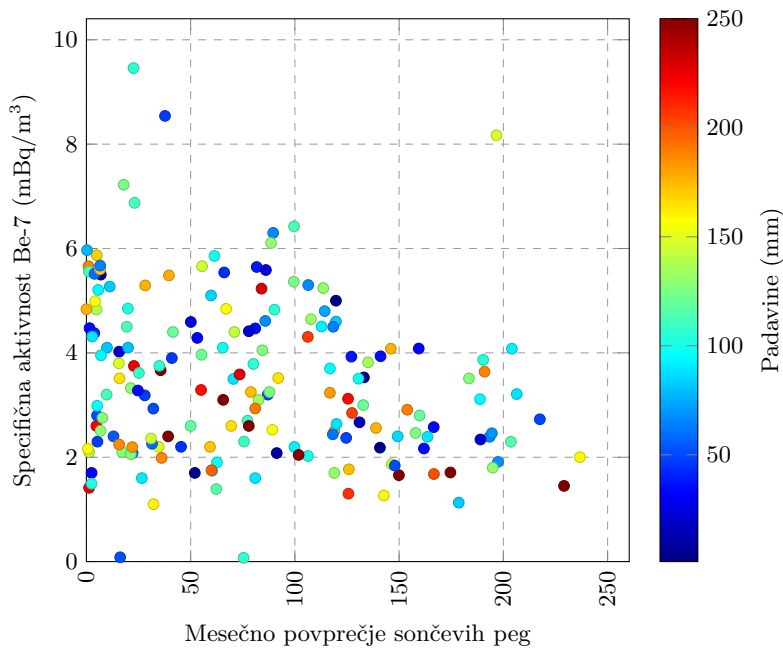
Pri mesečnem usedu pa ni pomembna samo količina padavin, ampak tudi način izpiranja, npr. kratke močne plohe ali dolgotrajne minimalne padavine. Smiselno je torej poleg količine padavin upoštevati še število dni z zadostnimi padavinami, saj pri dnevnih padavinah < 1 mm izpiranje ni nujno dovolj učinkovito. Zato so na sliki 3.15 prikazane korelacije tudi s takšnimi podatki – število dni s padavinami nad določeno količino.

Poleg izpiranja s padavinami, pa so sezonske variacije v obdobjih, kjer ni zaznanih velikih sprememb v količinah padavin – predvsem hladnejši meseci –, nedvomno povezane s premiki atmosferskih zračnih mas.

Na sliki 3.14 podrobneje analiziramo sezonske variacije, kjer poleg Be-7 analiziramo tudi koncentracije Pb-210. Oba radionuklida sta v literaturi uporabljena kot dobra sledilca atmosferskih gibanj zraka, Pb-210 za aerosole v nizkih višinah atmosfere (saj

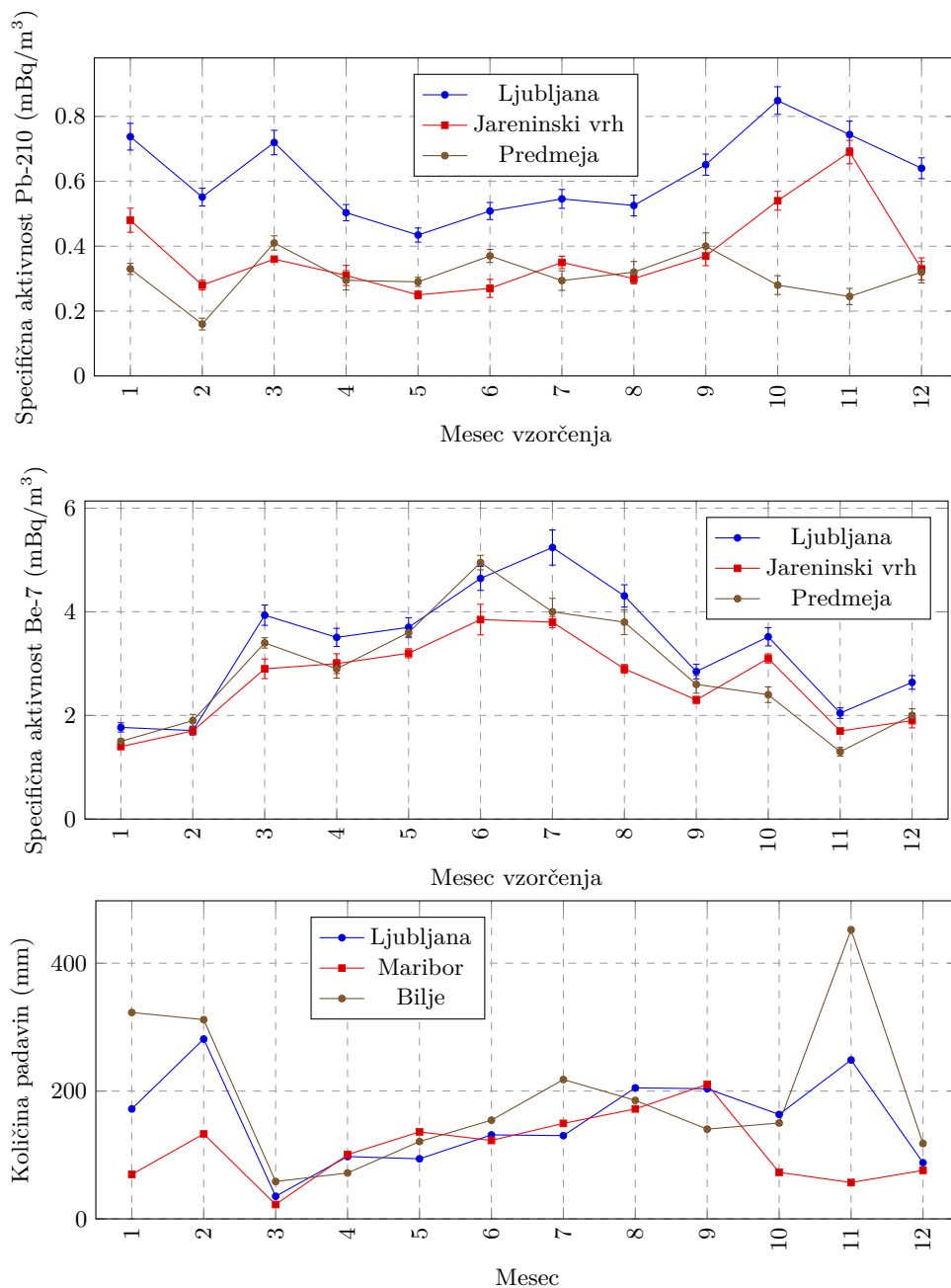


Slika 3.12 | Antikorelacija sončevega cikla z letnimi koncentracijami Be-7 v zraku od leta 1996 dalje.



Slika 3.13 | Antikorelacija sončevega cikla z mesečnimi koncentracijami Be-7 v zraku od leta 2000 dalje z delnim upoštevanjem izpiranja zaradi padavin.

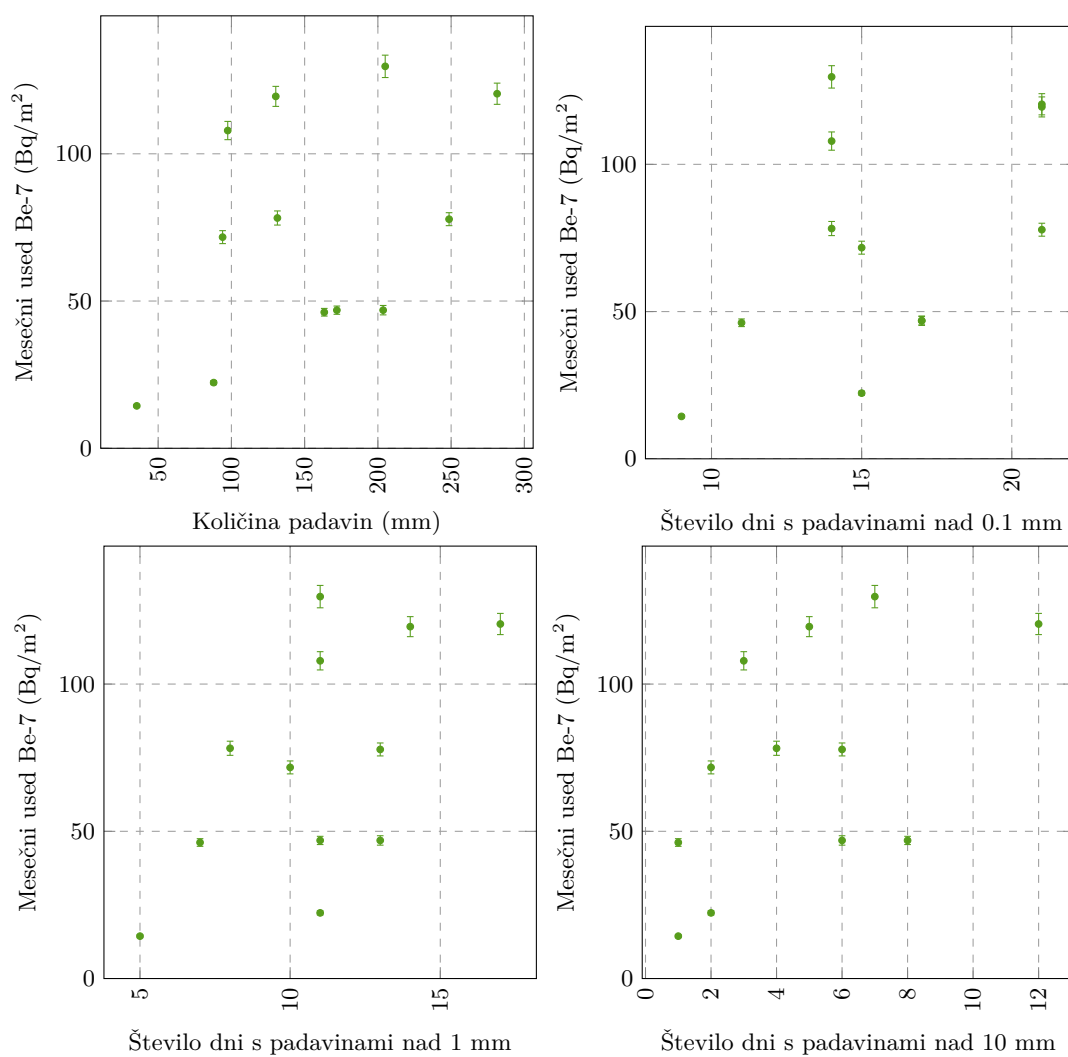
izhaja iz tal), Be-7 pa za aerosole na visokih nadmorskih višinah (nastaja pri interakcijah z galaktičnimi kozmičnimi žarki). V Sloveniji so koncentracije Pb-210 v zraku višje v zimskih mesecih, predvsem ob nizki vlažnosti, posledično manjših padavinah in majhnim usedom. Ob deževnih mesecih (tipično spomladi in jeseni) se koncentracije Pb-210 v zraku zmanjšajo. Koncentracija Be-7 v zraku najbolj naraste v poletnih mesecih, kjer



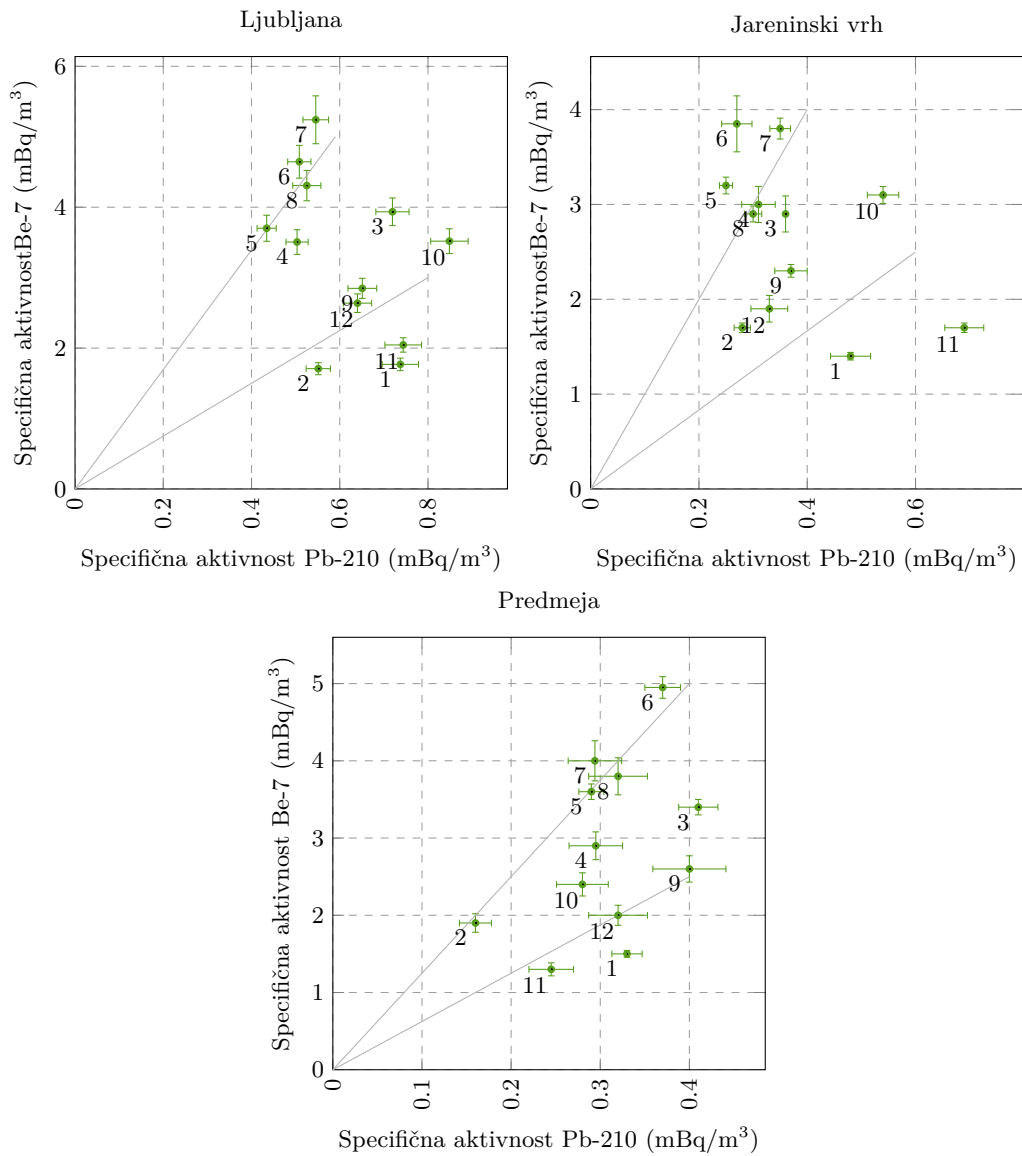
Slika 3.14 | Sezonska variacija koncentracij atmosferskega Pb-210 in Be-7 v zraku in padavin na bližnjih lokacijah.

najverjetneje poletni azorski anticiklon poskrbi za pretakanje zračnih mas iz višjih plasti troposfere oziroma stratosfere v nižje. Na ta način pride do povečanja koncentracij Be-7 na nadmorskih višinah ob zemeljskem površju.

Oba opisana pojava za koncentracije Pb-210 in Be-7 pomenita dvojno korelacijsko funkcijo za zimske in poletne mesece, ki sta lepo opazni na lokacijah Ljubljana in Jareninski vrh na sliki 3.16. Lokacija v Predmeji je izpostavljena stalnim vetrovom, zato je ta dvojna korelacija najmanj opazna.



Slika 3.15 | Korelacija izmerjenega mesečnega ušeda Be-7 v padavinah v Ljubljani in količino padavin oziroma številom deževnih dni (za leto 2014).



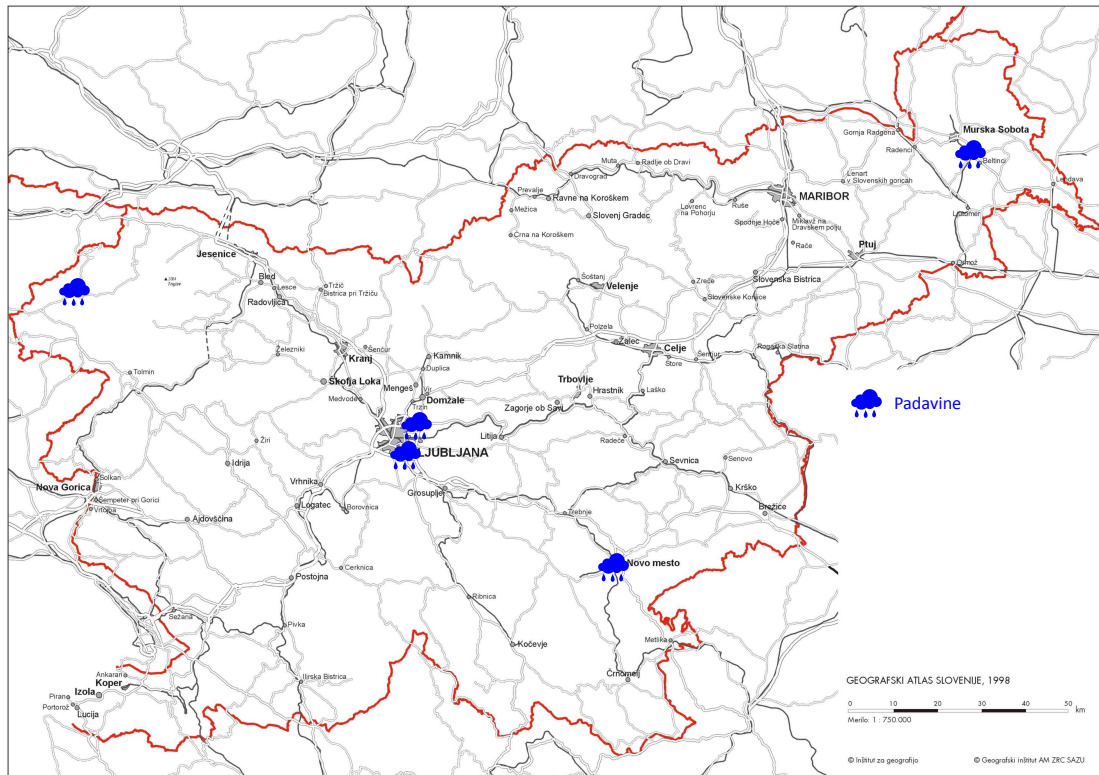
Slika 3.16 | Zimske in poletne korelacije med izmerjenimi koncentracijami atmosferskega Pb-210 in Be-7 v zraku na različnih lokacijah v letu 2014 – številka ob meritvi pomeni mesec vzorčevanja.

3.2 Padavine

3.2.1 Vzorčenje in rezultati meritev

Padavine smo vzorčili kontinuirano in merili enkrat mesečno v Ljubljani. V Murski Soboti, Bovcu in Novem mestu je bilo vzorčenje kontinuirano, meril se je trimesečni kompozitni vzorec.

Rezultati meritev so zbrani v prilogi A v tabelah od A.4 do A.9.



Slika 3.17 | Lokacije vzorčenja vzorcev padavin.

Letna količina padavin v letu 2014 v Ljubljani je bila 1851 mm, v Bovcu 3582 mm, v Novem mestu 1482 mm in v Murski Soboti 1093 mm. Poleg umetnih radionuklidov Cs-137, Sr-90 in H-3 smo določali tudi naravne radionuklide U-238, Ra-226, Pb-210, Th-228, Ra-228, K-40 ter kozmogeni Be-7.

Primerjava rezultatov z letom poprej kaže, da se koncentracije posameznih radionuklidov v padavinah niso bistveno spremenile. Izjema je le lokacija v Bovcu, kjer so bile izmerjene večje količine useda Cs-137, kar je logična posledica obilnejših padavin v primerjavi s prejšnjimi leti. Prisotnosti naravnih radionuklidov ni smiselno komentirati, saj ne predstavljajo pravega atmosferskega useda.

Od umetnih radionuklidov sta dolgoročno opazna samo Cs-137 in Sr-90, vendar so specifične aktivnosti večkrat na meji detekcije, tako da so negotovosti pri meritvah precej velike. Najvišji letni used Cs-137 je bil izmerjen v Bovcu $11,0 \pm 0,2 \text{ Bq/m}^2$ in najmanjši v Murski Soboti, kjer je used bil pod mejo detekcije $< 0,56 \text{ Bq/m}^2$. Najvišji letni used Sr-90 je bil izmerjen v Bovcu $2,4 \pm 0,2 \text{ Bq/m}^2$, najnižji pa v Bovcu $0,33 \pm 0,04 \text{ Bq/m}^2$.

Od naravnih radionuklidov naj omenimo še skupne vrednosti kozmogenega Be-7, katerega rezultati znašajo od 440 Bq/m^2 v Ljubljani do 1479 Bq/m^2 v Bovcu.

3.2.2 Specifična aktivnost sevalcev gama in Sr-90

V tabeli 3.1 so prikazane povprečne letne vsote specifičnih aktivnosti Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na enoto površine povprečene na vse lokacije vzorčenja za obdobje od leta 2000 naprej. Dodane so tudi povprečne količine padavin na vseh merskih lokacijah za to obdobje.

Tabela 3.1 | Povprečne letne vsote specifičnih aktivnosti Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na enoto površine za obdobje od leta 2000 dalje (povprečje vseh lokacij)

Leto	Radionuklid			Količina padavin (mm)
	Sr-90	Cs-137	Pb-210	
Letni used (Bq/m ²)				
2000	0,77	2,7	36	1587
2001	0,37	1,9	29	1423
2002	0,35	2,2	60	1562
2003	0,36	3,0	145	1148
2004	0,49	2,2	133	1664
2005	1,92	1,5	153	1396
2006	0,33	0,8	98	1316
2007	0,40	1,9	97	946
2008	0,57 ± 0,10	1,3 ± 1,4	102 ± 37	1736
2009	0,61 ± 0,47	1,73 ± 0,90	171 ± 77	1686
2010	0,90 ± 1,00	2,56 ± 0,95	147 ± 85	1860 ± 1172
2011	0,528 ± 0,26	1,9 ± 1,9	115 ± 72	1161 ± 680
2012	1,81 ± 0,53	1,40 ± 1,06	128 ± 104	1503 ± 873
2013	1,7 ± 1,2	1,41 ± 1,22	117 ± 36	1596 ± 760
2014	1,02 ± 0,95	3,0 ± 4,1	117 ± 62	2002 ± 1098

Na sliki 3.18 pa je prikazana časovna odvisnost letnega useda od leta 2000 dalje.

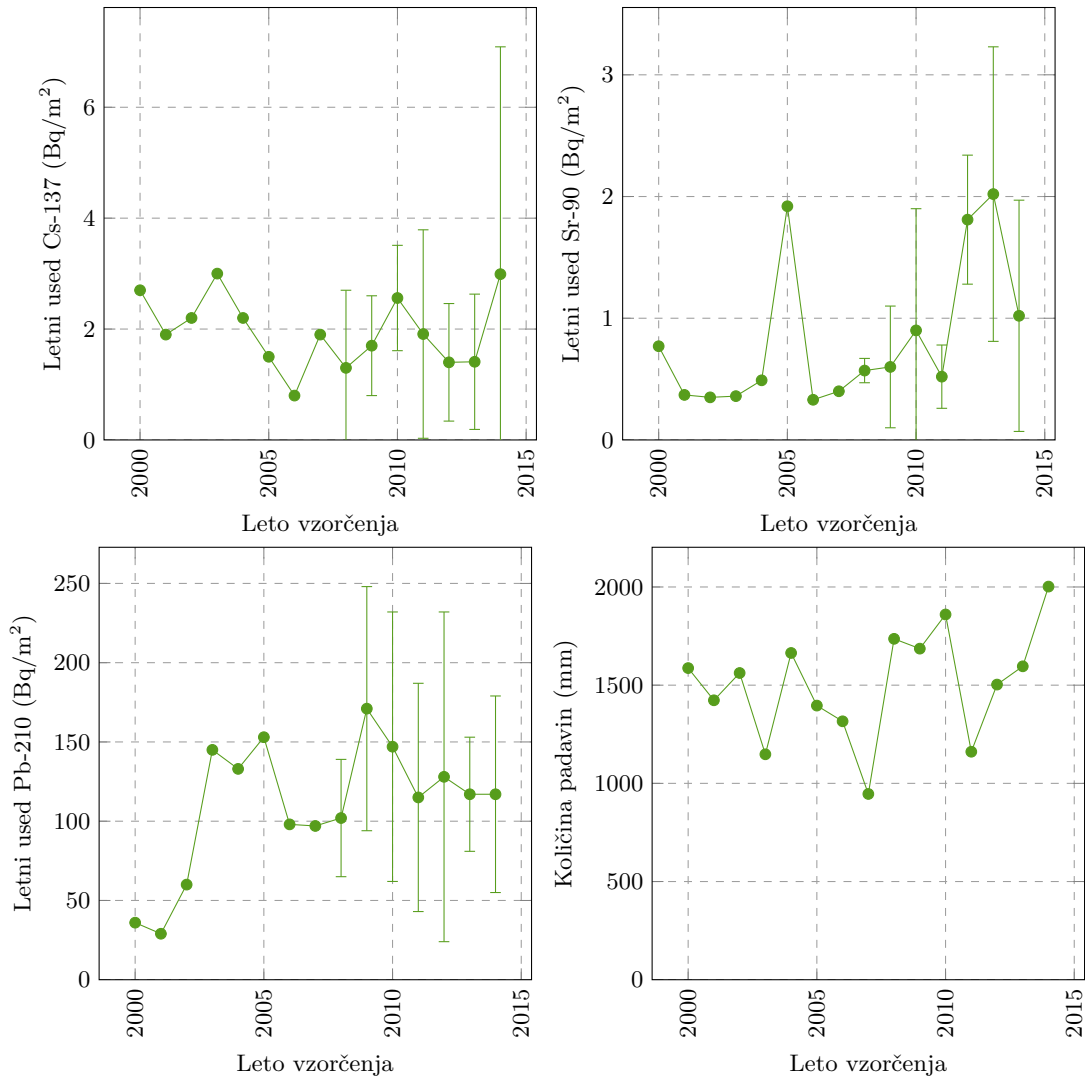
Iz rezultatov v tabeli 3.1 je razvidno, da vrednosti specifičnih aktivnosti Cs-137 in Sr-90 na enoto površine povprečene po lokacijah Slovenije variirajo z leti. Relativno visoka vrednost za Sr-90 v 2005 v Ljubljani je posledica ene same visoke vrednosti, izmerjene v marcu 2005 $41,0 \pm 0,2$ Bq/m³. Za leti 2012 in 2013 ugotavljamo, da je velika večina meritev aktivnosti Sr-90 pod mejo detekcije, in so vrednosti podane orientacijsko. Vendar pa, če primerjamo odvisnost letnega useda od letne količine padavin (prikazano na sliki 3.19), korelacija med njima ni zelo opazna. To najverjetneje pomeni, da ne glede na količino padavin, le-te izperejo praktično celotno aktivnost v zraku, zato na letni ravni ni zaznati velikih variacij. Je pa na sliki 3.19 opazna korelacija za izotopa Cs-137 in Pb-210.

Primerjava rezultatov za merjene radionuklide pokaže, da se koncentracije posameznih radionuklidov v padavinah niso bistveno spremenile v primerjavi s prejšnjimi leti. Dejstvo pa je, da so koncentracije pogosto blizu meje detekcije, tako da so tudi merske negotovosti relativno velike in prispevajo k vsakoletnemu in medletnemu sipanju rezultatov.

Največja odstopanja v rezultatih po posameznih trimesečjih povzročajo zimski meseci, ki so lahko zelo suhi ali pa obilni s padavinami (glej tabele z rezultati meritev od A.4 do A.9 v prilogi A).

3.2.3 Specifična aktivnost H-3

Meritve specifične aktivnosti H-3 v vzorcih padavin smo opravili le v mesečnih vzorcih iz Ljubljane (meritve je izvajal IJS). Rezultati meritev so prikazani v prilogi. Koncentracije aktivnosti H-3 v deževnici v letu 2014 so pod dolgoletnim povprečjem. Vrednosti specifičnih aktivnosti H-3 v obdobju od leta 1990 dalje se gibajo v območju 700-2400 Bq/m³.



Slika 3.18 | Povprečni letni used Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na enoto površine za obdobje od leta 2000 dalje (povprečje vseh lokacij po Sloveniji)

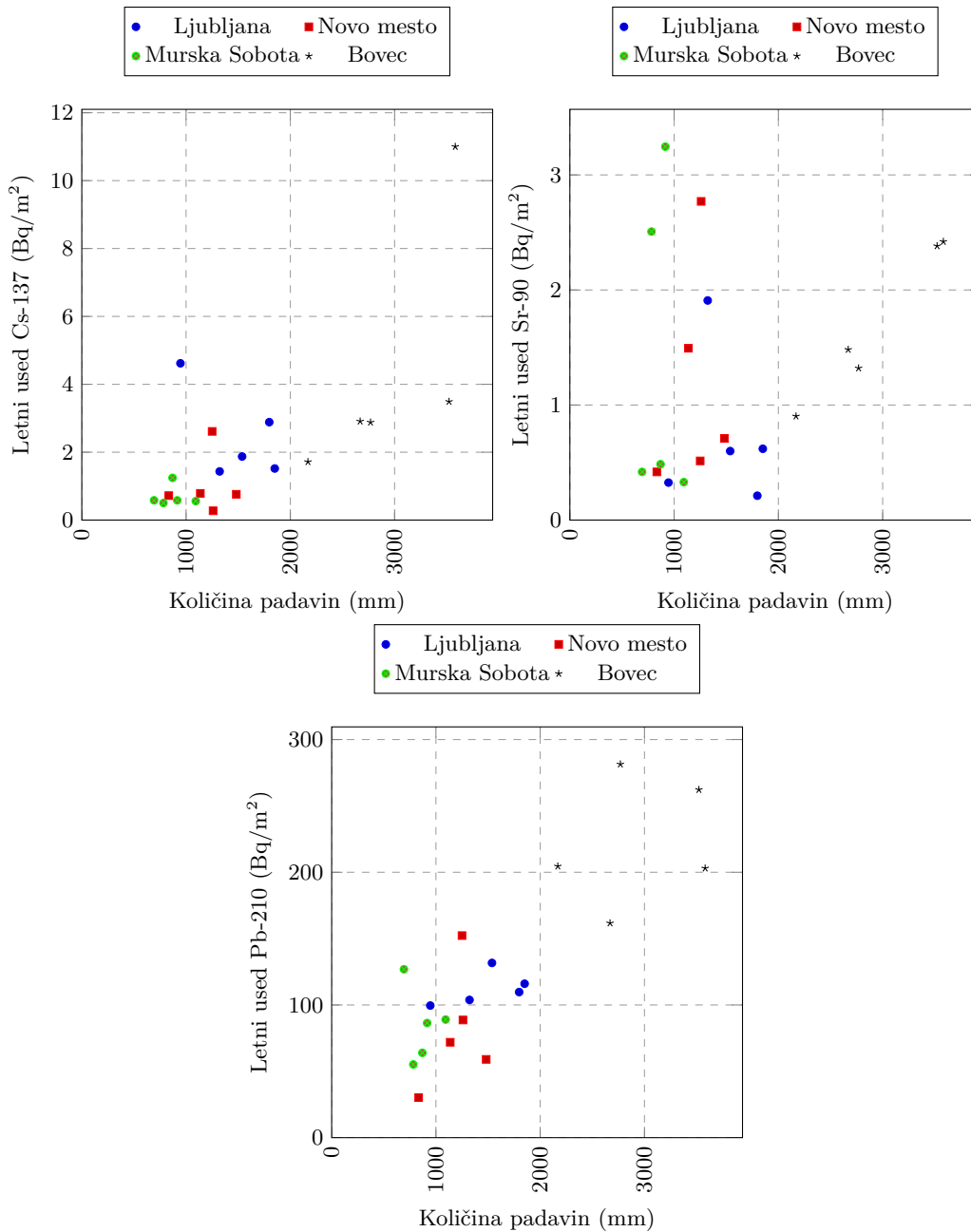
Povprečna dolgoletna koncentracija H-3 znaša 1436 Bq/m³, v letu 2014 pa je znašala koncentracija H-3 737 ± 169 Bq/m³. Večja odstopanja med vrednostmi pri določenih letih so lahko posledica dveh različnih izvajalcev meritev, in sicer laboratorija IJS in Seibersdorf. V preteklosti smo preverili takšno domnevo in izvedli primerjavo meritev koncentracij H-3 v istih vzorcih v obeh laboratorijih (IJS in Seibersdorf). Rezultati so pokazali odstopanje tudi za faktor 2 (IJS izmeri višje vrednosti). Zaradi konsistentnosti v zadnjih letih vedno meritve izvaja IJS.

Na sliki 3.20 so prikazane vrednosti specifičnih aktivnosti H-3 v vzorcih padavin iz Ljubljane za obdobje od leta 1990 dalje.

3.2.4 Specifična aktivnost kozmogenega Be-7

Na sliki 3.21 so predstavljene dolgoročne meritve vsebnosti kozmogenega Be-7 v padavinah iz Ljubljane. Posebej podajamo skupni letni used (Bq/m²) in povprečni mesečni used (Bq/m²) ter za orientacijo še količino padavin.

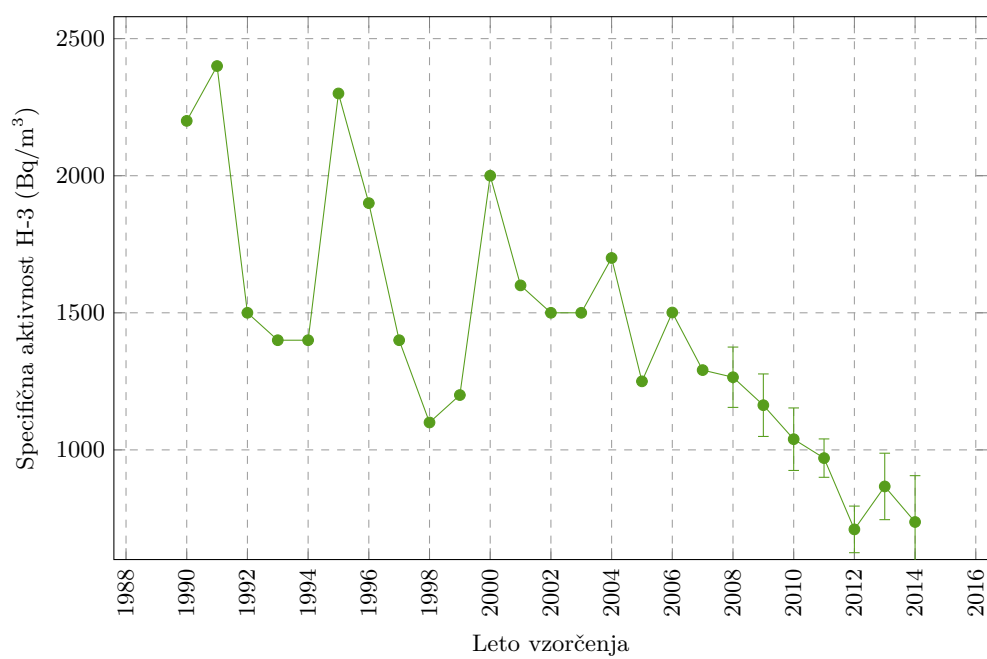
Posebej so v grafih označene starejše vrednosti v letih do 2000 in v letu 2002, kjer so



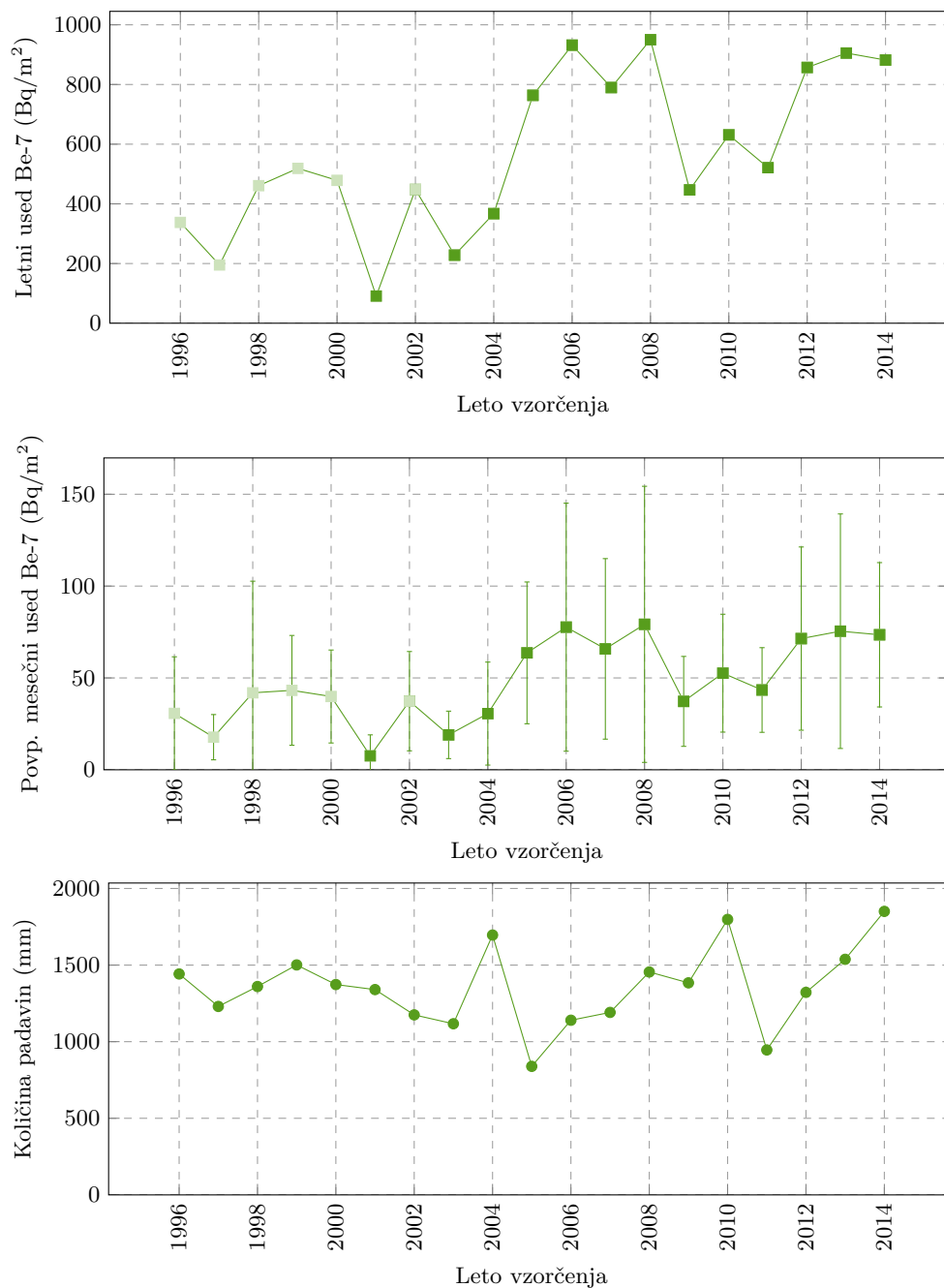
Slika 3.19 | Korelacija količine padavin s povprečnim letnim usedom Cs-137, Sr-90 in Pb-210 na različnih lokacijah po Sloveniji.

koncentracije useda Be-7 izračunane na podlagi specifične aktivnosti zbranega vzorca padavin na enoto mase. V obdobju enomesečnega zbiranja padavin lahko del vzorca tudi izpari, kar pomeni, da so vrednosti navedene v grafih lahko celo za faktor 1-2 previsoke.

V letih okrog 2007 so opazne višje koncentracije Be-7 glede na prejšnja leta, in sicer približno za polovico. Podobno kot za vzorce zraka, lahko takšno povečanje pojasnimo s sončevim ciklusom, ki je podrobno opisan že v podglavju 3.1.2.



Slika 3.20 | Specifične aktivnosti H-3 v padavinah iz Ljubljane za obdobje od leta 1990 dalje.

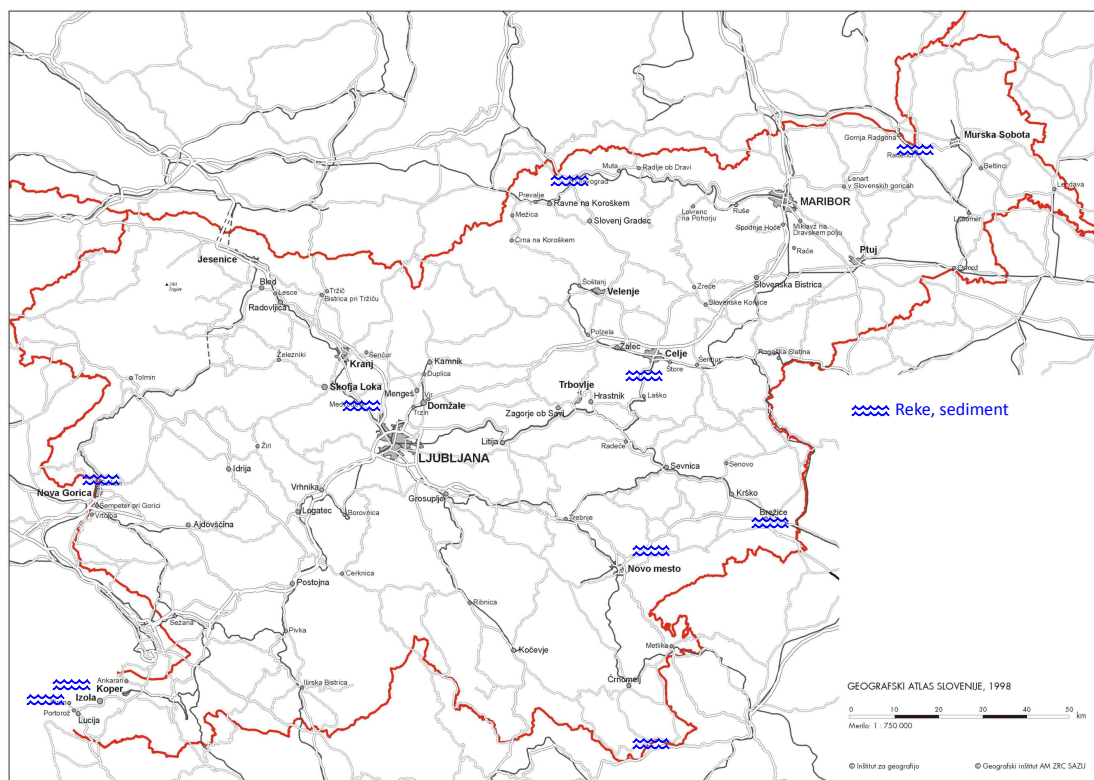


Slika 3.21 | Specifične aktivnosti Be-7 v padavinah iz Ljubljane za obdobje od leta 1996 dalje.

3.3 Tekoče vode

3.3.1 Vzorčenje in rezultati meritev

Meritve tekočih vod so bile opravljene na istih lokacijah kot v prejšnjih letih, in sicer v dveh enkratnih vzorcih rek Save v Ljubljani in Brežicah, Drave pri Dravogradu, Mure pri Petanjcih, Savinje pod Celjem, Krke pri Otočcu, Soče pri Solkanu in Kolpe pri Vinici ter morja in sedimenta v Piranu. V vzorcih rek Save, Drave in Mure so bile opravljene meritve specifične aktivnosti H-3. V rekah Muri in Dravi so se opravljale trimesečne enkratne meritve specifične aktivnosti I-131.



Slika 3.22 | Lokacije vzorčenja vzorcev tekočih vod.

Rezultati so prikazani v prilogi A v tabelah od A.10 do A.17.

V vzorcih rek smo merili umetne radionuklide Cs-137, Sr-90 in H-3, ki so produkt človekovih dejavnosti, ter I-131, ki se uporablja v terapevtske namene v bolnišnicah v Sloveniji in v Avstriji. Določali smo tudi specifične aktivnosti naravnih radionuklidov uranove in torijeve vrste ter K-40 in Be-7. Najvišje izmerjene koncentracije in povprečne vrednosti so predstavljene v spodnji tabeli 3.2.

Iz tabele meritev A.11 vidimo, da je koncentracija K-40 v Savinji pri Celju za približno en velikostni red višja kot na drugih mestih. Utemeljene razlage za to ni, lahko je posledica uporabe surovin v industriji ali pa izdelkov v poljedelstvu, ki vsebujejo večje količine kalija. Predlagamo, da se v Celjski kotlini testno izmeri tudi koncentracije K-40 v zemlji, iz česar bi lahko potem sklepali glede povečanja v Savinji.

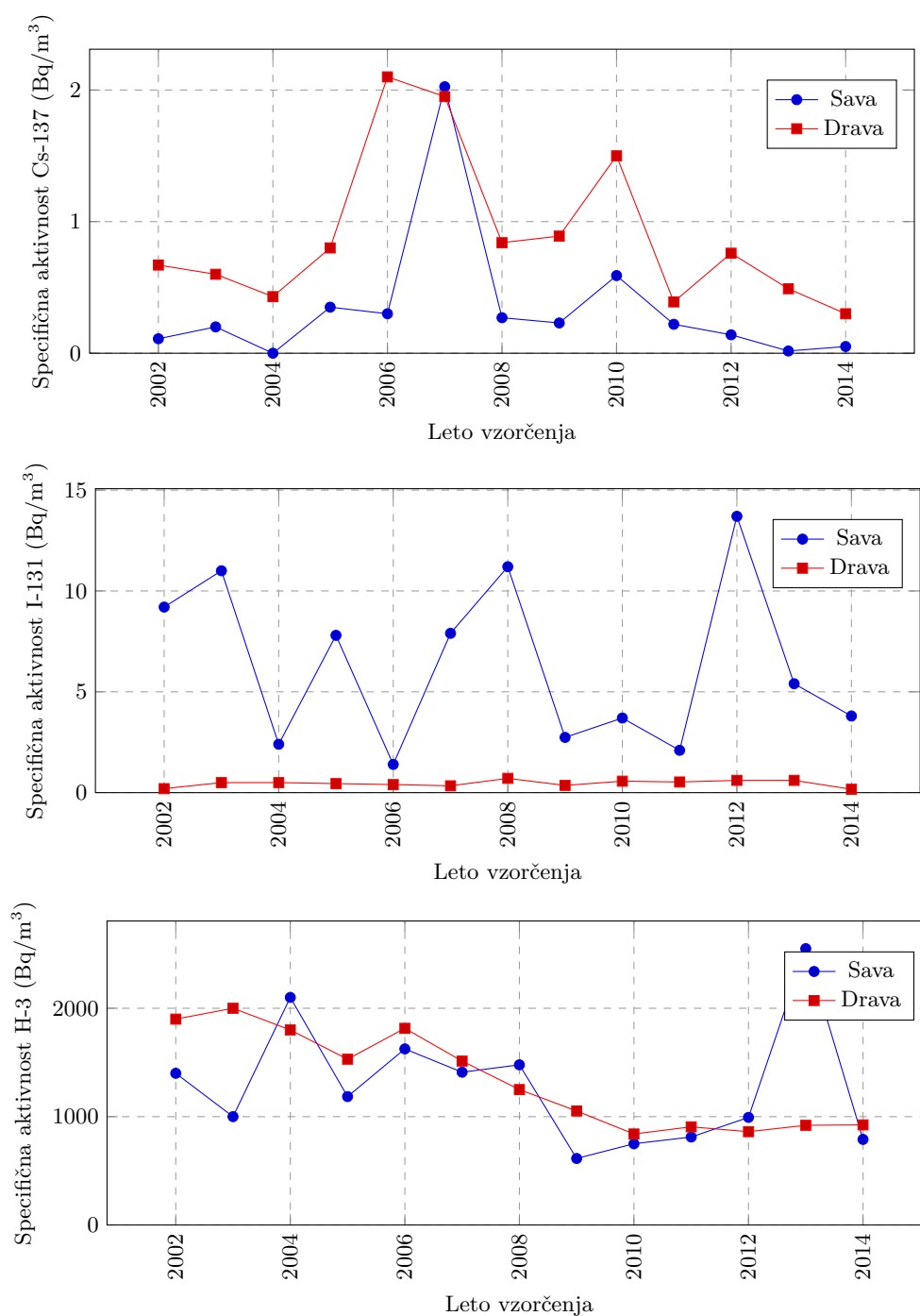
3.3.2 Dolgoročni trendi

Na sliki 3.23 so prikazane povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti Cs-137, I-131 in H-3 v rekah Savi (povprečje lokacije pri Ljubljani in Brežicah) in Dravi v Dravogradu za obdobje od leta 2002 dalje. V letu 2007 opazimo navidezno višjo vrednost koncentracij

Tabela 3.2 | Najvišje izmerjene, A_{max} , in povprečne koncentracije, \bar{A} , radionuklidov v vzorcih tekočih vod

Radionuklid	A_{max} (Bq/m ³)	Lokacija	\bar{A} (Bq/m ³)
Cs-137	1,6	Mura	0,4 ± 0,4
Sr-90	3,5	Sava – Ljubljana	1,8 ± 1,3
I-131	19	Mura	2,7 ± 3,2
H-3	1271	Drava	855 ± 95
Pb-210	9,0	Savinja	2,9 ± 2,1
K-40	143	Mura	42 ± 36
Be-7	27	Soča	9,3 ± 3,4

Cs-137 v reki Savi, vendar lahko ugotovimo, da je bila koncentracija pod mejo detekcije, ki je bila v tem primeru višja za to specifično meritev. Enako velja tudi za koncentracije Cs-137 v reki Dravi v letih 2006 in 2007. Opazimo lahko tudi, da je I-131 v Savi (Ljubljana) za skoraj dva velikostna reda več kot v Dravi, kar je najbrž posledica izpustov I-131 iz Univerzitetnega kliničnega centra v Ljubljani, kjer izvajajo terapijo z omenjenim izotopom in kjer so lahko izmerjene koncentracije močno odvisne od dneva vzorčenja. Zaključke o razmerjih izotopa v obeh rekah pa je zaradi narave izvajanja terapevtskih postopkov in le dveh letnih meritev enkratnih vzorcev težko podati.

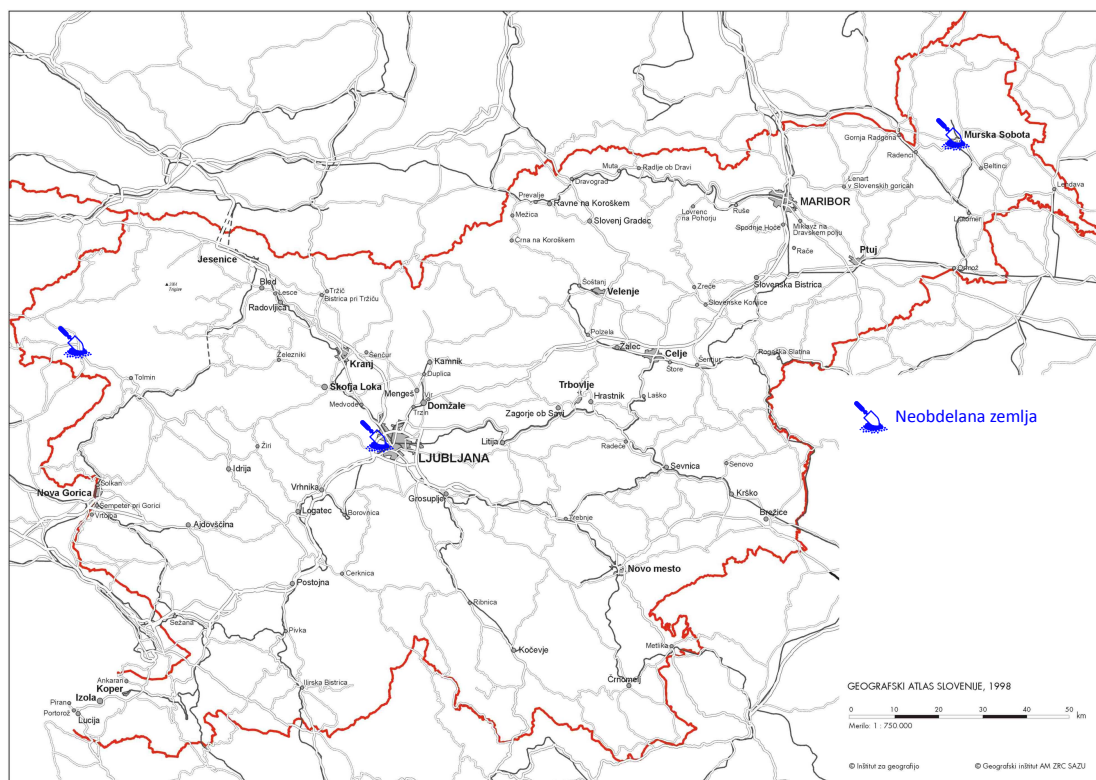


Slika 3.23 | Povprečne specifične aktivnosti Cs-137, I-131 in H-3 v reki Savi (povprečje lokacij Ljubljana in Brežice) in Dravi od leta 2002 dalje.

3.4 Zemlja

3.4.1 Vzorčenje in rezultati meritev

Zemljo smo v letu 2014 vzorčili v spomladanskem in jesenskem obdobju na treh globinah 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, in sicer na lokacijah Ljubljana (IJS), Kobarid in Murska Sobota (obe ZVD). Od leta 2009 dalje IJS vzorči zemljo v Ljubljani na lokaciji Ceste dveh cesarjev, prejšnja leta pa je na tej lokaciji vzorčil ZVD (v letu 2008 in 2006 je vzorčenje potekalo na lokaciji IJS Podgorica).



Slika 3.24 | Lokacije vzorčenja vzorcev zemlje.

Rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih zemlje so prikazani v prilogi A v tabelah od A.18 do A.20 ter na sliki 3.25.

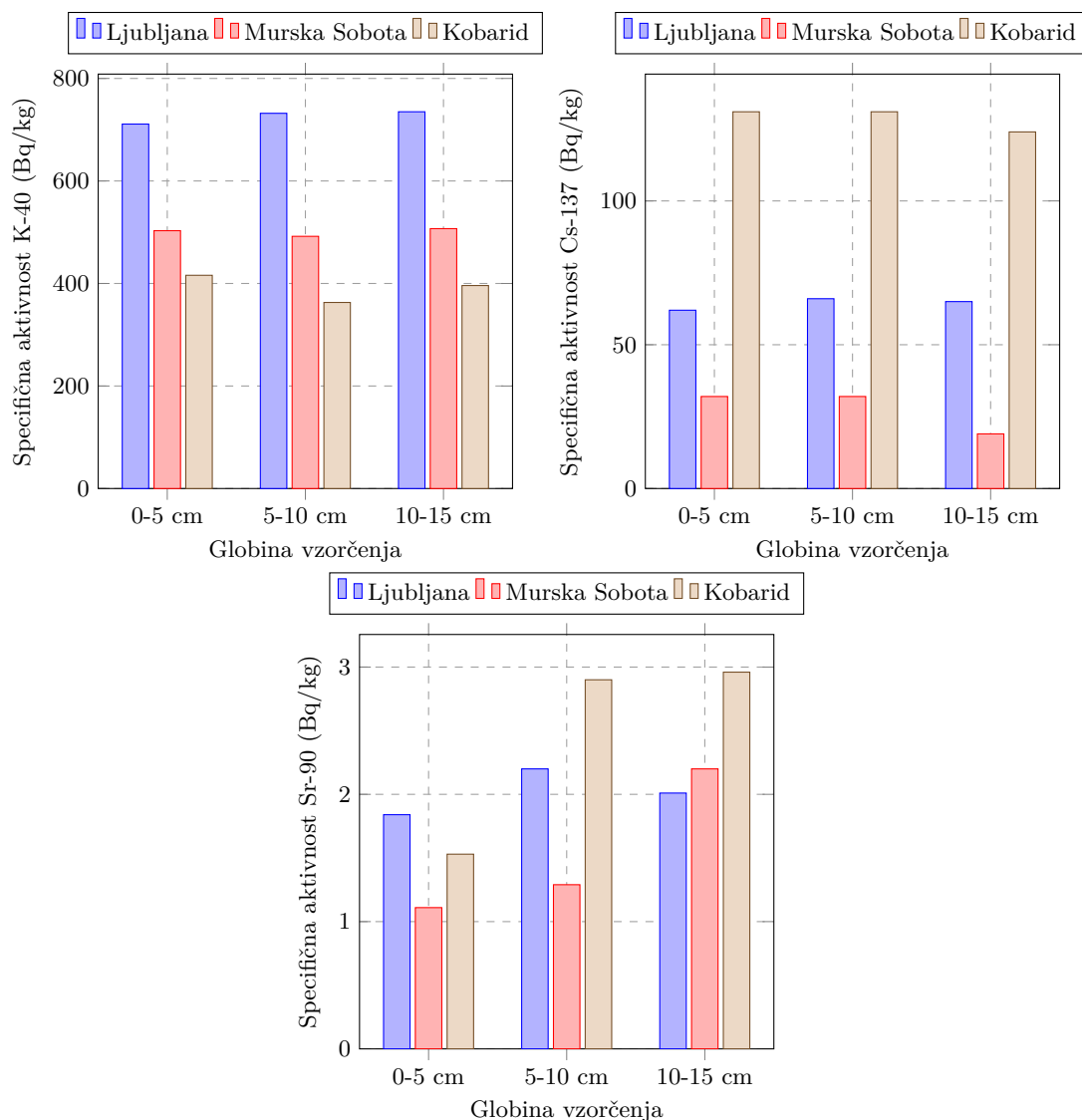
Specifične aktivnosti v vseh treh plasteh so v prilogi A prikazane v enotah Bq/kg posušene zemlje in tudi preračunane na enoto površine v Bq/m². Pri tem so preračunane tudi vrednosti za naravne radionuklide, za katere pa vemo, da ne predstavljajo površinske kontaminacije.

Ljubljana.

V vzorcih zemlje iz Ljubljane je bilo povprečje specifične aktivnosti v vseh treh plasteh 64 ± 3 Bq/kg Cs-137 in $2,0 \pm 0,1$ Bq/kg Sr-90, po plasteh pa je vsebnost Cs-137 konstantna, vsebnost Sr-90 pa približno narašča z globino vzorčenja oziroma so koncentracije v globljih plasteh višje kot v pripovršinski plasti.

Kobarid.

V vzorcih zemlje iz Kobarida je bilo povprečje specifične aktivnosti 129 ± 4 Bq/kg Cs-137 in $2,5 \pm 0,2$ Bq/kg Sr-90, po plasteh je vsebnost Cs-137 približno konstantna oziroma po maksimumu v srednji plasti rahlo pade aktivnost v večji globini, vsebnost



Slika 3.25 | Povprečna letna specifična aktivnost K-40, Cs-137 in Sr-90 v zemlji

Sr-90 pa približno narašča z globino vzorčenja oziroma so koncentracije v globljih plasteh višje kot v pripovršinski plasti.

Murska Sobota.

V vzorcih zemlje iz Murske Sobote je bilo povprečje specifične aktivnosti Cs-137 28 ± 8 Bq/kg in Sr-90 $1,5 \pm 0,6$ Bq/kg, po plasteh pa je vsebnost Cs-137 približno konstantna oziroma ni mogoče opaziti izrazitega trenda glede na globino vzorčenja, z izjemo najnižje aktivnosti v najgloblji plasti, vsebnost Sr-90 pa narašča z globino.

Vpliv značilnosti mikrolokacij.

Zaradi značilnosti terena, kotanjavosti, nagnjenosti, difuzijskih lastnosti zemlje in lokalnih posebnosti padavin v času černobilske nesreče, se vrednosti specifičnih aktivnosti Cs-137 ali Sr-90 močno razlikujejo že na lokalni ravni. Že na razdalji nekaj metrov med lokacijama vzorčenja se lahko specifične aktivnosti razlikujejo za nekajkrat. Očitno so difuzijski procesi Sr-90 in Cs-137 v različnih tipih zemlje različni, kar potrjujejo tudi

različni globinski profili v prejšnjih letih, ki med seboj niso popolnoma konsistentni.

3.4.2 Dolgoročni trendi

Na slikah 3.26, 3.27 in 3.28 so prikazane časovne odvisnosti specifične aktivnosti Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v plasti 0-5 cm za Ljubljano, Kobarid in Mursko Soboto za obdobje od leta 1986 dalje (za izotop Cs-137 so prikazane vse plasti). Poleg povprečnih letnih specifičnih aktivnosti so za primerjavo prikazane tudi vrednosti za naravni radioaktivni razpad omenjenih radionuklidov za isto obdobje za pripovršinsko plast (označene s polno črto), ob privzetih začetnih vrednostih, izmerjenih v aprilu 1986. Koncentracije radionuklidov v zemlji ne sledijo eksponentni funkciji radioaktivnega razpada, saj izotopi dodatno difundirajo v globlje plasti zemlje in so sedaj že tudi globlje od 15 cm.

Iz slik 3.26, 3.27 in 3.28 je razviden trend padanja specifičnih aktivnosti Cs-137 in Sr-90 zaradi migracije v druge plasti in radioaktivnega razpada. Pri izotopu Cs-134 zaradi krajšega razpolovnega časa, procesov migracije ni opaziti, saj je npr. v Murski Soboti tako rekoč ostal le v prvi plasti in tam razpadel (pod mejo detekcije). Za zemljo v Murski Soboti podobno velja tudi za Sr-90, saj specifična aktivnost sledi zmanjševanju zaradi naravnega radioaktivnega razpada. Na slikah od 3.26 do 3.28, kjer posebej analiziramo obnašanje Cs-137, lahko iz primerjave njegove aktivnosti v različnih plasteh ugotovimo, da počasni aktivnosti v globljih plasteh postajajo višje od aktivnosti v pripovršinski plasti (v Ljubljani in Kobaridu že od približno leta 2000 dalje, v Murski Soboti pa šele ob okvirno leta 2006). To potrjuje zgoraj omenjeno hipotezo, da so mehanizmi difundiranja v spodnje plasti zelo različni od vrste zemlje.

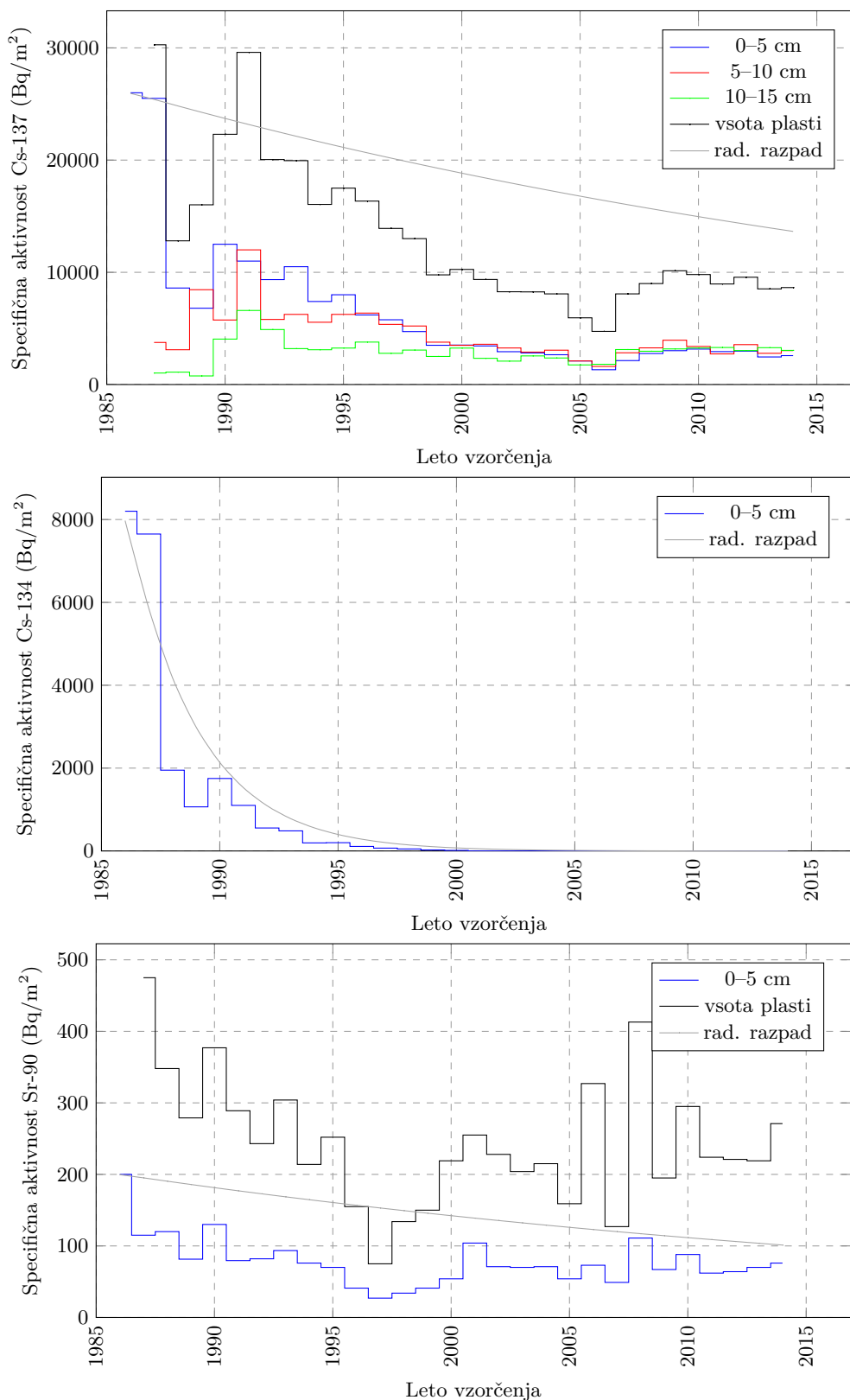
Zaradi migracije radionuklida Cs-137 v globlje plasti, je smiselna primerjava celotnega depozita v vsej globini vzorčenja od 0 do 15 cm, torej ne le depozita v zgornji plasti 5 cm.

V prvih letih po črnobilski nesreči je v celotnem depozitu v globini 0-15 cm tudi depozit zaradi bombnih poskusov. Za zadnjih 10 let pa lahko rečemo, da je celotni depozit v globini 0-15 cm posledica črnobilske nesreče, saj so radionuklidi sproščeni ob poskusih razstrelitev jedrskih bomb že migrirali v plasti v globini 30 cm in več.

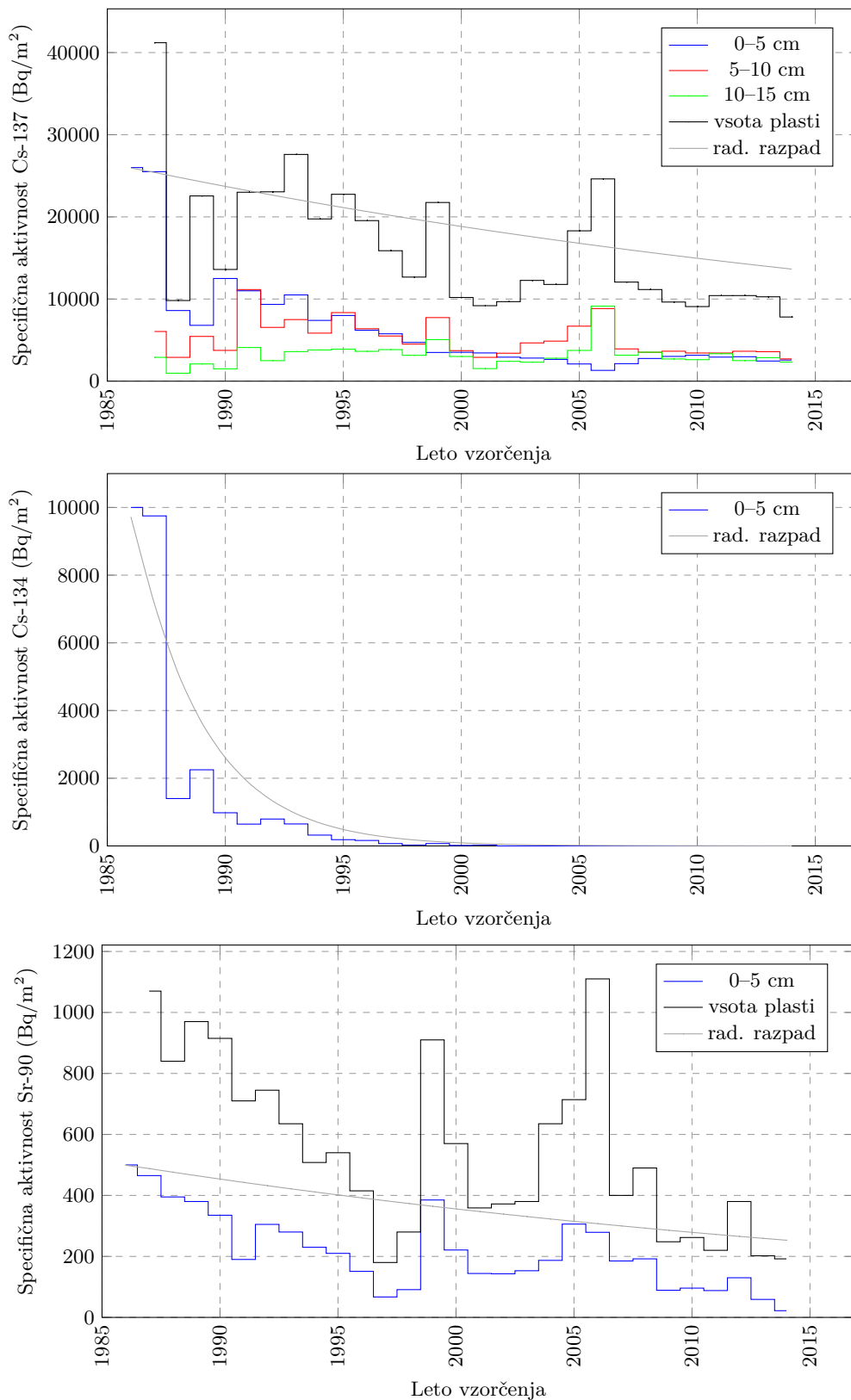
V Ljubljani in Kobaridu lahko tudi za depozit črnobilske nesreče že lahko rečemo, da prehaja v globlje plasti, zato predlagamo, da bi začeli z vzorčenjem plasti zemlje iz globine 15-30 cm. Zemlja v Murski Soboti ima drugačne lastnosti, kjer vidimo, da je skoraj ves depozit še vedno v plasteh zemlje do globine 15 cm. Mikrolokacija vzorčenja v Murski Soboti je sicer takšna, da tam zemlje ne orjejo, kar bi pomenilo morebitno mešanje plasti.

Na grafih za lokacijo Kobarid vidimo odstopanja od trenda zmanjševanja koncentracij Cs-137 in Sr-90, in sicer v letih 2006 in 2008, ki jih lahko pojasnimo z dejstvom, da sta vzorčila na različnih lokacijah in analize izvajala dva različna laboratorija. V letu 2006 je IJS opravil analizo zemlje na vseh treh lokacijah, leta 2008 pa samo v Ljubljani. Lokacija vzorčenja v Ljubljani je bila različna glede na vzorčevalca, IJS je vzorčil na lokaciji Rektorskega centra Podgorica v Brinju pri Ljubljani, ZVD pa na Cesti dveh cesarjev. Od leta 2009 naprej, je lokacija vzorčenja poenotena, in sicer na Cesti dveh cesarjev.

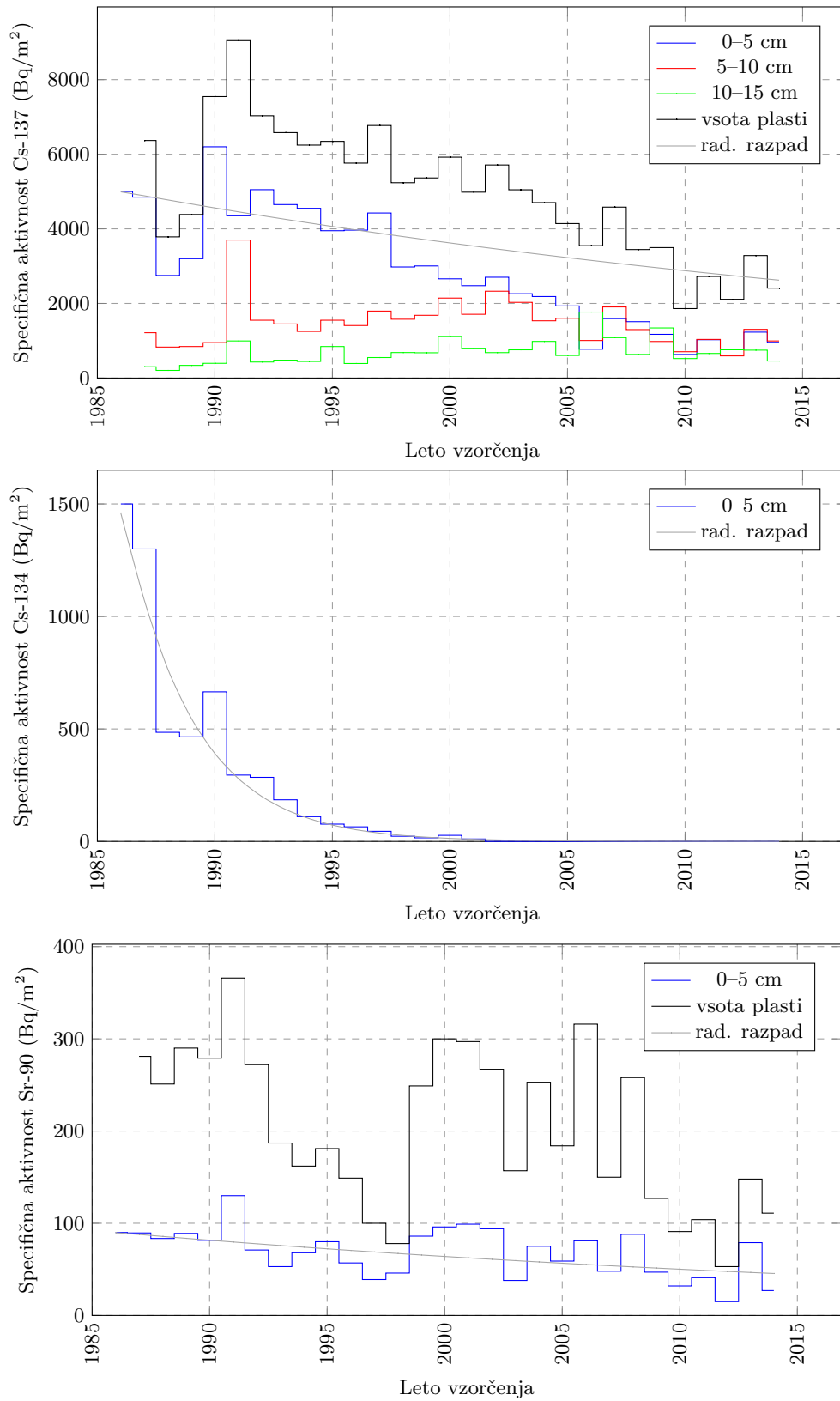
V letu 2011 je moč zaznati delno povišane vrednosti Cs-137 v zgornji plasti glede na prejšnja leta, kar je vpliv posledic nesreče v elektrarni v Fukušimi na Japonskem. Vendar je povišanje na letni ravni v povprečju komaj opazno.



Slika 3.26 | Specifične aktivnosti — depozit — Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Ljubljani v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje.



Slika 3.27 | Specifične aktivnosti — deposit — Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Kobaridu v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje.



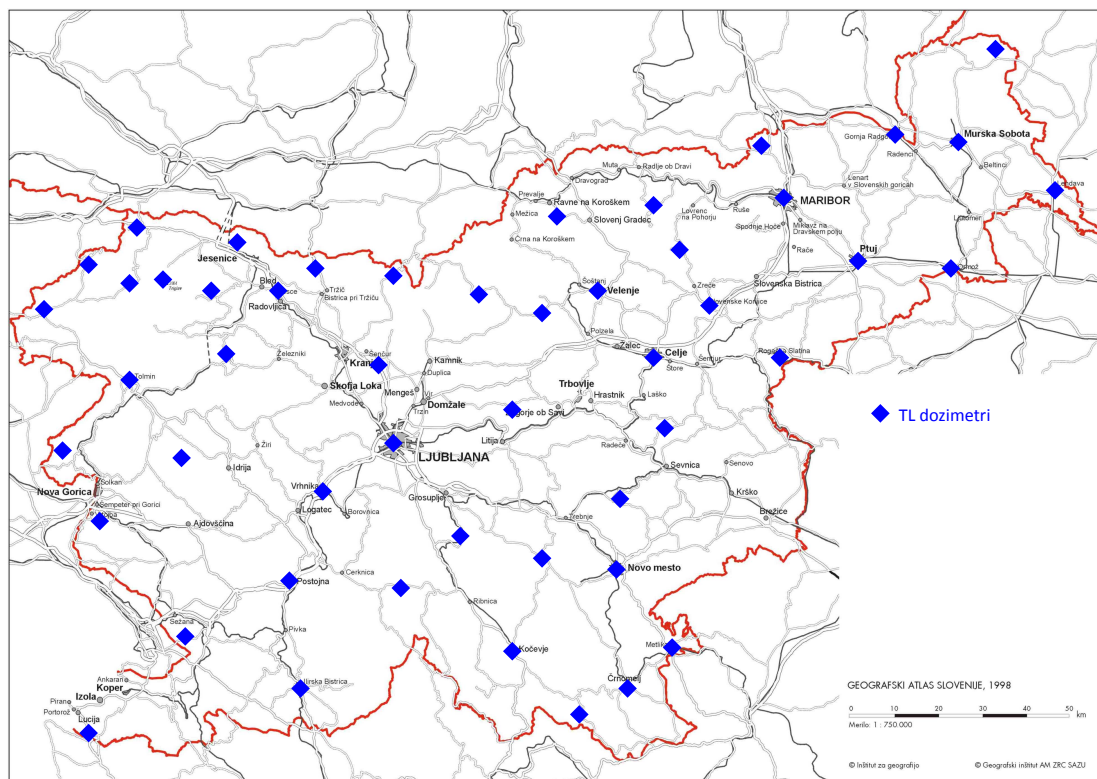
Slika 3.28 | Specifične aktivnosti — depozit — Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v Murski Soboti v različnih plasteh ter preračun radioaktivnega razpada od leta 1986 dalje.



4 — Zunanje sevanje

4.1 Lokacije meritev

Doze zaradi zunanjega sevanja se merijo na petdesetih različnih lokacijah po Sloveniji s TL dozimetri, ki so prikazane na sliki 4.1, podrobnosti o merskih lokacijah pa so podane v tabeli 4.1.



Slika 4.1 | Lokacije TL dozimetrov za meritve letne doze zunanjega sevanja.

Tabela 4.1 | Seznam TL-dozimetrov v Republiki Sloveniji z GPS koordinatami

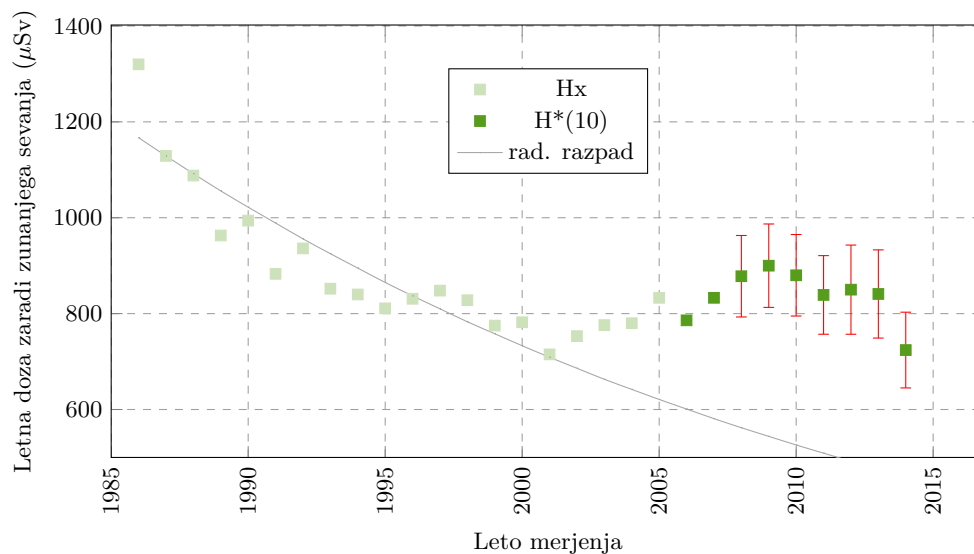
Št.	KRAJ	GPS-KOORDINATE
1	KOČEVJE	45°38'47" / 14°51'02"
2	DVOR PRI ŽUŽEMBERKU	45°48'30" / 14°57'42"
3	DOBLIČE (ČRNOMELJ)	45°33'36" / 15°08'46"
4	DRAŠIČI (METLIKA)	45°39'55" / 15°22'34"
5	NOVO MESTO	45°48'07" / 15°10'39"
6	MOKRONOG	45°56'29" / 15°09'01"
7	LISCA	46°04'04" / 15°17'06"
8	CELJE	46°14'11" / 15°13'34"
9	ROGAŠKA SLATINA	46°14'40" / 15°37'41"
10	SLOVENSKE KONJICE	46°20'42" / 15°25'03"
11	ROGLA	46°26'45" / 15°19'22"
12	MARIBOR	46°32'22" / 15°38'42"
13	PTUJ	46°25'48" / 15°52'58"
14	JERUZALEM (ORMOŽ)	46°28'34" / 16°11'15"
15	LENDAVA	46°33'25" / 16°28'20"
16	MURSKA SOBOTA (RAKIČAN)	46°39'08" / 16°11'29"
17	VELIKI DOLENCI (ŠALOVCI)	46°50'12" / 16°17'16"
18	GORNJA RADGONA	46°40'52" / 15°59'44"
19	SVEČINA (PLAČ)	46°39'49" / 15°35'29"
20	RIBNICA NA POHORJU	46°32'30" / 15°17'30"
21	KOTLJE	46°31'17" / 14°58'54"
22	VELENJE	46°21'51" / 15°07'11"
23	NAZARJE (MOZIRJE)	46°19'23" / 14°56'58"
24	LUČE OB SAVINJI	46°21'15" / 14°44'48"
25	VAČE	46°07'06" / 14°50'23"
26	LJUBLJANA - BEŽIGRAD (ARSO)	46°03'58" / 14°30'46"
27	BRNIK - AERODROM	46°13'39" / 14°27'40"
28	JEZERSKO (ZGORNJE JEZERSKO)	46°23'53" / 14°30'14"
29	PODLJUBELJ	46°23'58" / 14°17'03"
30	HLEBCE (LESCE)	46°21'55" / 14°10'28"
31	PLANINA POD GOLICO	46°28'03" / 14°03'09"
32	ZDENSKA VAS	45°51'28" / 14°42'27"
33	RATEČE	46°29'49" / 13°42'46"
34	TRENTA	46°22'56" / 13°45'13"
35	LOG POD MANGARTOM	46°24'25" / 13°36'10"
36	BOVEC	46°20'05" / 13°32'55"
37	TOLMIN	46°10'46" / 13°43'54"
38	BILJE (NOVA GORICA)	45°53'46" / 13°37'28"
39	VEDRIJAN (KOJSKO)	46°00'50" / 13°32'29"
40	LOKEV PRI LIPICI	45°39'51" / 13°55'21"
41	PORTOROŽ - AERODROM	45°28'29" / 13°37'01"
42	KOSEZE (ILIRSKA BISTRICA)	45°33'11" / 14°14'05"
43	ZALOG (POSTOJNA)	45°45'57" / 14°11'35"
44	NOVA VAS NA BLOKAH	45°46'23" / 14°30'34"
45	VRHNIKA	45°57'42" / 14°16'26"
46	VOJSKO	46°01'31" / 13°54'09"
47	SORICA	46°13'19" / 14°01'41"
48	STARA FUŽINA	46°17'21" / 13°53'36"
49	JELENJA VAS (ISKRBA, KOČEVSKA REKA)	45°33'40" / 14°51'28"
50	KREDARICA	46°22'59" / 13°50'59"

4.2 Rezultati meritev

Rezultati so prikazani v prilogi A v tabeli A.22. Povprečni letni okoliški ekvivalent doze $H^*(10)$ zaradi zunanjega sevanja v letu 2014 je bil $849 \pm 150 \mu\text{Sv}$, največji izmerjen okoliški ekvivalent doze je bil $1318 \pm 144 \mu\text{Sv}$ v Jelenji vasi, najnižji pa $611 \pm 67 \mu\text{Sv}$ v Stari Fužini. Povprečna mesečna vrednost okoliškega ekvivalenta doze zaradi zunanjega sevanja je bila $73 \pm 16 \mu\text{Sv}$, območje vrednosti pa od $51 \mu\text{Sv}$ do $110 \mu\text{Sv}$.

4.3 Dolgoročni trend doz

Na sliki 4.2 je prikazan dolgoročni trend doz na lokaciji Ljubljana izmerjenih s TL dozimetri. Do leta 2005 so izmerjene veličine Hx, od takrat pa $H^*(10)$. Veličina Hx je fotonski dozni ekvivalent (photon dose equivalent). Veličino so uporabljali predvsem v Nemčiji. V Sloveniji je sekundarni dozimetrični laboratorij na Inštitutu Jožef Stefan v preteklosti izvajal umerjanja TL dozimetrov v tej veličini. Veličini nista povsem primerljivi. Pri energijah gama sevanja pod okoli 30 keV je kvocient med $H^*(10)/Hx$ manjši od 1, sicer pa je večji od energije 1 MeV do okoli 2 MeV, ko nato vrednost spet pade pod 1. Pri energiji Cs-137 je vrednost kvocienta približno 1,05. Kljub temu, da veličini nista povsem primerljivi pa se pri energijah sevanja gama, ki ga merimo v okolju ne razlikujeta veliko, nekaj %, in jih na sliki 4.2 prikazujemo na skupnem grafu.



Slika 4.2 | Doza zaradi zunanjega sevanja za Ljubljano za obdobje od leta 1986 dalje.

Termoluminiscentni dozimetri merijo okoliški ekvivalent zunanjega sevanja naravnih in umetnih radionuklidov, ki so prisotni v okolju. V letih po črnobilski nesreči je predvsem Cs-137 znatno prispeval k obremenjenosti z zunanjim sevanjem, nato pa se je prispevek zaradi radioaktivnega razpada in difuzije radionuklida v globlje plasti zmanjšal. Trenutni prispevek Cs-137 k celotni dozi zunanjega sevanja je manj kot 1%. Iz slike 4.2 je razvidno, da je doza zunanjega sevanja po letu 1995 približno konstantna, od leta 2006 pa je moč opaziti trend povečevanja (deloma je to lahko posledica menjave merjenja Hx s $H^*(10)$). V letu 1986 so k dozi zunanjega sevanja prispevali tudi številni drugi sevalci gama, ki so bili posledica useda zaradi črnobilске nesreče. Zato je zunanja doza v letu 1986 najvišja. Kratkoživi sevalci so nato razpadli in doza je že v letu 1987 znatno padla.

Pitna voda

Hrana

Mleko

Živila živalskega izvora

Žitarice, moka, kruh

Sadje

Zelenjava

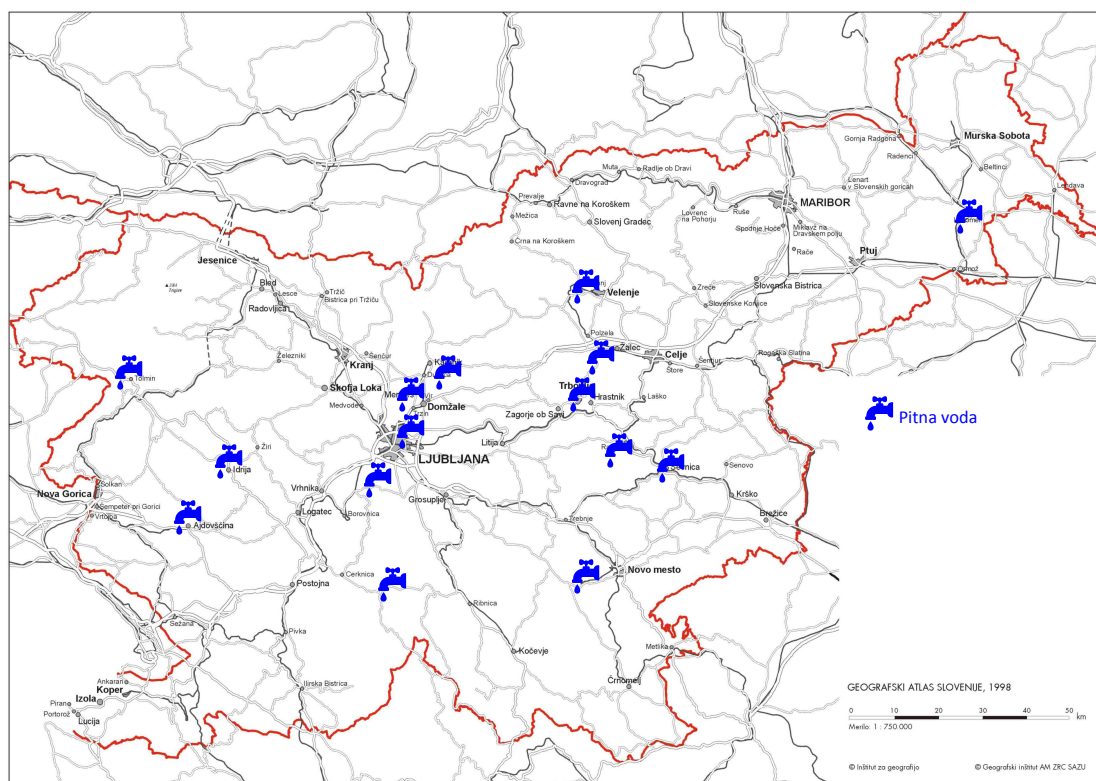
Otroška hrana

Krmila

5 — Monitoring pitne vode, hrane in krme

5.1 Pitna voda

V letu 2014 je bilo odvzetih petnajst enkratnih vzorcev pitne vode iz javnih objektov kot so šole, vrtci, bolnišnice ali gostišča na naslednjih lokacijah: Hrastje, Mengeš, Kolovec, Podpeč, Stari trg pri Ložu, Trbovlje, Radeče, Tabor pri Žalcu, Šoštanj, Zadalščica pri Tolminu, Hubelj, Spodnja Idrija, Sevnica, Straža in Ljutomer. Lokacije vzorčenja so prikazane na zemljevidu na sliki 5.1.

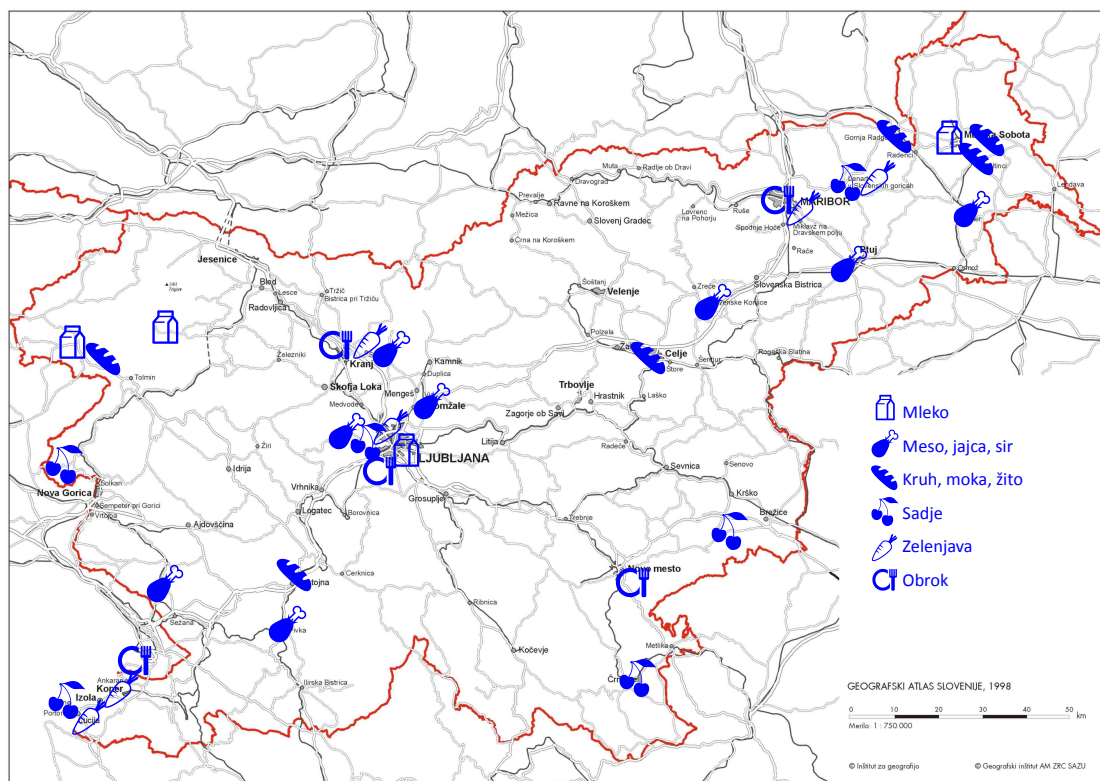


Slika 5.1 | Lokacije vzorčenja vzorcev pitne vode.

Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabelah A.23 in A.24. Izotop cezija, Cs-137, je bilo opaziti večinoma le v sledih ali pa so vrednosti izredno nizke, izmerjene vrednosti so bile $0,27 \pm 0,78 \text{ Bq/m}^3$. Povprečna vrednost specifičnih aktivnosti Sr-90 v vseh odvzetih vzorcih je $1,3 \pm 1,7 \text{ Bq/m}^3$, H-3 pa $686 \pm 134 \text{ Bq/m}^3$. Poleg umetnih radionuklidov so se določale tudi specifične aktivnosti naravnih radionuklidov in kozmogenega Be-7. Povprečne vrednosti so za U-238 $3,7 \pm 3,8 \text{ Bq/m}^3$, Ra-226 $3,3 \pm 6,4 \text{ Bq/m}^3$, Pb-210 $0,6 \pm 1,1 \text{ Bq/m}^3$, Ra-228 $1,1 \pm 1,0 \text{ Bq/m}^3$, Th-228 $0,4 \pm 0,2 \text{ Bq/m}^3$ in K-40 $20 \pm 24 \text{ Bq/m}^3$ ter Be-7 $2,0 \pm 2,4 \text{ Bq/m}^3$.

5.2 Hrana

Program meritev radioaktivnosti v vzorcih hrane je približno enak kot v prejšnjih letih in vsebuje meritve specifičnih aktivnosti radionuklidov v najpomembnejših živilih rastlinskega in živalskega porekla, ki se sezonsko jemljejo na različnih področjih po Sloveniji, v Prekmurju, na Štajerskem, na Gorenjskem, na Primorskem, na Notranjskem in na Dolenjskem. Lokacije vzorčenja so prikazane na zemljevidu na sliki 5.2.



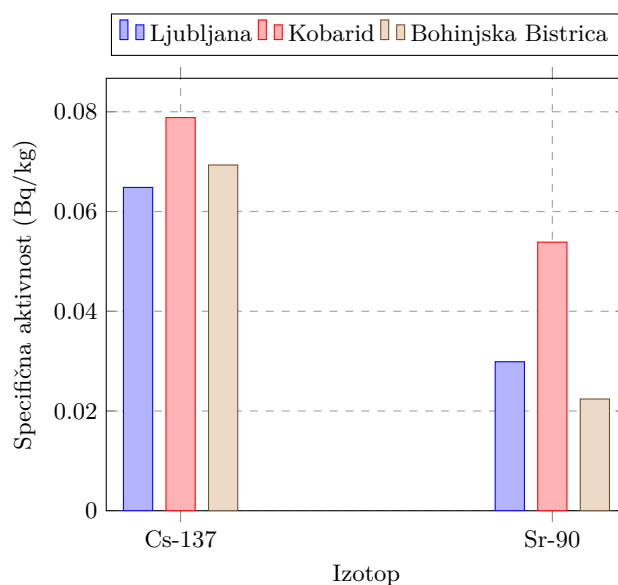
Slika 5.2 | Lokacije vzorčenja vzorcev živil.

5.2.1 Mleko

V letu 2014 smo analizirali vzorce surovega mleka iz Ljubljane, Kobarida in Bohinjske Bistrice ter mleka v prahu iz Murske Sobote. Rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih mleka za vse lokacije vzorčenja so prikazani v prilogi A v tabelah od A.25 do A.28.

Na sliki 5.3 so prikazane letne povprečne vrednosti (za leto 2014) v vzorcih surovega mleka iz Ljubljane, Kobarida in Bohinjske Bistrice, na sliki 5.4 njihove posamične vrednosti dvomesečnega zbirnega vzorca in na sliki 5.5 posamične vrednosti dvomesečnega

zbirnega vzorca mleka v prahu iz Murske Sobote, in sicer za različne izotope K-40, Cs-137 in/ali Sr-90. V Ljubljani je bila povprečna letna vrednost Cs-137 65 ± 62 mBq/kg in Sr-90 30 ± 12 mBq/kg, v Kobaridu Cs-137 79 ± 12 mBq/kg in Sr-90 54 ± 7 mBq/kg, v Bohinjski Bistrici Cs-137 69 ± 84 mBq/kg in Sr-90 22 ± 15 mBq/kg ter v Murski Soboti Cs-137 $0,50 \pm 0,20$ Bq/kg in Sr-90 $0,40 \pm 0,33$ Bq/kg. Slovensko povprečje za surovo mleko znaša za Cs-137 71 ± 7 mBq/kg in za Sr-90 35 ± 16 mBq/kg (brez mleka v prahu). Najvišje izmerjena vrednost Cs-137 je bila v vzorcu surovega mleka iz Bohinjske Bistrice v obdobju zbiranja januar-februar, in sicer 240 ± 9 mBq/kg.



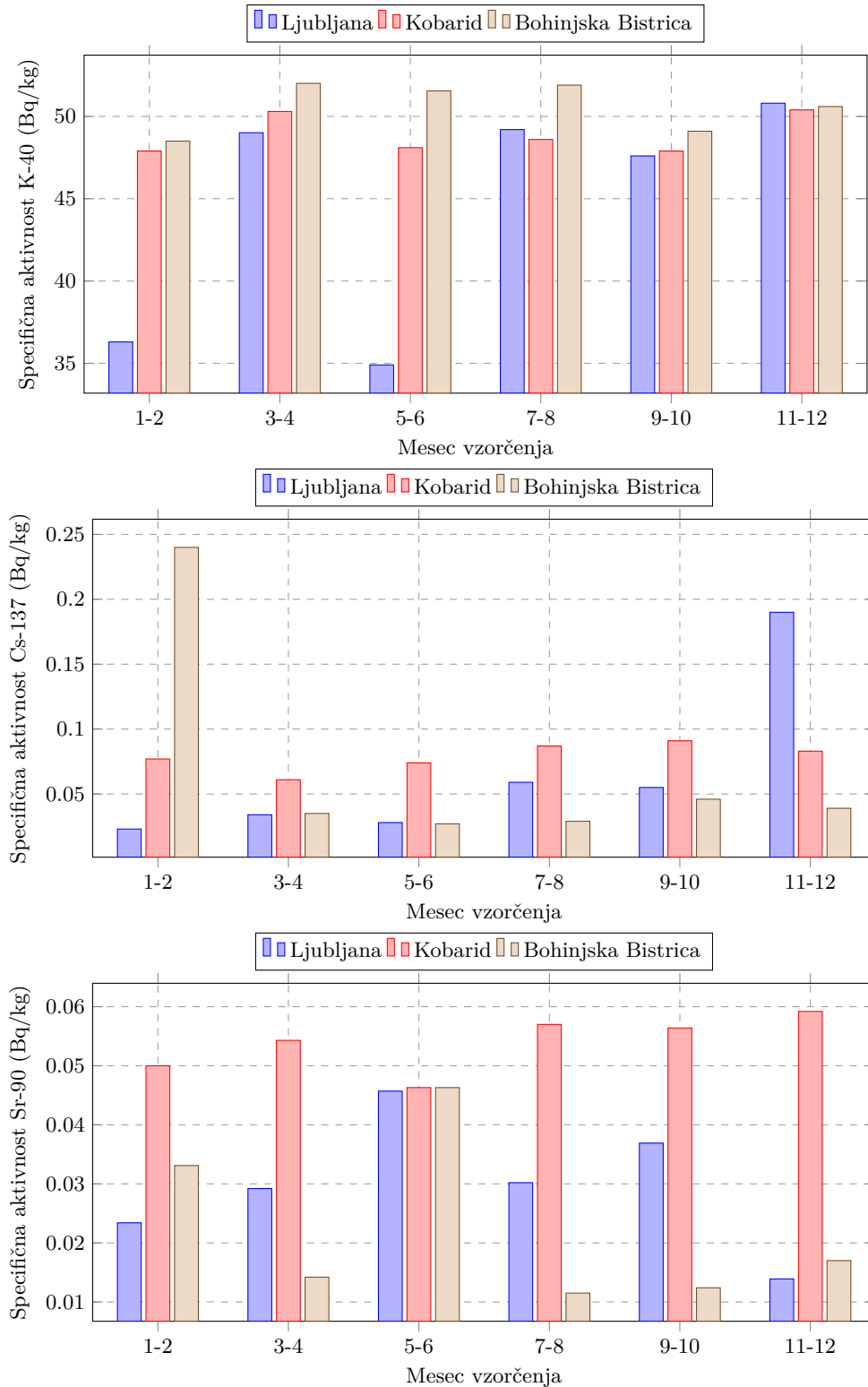
Slika 5.3 | Primerjava povprečnih specifičnih aktivnosti Cs-137 in Sr-90 v surovem mleku na različnih lokacijah v Sloveniji za leto 2014.

Na sliki 5.4, ki prikazuje specifične aktivnosti izotopov v dvomesečnih vzorcih mleka iz Ljubljane, Kobarida in Bohinjske Bistrice ugotovimo v jesenskem obdobju porast aktivnosti Cs-137, kar lahko pripišemo pašni vzreji govedi v toplejših mesecih, kjer večje aktivnosti iz narave pridejo v organizem in mleko zaradi prenosnih poti, v hladnejših mesecih pa uporabi krmil, ki imajo lahko nižje vsebnosti Cs-137. V vzorcih mleka v prahu iz Murske Sobote (slika 5.5) je povišane vrednosti Cs-137 moč opaziti s časovnim zamikom, kar je najverjetneje posledica predelave surovega mleka.

Dolgoročni trendi

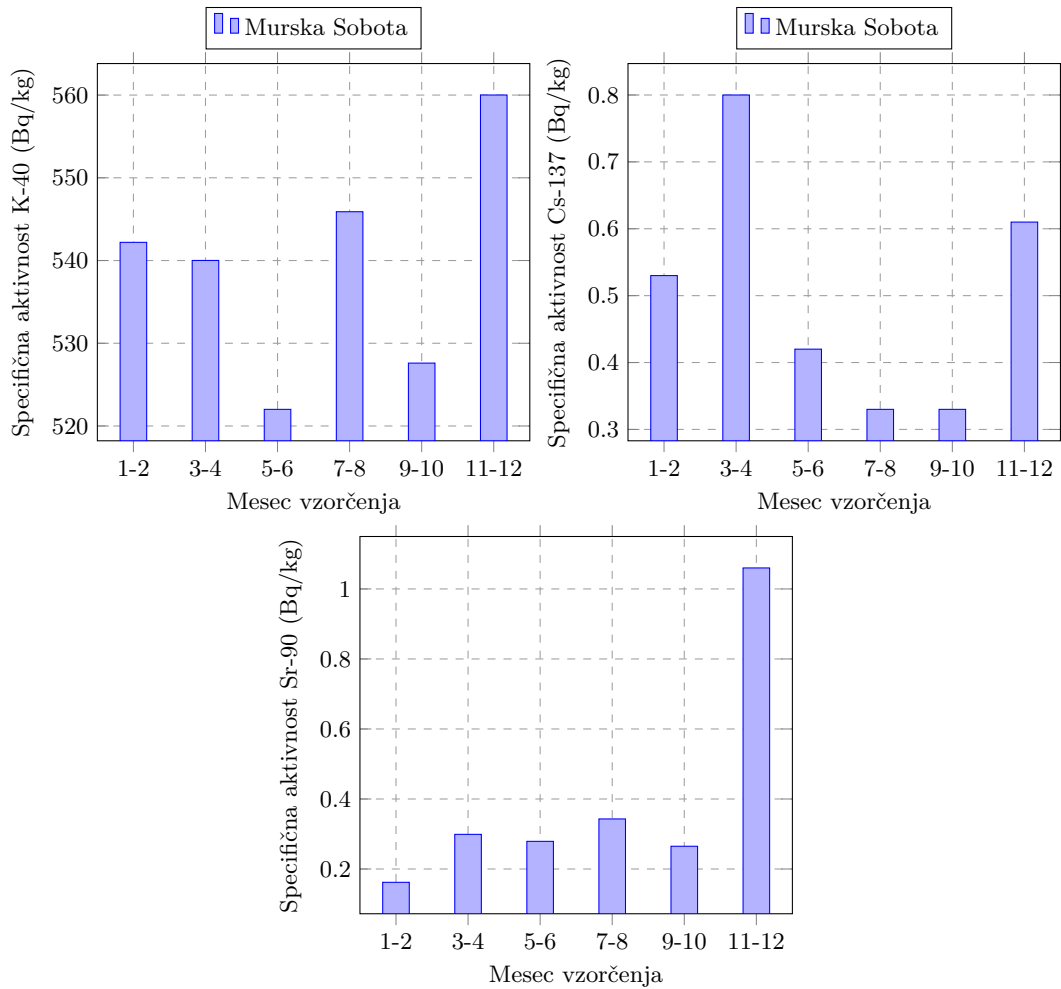
Ob eksploziji jedrskega reaktorja v Černobilu 26. aprila 1986 je bila v zrak sproščena velika količina radioaktivnih snovi, ki so se razpršile po Evropi izven tedanje Sovjetske zveze. V Sloveniji je v Alpah v času nezgode padlo okoli 100 mm/m^2 padavin, kar je povzročilo površinsko kontaminacijo tal preko 100 kBq/m^2 [31]. Pašniki v okolici Kobarida in Bohinjske Bistrice ležijo v alpskem predelu Slovenje, kjer je po nesreči v Černobilu padlo največ padavin, zato je tudi mleko iz tega področja bolj kontaminirano s Cs-137 kot drugje po Sloveniji.

Na sliki 5.6 so prikazane povprečne letne vrednosti specifičnih aktivnosti Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v mleku iz Ljubljane, Kobarida, Bohinjske Bistrice in Murske Sobote za obdobje od leta 1986 dalje. Opazen je trend padanja specifičnih aktivnosti vseh treh radionuklidov, Cs-137, Cs-134 in Sr-90. Cs-134 je bil najdlje merljiv v mleku iz Bohinjske Bistrice, do leta 1999, v mleku z ostalih lokacij pa je bil že dosti prej pod mejo detekcije.



Slika 5.4 | Specifične aktivnosti K-40, Cs-137 in Sr-90 v surovem mleku iz Ljubljane, Kobarida in Bohinjske Bistrice.

V grafih so sicer najvišje prikazane vrednosti za mleko v prahu iz Murske Sobotice, kar je posledica koncentracije vzorca s sušenjem in posledično višje specifične aktivnosti



Slika 5.5 | Specifične aktivnosti K-40, Cs-137 in Sr-90 v mleku v prahu iz Murske Sobote.

ter zato vrednosti niso realno primerljive z vrednostmi v surovem mleku.

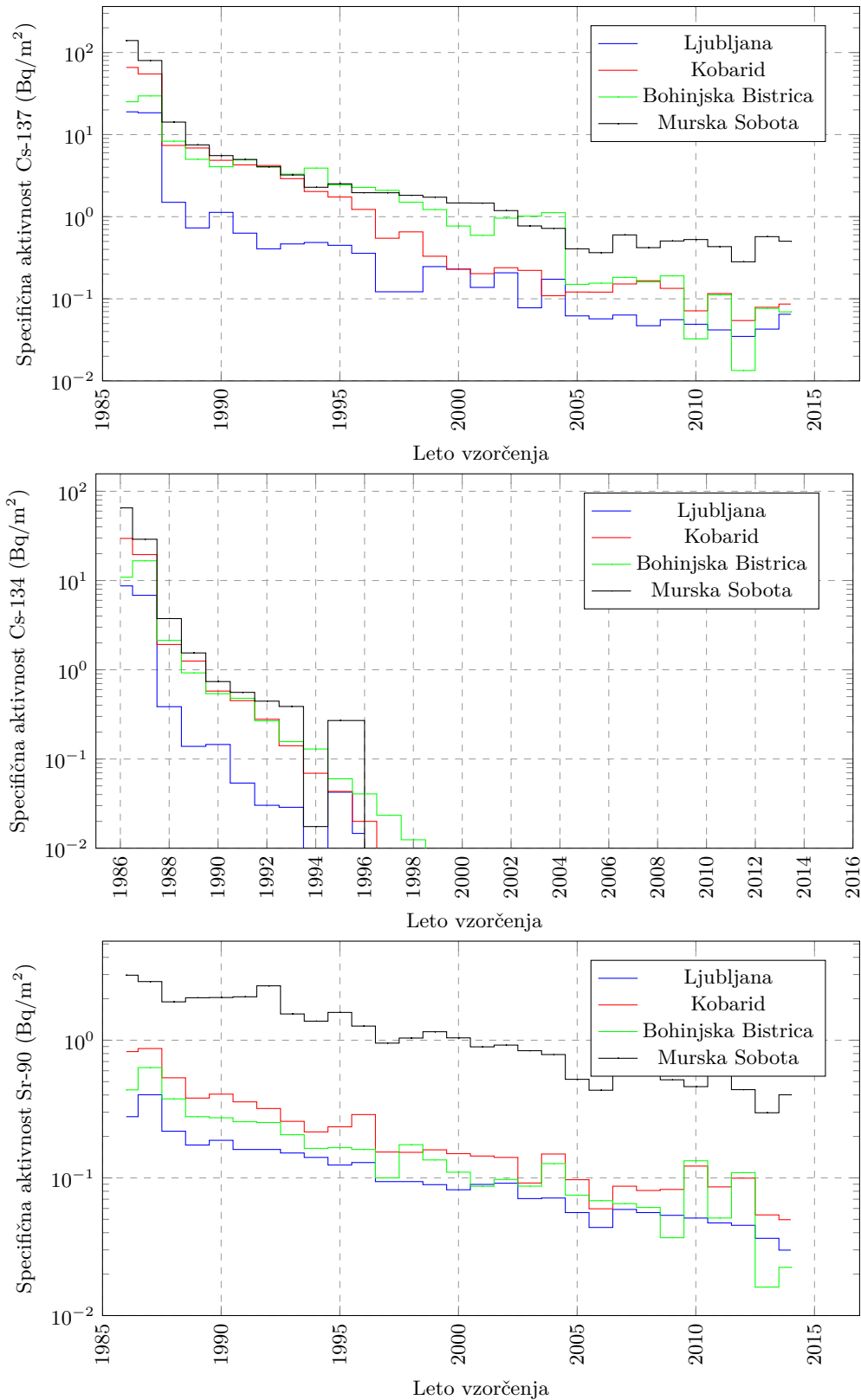
5.2.2 Živila živalskega izvora

V letu 2014 smo analizirali osem vzorcev živil živalskega izvora:

- jajca iz Pivke,
- postrvi iz Cerkelj na Gorenjskem,
- govedino iz Dutovelj,
- srnjaka iz Slovenskih Konjic,
- svinjino s Ptuja,
- puranje meso iz Zaloga,
- cvetlični med iz Polhovega Gradca in
- sir iz Ljutomera.

Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabeli A.29.

Povprečna specifična aktivnost Cs-137 v vseh vzorcih je $0,20 \pm 0,12$ Bq/kg in Sr-90 $0,10 \pm 0,12$ Bq/kg. Najvišja vsebnost Cs-137 je bila izmerjena v vzorcu divjačine (srnjak), ki pa ni bistveno odstopala od ostalih vzorcev.



Slika 5.6 | Povprečne letne specifične aktivnosti Cs-137, Cs-134 in Sr-90 v mleku z različnih lokacij od leta 1986 dalje.

5.2.3 Žitarice, moka, kruh

Izmerili smo šest vzorcev žitaric in njihovih izdelkov:

- polbeli kruh iz Gornje Radgone,
- rženi kruh iz Celja,
- beli kruh iz Kobarida,
- pšenično moko iz Murske Sobote,
- graham moko iz Murske Sobote in
- pšenico iz Postojne.

Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabeli A.30. Povprečna specifična aktivnost Cs-137 je $0,04 \pm 0,03$ Bq/kg in Sr-90 $0,10 \pm 0,04$ Bq/kg.

5.2.4 Sadje

Izmerili smo šest vzorcev sadja:

- borovnice iz Ukrajine,
- jagode iz Kostanjevice,
- češnje iz Dobovega v Brdih,
- marelice iz Lenarta,
- breskve iz Portoroža in
- jabolka iz Črnomlja.

Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabeli A.31. Povprečna specifična aktivnost Cs-137 je < 40 mBq/kg in Sr-90 53 ± 43 mBq/kg. Vsebnosti Cs-137 so bile le v sledovih in praviloma pod mejo detekcije v večini vzorcev. Izjema so le borovnice iz Ukrajine, ki imajo za več velikostnih redov višjo aktivnost 200 ± 5 Bq/kg in jih v izračunu ne upoštevamo, saj ne predstavljajo reprezentativnega vzorca za prehranjevalne navade.

5.2.5 Zelenjava

Izmerili smo šest vzorcev zelenjave:

- solata iz Ljubljane,
- blitva iz Kopra,
- zelje iz Maribora,
- krompir iz Kranja,
- rdeča pesa iz Lenarta in
- bučke iz Portoroža.

Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabeli A.32. Povprečna specifična aktivnost Cs-137 je 52 ± 50 mBq/kg in Sr-90 79 ± 100 mBq/kg.

5.2.6 Otroška hrana

V letu 2008 smo začeli z analizo celotnega obroka otroške hrane. Tako smo v letu 2014 analizirali 5 vzorcev iz Kopra, Ljubljane, Novega mesta, Maribora in Kranja. Rezultati meritev so prikazani v prilogi A v tabeli A.33. Povprečna specifična aktivnost Cs-137 je $0,35 \pm 0,48$ Bq/kg in Sr-90 25 ± 12 mBq/kg.

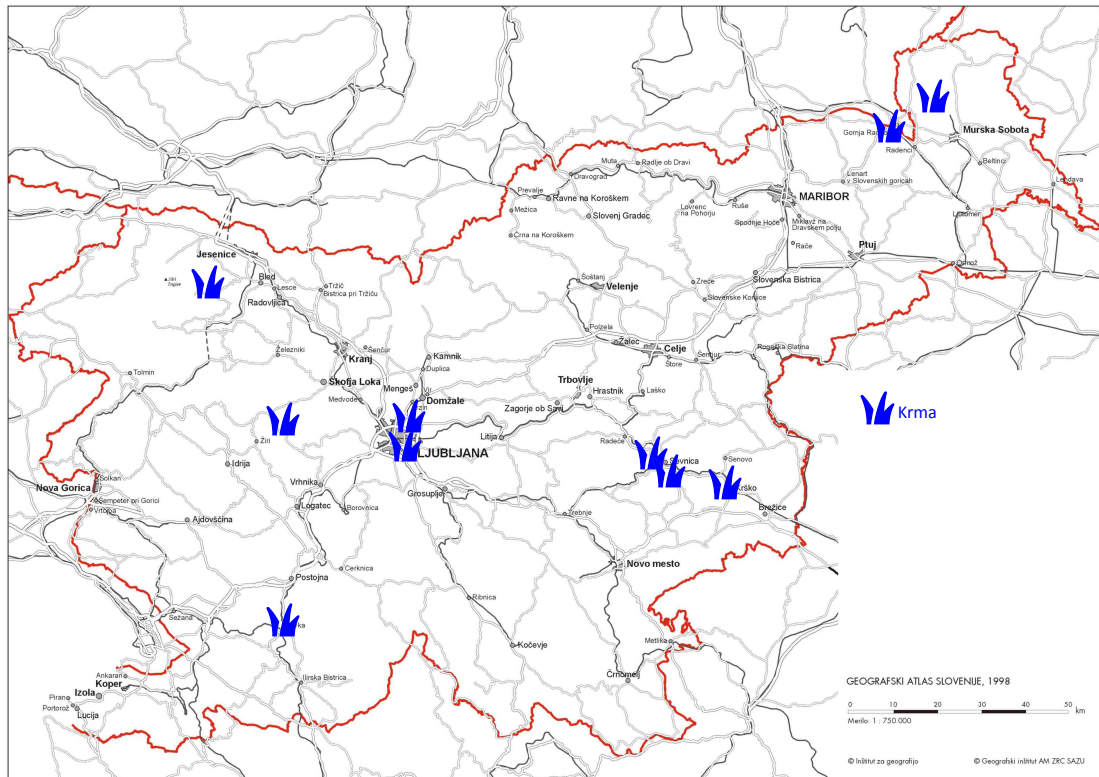
5.3 Krmila

V letu 2014 je bilo odvzetih deset vzorcev krme:

- 1 vzorec travne silaže,
- 2 vzorec koruzne silaže,
- 3 vzorci sena,

- 2 vzorca sveže trave in
- 2 vzorca krmne mešanice.

Lokacije vzorčenja so prikazane na zemljevidu na sliki 5.7.



Slika 5.7 | Lokacije vzorčenja vzorcev krme.

Rezultati so prikazani v prilogi A v tabeli A.34. Povprečna specifična aktivnost Cs-137 je $4,6 \pm 9,5$ Bq/kg in Sr-90 $1,3 \pm 1,2$ Bq/kg.

Osnovne enačbe

Uporabljeni podatki in predpostavke

Umetni radionuklidi

Naravni radionuklidi

Starostne skupine

Prehranjevalne predpostavke

Privzete specifične aktivnosti

Doza zaradi ingestije in inhalacije

Doza zaradi zunanjega sevanja

Skupna ocena doze

6 — Ocena prejetih doz sevanja

Na podlagi meritev prikazanih v tabelah od A.1 do A.34 v prilogi A smo v prejšnjih poglavjih analizirali dobljene rezultate. V nadaljevanju tako ocenjujemo doze posameznikov iz prebivalstva, ki so izpostavljeni sevanju zaradi dolgoživih umetnih radionuklidov, ki so posledica bodisi jedrskih bombnih poskusov v preteklosti bodisi jedrskih nesreč z velikimi izpusti (Černobil in Fukušima). Oceno doz smo izvedli samo za umetne radionuklide in ocenili njihov dodatni prispevek k izpostavljenosti prebivalstva poleg siceršnje izpostavljenosti naravnim radionuklidom.

6.1 Osnovne enačbe

Efektivno dozo sevanja, E , za posameznika iz starostne skupine prebivalstva, g , sestavljata efektivna doza zaradi zunanjega obsevanja, E_z , ter predvidena efektivna doza na enoto vnosa zaradi notranjega obsevanja, E_n . Slednja je vsota dveh prispevkov, prvi je predvidena efektivna doza zaradi zaužitja trdne in tekoče hrane (ingestija), E_{ing} , in drugi predvidena efektivna doza zaradi vdihavanja radioaktivnih plinov in aerosolov (inhalacija), E_{inh} . Efektivna doza E je torej

$$E = E_z + E_{ing} + E_{inh} \quad (6.1)$$

Efektivna doza zaradi zunanjega obsevanja, E_z , je vsota dveh prispevkov, prvi je enak produktu hitrosti osebne ekvivalenta doze zunanjega sevanja, $H_p(10)/t$ (v $\mu\text{Sv/h}$) in času zadrževanja na prostem T_z (v urah), drugi pa je enak produktu hitrosti osebne ekvivalenta doze zunanjega sevanja, $H_p(10)/t$ (v $\mu\text{Sv/h}$), času zadrževanja v bivalnem okolju T_n in faktorju ščitenja, F , 0,9 za prebivalce na deželi, za mestno populacijo pa lahko privzamemo faktor ščitenja, F , 0,95, ker je manj travnatih površin, ki so kontaminirane s Cs-137,

$$E_z = \frac{H_p(10)}{t} T_z + \frac{H_p(10)}{t} T_n (1 - F) \quad (6.2)$$

Običajno se upošteva celotno število ur v tekočem letu, T , in delež zadrževanja na prostem 0,2 ter v bivalnem okolju 0,8, kar zapišemo

$$E_z = \frac{H_p(10)}{t} T (0,2 + 0,8(1 - F)) \quad (6.3)$$

Predvidena efektivna doza zaradi ingestije, E_{ing} , za posameznika iz prebivalstva za starostno skupino g je enaka produktu vnesene aktivnosti $A_{j,ing}$ (v Bq) posameznega radionuklida j in predvidene efektivne doze na enoto vnosa $h(g)_{j,ing}$ zaradi zaužitja hrane (v Sv/kg), ter sešteta po vseh radionuklidih, ki jih upoštevamo pri oceni doze,

$$E_{ing} = \sum_j h(g)_{j,ing} A_{j,ing} \quad (6.4)$$

kjer je vnesena aktivnost zaradi ingestije, $A_{j,ing}$, enaka produktu specifične aktivnosti radionuklida j , $c_{i,j,ing}$ (v Bq/kg) v posamezni vrsti hrane i in količini zaužite posamezne vrste hrane m_i (v kg) ter sešteta po vseh vrstah hrane i ,

$$E_{ing} = \sum_j c_{i,j,ing} m_i \quad (6.5)$$

Predvidena efektivna doza zaradi inhalacije, E_{inh} , za posameznika iz prebivalstva za starostno skupino g je enaka produktu vnesene aktivnosti $A_{j,inh}$ (v Bq) posameznega radionuklida j in predvidene efektivne doze na enoto vnosa $h(g)_{j,inh}$ zaradi vdihavanja (v Sv/Bq), ter sešteta po vseh radionuklidih,

$$E_{inh} = \sum_j h(g)_{j,inh} A_{j,inh} \quad (6.6)$$

kjer je vnesena aktivnost zaradi inhalacije, $A_{j,inh}$, enaka produktu specifične aktivnosti radionuklida j , v zraku, $c_{j,inh}$ (v Bq/m³), količini vdihanega zraka na uro Φ (v m³/h) in številu ur v predvidenem časovnem obdobju (tekoče leto), T (v urah),

$$A_{j,inh} = c_{j,inh} \Phi T \quad (6.7)$$

6.2 Uporabljeni podatki in predpostavke

Oceno efektivnih doz sevanja zaradi vnosa radionuklidov, ki so posledica jedrskih bombnih poskusov v preteklosti in černobilske nesreče, v organizmu s prehranjevanjem in vdihavanjem ter zaradi zunanjih doz za posamezne starostne skupine (dojenčki do enega leta starosti; otroci, stari od 7 do 12 let in odrasli, starejši od 17 let) smo naredili na podlagi rezultatov meritev specifičnih aktivnosti v vzorcih hrane, zraka in pitne vode. Meritev zunanjih doz gama sevanja s TL dozimetri ne upoštevamo, saj zaradi večje merilne negotovosti ne moremo izluščiti prispevka naravnega ozadja od prispevka dolgoživih radionuklidov zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu. Rezultati so podani v μSv .

6.2.1 Umetni radionuklidi

Efektivne doze za vse tri starostne skupine smo ocenili le za umetna radionuklida, Cs-137 in Sr-90, ki sta posledica globalne kontaminacije zaradi černobilske nesreče in bombnih poskusov. Efektivno dozo zaradi H-3 smo ocenili samo za pitno vodo, v ostalih vzorcih hrane in zraka se H-3 ni določal. H-3 se določa samo v vzorcih hrane iz okolice NE Krško, kar je zajeto v programu meritev radioaktivnosti v okolici NEK in kjer so doze analizirane v pripadajočih poročilih [17].

6.2.2 Naravni radionuklidi

Doze za K-40 ne podajamo, saj dozimetrični modeli upoštevajo, da se nahaja K-40 v organizmu v homeostatskem ravnovesju, zato bi bili izračuni doz za ta izotop nerealni.

Ocenili smo tudi učinkovito dozo zaradi vnosa drugih naravnih radionuklidov v telo z ingestijo in inhalacijo, vendar smatramo, da je število meritev premajhno in nereprezentativno, da bi lahko dobili prave povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti naravnih radionuklidov, ki se razlikujejo tudi za faktor 10 ali več v isti vrsti hrane. En sam lokalno odvzeti vzorec hrane je premalo za realno oceno doze, zato bi bile ocenjene doze lahko previsoke. Poleg tega so detekcijske meje merilnih metod blizu vrednostim specifičnih aktivnosti v vzorcih, meritev pa je obremenjena z veliko negotovostjo. Zato doz zaradi naravnih radionuklidov ne poročamo, v informacijo podajamo le izračun za Pb-210, zaradi njegovega visokega pretvorbenege doznega faktorja.

6.2.3 Starostne skupine

Do leta 2003 se je ocenjevala učinkovita doza za dve starostni skupini, in sicer za otroke do 5 let in odrasle. Na podlagi pravilnika SV5 [4] se ocenjujejo učinkovite doze za tri starostne skupine, in sicer dojenčke do enega leta starosti, otroke stare od 7 do 12 let in odrasle.

6.2.4 Prehranjevalne predpostavke

Po podatkih kuhinje Pediatrične klinike v Ljubljani (marec 2005) popijejo dojenčki do šestega meseca od 0,6–1,0 litra mleka na dan. Po šestih mesecih se količina mleka zmanjša na 0,5–0,7 litra na dan, ker začnejo uživati sadje, zelenjavo in meso. V naši oceni smo za dojenčke upoštevali podatke Pediatrične klinike v Ljubljani, ki so navedeni v tabeli 6.1.

Za otroke od 7 do 12 let smo upoštevali podatke IAEA (za Nemčijo), tabela III [32], ki združuje podatke o porabi hrane za otroke od 7 do 12 let, ker za Slovenijo ni ustreznih podatkov za to starostno skupino.

Za odrasle smo upoštevali podatke Statističnega urada RS za leto 2004 [33]. V primeru odraslih smo poleg statističnega povprečja upoštevali dve referenčni skupini prebivalstva, živečih v urbanem in ruralnem območju, ki imajo hipotetično različne prehranjevalne navade (za ti dve skupini so količine arbitrarno popravljene), dodatno je zanje privzet tudi različen delež časa zadrževanja na prostem ali v zaprtih prostorih (kot je opisano v podpoglavju 6.4 in tabeli 6.5)

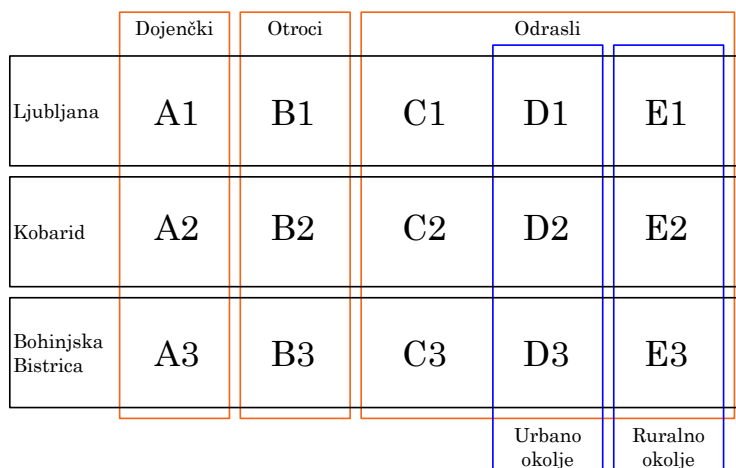
Privzete količine zaužite hrane in vode v enem letu so podane v tabeli 6.1.

Tabela 6.1 | Podatki o letni količini zaužite hrane za starostne skupine

Starostna skupina	Povprečna količina zaužite hrane v enem letu (kg)							(m ³)
	zelenjava	sadje	moka	meso	mleko _{LJ}	mleko _{KO}	mleko _{BB}	
dojenčki	22,5	22,5	11,0	7,5	199,4	199,4	199,4	0,165
7-12 let	76,3	37,6	55,8	71,9	73,0	73,0	73,0	0,465
odrasli	93,1	63,0	87,5	58,7	87,5	87,5	87,5	0,75
v mestu	100,0	85,0	99,0	86,0	150,0	150,0	150,0	0,75
na podeželju	110,0	95,0	108,0	76,0	142,0	142,0	142,0	0,9

Zaradi lokalnih posebnosti zaradi povišanih vrednosti Cs-137 kot posledica črnobilske nesreče smo naredili oceno doz zaradi ingestije mleka za tri lokacije, in sicer za Ljubljano (kot slovensko povprečje) ter za Kobarid in Bohinjsko Bistrico (povišane vrednosti).

Oceno doz opišemo tako za tri starostne skupine prebivalstva, upoštevamo različne lokacije zaradi ingestije mleka ter različne prehranjevalne navade prebivalcev v urbanem in ruralnem območju. Razdelitev skupin je shematsko predstavljena na spodnji sliki 6.1, kjer so posamezne podmnožice prebivalstva Slovenije označene z oznakami od A1 do E3.



Slika 6.1 | Shematski prikaz določitve različnih starostnih in referenčnih skupin, ki so specifične bodisi zaradi lokacije bodisi prehranjevalnih navad.

6.2.5 Privzete specifične aktivnosti

Povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti umetnih radionuklidov – Cs-137, Sr-90 in H-3 – v hrani, pitni vodi in zraku za leto 2014 so predstavljene v tabeli 6.2. Podatke za naravni radionuklid Pb-210 podajamo le informativno. Tipično v povprečju za meso, sir in ostala živila živalskega izvora ne upoštevamo vrednosti za divjačino in v povprečju za sadje vrednosti za borovnice, v kolikor te vrednosti odstopajo od vrednosti siceršnjih vzorcev za en ali več velikostnih redov, saj teh živil povprečni prebivalec relativno malo zaužije v celotni prehrani, v samem povprečju specifičnih aktivnosti pa bistveno dvignejo vrednosti. Zato bi bili izračuni doz nerealni.

Za inhalacijo zraka v izračunih doz upoštevamo slovensko povprečje izmerjene vrednosti na vseh treh merskih lokacijah.

Tabela 6.2 | Povprečne specifične aktivnosti sevalcev gama in Sr-90 ter H-3 v hrani, pitni vodi in zraku za leto 2014

Izotop	Privzete specifične aktivnosti vzorcev (Bq/kg)							(Bq/m ³)	(μBq/m ³)
	zelenjava	sadje	moka	meso	mleko _{LJ}	mleko _{KO}	mleko _{BB}	voda	zrak
Cs-137	0,05	0,04	0,04	0,20	0,06	0,09	0,07	0,03	2,7
Sr-90	0,08	0,05	0,10	0,03	0,04	0,05	0,02	1,32	0
H-3	0	0	0	0	0	0	0	686	0
Pb-210	0,53	0,15	0,49	0,34	0,19	0,09	0,00	0,56	710

moka = moka, kruh, žitarice; meso = živila živalskega izvora; Pb-210 – le informativno

6.3 Doza zaradi ingestije in inhalacije

Pri oceni učinkovite doze zaradi vnosa z ingestijo smo upoštevali enačbi 6.3 in 6.4, podatke o količini zaužite hrane za različne starostne skupine iz tabele 6.1 in povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti radionuklidov v različnih vrstah hrane in pitne vode iz tabele 6.2, pri mleku smo upoštevali specifične aktivnosti za Ljubljano, Kobarid in Bohinjsko Bistrico. Vrednosti iz Ljubljane upoštevamo za slovensko povprečje, vrednosti iz Kobarida in Bohinjske Bistrice pa za lokalno posebnost zaradi povišanih vrednosti Cs-137 kot posledico černobilske nesreče. Upoštevali smo dozne pretvorbene faktorje iz uredbe UV2 [5].

V tabeli 6.6 so prikazane učinkovite doze zaradi ingestije posamezne vrste hrane in vode ter zaradi inhalacije za dojenčke do 1 leta, otroke od 7 do 12 let in za odrasle za umetne radionuklide v hrani. Doze zaradi inhalacije dobimo ob upoštevanju koncentracij radionuklidov, izmerjenih v Ljubljani.

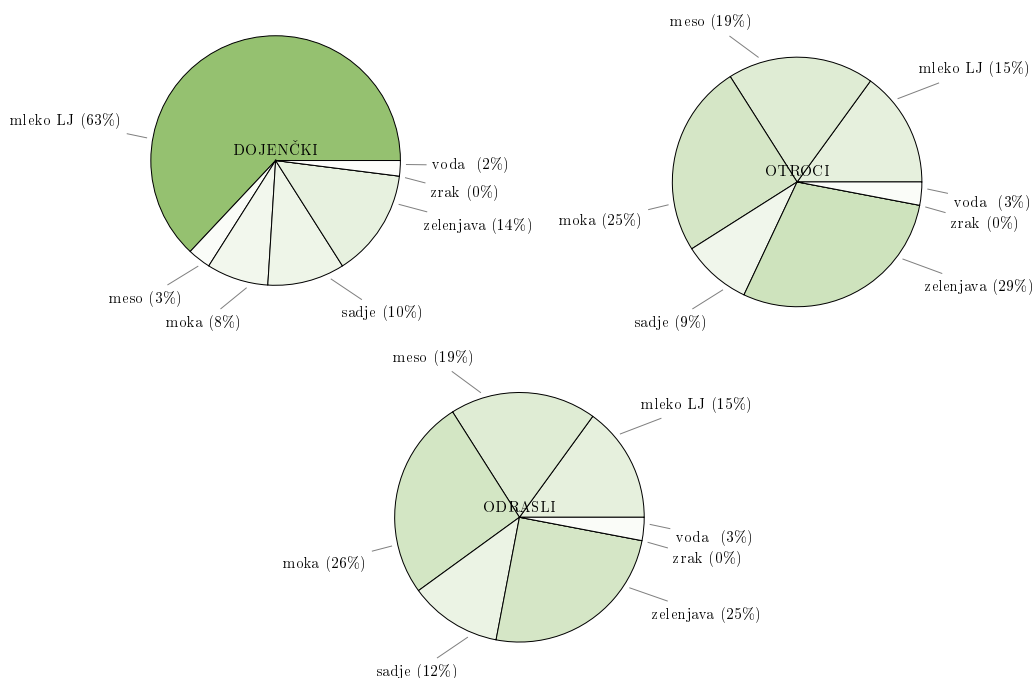
V tabeli 6.3 so prikazane izračunane učinkovite doze prejete zaradi ingestije in inhalacije dolgoživih črnobilskih cepitvenih produktov - Cs-137 in Sr-90 (vpliv H-3 je zanemarljiv). Doza za odraslega prebivalca je v letu 2014 ocenjena na $1,1 \pm 0,5 \mu\text{Sv}$, za ostale skupine prebivalstva z upoštevanjem nekaterih posebnosti so doze višje, kot je razvidno iz omenjene tabele.

Učinkovite doze v letu 2014 zaradi ingestije so primerljive s prejšnjimi leti (od 2003 dalje). V letu 2008 je opazna rahlo višja ocenjena vrednost, ki je posledica predvsem višje povprečne vrednosti Sr-90 v izbranih vzorcih zelenjave. V letu 2013 smo posodobili podatke o prehrani odraslih, kjer smo našli najnovejše podatke objavljene v letu 2006 [33], a se ti ne razlikujejo bistveno od starih.

Ocenjene učinkovite doze zaradi inhalacije so za vse tri starostne skupine iz prebivalstva, dojenčke do enega leta, otroke od 7 – 12 let in odrasle, v letu 2014 nižje od 1 nSv.

Za naravne radionuklide v tabeli 6.4 le informativno podajamo učinkovito dozo samo zaradi ingestije in inhalacije Pb-210, ki ima velik dozni pretvorbeni faktor. Najvišja vrednost je za dojenčke do enega leta starosti in znaša $504 \mu\text{Sv}$, za otroke od 7 do 12 let znaša $211 \mu\text{Sv}$ in za odrasle $95 \mu\text{Sv}$, kjer upoštevamo ingestijo mleka v Ljubljani.

Na sliki 6.2 smo za primer vnosa ljubljanskega mleka analizirali relativne prispevke posameznih vrst hrane, vode in zraka k skupni dozi zaradi ingestije in inhalacije. Pri dojenčkih k dozi zaradi specifične prehrane prevladuje prispevek mleka (več kot polovico). Pri otrocih in odraslih je približno primerljiv prispevek zaradi uživanja mesa, moke oziroma žitnih izdelkov ter zelenjave in sadja (vsak po približno slabo četrtino).



Slika 6.2 | Relativni prispevki k dozi zaradi ingestije in inhalacije posameznih vrst hrane, vode in zraka za tri starostne skupine prebivalstva (ljubljsko mleko).

Če primerjamo prispevke po posameznih izotopih, k dozi največ prispeva Sr-90, delež

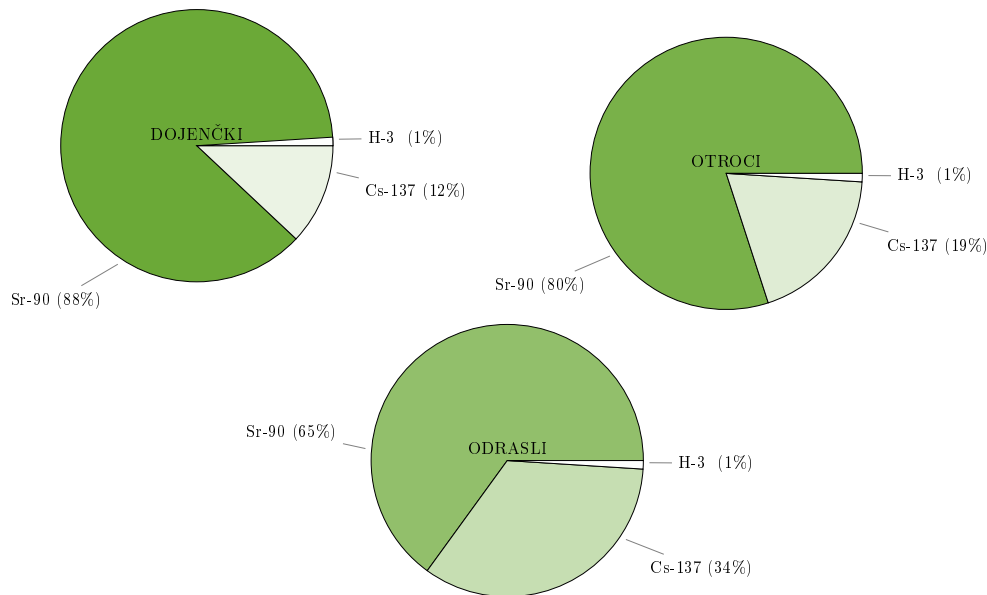
Tabela 6.3 | Efektivne doze zaradi ingestije in inhalacije umetnih radionuklidov za različne skupine prebivalstva v letu 2014.

Izotop	zelenjava		sadje		moka		meso		vrsta vzorca			voda		zrak
	zelenjava	sadje	zelenjava	sadje	moka	meso	meso	meso	mleko LJ	mleko KO	mleko B	voda	zrak	
Cs-137	0,02	0,02	0,01	0,03	0,27	0,36	0,29	0,29	0,12	0,16	0,13	2,79E-04	1,07E-04	
Sr-90	0,41	0,27	0,25	0,05	1,65	2,28	1,03	4,99E-02	0,14	0,20	0,09	2,76E-02	0	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	7,24E-03	0	0	0	9,26E-03	0	
Skupaj	0,44±0,52	0,29±0,22	0,26±0,11	0,08±0,20	1,92±0,57	2,64±0,66	1,32±0,74	0,06±0,06	0,16±0,08	0,22±0,05	0,13±0,10	3,7E-2±3,6E-2	1,1E-4±7,9E-5	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - otroci (μSv)													
Cs-137	0,04	0,02	0,02	0,15	0,05	0,06	0,05	1,33E-04	0,07	0,10	0,08	2,79E-04	1,07E-04	
Sr-90	0,37	0,12	0,33	0,13	0,16	0,22	0,10	3,67E-02	0,09	0,12	0,05	2,76E-02	0	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	7,34E-03	0	0	0	9,26E-03	0	
Skupaj	0,40±0,46	0,13±0,10	3,5E-1±1,5E-1	2,7E-1±5,1E-1	0,21±0,07	0,28±0,07	0,15±0,09	4,4E-2±4,8E-2	0,16±0,08	0,22±0,05	0,13±0,10	3,7E-2±3,6E-2	1,1E-4±7,9E-5	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - splošno (μSv)													
Cs-137	0,06	0,03	0,05	0,15	0,07	0,10	0,08	2,79E-04	0,07	0,10	0,08	2,79E-04	1,07E-04	
Sr-90	0,21	0,09	0,24	0,05	0,09	0,12	0,05	2,76E-02	0,09	0,12	0,05	2,76E-02	0	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	9,26E-03	0	0	0	9,26E-03	0	
Skupaj	0,27±0,27	0,13±0,08	0,28±0,11	0,20±0,21	0,16±0,08	0,22±0,05	0,13±0,10	3,7E-2±3,6E-2	0,16±0,08	0,22±0,05	0,13±0,10	3,7E-2±3,6E-2	1,1E-4±7,9E-5	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - urbano okolje (μSv)													
Cs-137	0,07	0,04	0,05	0,23	0,13	0,17	0,14	2,79E-04	0,13	0,17	0,14	2,79E-04	1,07E-04	
Sr-90	0,22	0,13	0,27	0,07	0,15	0,21	0,09	2,76E-02	0,15	0,21	0,09	2,76E-02	0	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	9,26E-03	0	0	0	9,26E-03	0	
Skupaj	0,29±0,29	1,7E-1±1,0E-1	3,2E-1±1,3E-1	3,0E-1±3,1E-1	2,8E-1±1,3E-1	3,8E-1±8,5E-2	2,3E-1±1,7E-1	3,7E-2±3,6E-2	2,8E-1±1,3E-1	3,8E-1±8,5E-2	2,3E-1±1,7E-1	3,7E-2±3,6E-2	1,1E-4±7,9E-5	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - ruralno okolje (μSv)													
Cs-137	0,07	0,05	0,06	0,20	0,12	0,16	0,13	2,79E-04	0,12	0,16	0,13	2,79E-04	1,07E-04	
Sr-90	0,25	0,14	0,29	0,06	0,14	0,20	0,09	2,76E-02	0,14	0,20	0,09	2,76E-02	0	
H-3	0	0	0	0	0	0	0	9,26E-03	0	0	0	9,26E-03	0	
Skupaj	0,32±0,32	1,9E-1±1,1E-1	3,5E-1±1,4E-1	2,6E-1±2,7E-1	2,6E-1±1,2E-1	3,6E-1±8,1E-2	2,2E-1±1,6E-1	3,7E-2±3,6E-2	2,6E-1±1,2E-1	3,6E-1±8,1E-2	2,2E-1±1,6E-1	3,7E-2±3,6E-2	1,1E-4±7,9E-5	

Tabela 6.4 | Efektivne doze zaradi ingestije in inhalacije Pb-210 (le informativno) za različne skupine prebivalstva v letu 2014.

	vrsta vzorca									
	zelenjava	sadje	moka	meso	mleko _{LJ}	mleko _{KO}	mleko _{BB}	voda	zrak	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - dojenčki (μSv)									
Pb-210	100,2	27,5	44,8	21,6	309,9	155,2	0,0	0,8	5,2	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - otroci (μSv)									
Pb-210	76,8	10,4	51,4	46,9	25,7	12,9	0,0	0,8	6,0	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - splošno (μSv)									
Pb-210	34,0	6,3	29,3	13,9	11,2	5,6	0,0	0,3	7,0	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - urbano okolje (μSv)									
Pb-210	36,6	8,5	33,1	20,4	19,1	9,6	0,0	0,3	7,0	
Izotop	Letna efektivna doza - ingestija in inhalacija - odrasli - ruralno okolje (μSv)									
Pb-210	40,2	9,5	36,1	18,0	18,1	9,1	0,0	0,3	7,0	

H-3 je zanemarljiv, preostalo gre na račun Cs-137. Prispevek Sr-90 k dozi zaradi ingestije in inhalacije za dojenčke znaša v letu 2014 ~90%, za otroke ~80% in za odrasle ~65%, kot je tudi prikazano na sliki 6.3.



Slika 6.3 | Relativni prispevki k dozi posameznih radionuklidov za tri starostne skupine prebivalstva (ljubljsko mleko)

6.4 Doza zaradi zunanjega sevanja

Povprečni letni okoliški ekvivalent doze $H^*(10)$ zaradi zunanjega sevanja v letu 2014 je bil $849 \mu\text{Sv}$. Ker je ocena černobilske doze zunanjega sevanja na osnovi meritev TL dozimetrov zelo konservativna in ker je negotovost podatkov izmerjenih pred letom 1986 velika, smo ocenili dozo zunanjega sevanja s pomočjo globinske porazdelitve černobilskega Cs-137 v zemlji [34]. Izotop v zemlji ni več porazdeljen eksponentno, kot v prvih letih po nesreči, pač pa se je vrh premaknil v globlje plasti. Globina vrha je odvisna od lastnosti zemlje. Porazdelitev tako lahko deloma opišemo z Gaussovo funkcijo [35]. Širina porazdelitve pa je prav tako odvisna od definicijskih lastnosti zemlje. S pomočjo te metode smo iz meritev koncentracij Cs-137 v zemlji ocenili dozo zunanjega sevanja za različne starostne in referenčne skupine prebivalstva. Pri tem smo tudi upoštevali različne deleže zadrževanja na prostem ali v zaprtih prostorih ter faktorje ščitenja v zaprtih prostorih (v mestih večje, na deželi manjše - glej tabelo 6.5), zato analiziramo doze za več referenčnih skupin, med drugim tudi za ruralno oziroma urbano območje.

Tabela 6.5 | Predpostavke o deležih zadrževanja v zaprtih prostorih in na prostem za izračun doz zunanjega sevanja

Lokacija	delež časa zadrževanja		faktor ščitenja v zaprtih prostorih
	v zaprtih prostorih	na prostem	
slovensko povprečje	0,8	0,2	0,9
urbana področja	0,8	0,2	0,95
ruralna področja	0,7	0,3	0,85

V tabeli 6.6 so prikazane izračunane efektivne doze prejete zaradi zunanjega obsevanja

zaradi černobilskega Cs-137 v zemlji. Doza za odraslega prebivalca Slovenije je v letu 2014 ocenjena na $6,4 \pm 0,3 \mu\text{Sv}$, za ostale skupine prebivalstva z upoštevanjem nekaterih posebnosti so doze višje, kot je razvidno iz tabele 6.6. Upoštevali smo dozne pretvorbene faktorje med Gy in Sv za različne starostne skupine prebivalcev po UNSCEAR poročilu iz leta 2000, in sicer 0,91 za dojenčke, 0,79 za otroke in 0,69 za odrasle. Ti pretvorbni faktorji so konservativni, saj temeljijo na naravnih radionuklidih K-40, Th-232 in U-239, ker pa v izračunu doz upoštevamo le Cs-137, bi bili ti faktorji v skladu s priporočili ICRU Report 57 lahko 20% nižji.

Doza za odraslega prebivalca ocenjena pred tem je bila v letu 2013 $6,2 \mu\text{Sv}$, v letu 2012 $7,7 \mu\text{Sv}$, v letu 2011 $7,0 \mu\text{Sv}$, v letu 2010 $7,8 \mu\text{Sv}$, v letu 2009 $7,6 \mu\text{Sv}$, v letu 2008 $6,7 \mu\text{Sv}$, v letu 2007 $4,8 \mu\text{Sv}$, v letu 2006 $1,45 \mu\text{Sv}$, v letu 2005 $4,8 \mu\text{Sv}$ ter v letih 2004 in 2003 $6,5 \mu\text{Sv}$. Drugačni oceni doze v letih 2006 in 2008 sta posledica druge lokacije vzorčenja zemlje v Ljubljani in vzorčevalca, kot je bila pred letom 2006 in nato ponovno v 2007. V vseh teh letih je bilo mesto odvzema vzorcev na lokaciji ob Cesti dveh cesarjev, v letih 2006 in 2008 je bila lokacija vzorčenja na Rektorskem izobraževalnem centru v Podgorici. Od leta 2009 dalje je lokacija ponovno ob Cesti dveh cesarjev. Specifične aktivnosti izmerjene v vzorcih zemlje iz lokacije na Rektorskem centru so nekajkrat nižje od tistih iz lokacije ob Cesti dveh cesarjev. Primerjava ocenjenih doz v preteklih letih nam pokaže, da je bila černobilska kontaminacija precej neenakomerna in da je lahko Cs-137 zaradi razgibanosti terena ter difuzijskih lastnosti zemlje difundiral do različnih globin na posameznih lokacijah. Zato smo ocenili tudi dozo zunanega sevanja na dveh ostalih lokacijah z lokalno višjimi vrednostmi Cs-137 - Kobarid in Bohinjska Bistrica (za slednjo privzamemo enako vrednost kot za Kobarid, saj tam zemlje ne vzorčimo). Rezultati prejetih letnih doz za vse referenčne skupine, prikazane na sliki 6.1, so navedene v tabeli 6.6.

6.5 Skupna ocena doze

Na osnovi povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti dolgoživih umetnih radionuklidov v vzorcih zraka, vode in hrane, odvzetih v letu 2014, povprečnem letnem vnosu posameznih vrst hrane in pitne vode ter ob upoštevanju doznih pretvorbennih faktorjev v uredbi UV2 [5] smo ocenili pričakovano efektivno dozo:

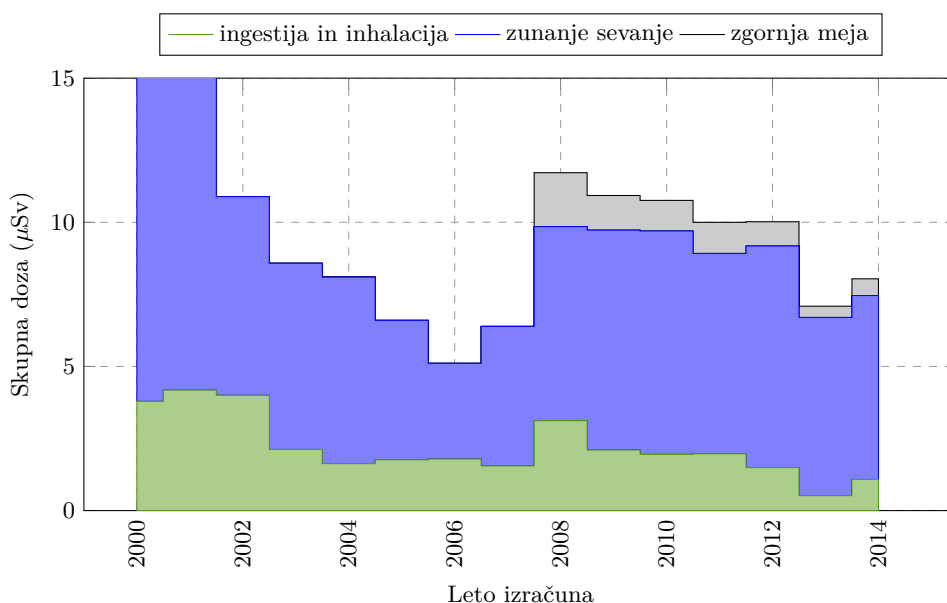
- za dojenčke do enega leta starosti,
- za otroke od 7 do 12 let in
- za odrasle.

Izračun efektivnih doz smo naredili za različne referenčne skupine prebivalstva (slika 6.1), ki odražajo starostne skupine splošnih predstavnikov prebivalstva, kakor tudi specifične skupine bodisi zaradi lokalnih posebnosti, načinov prehranjevanja, bivanja ipd. Aktivnosti, zaužite s prehrano in vnesene v telo z dihanjem, ocenimo na podlagi izmerjenih vzorcev v preteklem letu. To pomeni, da lahko specifične aktivnosti v različnih vzorcih bistveno variirajo. Za izračun doz uporabimo metodologijo in enačbe predstavljene v poglavju 6.1, pri čemer za vhodne podatke uporabimo statistično obdelane vrednosti oziroma povprečne vrednosti aktivnosti z določeno negotovostjo oziroma standardno deviacijo ensambla vrednosti ($a \pm \sigma_a$). Izračun prejetih doz opravimo tako s povprečnimi vrednostmi, ki odraža realno oceno, za primerjavo pa izračun opravimo še za t.i. *zgornjo mejo doze* oziroma *najvišjo pričakovano dozo*, kjer na ta način pokrijemo ~95 % vseh možnih primerov (95 % verjetnost, da doza posameznika iz prebivalstva ne preseže te izračunane vrednosti). Namesto negotovosti ocene doze je v našem primeru bolj smiselno podati zgornjo mejo letne doze, saj je razpon vrednosti predvsem posledica povprečenja vrednosti radionuklidov v posameznih vrstah vzorcev.

Rezultati ocenjenih doz za preteklo leto so prikazani v tabeli 6.6.

Skupna efektivna doza oziroma zgornja meja za odrasle zaradi vnosa umetnih radionuklidov v telo z ingestijo in inhalacijo ter zaradi zunanjega obsevanja tal znaša $7,5 \mu\text{Sv}$ oziroma $< 8,0 \mu\text{Sv}$ na leto za odrasle, $8,7 \mu\text{Sv}$ oziroma $< 9,5 \mu\text{Sv}$ na leto za otroke od 7. do 12. leta starosti in $11,5 \mu\text{Sv}$ oziroma $< 13,5 \mu\text{Sv}$ na leto za dojenčke. V hrani večji del doze prispeva Sr-90, k zunanjemu sevanju pa k dozi največ prispeva Cs-137.

Na sliki 6.4 je prikazana časovna odvisnost ocenjenih efektivnih doz za odraslega prebivalca Slovenije za obdobje od leta 2000 dalje. Na graf je prikazana ločena doza zaradi prispevkov ingestije in inhalacije oziroma zunanjega sevanja. Padec doze zunanjega obsevanja v letu 2002 je posledica spremenjene metodologije vrednotenja doz. Do leta 2001 se je namreč dozo zunanjega sevanja zaradi černobilske kontaminacije ocenjevalo iz odčitkov TL dozimetrov, kar je bilo obremenjeno z veliko negotovostjo meritve (ocenjeni vrednosti dozi zunanjega sevanja sta znašali $53,7 \mu\text{Sv}$ v letu 2000 in $50,0 \mu\text{Sv}$ v letu 2001).



Slika 6.4 | Predvidena efektivna doza H_E zaradi kontaminacije okolja z dolgoživimi umetnimi radionuklidi za odrasle (slovensko povprečje) za obdobje od leta 2000 dalje

Tabela 6.6 | Obsevana obremenitev prebivalstva v letu 2014 zaradi kontaminacije okolja z dolgoživimi umetnimi radionuklidi

Starostna skupina	Prehrambene navade	Mleko	Referenčna skupina	Prejeta letna ekvivalentna doza (μSv)			
				Ingestija in inhalacija	Zunanje sevanje	Skupna doza	Zgornja meja
dojenčki do 1 leta starosti	Pediatrska klinika	LJ	A1	$3,0 \pm 2,0$	$8,4 \pm 0,4$	11,5	< 13,5
		KB	A2	$3,8 \pm 2,7$	$8,1 \pm 0,2$	11,9	< 14,6
		BB	A3	$2,4 \pm 1,4$	$8,1 \pm 0,2$	10,6	< 12,0
otroci od 7 do 12 let	IAEA podatki	LJ	B1	$1,4 \pm 0,7$	$7,3 \pm 0,4$	8,7	< 9,5
		KB	B2	$1,5 \pm 0,7$	$7,1 \pm 0,2$	8,5	< 9,2
		BB	B3	$1,4 \pm 0,6$	$7,1 \pm 0,2$	8,4	< 9,1
odrasli	statistični podatki	LJ	C1	$1,1 \pm 0,5$	$6,4 \pm 0,3$	7,5	< 8,0
		KB	C2	$1,1 \pm 0,5$	$6,2 \pm 0,2$	7,3	< 7,8
		BB	C3	$1,1 \pm 0,5$	$6,2 \pm 0,2$	7,2	< 7,7
	urbano okolje	LJ	D1	$1,4 \pm 0,6$	$5,5 \pm 0,3$	6,9	< 7,5
		KB	D2	$1,5 \pm 0,7$	$5,3 \pm 0,1$	6,8	< 7,5
		BB	D3	$1,3 \pm 0,6$	$5,3 \pm 0,1$	6,6	< 7,2
	ruralno okolje	LJ	E1	$1,4 \pm 0,6$	$9,2 \pm 0,4$	10,7	< 11,4
		KB	E2	$1,5 \pm 0,7$	$8,9 \pm 0,2$	10,4	< 11,1
		BB	E3	$1,4 \pm 0,6$	$8,9 \pm 0,2$	10,3	< 10,9



7 — Zaključki

7.1 Ugotovitve

V splošnem lahko rečemo, da je obremenitev prebivalca Slovenije zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov v okolju kot posledica černobilske kontaminacije in bombnih poskusov nekaj μSv letno. Določene letne variacije v oceni doze so posledica posameznih vzorcev z večjimi ali manjšimi koncentracijami radionuklidov ter seveda negotovosti meritev.

Vpliv izpustov zaradi jedrske nesreče v Fukušimi 11. marca 2011 je bil v Sloveniji zanemarljiv. Nekaj mesecev po nesreči so bile merljive le vsebnosti izotopov I-131 in Cs-134 v zraku in padavinah, in sicer v marcu, aprilu ter delno maju 2011.

Na podlagi meritev radioaktivnosti življenjskega okolja Republike Slovenije v letu 2014 ugotavljamo, da so bile specifične aktivnosti umetnih radionuklidov v hrani in zraku okrog 1% od mejnih vrednosti, predpisanih v Uredbi o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (Ur. list RS, št. 49, 2004).

Letne efektivne doze zaradi ingestije umetnih radionuklidov in letne doze zaradi izpostavljenosti zunanjem sevanju so v okviru povprečnih svetovnih vrednosti, navedenih v poročilih UNSCEAR 2000 [36] in UNSCEAR 2006 [37].

7.2 Priporočila

Že več let ugotavljamo, da je večina aktivnosti umetnih radionuklidov, ki je posledica radioaktivnega useda po černobilski nesreči že migrirala v nižje plasti zemlje (od 15 cm).

Priporočilo 7.1 Zaradi poznavanja dolgoročnega obnašanja in migracije radionuklidov v zemlji predlagamo, da bi bilo smiselno začeti tudi z vzorčenjem in analizo globljih plasti zemlje od 15 do 30 cm. ■

Prav tako že več let zapored opažamo anomalijo s povečano vsebnostjo K-40 v vzorcih vode v reki Savinji na lokaciji pod Celjem, ki za en do dva velikostna reda presega vrednosti v drugih rekah. Anomalija v vzorcih iz leta 2014 sicer ni tako izrazita, kot v prejšnjih letih.

Priporočilo 7.2 Predlagamo izdelavo projektne naloge, kjer bi z dodatnim vzorčenjem (zrak, zemlja, druge lokacije) pojasnili takšne anomalije. ■

V letu 2013 smo izvedli podrobnejšo analizo sezonskih variacij aktivnosti Cs-137 v zraku in jo ponavljamo sedaj vsako leto. Iz literature [18] je bilo zaslediti, da so povišane vsebnosti v zraku lahko posledica povišane uporabe drv in lesnih kuriv. Hipotezo smo potrdili z analizo mesečnih rezultatov, ki smo jih primerjali z nekaterimi drugimi parametri kakovosti zraka.

Priporočilo 7.3 Predlagamo izdelavo projektne naloge, kjer bi s posebnim programom vzorčenja zraka in vzorcev lesa (drva, peleti, briketi) preverili in potrdili razloge za zgoraj omenjene sezonske variacije Cs-137. ■

V povezavi z zgornjimi ugotovitvami o sezonski odvisnosti aktivnosti Cs-137 v zraku, hkrati ugotavljamo, da so te bistveno nižje v toplih mesecih (t.j. izven kurilne sezone). Posledično se Cs-137 tipično v takšnih mesečnih vzorcih zazna le v sledeh oziroma so aktivnosti pod mejo detekcije.

Priporočilo 7.4 Izvajalcem meritev radioaktivnosti predlagamo, da vzorce zraka poletnih mesecev vzorčijo in merijo pod takšnimi pogoji (volumen vzorca, občutljivost detektorja, trajanje meritve ipd.), da so detekcijske meje precej nižane in na ta način dobljene vrednosti odražajo realnejše stanje spremljanja sezonskih variacij in dolgoročnih trendov. ■



Literatura

- [1] Agencija RS za okolje. Kazalci okolja v sloveniji, EN18 obnovljivi viri energije, preglednica EN18-3: Raba obnovljivih virov energije. http://kazalci.arso.gov.si/xml_table?data=graph_table&graph_id=13179&ind_id=643, 2014.
- [2] Državni zbor RS. Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti. Ur. list RS št. 102, 2004, 60/2011, 2011.
- [3] Ministrstvo za okolje in prostor. Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti. Ur. list RS št. 20/2007, 97/2009, 2009.
- [4] Ministrstvo za zdravje. Pravilnik o pogojih in metodologiji ocenjevanja doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji. Ur. list RS št. 115/2003, 2003.
- [5] Vlada RS. Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih. Ur. list RS št. 49/2004, 2004.
- [6] ZVD. Trimesečno poročilo o izvajanju monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v republiki sloveniji v obdobju januar – marec 2014. Technical Report LMSAR-20130010-F-MG, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [7] ZVD. Trimesečno poročilo o izvajanju monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v republiki sloveniji v obdobju april – junij 2014. Technical Report LMSAR-20130010-G-MG, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [8] ZVD. Trimesečno poročilo o izvajanju monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v republiki sloveniji v obdobju julij – september 2014. Technical Report LMSAR-20130010-H-MG, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [9] ZVD. Trimesečno poročilo o izvajanju monitoringa radioaktivnosti v življenjskem okolju v republiki sloveniji v obdobju oktober – december 2014. Technical Report LMSAR-20130010-I-MG, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2015.
- [10] IJS. Letno poročilo o opravljenih meritvah aktivnosti sevalcev gama in beta. Technical Report 66/2014, Institut "Jožef Stefan", 2015.

- [11] ZVD. Poročilo o opravljenih meritvah specifičnih aktivnosti v okviru monitoringa radioaktivnosti živil v rs za leto 2014 - faza 1 (sklop 1). Technical Report LMSAR-105/2014-PJ, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [12] ZVD. Poročilo o opravljenih meritvah specifičnih aktivnosti v okviru monitoringa radioaktivnosti živil v rs za leto 2014 - faza 2 (sklop 1). Technical Report LMSAR-127/2014-PJ, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [13] ZVD. Poročilo o opravljenih meritvah specifičnih aktivnosti v okviru monitoringa radioaktivnosti živil v rs za leto 2014 - faza 3 (sklop 1). Technical Report LMSAR-10/2015-PJ, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2015.
- [14] IJS. Letno poročilo o opravljenih meritvah aktivnosti sevalcev gama in beta. Technical Report 51/2014, Institut "Jožef Stefan", 2014.
- [15] ZVD. Poročilo o izvedbi vzorčenja in preiskav krme na aktivnost sevalcev gama in beta za leto 2014. Technical Report LMSAR-20140018-PJ, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2014.
- [16] ZVD. Letna poročila o radioaktivnosti v življenjskem okolju slovenije. Technical report, ZVD Zavod za varstvo pri delu, od 1964 dalje.
- [17] IJS. Letna poročila o nadzoru radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško. Technical report, Institut "Jožef Stefan", od 2003 dalje.
- [18] S. Stoulos, A. Ioannidou, E. Vagena, P. Koseoglou, and M. Manolopoulou. Post-Chernobyl Cs-137 in the atmosphere of Thessaloniki: a consequence of the financial crisis in greece. *Journal of Environmental Radioactivity*, 128:68–74, 2014.
- [19] Agencija RS za okolje. Povprečna mesečna koncentracija delcev PM10 v letu 2013. http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_dec013_slo.pdf, 2014.
- [20] Agencija RS za okolje. Povprečna mesečna koncentracija delcev PM10 v letu 2014. http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/podatki/PM10_dec2014_slo.pdf, 2015.
- [21] Agencija RS za okolje. Državne evidence izpustov onesnaževal zrak, preglednica ZR15-2: Struktura izpustov delcev različnih velikosti leta 2011 glede na vir onesnaževanja. http://kazalci.arso.gov.si/xml_table?data=graph_table&graph_id=10448&ind_id=545, 2013.
- [22] Agencija RS za okolje. Kazalci okolja v sloveniji, EN18 obnovljivi viri energije. http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=643, 2014.
- [23] M. Hus, Košutić. K., and S. Lulić. Radioactive contamination of wood and its products. *Journal of Environmental Radioactivity*, 55(2):179–186, 2001. ISSN 0265-931X. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0265-931X\(00\)00191-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0265-931X(00)00191-0). URL <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0265931X00001910>.
- [24] I. Suchara, P. Rulík, J. Hůlka, and H. Pilátová. Retrospective determination of Cs-137 specific activity distribution in spruce bark and bark aggregated transfer factor in forests on the scale of the Czech Republic ten years after the Chernobyl accident. *Science of the Total Environment*, 409(11):1927–1934, 2011.

- [25] I. Lovrenčić, M. Volner, D. Barišić, M. Popijac, N. Kezić, I. Seletković, and S. Lulić. Distribution of Cs-137, K-40 and Be-7 in silver fir-tree (*Abies alba* L.) from Gorski kotar, Croatia. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 275(1):71–79, 2008. ISSN 0236-5731. doi: 10.1007/s10967-007-7009-2. URL <http://dx.doi.org/10.1007/s10967-007-7009-2>.
- [26] A. H. Rantavaara, L. J. Aro, A. H. Rantavaara, and L. J. Aro. Radiological impact of using forest tree biomass for energy and recycling the ash. *Radioprotection*, 44:927–932, 1 2009. ISSN 1769-700X. doi: 10.1051/radiopro/20095165. URL http://www.radioprotection.org/article_S0033845109051655.
- [27] Space Weather Prediction Center U.S. Dept. of Commerce, NOAA. Recent solar indices. <http://www.swpc.noaa.gov/ftplib/weekly/RecentIndices.txt>, 2014.
- [28] M. Yoshimori. Atmospheric transport inferred from seasonal variations in cosmogenic Be-7 concentrations. In *Proceedings of the 30th International Cosmic Ray Conference*, July 3–11, 2007 2007. Mérida, Yucatán.
- [29] H. W. Feely, R. J. Larsen, and C. G. Sanderson. Factors that cause seasonal variations in Beryllium-7 concentrations in surface air. *Journal of Environmental Radioactivity*, 9(3):223–249, 1989.
- [30] K. Tokieda, T. Yamanaka, K. Harada, and S. Tsunogai. Seasonal variations of residence time and upper atmospheric contribution of aerosols studied with Pb-210, Bi-210, Po-210 and Be-7. *Tellus B*, 48(5):690–702, 1996.
- [31] P. Jovanovič. Radioaktivna kontaminacija alpskega predela Slovenije kot posledica černobilske nesreče in jedrskih poskusov. Technical report, ZVD Zavod za varstvo pri delu, 2004.
- [32] IAEA. *Assessment of doses to the public from ingested radionuclides*. IAEA Safety Reports Series 14. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria, 1999.
- [33] Statistični urad RS. Anketa o porabi v gospodinjstvih, Slovenija, 2004 - količina porabljenih živil in pijač na člana gospodinjstva, letno povprečje, 2004. <http://www.stat.si/PrikaziDatoteko.aspx?id=247>, 2006.
- [34] A. Likar, T. Vidmar, and B. Pucelj. Monte Carlo determination of gamma-ray dose rate with the GEANT system. *Health Physics*, 75(2):165–169, 1998.
- [35] A. Likar, G. Omahen, M. Lipoglavšek, and T. Vidmar. A theoretical description of diffusion and migration of Cs-137 in soil. *Journal of Environmental Radioactivity*, 57:191–201, 2001.
- [36] UNSCEAR. *Sources and Effects of Ionizing Radiation, Volume I – Annex A: Dose Assessment Methodologies*. UNSCEAR Report 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Vienna, Austria, 2000.
- [37] UNSCEAR. *Effects of ionizing radiation, Volume I – Annex A: Epidemiological studies of radiation and cancer*. UNSCEAR Report 2006. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Vienna, Austria, 2008.

Zrak
Padavine
Tekoče vode
Zemlja
Sedimenti
Zunanje sevanje
Pitna voda
Hrana
Krmila

A — Rezultati meritev

A.1 Zrak

Tabela A.1 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zraka - Jareninski vrh

ZVD

Oznaka vzorca	ZRJV0114	ZRJV0214	ZRJV0314	ZRJV0414	ZRJV0514	ZRJV0614	
Datum vzorčenja	januar	februar	marec	april	maj	junij	Polletno
Datum meritve	06.02.14	07.03.14	08.04.14	12.05.14	12.06.14	08.07.14	mesečno
Kol. vzorca (m ³)	36502	31864	38018	34453	36984	35548	povprečje
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U (Th-234)	1,5E-6 ± 5E-7	4,8E-6 ± 2E-6	7,6E-6 ± 3E-6	3,9E-6 ± 2E-6		1,6E-6 ± 1E-6	3,9E-6
Ra-226*	2,0E-6 ± 1E-7	3,6E-6 ± 4E-7	1,4E-6 ± 3E-7	1,7E-6 ± 3E-7	3,2E-6 ± 4E-7	2,2E-6 ± 2E-7	2,4E-6
Pb-210	4,8E-4 ± 4E-5	2,8E-4 ± 2E-5	3,6E-4 ± 3E-7	3,1E-4 ± 3E-5	2,5E-4 ± 1E-5	2,7E-4 ± 3E-5	3,3E-4
Th (Ra-228)		1,2E-6 ± 7E-7		1,4E-6 ± 7E-7	3,0E-6 ± 2E-6	9,5E-7 ± 3E-7	1,6E-6
Th-228	7,0E-7 ± 2E-7	2,3E-6 ± 7E-7	1,3E-6 ± 6E-7			5,0E-7 ± 3E-7	1,2E-6
K-40	2,5E-4 ± 1E-5	2,9E-4 ± 2E-5	2,6E-4 ± 1E-5	2,7E-4 ± 1E-5	3,0E-4 ± 1E-5	2,3E-4 ± 1E-5	2,7E-4
Be-7	1,4E-3 ± 4E-5	1,7E-3 ± 5E-5	2,9E-3 ± 2E-4	3,0E-3 ± 2E-4	3,2E-3 ± 9E-5	3,9E-3 ± 3E-4	2,7E-3
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,5E-6 ± 8E-8	8,3E-7 ± 2E-7	7,1E-7 ± 2E-7	4,2E-7 ± 1E-7	< 1,5E-6	1,6E-7 ± 6E-8	8,5E-7

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	ZRJV0714	ZRJV0814	ZRJV0914	ZRJV1014**	ZRJV1114**	ZRJV1214	
Datum vzorčenja	julij	avgust	september	oktober	november	december	
Datum meritve	25.08.14	11.09.14	13.10.14	06.11.14	05.12.14	07.01.15	Letno
Kol. vzorca (m ³)	38477	35074	35134	35708	24317	36583	povprečje
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U (Th-234)		2,9E-6 ± 2E-6	3,4E-6 ± 2E-6	1,9E-6 ± 1E-6	3,3E-6 ± 3E-6	7,7E-7 ± 6E-7	3,2E-6
Ra-226*	4,5E-6 ± 3E-7	6,6E-6 ± 4E-7	2,0E-6 ± 4E-7	1,8E-6 ± 3E-7	1,0E-5 ± 4E-7	3,7E-6 ± 2E-7	3,6E-6
Pb-210	3,5E-4 ± 2E-5	3,0E-4 ± 2E-5	3,7E-4 ± 3E-5	5,4E-4 ± 3E-5	6,9E-4 ± 4E-5	3,3E-4 ± 3E-5	3,8E-4
Th (Ra-228)			7,5E-6 ± 7E-7		2,1E-6 ± 7E-7		2,6E-6
Th-228	5,6E-7 ± 5E-7		4,9E-6 ± 6E-7	6,0E-7 ± 5E-7	2,1E-6 ± 7E-7	7,0E-7 ± 2E-7	1,5E-6
K-40	2,4E-4 ± 1E-5	2,6E-4 ± 2E-5	2,7E-4 ± 1E-5	2,7E-4 ± 1E-5	3,0E-4 ± 2E-5	2,4E-4 ± 1E-5	2,6E-4
Be-7	3,8E-3 ± 1E-4	2,9E-3 ± 8E-5	2,3E-3 ± 7E-5	3,1E-3 ± 9E-5	1,7E-3 ± 5E-5	1,9E-3 ± 1E-4	2,6E-3
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1,1E-6	< 1,4E-6	< 1,4E-6	5,3E-7 ± 1E-7	< 1,3E-6	1,1E-6 ± 1E-7	1,0E-6

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

** zračna črpalka ni delovala od 30.10. do 10.11.2014 zaradi okvare motorja

Tabela A.2 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zraka - Predmeja

Oznaka vzorca	ZRPM0114	ZRPM0214	ZRPM0314	ZRPM0414	ZRPM0514	ZRPM0614	
Datum vzorčenja	januar	februar	marec	april	maj	junij	Polletno
Datum meritve	06.02.14	11.03.14	07.04.14	09.05.14	10.06.14	08.07.14	mesečno
Kol. vzorca (m ³)	18468	16725	24265	24325	25250	23528	povprečje
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U (Th-234)	5,7E-5 ± 8E-6	1,2E-5 ± 8E-6	8,4E-6 ± 4E-6	9,1E-5 ± 2E-5	5,5E-6 ± 3E-6		3,5E-5
Ra-226*	8,3E-6 ± 5E-7	9,9E-6 ± 1E-6	5,2E-6 ± 5E-7	3,2E-6 ± 4E-7	5,2E-6 ± 6E-7	4,3E-6 ± 4E-7	6,0E-6
Pb-210	3,3E-4 ± 2E-5	1,6E-4 ± 2E-5	4,1E-4 ± 2E-5	3,0E-4 ± 3E-5	2,9E-4 ± 1E-5	3,7E-4 ± 2E-5	3,1E-4
Th (Ra-228)			3,2E-6 ± 1E-6	2,3E-6 ± 1E-6		1,2E-6 ± 9E-7	2,2E-6
Th-228	1,7E-6 ± 9E-7		1,7E-6 ± 8E-7		1,2E-6 ± 1E-6	1,2E-6 ± 7E-7	1,5E-6
K-40	5,0E-4 ± 3E-5	5,4E-4 ± 3E-5	3,5E-4 ± 2E-5	3,7E-4 ± 2E-5	4,4E-4 ± 2E-5	4,0E-4 ± 2E-5	4,3E-4
Be-7	1,5E-3 ± 4E-5	1,9E-3 ± 1E-4	3,4E-3 ± 1E-4	2,9E-3 ± 2E-4	3,6E-3 ± 1E-4	5,0E-3 ± 1E-4	3,0E-3
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,1E-6 ± 3E-7	< 4,6E-6	< 1,6E-6	< 1,3E-6	< 2,4E-6	< 1,7E-6	2,1E-6

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	ZRPM0714	ZRPM0814	ZRPM0914	ZRPM1014	ZRPM1114	ZRPM1214**	
Datum vzorčenja	julij	avgust	september	oktober	november	december	Letno
Datum meritve	25.08.14	03.09.14	08.10.14	04.11.14	10.12.14	06.01.15	
Kol. vzorca (m ³)	24937	24368	25728	27141	32121	13848	povprečje
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U (Th-234)		4,6E-6 ± 3E-6	1,0E-5 ± 4E-6		5,6E-6 ± 3E-6	7,6E-6 ± 6E-6	2,2E-5
Ra-226*	5,2E-6 ± 8E-7	1,4E-5 ± 7E-7	3,6E-6 ± 7E-7		8,4E-6 ± 5E-7	1,0E-5 ± 9E-7	7,0E-6
Pb-210	2,9E-4 ± 3E-5	3,2E-4 ± 3E-5	4,0E-4 ± 4E-5	2,8E-4 ± 3E-5	2,5E-4 ± 3E-5	3,2E-4 ± 3E-5	3,1E-4
Th (Ra-228)	2,7E-6 ± 2E-6		1,9E-6 ± 1E-6	1,9E-6 ± 9E-7	9,0E-7 ± 7E-7		2,0E-6
Th-228		4,0E-6 ± 8E-7		6,9E-6 ± 1E-6		2,9E-6 ± 2E-6	2,8E-6
K-40	3,6E-4 ± 2E-5	3,7E-4 ± 2E-5	3,3E-4 ± 2E-5	3,1E-4 ± 2E-5	2,7E-4 ± 1E-5	3,3E-4 ± 2E-5	3,8E-4
Be-7	4,0E-3 ± 3E-4	3,8E-3 ± 2E-4	2,6E-3 ± 2E-4	2,4E-3 ± 2E-4	1,3E-3 ± 8E-5	2,0E-3 ± 1E-4	2,8E-3
I-131							
Cs-134							
Cs-137	7,0E-7 ± 3E-7	3,4E-7 ± 3E-7	1,0E-6 ± 3E-7	< 1,1E-6	< 1,8E-6	< 4,0E-6	1,8E-6

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

** zračna črpalka ni delovala od 22.12.2014 do 31.12.2014 zaradi okvare motorja

Tabela A.3 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zraka - Ljubljana



Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	2. 1. 2014 - 3. 2. 2014	3. 2. 2014 - 4. 3. 2014	4. 3. 2014 - 1. 4. 2014	1. 4. 2014 - 5. 5. 2014	5. 5. 2014 - 2. 6. 2014	2. 6. 2014 - 1. 7. 2014	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	117408,8	114557,3	111427,8	147330,3	125183,4	129956,7	
Oznaka vzorca	RP14AE111	RP14AE121	RP14AE131	RP14AE141	RP14AE151	RP14AE161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22				4,8E-07 ± 1E-07			7,9E-08 ± 8E-08
U-238	<	7E-06		<	7E-06	<	9E-06
Ra-226							<
Pb-210	7,4E-04 ± 4E-05	5,5E-04 ± 3E-05	7,2E-04 ± 4E-05	5,0E-04 ± 3E-05	4,3E-04 ± 2E-05	5,1E-04 ± 3E-05	5,8E-04 ± 5E-05
Ra-228				<	2E-06	1,5E-06 ± 1E-06	2,5E-07 ± 4E-07
Th-228	1,8E-06 ± 4E-07	1,6E-06 ± 5E-07	1,0E-06 ± 7E-07	2,4E-06 ± 4E-07	1,6E-06 ± 4E-07	1,7E-06 ± 5E-07	1,7E-06 ± 2E-07
Th-230							
K-40							
Be-7	1,8E-03 ± 9E-05	1,7E-03 ± 9E-05	3,9E-03 ± 2E-04	3,5E-03 ± 2E-04	3,7E-03 ± 2E-04	4,6E-03 ± 2E-04	3,2E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,1E-06 ± 2E-07	2,3E-06 ± 4E-07	2,4E-06 ± 5E-07	1,1E-06 ± 1E-07	<	2E-07	<
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							1,3E-06 ± 5E-07

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	1. 7. 2014 - 4. 8. 2014	4. 8. 2014 - 1. 9. 2014	1. 9. 2014 - 1. 10. 2014	1. 10. 2014 - 3. 11. 2014	3. 11. 2014 - 1. 12. 2014	1. 12. 2014 - 30. 12. 2014	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	155709,3	131528,8	128771,4	140904,3	106354,3	104258,8	
Oznaka vzorca	RP14AE171	RP14AE181	RP14AE191	RP14AE1A1	RP14AE1B1	RP14AE1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	<	1E-06	5,1E-07 ± 3E-07				8,2E-08 ± 7E-08
U-238	<	5E-06	<	2E-05	4,5E-06 ± 3E-06	4,5E-06 ± 3E-06	<
Ra-226							8E-06
Pb-210							<
Pb-210	5,5E-04 ± 3E-05	5,3E-04 ± 3E-05	6,5E-04 ± 3E-05	8,5E-04 ± 4E-05	7,4E-04 ± 4E-05	6,4E-04 ± 3E-05	6,2E-04 ± 4E-05
Ra-228	7,5E-07 ± 5E-07	<	2E-06	1,3E-06 ± 9E-07	1,6E-06 ± 7E-07	<	3E-06
Th-228	2,7E-06 ± 4E-07	2,8E-06 ± 4E-07	1,4E-06 ± 4E-07	2,0E-06 ± 4E-07	2,3E-06 ± 6E-07	2,9E-06 ± 6E-07	5,5E-07 ± 3E-07
Th-230							2,0E-06 ± 2E-07
K-40	<	1E-04	<	1E-04			<
Be-7	5,2E-03 ± 3E-04	4,3E-03 ± 2E-04	2,8E-03 ± 1E-04	3,5E-03 ± 2E-04	2,0E-03 ± 1E-04	2,6E-03 ± 1E-04	3,3E-03 ± 3E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	4,2E-07 ± 1E-07	6,6E-07 ± 2E-07	6,9E-07 ± 1E-07	1,1E-06 ± 2E-07	1,7E-06 ± 3E-07	3,2E-06 ± 3E-07	1,3E-06 ± 3E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

A.2 Padavine



Tabela A.4 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih padavin - Ljubljana IJS (1. polletje)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							
Datum vzor.	2. 1. 2014 - 3. 2. 2014	3. 2. 2014 - 4. 3. 2014	4. 3. 2014 - 1. 4. 2014	1. 4. 2014 - 5. 5. 2014	5. 5. 2014 - 2. 6. 2014	2. 6. 2014 - 1. 7. 2014		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	47,69	50,07	5,55	15,49	24,65	37,51		
Padavine (mm)***	172,0	281,4	35,4	97,5	94,0	131,4		
Oznaka vzorca	RP14PD111	RP14PD121	RP14PD131	RP14PD141	RP14PD151	RP14PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22		< 2E-01						< 2E-02
U-238	2,6E+00 ± 2E+00	2,2E+00 ± 1E+00	< 4E+01	1,1E+01 ± 5E+00	< 1E+01	< 7E+00		2,6E+00 ± 5E+00
Ra-226		< 2E+00			1,4E+00 ± 1E+00	2,1E+00 ± 5E-01		5,8E-01 ± 4E-01
Pb-210	6,0E+01 ± 5E+00	6,5E+01 ± 5E+00	1,5E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 1E+01	5,9E+02 ± 7E+01	6,4E+01 ± 4E+00		1,8E+02 ± 8E+01
Ra-228	5,7E-01 ± 4E-01	3E-01		1,3E+00 ± 1E+00	< 2E+00	1,7E+00 ± 5E-01		5,9E-01 ± 3E-01
Th-228	4,6E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 2E-01	2,5E+00 ± 2E+00	< 1E+00	< 4E-01	7,1E-01 ± 5E-01		7,8E-01 ± 4E-01
Th-230								
K-40	3,0E+00 ± 1E+00	< 2E+00		2,3E+01 ± 5E+00	3,9E+01 ± 6E+00	< 9E+00		1,1E+01 ± 7E+00
Be-7	5,5E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	4,1E+02 ± 2E+01	1,9E+03 ± 1E+02	4,8E+02 ± 2E+01		6,7E+02 ± 2E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 3E-01		< 3E+00	< 1E+00	1,5E+00 ± 3E-01	< 7E-01		2,5E-01 ± 4E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	< 5E+02	4,6E+02 ± 2E+02	5,9E+02 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 2E+02		9,2E+02 ± 3E+02

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							
Datum vzor.	1. 7. 2014 - 4. 8. 2014	4. 8. 2014 - 1. 9. 2014	1. 9. 2014 - 1. 10. 2014	1. 10. 2014 - 3. 11. 2014	3. 11. 2014 - 1. 12. 2014	1. 12. 2014 - 30. 12. 2014		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	30,53	49,89	43,25	34,3	50,08	11,36		
Padavine (mm)***	130,3	205,0	203,6	163,4	248,6	87,9		
Oznaka vzorca	RP14PD171	RP14PD181	RP14PD191	RP14PD1A1	RP14PD1B1	RP14PD1C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22				< 1E+01	3,0E+00 ± 2E+00	< 1E+01		< 9E-03
U-238	2,7E+00 ± 2E+00	2,7E+00 ± 1E+00	2,4E+00 ± 2E+00	< 9E-01	< 2E+00	< 7E+00		2,2E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 5E-01			1,4E+00 ± 9E-01	7,5E+01 ± 7E+00	2,0E+02 ± 2E+01		4,1E-01 ± 4E-01
Pb-210	5,6E+01 ± 4E+00	1,5E+02 ± 1E+01	3,9E+01 ± 3E+00	7,5E+01 ± 7E+00	5,6E+01 ± 4E+00	2,0E+02 ± 2E+01		1,4E+02 ± 4E+01
Ra-228		< 1E+00		< 5E+00	6,9E-01 ± 5E-01	2,6E+00 ± 2E+00		5,7E-01 ± 3E-01
Th-228	1,1E+00 ± 8E-01	6,0E-01 ± 2E-01	< 1E+00	8,2E-01 ± 5E-01	< 5E-01	3,9E+00 ± 7E-01		9,3E-01 ± 3E-01
Th-230								
K-40	4,1E+00 ± 3E+00	3,1E+00 ± 2E+00		5,8E+00 ± 2E+00	6,6E+00 ± 2E+00	1,3E+01 ± 5E+00		8,2E+00 ± 3E+00
Be-7	3,4E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 6E+01	3,3E+02 ± 2E+01	4,5E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 1E+01	4,6E+02 ± 3E+01		5,8E+02 ± 1E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 4E-01	2,5E-01 ± 1E-01	< 4E-01	< 5E-01	< 1E+00	< 4E+00		1,5E-01 ± 3E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	1,2E+03 ± 2E+02	5,7E+02 ± 1E+02	9,0E+02 ± 2E+02	< 4E+02	< 4E+02	6,5E+02 ± 1E+02		7,4E+02 ± 2E+02

Tabela A.5 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih padavin - Ljubljana IJS (2. polletje)



Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	2. 1. 2014 - 3. 2. 2014	3. 2. 2014 - 4. 3. 2014	4. 3. 2014 - 1. 4. 2014	1. 4. 2014 - 5. 5. 2014	5. 5. 2014 - 2. 6. 2014	2. 6. 2014 - 1. 7. 2014	
Kol. vzorca (L)	47,7	50,1	5,6	15,5	24,7	37,5	Polletni used (*)
Padavine (mm)***	172,0	281,4	35,4	97,5	94,0	131,4	
Oznaka vzorca	RP14PD111	RP14PD121	RP14PD131	RP14PD141	RP14PD151	RP14PD161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22		< 5E-02					< 3E-02
U-238	4,5E-01 ± 3E-01	6,3E-01 ± 4E-01	< 2E+00	1,0E+00 ± 5E-01	< 1E+00	< 9E-01	2,1E+00 ± 1E+00
Ra-226		< 6E-01			1,3E-01 ± 1E-01	2,7E-01 ± 7E-02	4,1E-01 ± 4E-01
Pb-210	1,0E+01 ± 9E-01	1,8E+01 ± 1E+00	5,4E+00 ± 7E-01	1,5E+01 ± 1E+00	5,6E+01 ± 7E+00	8,4E+00 ± 5E-01	1,1E+02 ± 7E+00
Ra-228	9,7E-02 ± 7E-02	< 8E-02		1,3E-01 ± 1E-01	< 2E-01	2,2E-01 ± 7E-02	4,5E-01 ± 2E-01
Th-228	7,8E-02 ± 3E-02	9,8E-02 ± 5E-02	8,8E-02 ± 5E-02	< 1E-01	6,4E-02 ± 4E-02	9,4E-02 ± 7E-02	4,2E-01 ± 1E-01
Th-230							
K-40	5,1E-01 ± 2E-01	< 6E-01		2,2E+00 ± 5E-01	3,7E+00 ± 5E-01	< 1E+00	6,5E+00 ± 1E+00
Be-7	9,5E+01 ± 6E+00	1,0E+02 ± 5E+00	1,1E+01 ± 7E-01	4,0E+01 ± 2E+00	1,8E+02 ± 9E+00	6,3E+01 ± 3E+00	4,9E+02 ± 1E+01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 5E-02		< 1E-01	< 1E-01	1,4E-01 ± 3E-02	< 9E-02	1,4E-01 ± 1E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	< 8E+01	1,3E+02 ± 4E+01	2,1E+01 ± 6E+00	1,6E+02 ± 2E+01	1,4E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	6,2E+02 ± 7E+01

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	1. 7. 2014 - 4. 8. 2014	4. 8. 2014 - 1. 9. 2014	1. 9. 2014 - 1. 10. 2014	1. 10. 2014 - 3. 11. 2014	3. 11. 2014 - 1. 12. 2014	1. 12. 2014 - 30. 12. 2014	
Kol. vzorca (L)	30,5	49,9	43,3	34,3	50,1	11,4	Letni used (*)
Padavine (mm)***	130,3	205,0	203,6	163,4	248,6	87,9	
Oznaka vzorca	RP14PD171	RP14PD181	RP14PD191	RP14PD1A1	RP14PD1B1	RP14PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22							< 3E-02
U-238	3,5E-01 ± 2E-01	5,6E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 4E-01	< 2E+00	7,5E-01 ± 5E-01	< 1E+00	4,3E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 7E-02			2,3E-01 ± 1E-01	< 6E-01		6,3E-01 ± 6E-01
Pb-210	7,2E+00 ± 6E-01	3,2E+01 ± 2E+00	8,0E+00 ± 6E-01	1,2E+01 ± 1E+00	1,4E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	2,0E+02 ± 8E+00
Ra-228		< 3E-01		< 8E-01	1,7E-01 ± 1E-01	2,3E-01 ± 2E-01	8,4E-01 ± 6E-01
Th-228	1,4E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 5E-02	< 2E-01	1,3E-01 ± 7E-02	< 1E-01	3,5E-01 ± 7E-02	1,2E+00 ± 2E-01
Th-230							
K-40	5,3E-01 ± 4E-01	6,3E-01 ± 3E-01		9,4E-01 ± 3E-01	1,7E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 5E-01	1,1E+01 ± 1E+00
Be-7	4,5E+01 ± 3E+00	2,2E+02 ± 1E+01	6,7E+01 ± 3E+00	7,3E+01 ± 4E+00	6,9E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 2E+00	1,0E+03 ± 2E+01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 6E-02	5,1E-02 ± 2E-02	< 8E-02	< 7E-02	< 2E-01	< 4E-01	1,9E-01 ± 3E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	1,6E+02 ± 2E+01	1,2E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 3E+01	< 6E+01	< 1E+02	5,7E+01 ± 1E+01	1,1E+03 ± 1E+02

Tabela A.6 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Ljubljana ZVD

Oznaka vzorca	FALJ0114	FALJ0214	FALJ0314	FALJ0414	FALJ0514	FALJ0614	
Datum vz.	januar	februar	marec	april	maj	junij	
Datum mer.	6.2.2014	19.3.2014	2.4.2014	9.5.2014	11.6.2014	7.7.2014	
Kol. vzorca (m ²)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Kol. vzorca (kg)	36,5	41,1	5,3	21,3	16,0	25,3	Polletna
Višina padavin #	172,0 mm	281,4 mm	35,4 mm	97,5 mm	94,0 mm	131,4 mm	vsota
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m²)							
U (Th-234)		3,6E-1 ± 3E-1		3,1E-1 ± 2E-1	5,1E-1 ± 2E-1		1,2E+0 ± 2E-1
Ra-226	7,5E-2 ± 1E-2	6,5E-2 ± 4E-2		1,1E-1 ± 4E-2	7,7E-2 ± 3E-2	1,3E-1 ± 4E-2	3,8E-1 ± 4E-2
Pb-210	7,1E+0 ± 6E-1	1,5E+1 ± 1E+0	2,8E+0 ± 4E-1	1,4E+1 ± 1E+0	1,2E+1 ± 1E+0	7,9E+0 ± 7E-1	5,9E+1 ± 9E-1
Th (Ra-228)	1,8E-1 ± 7E-2		1,2E-1 ± 9E-2	3,4E-1 ± 7E-2		1,6E-1 ± 8E-2	8,0E-1 ± 8E-2
Th-228						1,6E-1 ± 7E-2	1,6E-1 ± 7E-2
K-40	7,9E-1 ± 3E-1	1,4E+0 ± 6E-1	4,6E-1 ± 4E-1	9,7E-1 ± 5E-1	7,4E-1 ± 4E-1	1,5E+0 ± 4E-1	5,9E+0 ± 4E-1
Be-7	4,7E+1 ± 1E+0	1,2E+2 ± 4E+0	1,4E+1 ± 5E-1	1,1E+2 ± 3E+0	7,2E+1 ± 2E+0	7,8E+1 ± 2E+0	4,4E+2 ± 2E+0
Cs-134							
Cs-137	4,1E-2 ± 1E-2 <	1,8E-1 <	1,4E-1 <	1,1E-1 <	1,7E-1 <	1,7E-1 <	8,1E-1 ± 1E-2
I-131							
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³) #							
U (Th-234)		1,3E+0 ± 1E+0		3,2E+0 ± 2E+0	5,4E+0 ± 2E+0		3,3E+0
Ra-226	4,4E-1 ± 8E-2	2,3E-1 ± 2E-1		1,1E+0 ± 4E-1	8,2E-1 ± 4E-1	9,9E-1 ± 3E-1	7,2E-1
Pb-210	4,1E+1 ± 3E+0	5,3E+1 ± 4E+0	7,8E+1 ± 1E+1	1,5E+2 ± 1E+1	1,3E+2 ± 1E+1	6,0E+1 ± 5E+0	8,5E+1
Th (Ra-228)	1,0E+0 ± 4E-1		3,4E+0 ± 3E+0	3,5E+0 ± 7E-1		1,2E+0 ± 6E-1	2,3E+0
Th-228						1,2E+0 ± 6E-1	1,2E+0
K-40	4,6E+0 ± 2E+0	5,0E+0 ± 2E+0	1,3E+1 ± 1E+1	9,9E+0 ± 5E+0	7,9E+0 ± 4E+0	1,1E+1 ± 3E+0	8,6E+0
Be-7	2,7E+2 ± 8E+0	4,3E+2 ± 1E+1	4,1E+2 ± 1E+1	1,1E+3 ± 3E+1	7,6E+2 ± 2E+1	6,0E+2 ± 2E+1	6,0E+2
Cs-134							
Cs-137	2,4E-1 ± 8E-2 <	6,4E-1 <	3,8E+0 <	1,1E+0 <	1,8E+0 <	1,3E+0 <	1,5E+0
I-131							

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

Oznaka vzorca	FALJ0714	FALJ0814	FALJ0914	FALJ1014	FALJ1114	FALJ1214	
Datum vz.	julij	avgust	september	oktober	november	december	
Datum mer.	2.8.2013	9.9.2013	16.10.2013	5.11.2013	18.12.2013	7.1.2014	
Kol. vzorca (m ²)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Kol. vzorca (kg)	30,8	42,9	34,8	27,3	61,4	10,0	Letna
Višina padavin #	130,3 mm	205,0 mm	203,6 mm	163,4 mm	248,6 mm	87,9 mm	vsota
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m²)							
U (Th-234)	2,6E-1 ± 2E-1	4,2E-1 ± 3E-1		1,4E+0 ± 3E-1	6,5E-1 ± 3E-1		3,9E+0 ± 3E-1
Ra-226	2,1E-1 ± 3E-2	3,3E-1 ± 5E-2	1,2E-1 ± 4E-2	1,4E-1 ± 2E-2	1,5E-1 ± 4E-2	1,6E-1 ± 3E-2	1,6E+0 ± 4E-2
Pb-210	1,2E+1 ± 1E+0	1,1E+1 ± 1E+0	6,2E+0 ± 6E-1	6,7E+0 ± 5E-1	1,5E+1 ± 1E+0	5,9E+0 ± 5E-1	1,2E+2 ± 9E-1
Th (Ra-228)	3,8E-1 ± 5E-2	1,5E-1 ± 1E-1			4,0E-1 ± 1E-1	1,4E-1 ± 1E-1	1,9E+0 ± 9E-2
Th-228	6,3E-2 ± 5E-2			9,2E-2 ± 3E-2	7,8E-2 ± 7E-2		3,9E-1 ± 6E-2
K-40	9,2E-1 ± 4E-1	7,4E-1 ± 6E-1 <	2,0E+0 <	6,2E-1 ± 2E-1	2,1E+0 ± 5E-1 <	1,4E+0 <	1,4E+1 ± 4E-1
Be-7	1,2E+2 ± 3E+0	1,3E+2 ± 4E+0	4,7E+1 ± 2E+0	4,6E+1 ± 1E+0	7,8E+1 ± 2E+0	2,2E+1 ± 7E-1	8,8E+2 ± 2E+0
Cs-134							
Cs-137	3,5E-2 ± 1E-2 <	1,7E-1 <	2,1E-1 <	5,3E-2 <	1,4E-1 <	1,1E-1 <	1,5E+0 ± 1E-2
I-131							
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³) #							
U (Th-234)	2,0E+0 ± 2E+0	2,0E+0 ± 2E+0		8,6E+0 ± 2E+0	4,0E+0 ± 2E+0		3,8E+0
Ra-226	1,6E+0 ± 2E-1	1,6E+0 ± 2E-1	5,9E-1 ± 2E-1	8,6E-1 ± 1E-1	9,2E-1 ± 2E-1	1,8E+0 ± 3E-1	1,0E+0
Pb-210	9,1E+1 ± 7E+0	5,4E+1 ± 5E+0	3,0E+1 ± 3E+0	4,1E+1 ± 3E+0	9,4E+1 ± 7E+0	6,7E+1 ± 6E+0	7,4E+1
Th (Ra-228)	2,9E+0 ± 4E-1	7,3E-1 ± 5E-1			2,4E+0 ± 7E-1	1,6E+0 ± 1E+0	2,1E+0
Th-228	4,8E-1 ± 4E-1			5,6E-1 ± 2E-1	4,8E-1 ± 4E-1		6,9E-1
K-40	7,1E+0 ± 3E+0	3,6E+0 ± 3E+0 <	9,8E+0 <	3,8E+0 ± 1E+0	1,3E+1 ± 3E+0 <	1,6E+1 <	8,7E+0
Be-7	9,2E+2 ± 3E+1	6,3E+2 ± 2E+1	2,3E+2 ± 8E+0	2,8E+2 ± 8E+0	4,8E+2 ± 1E+1	2,5E+2 ± 8E+0	5,3E+2
Cs-134							
Cs-137	2,7E-1 ± 7E-2 <	8,3E-1 <	1,0E+0 <	3,2E-1 <	8,6E-1 <	1,3E+0 <	1,1E+0
I-131							

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

Oznaka vzorca	FALJK114	FALJK214	FALJK314	FALJK414	
Datum vz.	januar-marec	april-junij	julij-september	oktober-december	
Datum mer.	23.6.2014	21.8.2014	5.12.2014	28.1.2015	
Kol. vzorca (m ²)	0,25	0,25	0,25	0,25	
Kol. vzorca (kg)	82,9	62,6	108,5	98,6	Letna
Višina padavin #	488,8 mm	322,9 mm	538,9 mm	499,9 mm	vsota
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m²)					
Sr-90	< 3,3E-2	5,3E-2 ± 3E-2 <	4,9E-2 <	4,8E-1 ± 6E-2	6,2E-1
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³) #					
Sr-90	< 6,8E-2	1,7E-1 ± 9E-2 <	9,1E-2 <	9,6E-1 ± 1E-1	3,2E-1

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

Tabela A.7 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Novo mesto

ZVD

Oznaka vzorca	FANMK114	FANMK214	FANMK314	FANMK414	
Datum vz.	jan - mar	apr - jun	jul - sep	okt - dec	
Datum mer.	14.4.2014	17.7.2014	9.10.2014	12.1.2015	
Dat. mer. Sr-90	23.6.2014	21.8.2014	5.12.2014	28.1.2015	
Kol. vzorca (m ²)	0,25	0,25	0,25	0,25	
Kol. vzorca (kg)	37,7	45,5	68,3	37,1	
Višina padavin #	275,7 mm	329,6 mm	602,9 mm	274,2 mm	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)					Letna vsota
U (Th-234)			4,5E-1 ± 4E-1	9,1E-1 ± 3E-1	1,4E+0 ± 3E-1
Ra-226	5,8E-2 ± 3E-2	1,6E-1 ± 4E-2	3,5E-1 ± 7E-2	1,1E-1 ± 4E-2	6,8E-1 ± 5E-2
Pb-210	1,8E+1 ± 1E+0	1,2E+1 ± 1E+0	1,9E+1 ± 2E+0	1,1E+1 ± 1E+0	5,9E+1 ± 1E+0
Th (Ra-228)	9,2E-2 ± 7E-2	1,6E-1 ± 9E-2	2,7E-1 ± 1E-1	6,0E-1 ± 1E-1	1,1E+0 ± 1E-1
Th-228	3,2E-1 ± 7E-2	8,1E-2 ± 7E-2	4,0E-1 ± 1E-1		8,0E-1 ± 9E-2
K-40	1,8E+0 ± 5E-1	1,5E+0 ± 5E-1	1,2E+0 ± 7E-1	9,2E-1 ± 5E-1	5,4E+0 ± 6E-1
Be-7	7,4E+1 ± 2E+0	1,3E+2 ± 4E+0	2,9E+2 ± 9E+0	3,5E+1 ± 1E+0	5,4E+2 ± 5E+0
Cs-134					
Cs-137	< 1,4E-1	< 1,7E-1	< 2,8E-1	< 1,7E-1	7,6E-1
I-131					
Sr-90	< 4,2E-2	< 4,3E-2	1,0E-1 ± 4E-2	5,2E-1 ± 5E-2	7,1E-1 ± 5E-2
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³) #					Letno povpr.
U (Th-234)			7,5E-1 ± 6E-1	3,3E+0 ± 1E+0	2,0E+0
Ra-226	2,1E-1 ± 1E-1	4,9E-1 ± 1E-1	5,8E-1 ± 1E-1	4,0E-1 ± 1E-1	4,2E-1
Pb-210	6,3E+1 ± 5E+0	3,5E+1 ± 3E+0	3,2E+1 ± 3E+0	4,0E+1 ± 4E+0	4,3E+1
Th (Ra-228)	3,3E-1 ± 2E-1	4,9E-1 ± 3E-1	4,5E-1 ± 2E-1	2,2E+0 ± 5E-1	8,6E-1
Th-228	1,2E+0 ± 3E-1	2,5E-1 ± 2E-1	6,6E-1 ± 2E-1		6,9E-1
K-40	6,5E+0 ± 2E+0	4,6E+0 ± 2E+0	2,0E+0 ± 1E+0	3,4E+0 ± 2E+0	4,1E+0
Be-7	2,7E+2 ± 8E+0	4,0E+2 ± 1E+1	4,9E+2 ± 1E+1	1,3E+2 ± 5E+0	3,2E+2
Cs-134					
Cs-137	< 5,1E-1	< 5,2E-1	< 4,6E-1	< 6,2E-1	5,2E-1
I-131					
Sr-90	< 1,5E-1	< 1,3E-1	1,7E-1 ± 7E-2	1,9E+0 ± 2E-1	5,9E-1

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

Tabela A.8 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Murska Sobota

ZVD

Oznaka vzorca	FAMSK114	FAMSK214	FAMSK314	FAMSK414	
Datum vz.	jan - mar	apr - jun	jul - sep	okt - dec	
Datum mer.	14.4.2014	21.7.2014	14.10.2014	9.1.2015	
Dat. mer. Sr-90	23.6.2014	21.8.2014	5.12.2014	28.1.2015	
Kol. vzorca (m ²)	0,25	0,25	0,25	0,25	
Kol. vzorca (kg)	40,5	39,6	77,9	40,4	
Višina padavin #	155,4 mm	206,6 mm	578,3 mm	152,7 mm	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)					Letna vsota
U (Th-234)		1,8E-1 ± 1E-1		3,8E-1 ± 2E-1	5,6E-1 ± 1E-1
Ra-226	1,2E-1 ± 1E-1	8,1E-2 ± 2E-2	9,7E-2 ± 3E-2		3,0E-1 ± 6E-2
Pb-210	2,1E+1 ± 2E+0	2,5E+1 ± 2E+0	2,9E+1 ± 2E+0	1,4E+1 ± 1E+0	8,9E+1 ± 2E+0
Th (Ra-228)				1,0E-1 ± 5E-2	1,0E-1 ± 5E-2
Th-228	1,0E+0 ± 2E-1	1,4E-1 ± 4E-2			1,1E+0 ± 2E-1
K-40	5,2E-1 ± 5E-1	4,0E+0 ± 4E-1	1,8E-1 ± 5E-1	2,9E+0 ± 4E-1	7,5E+0 ± 4E-1
Be-7	5,1E+1 ± 2E+0	1,2E+2 ± 4E+0	2,3E+2 ± 7E+0	7,6E+1 ± 2E+0	4,8E+2 ± 4E+0
Cs-134					
Cs-137	< 2,1E-1	< 7,8E-2	< 1,6E-1	< 1,1E-1	5,6E-1
I-131					
Sr-90	< 2,9E-2	1,3E-1 ± 4E-2	< 3,2E-2	1,4E-1 ± 4E-2	3,3E-1 ± 4E-2
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³) #					Letno povpr.
U (Th-234)		8,7E-1 ± 5E-1		2,5E+0 ± 1E+0	1,7E+0
Ra-226	7,7E-1 ± 6E-1	3,9E-1 ± 9E-2	1,7E-1 ± 6E-2		4,4E-1
Pb-210	1,3E+2 ± 1E+1	1,2E+2 ± 1E+1	5,0E+1 ± 4E+0	8,8E+1 ± 7E+0	9,8E+1
Th (Ra-228)				6,5E-1 ± 3E-1	6,5E-1
Th-228	6,4E+0 ± 1E+0	6,8E-1 ± 2E-1			3,6E+0
K-40	3,3E+0 ± 3E+0	1,9E+1 ± 2E+0	3,0E-1 ± 9E-1	1,9E+1 ± 3E+0	1,0E+1
Be-7	3,3E+2 ± 1E+1	5,9E+2 ± 2E+1	3,9E+2 ± 1E+1	5,0E+2 ± 1E+1	4,5E+2
Cs-134					
Cs-137	< 1,4E+0	< 3,8E-1	< 2,8E-1	< 7,2E-1	6,8E-1
I-131					
Sr-90	< 1,9E-1	6,1E-1 ± 2E-1	< 5,6E-2	9,3E-1 ± 3E-1	4,5E-1

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

Tabela A.9 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih padavin - Bovec

Oznaka vzorca	FABOK114	FABOK214	FABOK314	FABOK414	
Datum vz.	jan - mar	apr - jun	jul - sep	okt - dec	
Datum mer.	15.4.2014	14.7.2014	16.10.2014	12.1.2015	
Dat. mer. Sr-90	23.6.2014	21.8.2014	5.12.2014	28.1.2015	
Kol. vzorca (m ²)	0,07	0,07	0,07	0,07	
Kol. vzorca (kg)	97,9	32,2	48,5	57,9	
Višina padavin #	1556,0 mm	456,1 mm	618,9 mm	951,1 mm	Letna vsota
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)					
U (Th-234)	9,4E-1 ± 1E-1				9,4E-1 ± 1E-1
Ra-226	3,7E-1 ± 1E-1	7,0E-1 ± 1E-1	2,1E-1 ± 2E-1		1,3E+0 ± 1E-1
Pb-210	1,4E+2 ± 1E+1	1,8E+1 ± 2E+0	2,1E+1 ± 2E+0	2,8E+1 ± 3E+0	2,0E+2 ± 6E+0
Th (Ra-228)	5,0E-1 ± 2E-1	1,1E+0 ± 5E-1	9,1E-1 ± 4E-1		2,5E+0 ± 4E-1
Th-228	4,2E-1 ± 2E-1				4,2E-1 ± 2E-1
K-40	7,9E+0 ± 1E+0	8,3E+0 ± 2E+0		1,0E+2 ± 7E+0	1,2E+2 ± 4E+0
Be-7	6,8E+2 ± 2E+1	2,3E+2 ± 7E+0	3,3E+2 ± 1E+1		1,5E+3 ± 1E+1
Cs-134					
Cs-137	7,4E-1 ± 9E-2	3,1E-1 ± 7E-2	< 8,4E-1	9,1E+0 ± 4E-1	1,1E+1 ± 2E-1
I-131					
Sr-90	< 1,5E-1	8,1E-1 ± 2E-1	< 1,3E-1	1,3E+0 ± 2E-1	2,4E+0 ± 2E-1
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³) #					
U (Th-234)	6,0E-1 ± 7E-2				6,0E-1
Ra-226	2,4E-1 ± 7E-2	1,5E+0 ± 2E-1	3,4E-1 ± 3E-1		7,0E-1
Pb-210	8,7E+1 ± 7E+0	3,9E+1 ± 4E+0	3,4E+1 ± 3E+0	2,9E+1 ± 3E+0	4,7E+1
Th (Ra-228)	3,2E-1 ± 1E-1	2,4E+0 ± 1E+0	1,5E+0 ± 7E-1		1,4E+0
Th-228	2,7E-1 ± 1E-1				2,7E-1
K-40	5,1E+0 ± 8E-1	1,8E+1 ± 3E+0		1,1E+2 ± 7E+0	4,3E+1
Be-7	4,4E+2 ± 1E+1	5,1E+2 ± 2E+1	5,3E+2 ± 2E+1	2,5E+2 ± 9E+0	4,3E+2
Cs-134					
Cs-137	4,8E-1 ± 6E-2	6,8E-1 ± 2E-1	< 1,4E+0	9,6E+0 ± 4E-1	3,0E+0
I-131					
Sr-90	< 9,9E-2	1,8E+0 ± 3E-1	< 2,1E-1	1,4E+0 ± 2E-1	8,7E-1

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja.

A.3 Tekoče vode

Tabela A.10 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Sava Laze



Vzorč. mesto	Sava Laze pri Ljubljani			Letno povprečje
	3. 4. 2014		27. 10. 2014	
Datum vzor.	129		73,7	
Pretok (m ³ /s)***	48,86		50,18	
Kol. vzorca (L)	RP14SN141		RP14SN1A1	
Koda vzorca				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	3,1E+00 ± 1E+00	7,4E+00 ± 3E+00	5,3E+00 ± 2E+00	
Ra-226	5,1E-01 ± 4E-01	< 4E+00	2,6E-01 ± 1E+00	
Pb-210	< 2E+00	< 6E+00	< 2E+00	
Ra-228	5,1E-01 ± 4E-01	< 4E-01	2,6E-01 ± 3E-01	
Th-228	4,8E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 2E-01	8,6E-01 ± 4E-01	
Th-230				
K-40	2,3E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 3E+00	
Be-7	2,8E+00 ± 1E+00	1,0E+01 ± 2E+00	6,4E+00 ± 4E+00	
I-131	7,5E+00 ± 8E-01	1,5E+00 ± 2E-01	4,5E+00 ± 3E+00	
Cs-134				
Cs-137		< 2E-01	< 6E-02	
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,7E+00 ± 2E-01	3,5E+00 ± 2E-01	3,1E+00 ± 4E-01	
H-3	8,1E+02 ± 1E+02	6,2E+02 ± 5E+01	7,2E+02 ± 9E+01	

Tabela A.11 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Savinja



Vzorč. mesto	Savinja pod Celjem			Letno povprečje
	27. 5. 2014		8. 9. 2014	
Datum vzor.	24		150	
Pretok (m ³ /s)***	53,80		48,06	
Kol. vzorca (L)	RP14SN351		RP14SN391	
Koda vzorca				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	3,5E+00 ± 2E+00	4,2E+00 ± 6E-01	3,8E+00 ± 9E-01	
Ra-226	1,2E+00 ± 3E-01	3,1E+00 ± 4E-01	2,2E+00 ± 9E-01	
Pb-210	2,5E+00 ± 1E+00	9,0E+00 ± 8E-01	5,8E+00 ± 3E+00	
Ra-228	1,0E+00 ± 4E-01	1,6E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	
Th-228	1,1E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 9E-02	1,0E+00 ± 2E-01	
Th-230		< 9E+00	< 3E+00	
K-40	1,2E+02 ± 1E+01	8,8E+01 ± 9E+00	1,0E+02 ± 2E+01	
Be-7	8,0E+00 ± 8E-01	1,5E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 4E+00	
I-131	1,6E+01 ± 9E-01	8,6E-01 ± 2E-01	8,6E+00 ± 8E+00	
Cs-134				
Cs-137	3,4E-01 ± 1E-01	5,9E-01 ± 8E-02	4,7E-01 ± 1E-01	
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				



Tabela A.12 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Soča

Vzorč. mesto	Soča Solkan		Letno povprečje
	13. 5. 2014	26. 11. 2014	
Datum vzor.	13. 5. 2014	26. 11. 2014	
Pretok (m ³ /s)***	76,8	109	
Kol. vzorca (L)	47,76	51,70	
Koda vzorca	RP14SN551	RP14SN5B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
U-238	< 8E+00	1,4E+00 ± 9E-01	6,8E-01 ± 2E+00
Ra-226	5,5E-01 ± 4E-01	2,0E+00 ± 9E-01	1,3E+00 ± 7E-01
Pb-210	6,7E+00 ± 2E+00	< 8E+01	3,4E+00 ± 2E+01
Ra-228	6,9E-01 ± 5E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 3E-01
Th-228	4,2E-01 ± 2E-01	9,1E-01 ± 2E-01	6,6E-01 ± 2E-01
Th-230			
K-40	1,4E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 4E+00
Be-7	2,7E+01 ± 2E+00	5,6E+00 ± 9E-01	1,6E+01 ± 1E+01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	6,5E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 1E-01	8,5E-01 ± 2E-01
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			



Tabela A.13 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Krka

Vzorč. mesto	Krka Otočec		Letno povprečje
	8. 4. 2014	22. 7. 2014	
Datum vzor.	8. 4. 2014	22. 7. 2014	
Pretok (m ³ /s)***	27,5	23	
Kol. vzorca (L)	51,21	48,79	
Koda vzorca	RP14SN82241	RP14SN82271	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
U-238	5,7E+00 ± 3E+00	5,2E+00 ± 1E+00	5,5E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 2E+00	2,1E+00 ± 7E-01	1,0E+00 ± 1E+00
Pb-210	2,5E+00 ± 2E+00	4,3E+00 ± 2E+00	3,4E+00 ± 1E+00
Ra-228	5,5E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 4E-01	8,3E-01 ± 3E-01
Th-228	4,9E-01 ± 1E-01	3,9E-01 ± 3E-01	4,4E-01 ± 2E-01
Th-230			
K-40	2,3E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 5E+00
Be-7		1,4E+01 ± 2E+00	7,1E+00 ± 7E+00
I-131			
Cs-134			
Cs-137		< 3E-01	< 8E-02
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			

Tabela A.14 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Sava Brežice



Vzorč. mesto	Sava Brežice			Letno povprečje
	8. 4. 2014	22. 7. 2014		
Datum vzor.	215	145		
Pretok (m ³ /s)***	50,17	49,15		
Kol. vzorca (L)	RP14SN82541	RP14SN82571		
Koda vzorca				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	2,7E+00 ± 7E-01	<	4E+00	1,3E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,1E+00 ± 2E-01		9,0E-01 ± 3E-01	9,8E-01 ± 2E-01
Pb-210	2,5E+00 ± 3E-01	<	3E+00	1,3E+00 ± 1E+00
Ra-228	5,2E-01 ± 2E-01		1,1E+00 ± 4E-01	7,9E-01 ± 3E-01
Th-228	<		4,4E-01 ± 2E-01	2,2E-01 ± 2E-01
Th-230	<		5E+00	<
K-40	2,7E+01 ± 3E+00			1,3E+01 ± 1E+01
Be-7	4,0E+00 ± 7E-01		8,0E+00 ± 1E+00	6,0E+00 ± 2E+00
I-131	3,4E+00 ± 3E-01		2,7E+00 ± 5E-01	3,0E+00 ± 3E-01
Cs-134				
Cs-137	1,0E-01 ± 7E-02	<	3E-01	5,1E-02 ± 9E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
H-3	9,1E+02 ± 1E+02		8,3E+02 ± 2E+02	8,7E+02 ± 1E+02

Tabela A.15 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Kolpa



Vzorč. mesto	Kolpa Vinica			Letno povprečje
	8. 5. 2014	9. 12. 2014		
Datum vzor.	76	283		
Pretok (m ³ /s)***	52,06	52,65		
Kol. vzorca (L)	RP14SN83451	RP14SN834C1		
Koda vzorca				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	9,1E+00 ± 2E+00		1,7E+00 ± 6E-01	5,4E+00 ± 4E+00
Ra-226	7,8E-01 ± 4E-01		6,8E+00 ± 1E+00	3,8E+00 ± 3E+00
Pb-210	6,3E+00 ± 2E+00		3,9E+00 ± 9E-01	5,1E+00 ± 1E+00
Ra-228	1,2E+00 ± 5E-01		1,5E+00 ± 1E-01	5,9E-01 ± 6E-01
Th-228	<		1,5E+00 ± 1E-01	7,3E-01 ± 7E-01
Th-230				
K-40	1,0E+01 ± 6E+00		1,4E+01 ± 2E+00	1,2E+01 ± 3E+00
Be-7	1,5E+01 ± 1E+00		2,1E+00 ± 1E+00	8,6E+00 ± 6E+00
I-131				
Cs-134				
Cs-137				
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				



Tabela A.16 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Drava

Vzorč. mesto	Drava pri meji				Letno povprečje
	21. 2. 2014	27. 5. 2014	8. 9. 2014	29. 10. 2014	
Datum vzor.	21. 2. 2014	27. 5. 2014	8. 9. 2014	29. 10. 2014	
Pretok (m ³ /s)***	203	570	393	265	
Kol. vzorca (L)	47,55	47,91	50,11	51,84	
Koda vzorca	RP14SN2321	RP14SN2351	RP14SN2391	RP14SN23A1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	4,0E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 1E+00	< 3E+00	5,7E+00 ± 2E+00	3,3E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,9E+00 ± 4E-01	2,1E+00 ± 4E-01	5,5E+00 ± 8E-01	9,4E-01 ± 5E-01	2,6E+00 ± 1E+00
Pb-210	2,3E+00 ± 2E+00	< 2E+00	< 3E+00	< 2E+01	5,8E-01 ± 3E+00
Ra-228	2,3E+00 ± 5E-01	1,5E+00 ± 4E-01	1,9E+00 ± 4E-01	1,8E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 2E-01
Th-228	3,2E-01 ± 2E-01	2,8E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01	5,9E-01 ± 4E-01	5,7E-01 ± 2E-01
Th-230					
K-40	4,1E+01 ± 6E+00	2,6E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 5E+00	3,8E+01 ± 4E+00
Be-7	1,2E+01 ± 3E+00	5,1E+00 ± 8E-01	1,5E+01 ± 1E+00	5,0E+00 ± 1E+00	9,4E+00 ± 3E+00
I-131	< 1E+00	< 1E+00	< 4E-01	7,0E-01 ± 3E-01	1,7E-01 ± 3E-01
Cs-134					
Cs-137	< 4E-01		7,0E-01 ± 1E-01	5,0E-01 ± 2E-01	3,0E-01 ± 2E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,5E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 7E-02
H-3	9,2E+02 ± 1E+02	7,8E+02 ± 9E+01	1,3E+03 ± 2E+02	7,2E+02 ± 7E+01	9,2E+02 ± 1E+02



Tabela A.17 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih rek - Mura

Vzorč. mesto	Mura pri meji				Letno povprečje
	21. 2. 2014	27. 5. 2014	8. 9. 2014	29. 10. 2014	
Datum vzor.	21. 2. 2014	27. 5. 2014	8. 9. 2014	29. 10. 2014	
Pretok (m ³ /s)***	183	283	316	131	
Kol. vzorca (L)	47,66	51,55	51,22	52,74	
Koda vzorca	RP14SN921	RP14SN951	RP14SN991	RP14SN9A1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	2,9E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 1E+00	4,4E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 1E+00	3,3E+00 ± 6E-01
Ra-226	3,5E+00 ± 5E-01	9,0E+00 ± 1E+00	1,1E+01 ± 2E+00	2,7E+00 ± 9E-01	6,6E+00 ± 2E+00
Pb-210	3,5E+00 ± 5E-01	8,1E+00 ± 2E+00	2,8E+00 ± 2E+00	1,6E+00 ± 1E+00	4,0E+00 ± 1E+00
Ra-228	2,0E+00 ± 3E-01	2,5E+00 ± 3E-01	3,8E+00 ± 4E-01	2,8E+00 ± 5E-01	2,8E+00 ± 4E-01
Th-228	1,0E+00 ± 1E-01	2,4E+00 ± 3E-01	3,4E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	2,0E+00 ± 6E-01
Th-230					
K-40	6,2E+01 ± 7E+00	1,4E+02 ± 1E+01	9,2E+01 ± 9E+00	7,5E+01 ± 8E+00	9,3E+01 ± 2E+01
Be-7	6,8E+00 ± 8E-01	8,3E+00 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	9,1E+00 ± 3E+00
I-131	5,8E-01 ± 2E-01	1,9E+01 ± 1E+00		1,3E+00 ± 3E-01	5,1E+00 ± 5E+00
Cs-134					
Cs-137	8,6E-01 ± 1E-01	1,4E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 2E-01	6,9E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 2E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	2,4E+00 ± 1E-01	2,4E+00 ± 1E-01	2,4E+00 ± 1E-01	2,4E+00 ± 1E-01	2,4E+00 ± 1E-01
H-3	9,1E+02 ± 1E+02	8,9E+02 ± 1E+02	9,3E+02 ± 2E+02	9,1E+02 ± 8E+01	9,1E+02 ± 6E+01

A.4 Zemlja

Tabela A.18 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zemlje - Ljubljana



Vzorč. mesto	Ljubljana			
Datum vzor.	7. 5. 2014			
Gl. vzor. (cm)	0-5	5-10	10-15	0-15
Kol. vzor. (kg/m ³)	39,5	43,8	47,7	131,0
Oznaka vzorca	RP14ZN1A51	RP14ZN1B51	RP14ZN1C51	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	1,7E+03 ± 2E+02	2,6E+03 ± 2E+02	2,9E+03 ± 3E+02	7,3E+03 ± 4E+02
Ra-226	2,4E+03 ± 2E+02	2,7E+03 ± 3E+02	3,0E+03 ± 3E+02	8,1E+03 ± 4E+02
Pb-210	3,0E+03 ± 5E+02	1,6E+03 ± 1E+03	< 2E+03	4,6E+03 ± 2E+03
Ra-228	2,2E+03 ± 1E+02	2,6E+03 ± 1E+02	2,8E+03 ± 1E+02	7,6E+03 ± 2E+02
Th-228	2,2E+03 ± 1E+02	2,6E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 1E+02	7,6E+03 ± 2E+02
Th-230				
K-40	2,8E+04 ± 3E+03	3,2E+04 ± 3E+03	3,5E+04 ± 3E+03	9,5E+04 ± 5E+03
Be-7	4,1E+02 ± 4E+01			4,1E+02 ± 4E+01
I-131				
Cs-134				
Cs-137	2,6E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 2E+02	8,8E+03 ± 3E+02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	7,5E+01 ± 6E+00	8,9E+01 ± 6E+00	9,6E+01 ± 6E+00	2,6E+02 ± 1E+01

Vzorč. mesto	Ljubljana			
Datum vzor.	27. 10. 2014			
Gl. vzor. (cm)	0-5	5-10	10-15	0-15
Kol. vzor. (kg/m ³)	43,1	48,1	46,2	137,4
Oznaka vzorca	RP14ZN1AA1	RP14ZN1BA1	RP14ZN1CA1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	2,4E+03 ± 3E+02	2,2E+03 ± 2E+02	2,2E+03 ± 3E+02	6,8E+03 ± 5E+02
Ra-226	2,6E+03 ± 3E+02	3,2E+03 ± 3E+02	2,8E+03 ± 3E+02	8,6E+03 ± 5E+02
Pb-210	2,1E+03 ± 7E+02	3,3E+03 ± 3E+02	2,2E+03 ± 9E+02	7,6E+03 ± 1E+03
Ra-228	2,5E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 1E+02	2,7E+03 ± 1E+02	8,0E+03 ± 2E+02
Th-228	2,4E+03 ± 1E+02	2,8E+03 ± 1E+02	2,4E+03 ± 1E+02	7,6E+03 ± 2E+02
Th-230				
K-40	3,1E+04 ± 3E+03	3,6E+04 ± 3E+03	3,4E+04 ± 3E+03	1,0E+05 ± 6E+03
Be-7	4,6E+02 ± 2E+02			4,6E+02 ± 2E+02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	2,6E+03 ± 1E+02	3,2E+03 ± 3E+02	2,7E+03 ± 1E+02	8,5E+03 ± 3E+02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	7,7E+01 ± 5E+00	1,1E+02 ± 7E+00	9,3E+01 ± 6E+00	2,8E+02 ± 1E+01

Tabela A.19 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zemlje - Kobariid

Oznaka vzorca	ZKO050514	ZKO100514	ZKO150514	ZKO050914	ZKO100914	ZKO150914
Datum vz.	16.5.2014	16.5.2014	16.5.2014	20.9.2014	20.9.2014	20.9.2014
Datum mer.	27.5.2014	27.5.2014	27.5.2014	24.9.2014	24.9.2014	25.9.2014
Dat. mer. Sr-90	21.6.2014	21.6.2014	21.6.2014	5.12.2014	8.12.2014	8.12.2014
Kol. vzorca (m ²)	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2
Kol. vzorca (kg)	8,16E-1	6,73E-1	6,06E-1	5,14E-1	6,23E-1	5,70E-1
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)						
U (Th-234)	4,7E+1 ± 6E+0	4,4E+1 ± 5E+0	5,5E+1 ± 6E+0	3,8E+1 ± 5E+0	3,2E+1 ± 4E+0	4,1E+1 ± 5E+0
Ra-226*	2,7E+1 ± 7E-1	3,1E+1 ± 7E-1	2,9E+1 ± 7E-1	2,7E+1 ± 7E-1	2,4E+1 ± 1E+0	2,9E+1 ± 1E+0
Pb-210	1,4E+2 ± 1E+1	1,3E+2 ± 1E+1	1,1E+2 ± 9E+0	1,5E+2 ± 1E+1	1,1E+2 ± 9E+0	1,0E+2 ± 9E+0
Th (Ra-228)	3,7E+1 ± 1E+0	3,8E+1 ± 1E+0	3,8E+1 ± 1E+0	3,6E+1 ± 1E+0	3,1E+1 ± 2E+0	3,6E+1 ± 2E+0
Th-228	3,5E+1 ± 2E+0	3,5E+1 ± 1E+0	3,7E+1 ± 2E+0	3,5E+1 ± 2E+0	2,8E+1 ± 2E+0	3,5E+1 ± 2E+0
K-40	4,1E+2 ± 2E+1	4,1E+2 ± 2E+1	4,0E+2 ± 2E+1	4,2E+2 ± 2E+1	3,2E+2 ± 6E+1	3,9E+2 ± 7E+1
Be-7	2,6E+1 ± 3E+0			2,8E+1 ± 2E+0		
Cs-134						
Cs-137	1,3E+2 ± 4E+0	1,4E+2 ± 4E+0	1,2E+2 ± 3E+0	1,3E+2 ± 3E+0	1,2E+2 ± 3E+0	1,2E+2 ± 3E+0
Sr-90	1,4E+0 ± 3E-1	3,2E+0 ± 3E-1	3,0E+0 ± 3E-1	1,7E+0 ± 2E-1	2,6E+0 ± 3E-1	3,0E+0 ± 3E-1
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)						
U (Th-234)	1,2E+3 ± 2E+2	9,5E+2 ± 1E+2	1,1E+3 ± 1E+2	6,2E+2 ± 8E+1	6,4E+2 ± 8E+1	7,4E+2 ± 9E+1
Ra-226*	7,0E+2 ± 2E+1	6,6E+2 ± 1E+1	5,6E+2 ± 1E+1	4,5E+2 ± 1E+1	4,7E+2 ± 2E+1	5,2E+2 ± 2E+1
Pb-210	3,7E+3 ± 3E+2	2,7E+3 ± 2E+2	2,1E+3 ± 2E+2	2,5E+3 ± 2E+2	2,2E+3 ± 2E+2	1,8E+3 ± 2E+2
Th (Ra-228)	9,6E+2 ± 4E+1	8,1E+2 ± 3E+1	7,3E+2 ± 3E+1	5,8E+2 ± 2E+1	6,2E+2 ± 4E+1	6,5E+2 ± 4E+1
Th-228	9,1E+2 ± 5E+1	7,5E+2 ± 3E+1	7,1E+2 ± 3E+1	5,7E+2 ± 2E+1	5,5E+2 ± 4E+1	6,3E+2 ± 4E+1
K-40	1,1E+4 ± 6E+2	8,7E+3 ± 5E+2	7,7E+3 ± 4E+2	6,8E+3 ± 4E+2	6,4E+3 ± 1E+3	7,2E+3 ± 1E+3
Be-7	6,7E+2 ± 7E+1			4,6E+2 ± 4E+1		
Cs-134						
Cs-137	3,4E+3 ± 9E+1	3,1E+3 ± 8E+1	2,4E+3 ± 6E+1	2,1E+3 ± 5E+1	2,3E+3 ± 6E+1	2,2E+3 ± 6E+1
Sr-90	3,6E+1 ± 8E+0	8,3E+1 ± 8E+0	7,7E+1 ± 8E+0	4,4E+1 ± 4E+0	6,8E+1 ± 8E+0	7,7E+1 ± 7E+0

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja.

Tabela A.20 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih v vzorcih zemlje - Murska Sobota

Oznaka vzorca	ZMS050514	ZMS100514	ZMS150514	ZMS050914	ZMS100914	ZMS150914
Datum vz.	10.5.2014	10.5.2014	10.5.2014	27.9.2014	27.9.2014	27.9.2014
Datum mer:	22.5.2014	22.5.2014	22.5.2014	7.10.2014	8.10.2014	8.10.2014
Dat. mer. Sr-90	21.6.2014	21.6.2014	21.6.2014	8.12.2014	8.12.2014	8.12.2014
Kol. vzorca (m ²)	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2	3,14E-2
Kol. vzorca (kg)	7,59E-1	8,94E-1	5,93E-1	1,12E+0	1,15E+0	1,16E+0
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 15 cm
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)						
U (Th-234)	5,7E+1 ± 6E+0	5,1E+1 ± 6E+0	5,4E+1 ± 6E+0	5,3E+1 ± 6E+0	5,2E+1 ± 6E+0	5,1E+1 ± 6E+0
Ra-226*	3,7E+1 ± 8E-1	3,3E+1 ± 1E+0	3,5E+1 ± 7E-1	3,2E+1 ± 8E-1	2,7E+1 ± 1E+0	3,1E+1 ± 7E-1
Pb-210	7,4E+1 ± 7E+0	6,7E+1 ± 6E+0	5,4E+1 ± 5E+0	8,1E+1 ± 8E+0	4,5E+1 ± 6E+0	3,6E+1 ± 4E+0
Th (Ra-228)	4,4E+1 ± 1E+0	4,4E+1 ± 3E+0	4,4E+1 ± 1E+0	4,3E+1 ± 2E+0	4,3E+1 ± 3E+0	4,4E+1 ± 1E+0
Th-228	4,3E+1 ± 2E+0	4,1E+1 ± 2E+0	4,2E+1 ± 2E+0	3,9E+1 ± 2E+0	4,2E+1 ± 3E+0	4,2E+1 ± 2E+0
K-40	4,8E+2 ± 3E+1	4,8E+2 ± 8E+1	4,8E+2 ± 3E+1	5,2E+2 ± 3E+1	5,0E+2 ± 9E+1	5,3E+2 ± 3E+1
Be-7						
Cs-134						
Cs-137	3,4E+1 ± 1E+0	4,0E+1 ± 1E+0	2,6E+1 ± 8E-1	3,1E+1 ± 1E+0	2,3E+1 ± 8E-1	1,1E+1 ± 5E-1
Sr-90	8,3E-1 ± 3E-1	1,0E+0 ± 2E-1	2,4E+0 ± 4E-1	1,4E+0 ± 2E-1	1,6E+0 ± 2E-1	2,0E+0 ± 2E-1
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)						
U (Th-234)	1,4E+3 ± 2E+2	1,5E+3 ± 2E+2	1,0E+3 ± 1E+2	1,9E+3 ± 2E+2	1,9E+3 ± 2E+2	1,9E+3 ± 2E+2
Ra-226*	9,0E+2 ± 2E+1	9,4E+2 ± 4E+1	6,6E+2 ± 1E+1	1,1E+3 ± 3E+1	1,0E+3 ± 5E+1	1,2E+3 ± 3E+1
Pb-210	1,8E+3 ± 2E+2	1,9E+3 ± 2E+2	1,0E+3 ± 9E+1	2,9E+3 ± 3E+2	1,7E+3 ± 2E+2	1,3E+3 ± 2E+2
Th (Ra-228)	1,1E+3 ± 3E+1	1,2E+3 ± 8E+1	8,3E+2 ± 2E+1	1,5E+3 ± 5E+1	1,6E+3 ± 1E+2	1,6E+3 ± 5E+1
Th-228	1,0E+3 ± 4E+1	1,2E+3 ± 7E+1	7,8E+2 ± 3E+1	1,4E+3 ± 7E+1	1,6E+3 ± 1E+2	1,5E+3 ± 6E+1
K-40	1,2E+4 ± 7E+2	1,4E+4 ± 2E+3	9,1E+3 ± 5E+2	1,9E+4 ± 1E+3	1,8E+4 ± 3E+3	2,0E+4 ± 1E+3
Be-7						
Cs-134						
Cs-137	8,3E+2 ± 2E+1	1,1E+3 ± 3E+1	5,0E+2 ± 1E+1	1,1E+3 ± 4E+1	8,5E+2 ± 3E+1	4,2E+2 ± 2E+1
Sr-90	2,0E+1 ± 6E+0	2,4E+1 ± 5E+0	5,8E+1 ± 1E+1	3,4E+1 ± 4E+0	3,8E+1 ± 5E+0	4,8E+1 ± 5E+0

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja.

A.5 Sedimenti



Tabela A.21 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih sedimentov

Vzorč. mesto	Piranski zaliv	Piranski zaliv
Datum vzor.	13. 5. 2014	5. 11. 2014
Kol. vzorca (L)	51,80	55,58
Koda vzorca	RP14VM63351	RP14VM633B1
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)	
U-238		
Ra-226		
Pb-210		
Ra-228		
Th-228		
Th-230		
K-40		
Be-7		
I-131		
Cs-134		
Cs-137	1,5E+00 ± 2E-01	1,2E+00 ± 1E-01
Co-58		
Co-60		
Cr-51		
Mn-54		
Zn-65		
Nb-95		
Ru-106		
Sb-125		

Vzorč. mesto	Piranski zaliv	Piranski zaliv
Datum vzor.	13. 5. 2014	5. 11. 2014
Kol. vzorca (kg)	0,55	0,42
Koda vzorca	RP14SD63351	RP14SD633B1
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)	
U-238	7,8E+00 ± 1E+00	3,0E+01 ± 3E+00
Ra-226	1,2E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Pb-210	1,4E+01 ± 4E+00	1,3E+02 ± 8E+00
Ra-228	5,8E+00 ± 3E-01	1,9E+01 ± 1E+00
Th-228	5,8E+00 ± 3E-01	2,3E+01 ± 1E+00
Th-230	< 1E+01	
K-40	6,3E+01 ± 6E+00	4,3E+02 ± 4E+01
Be-7	4,3E+00 ± 3E-01	1,6E+02 ± 8E+00
I-131		
Cs-134		
Cs-137	1,8E-01 ± 3E-02	7,5E+00 ± 4E-01
Co-58		
Co-60		
Cr-51		
Mn-54		
Zn-65		
Nb-95		
Ru-106		
Sb-125		

A.6 Zunanje sevanje

Tabela A.22 | Izmerjene vrednosti zunanjega sevanja s TL dozimetri



Št. TLD	Mesto postavitve	Izmerjena doza H*(10) (mSv) v obdobju				Letna doza H*(10) (mSv)	Povprečna mesečna doza H*(10) (mSv) v obdobju				
		od 1.1.2014 do 1.7.2014		od 1.7.2014 do 1.1.2015		v 2014	od 1.1.2014 do 1.7.2014		od 1.7.2014 do 1.1.2015		v 2014
		od do	1.1.2014 1.7.2014	od do	1.7.2014 1.1.2015		od do	1.1.2014 1.7.2014	od do	1.7.2014 1.1.2015	
1	KOČEVJE	0,421 ± 0,065	0,469 ± 0,072	0,890 ± 0,097	0,071 ± 0,011	0,078 ± 0,012	0,074 ± 0,016				
2	DVOR PRI ŽUŽEMBERKU	0,443 ± 0,068	0,471 ± 0,073	0,914 ± 0,100	0,074 ± 0,011	0,078 ± 0,012	0,076 ± 0,017				
3	DOBLIČE ČRNOMELJ	0,540 ± 0,083	0,619 ± 0,095	1,158 ± 0,126	0,091 ± 0,014	0,102 ± 0,016	0,097 ± 0,021				
4	DRAŠIČI METLIKA	0,396 ± 0,061	0,413 ± 0,064	0,809 ± 0,088	0,067 ± 0,010	0,068 ± 0,011	0,067 ± 0,015				
5	NOVO MESTO	0,317 ± 0,049	0,355 ± 0,055	0,671 ± 0,073	0,053 ± 0,008	0,059 ± 0,009	0,056 ± 0,012				
6	MALKOVEC MOKRONOG	0,347 ± 0,053	0,369 ± 0,057	0,716 ± 0,078	0,058 ± 0,009	0,061 ± 0,009	0,060 ± 0,013				
7	LISCA	0,366 ± 0,056	0,353 ± 0,054	0,719 ± 0,078	0,061 ± 0,009	0,058 ± 0,009	0,060 ± 0,013				
8	CELJE	0,389 ± 0,060	0,408 ± 0,063	0,798 ± 0,087	0,065 ± 0,010	0,067 ± 0,010	0,066 ± 0,014				
9	ROGAŠKA SLATINA	0,397 ± 0,061	0,373 ± 0,057	0,770 ± 0,084	0,067 ± 0,010	0,062 ± 0,009	0,064 ± 0,014				
10	SLOVENSKE KONJICE	0,386 ± 0,059	0,397 ± 0,061	0,783 ± 0,085	0,065 ± 0,010	0,066 ± 0,010	0,065 ± 0,014				
11	ROGLA	0,499 ± 0,077	0,569 ± 0,088	1,068 ± 0,117	0,084 ± 0,013	0,094 ± 0,014	0,089 ± 0,019				
12	MARIBOR	0,384 ± 0,059	0,389 ± 0,060	0,773 ± 0,084	0,065 ± 0,010	0,064 ± 0,010	0,064 ± 0,014				
13	PTUJ	0,437 ± 0,067	0,456 ± 0,070	0,893 ± 0,097	0,073 ± 0,011	0,075 ± 0,012	0,074 ± 0,016				
14	JERUZALEM ORMOŽ	0,404 ± 0,062	0,424 ± 0,065	0,828 ± 0,090	0,068 ± 0,010	0,070 ± 0,011	0,069 ± 0,015				
15	LENDAVA	0,399 ± 0,061	0,442 ± 0,068	0,841 ± 0,092	0,067 ± 0,010	0,073 ± 0,011	0,070 ± 0,015				
16	MURSKA SOBOTA	0,367 ± 0,056	0,404 ± 0,062	0,770 ± 0,084	0,062 ± 0,009	0,067 ± 0,010	0,064 ± 0,014				
17	VELIKI DOLENCI	0,408 ± 0,063	0,431 ± 0,066	0,833 ± 0,091	0,069 ± 0,011	0,071 ± 0,011	0,070 ± 0,015				
18	GORNJA RADGONA	0,354 ± 0,055	0,378 ± 0,058	0,739 ± 0,080	0,060 ± 0,009	0,063 ± 0,010	0,061 ± 0,013				
19	SVEČINA PLAČ	0,470 ± 0,072	0,482 ± 0,074	0,951 ± 0,104	0,079 ± 0,012	0,080 ± 0,012	0,079 ± 0,017				
20	RIBNICA NA POHORJU	0,419 ± 0,065	0,445 ± 0,068	0,864 ± 0,094	0,070 ± 0,011	0,073 ± 0,011	0,072 ± 0,016				
21	KOTLJE	0,464 ± 0,071	0,493 ± 0,076	0,957 ± 0,104	0,078 ± 0,012	0,082 ± 0,013	0,080 ± 0,017				
22	VELENJE	0,392 ± 0,060	0,443 ± 0,068	0,835 ± 0,091	0,066 ± 0,010	0,073 ± 0,011	0,070 ± 0,015				
23	NAZARJE MOZIRJE	0,390 ± 0,060	0,424 ± 0,065	0,814 ± 0,089	0,066 ± 0,010	0,070 ± 0,011	0,068 ± 0,015				
24	LUČE OB SAVINJI	0,413 ± 0,064	0,442 ± 0,068	0,855 ± 0,093	0,069 ± 0,011	0,073 ± 0,011	0,071 ± 0,016				
25	VAČE	0,418 ± 0,064	0,453 ± 0,070	0,871 ± 0,095	0,070 ± 0,011	0,075 ± 0,012	0,073 ± 0,016				
26	LJUBLJANA BEŽIGRAD	0,344 ± 0,053	0,380 ± 0,058	0,724 ± 0,079	0,058 ± 0,009	0,063 ± 0,010	0,060 ± 0,013				
27	BRNIK AERODROM	0,476 ± 0,073	0,484 ± 0,075	0,960 ± 0,105	0,080 ± 0,012	0,080 ± 0,012	0,080 ± 0,017				
28	JEZERSKO	0,499 ± 0,077	0,523 ± 0,081	1,023 ± 0,111	0,084 ± 0,013	0,086 ± 0,013	0,085 ± 0,019				
29	PODLJUBELJ	0,378 ± 0,058	0,426 ± 0,066	0,804 ± 0,088	0,063 ± 0,010	0,070 ± 0,011	0,067 ± 0,015				
30	HLEBCE LESCE	0,454 ± 0,070	0,494 ± 0,076	0,948 ± 0,103	0,076 ± 0,012	0,082 ± 0,013	0,079 ± 0,017				
31	PLANINA POD GOLICO	0,429 ± 0,066	0,525 ± 0,081	0,954 ± 0,104	0,072 ± 0,011	0,087 ± 0,013	0,079 ± 0,017				
32	ZDENSKA VAS	0,427 ± 0,066	0,443 ± 0,068	0,869 ± 0,095	0,072 ± 0,011	0,073 ± 0,011	0,072 ± 0,016				
33	RATEČE	0,397 ± 0,061	0,477 ± 0,073	0,874 ± 0,096	0,067 ± 0,010	0,079 ± 0,012	0,073 ± 0,016				
34	TRENTA	0,296 ± 0,046	0,319 ± 0,049	0,615 ± 0,067	0,050 ± 0,008	0,053 ± 0,008	0,051 ± 0,011				
35	LOG POD MANGARTOM	0,435 ± 0,067	0,511 ± 0,079	0,946 ± 0,103	0,073 ± 0,011	0,085 ± 0,013	0,079 ± 0,017				
36	BOVEC	0,324 ± 0,050	0,386 ± 0,060	0,710 ± 0,078	0,054 ± 0,008	0,064 ± 0,010	0,059 ± 0,013				
37	TOLMIN	0,343 ± 0,053	0,382 ± 0,059	0,725 ± 0,079	0,058 ± 0,009	0,063 ± 0,010	0,060 ± 0,013				
38	BILJE NOVA GORICA	0,304 ± 0,047	0,339 ± 0,052	0,643 ± 0,070	0,051 ± 0,008	0,056 ± 0,009	0,054 ± 0,012				
39	VEDRIJAN KOJSKO	0,371 ± 0,057	0,411 ± 0,063	0,782 ± 0,085	0,062 ± 0,010	0,068 ± 0,010	0,065 ± 0,014				
40	LOKEV PRI LIPICI	0,477 ± 0,073	0,512 ± 0,079	0,989 ± 0,108	0,080 ± 0,012	0,085 ± 0,013	0,082 ± 0,018				
41	SEČOVLE AERODROM	0,306 ± 0,047	0,330 ± 0,051	0,636 ± 0,069	0,051 ± 0,008	0,054 ± 0,008	0,053 ± 0,012				
42	KOSEZE IL. BISTRICA	0,361 ± 0,056	0,397 ± 0,061	0,757 ± 0,083	0,061 ± 0,009	0,066 ± 0,010	0,063 ± 0,014				
43	ZALOG POSTOJNA	0,383 ± 0,059	0,456 ± 0,070	0,839 ± 0,092	0,064 ± 0,010	0,075 ± 0,012	0,070 ± 0,015				
44	NOVA VAS NA BLOKAH	0,504 ± 0,078	0,561 ± 0,086	1,064 ± 0,116	0,085 ± 0,013	0,093 ± 0,014	0,089 ± 0,019				
45	VRHNIKA	0,602 ± 0,093	0,639 ± 0,098	1,241 ± 0,135	0,101 ± 0,016	0,106 ± 0,016	0,103 ± 0,023				
46	VOJSKO	0,412 ± 0,063	0,468 ± 0,072	0,880 ± 0,096	0,069 ± 0,011	0,077 ± 0,012	0,073 ± 0,016				
47	SORICA	0,334 ± 0,051	0,373 ± 0,057	0,707 ± 0,077	0,056 ± 0,009	0,062 ± 0,009	0,059 ± 0,013				
48	STARA FUŽINA	0,284 ± 0,044	0,327 ± 0,050	0,611 ± 0,067	0,048 ± 0,007	0,054 ± 0,008	0,051 ± 0,011				
49	JELENJA VAS ISKRBA	0,623 ± 0,096	0,695 ± 0,107	1,318 ± 0,144	0,105 ± 0,016	0,115 ± 0,018	0,110 ± 0,024				
50	KREDARICA	0,342 ± 0,053	0,371 ± 0,057	0,713 ± 0,078	0,057 ± 0,009	0,061 ± 0,009	0,059 ± 0,013				
Število merilnih mest		50	50	50	50	50	50				
Povprečje - merilna mesta		0,406 ± 0,071	0,443 ± 0,080	0,849 ± 0,150	0,068 ± 0,012	0,073 ± 0,013	0,071 ± 0,016				
Najvišja doza		0,623 ± 0,096 ⁽⁴⁹⁾	0,695 ± 0,107 ⁽⁴⁹⁾	1,318 ± 0,144 ⁽⁴⁹⁾	0,105 ± 0,016 ⁽⁴⁹⁾	0,115 ± 0,018 ⁽⁴⁹⁾	0,110 ± 0,024 ⁽⁴⁹⁾				
Najnižja doza		0,284 ± 0,044 ⁽⁴⁸⁾	0,319 ± 0,049 ⁽³⁴⁾	0,611 ± 0,067 ⁽⁴⁸⁾	0,048 ± 0,007 ⁽⁴⁸⁾	0,053 ± 0,008 ⁽³⁴⁾	0,051 ± 0,011 ⁽⁴⁸⁾				

* Dozimeter je bil izgubljen oz. ukraden; vrednosti so dobljene z ekstrapolacijo iz podatkov za drugo polletje.

** Negotovost rezultatov meritev podajamo za interval zaupanja 95 %.

A.7 Pitna voda



Tabela A.23 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih pitne vode

Vzorč. mesto	Hrastje / Jarški prod	Mengeš	Kolovec	Podpeč - Preserje
Datum vzor.	26. 5. 2014	26. 5. 2014	26. 5. 2014	26. 3. 2014
Kol. vzorca (L)	50,25	50,81	51,53	50,29
Koda vzorca	RP14VD100051	RP14VD123451	RP14VD123551	RP14VD135231
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	2,3E+00 ± 6E-01	3,6E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 2E+00	3,6E+00 ± 2E+00
Ra-226	7,6E-01 ± 3E-01	< 1E+00	3,6E+00 ± 5E-01	5,9E-01 ± 4E-01
Pb-210	3,2E+00 ± 6E-01	< 2E+00	< 9E+00	< 2E+00
Ra-228		< 1E+00	2,0E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 7E-01
Th-228	1,6E-01 ± 6E-02	6,1E-01 ± 3E-01	3,9E-01 ± 3E-01	3,4E-01 ± 2E-01
Th-230				
K-40	3,3E+01 ± 4E+00	5,7E+00 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	5,1E+00 ± 2E+00
Be-7	3,5E+00 ± 8E-01	< 2E+00	< 2E+00	
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 5E-01			< 3E-01
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	4,3E-01 ± 1E-01	< 4E-01	1,6E+00 ± 1E-01	3,0E+00 ± 2E-01
H-3	7,4E+02 ± 1E+02	4,4E+02 ± 6E+01	7,8E+02 ± 9E+01	7,9E+02 ± 2E+02

Vzorč. mesto	Stari trg - Lož	Trbovlje	Radeče	Tabor
Datum vzor.	9. 4. 2014	26. 5. 2014	10. 4. 2014	20. 5. 2014
Kol. vzorca (L)	50,75	50,83	51,05	50,74
Koda vzorca	RP14VD138641	RP14VD142051	RP14VD143341	RP14VD330451
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	4,0E+00 ± 2E+00	< 4E+00	< 4E+00	2,3E+00 ± 2E+00
Ra-226	1,4E+00 ± 5E-01	6,4E+00 ± 7E-01	5,0E+00 ± 7E-01	
Pb-210	< 3E+00	1,9E+00 ± 1E+00	< 5E+00	< 2E+00
Ra-228	1,1E+00 ± 6E-01	3,1E+00 ± 4E-01	< 4E-01	< 2E+00
Th-228	5,0E-01 ± 2E-01	3,0E-01 ± 2E-01	< 4E-01	< 5E-01
Th-230				
K-40	7,6E+00 ± 4E+00	2,6E+01 ± 4E+00	1,1E+01 ± 2E+00	1,1E+01 ± 3E+00
Be-7		1,7E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 1E+00	4,6E+00 ± 1E+00
I-131				
Cs-134				
Cs-137		< 6E-01	1,6E-01 ± 8E-02	< 2E-01
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	< 6E-01	7,6E-01 ± 8E-02	8,5E-01 ± 2E-01	7,3E-01 ± 1E-01
H-3	6,2E+02 ± 8E+01	7,2E+02 ± 7E+01	5,8E+02 ± 9E+01	8,4E+02 ± 1E+02

Tabela A.24 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih pitne vode



Vzorč. mesto	Velenje - Šoštanj	Zadlaščica (Tolmin)	Hubelj (Ajdovščina)	Spodnja Idrija
Datum vzor.	20. 5. 2014	26. 3. 2014	26. 3. 2014	26. 3. 2014
Kol. vzorca (L)	51,46	51,43	49,64	47,21
Koda vzorca	RP14VD332051	RP14VD522031	RP14VD527031	RP14VD528131
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)			
U-238	1,2E+01 ± 1E+00		< 8E+00	1,2E+01 ± 5E+00
Ra-226	2,5E+01 ± 3E+00			
Pb-210	< 3E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 4E+00
Ra-228	2,0E+00 ± 5E-01	8,7E-01 ± 4E-01	< 1E+00	< 1E+00
Th-228	2,2E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 3E-01	5,5E-01 ± 2E-01
Th-230				
K-40	4,0E+01 ± 5E+00	< 5E+00	< 8E+00	< 9E+00
Be-7	< 3E+00	6,6E+00 ± 1E+00	5,2E+00 ± 1E+00	
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 3E-01		2,7E-01 ± 1E-01	< 4E-01
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	6,7E-01 ± 8E-02	6,6E+00 ± 4E-01	2,0E+00 ± 2E-01	1,9E+00 ± 2E-01
H-3	7,6E+02 ± 1E+02	7,0E+02 ± 1E+02	6,3E+02 ± 2E+02	4,8E+02 ± 2E+02

Vzorč. mesto	Sevnica	Straža	Ljutomer - Mota
Datum vzor.	10. 4. 2014	10. 4. 2014	19. 5. 2014
Kol. vzorca (L)	50,23	49,63	51,79
Koda vzorca	RP14VD829041	RP14VD835141	RP14VD924051
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
U-238	3,0E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 2E+00	6,9E+00 ± 4E+00
Ra-226	4,7E+00 ± 9E-01	< 2E+00	2,3E+00 ± 4E-01
Pb-210	< 2E+00	< 3E+00	3,3E+00 ± 2E+00
Ra-228	1,6E+00 ± 5E-01	1,7E+00 ± 6E-01	2,4E+00 ± 4E-01
Th-228	3,7E-01 ± 2E-01	5,6E-01 ± 2E-01	3,6E-01 ± 2E-01
Th-230			
K-40	1,3E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 4E+00	9,2E+01 ± 9E+00
Be-7		4,7E+00 ± 2E+00	
I-131			
Cs-134			
Cs-137		< 4E-01	
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	< 5E-01	5,3E-01 ± 8E-02	5,9E-01 ± 1E-01
H-3	8,1E+02 ± 9E+01	5,3E+02 ± 1E+02	8,8E+02 ± 1E+02

A.8 Hrana

ZVD

Tabela A.25 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Ljubljana

Oznaka vzorca	MLLJ0214	MLLJ0414	MLLJ0614	MLLJ0814	MLLJ1014	MLLJ1214	
Datum vz.	jan - feb	mar - apr	maj - jun	jul - avg	sep - okt	nov - dec	
Datum mer.	15.3.2014	9.5.2014	10.7.2014	9.9.2014	7.11.2014	8.1.2014	Letno povprečje
Dat. mer. Sr-90	23.4.2014	25.6.2014	23.8.2014	4.10.2014	10.12.2014	27.1.2015	
Kol. vzorca (g)	10836	10826	10934	10836	10902	10844	
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq / kg)						
U (²³⁴ Th)	1,1E+0 ± 1E-1			1,4E-1 ± 4E-2		1,1E-1 ± 5E-2	4,5E-1
²²⁶ Ra*	8,0E-2 ± 5E-3		5,4E-3 ± 3E-3		2,2E-2 ± 8E-3		3,6E-2
²¹⁰ Pb	4,3E-1 ± 6E-2		3,8E-2 ± 3E-2		8,7E-2 ± 5E-2		1,9E-1
Th (²²⁸ Ra)	4,2E-2 ± 8E-3	1,9E-2 ± 1E-2	1,7E-2 ± 1E-2	3,8E-2 ± 3E-2	2,3E-2 ± 1E-2		2,8E-2
²²⁸ Th	4,3E-2 ± 9E-3				2,1E-2 ± 1E-2	3,6E-2 ± 2E-2	3,3E-2
⁴⁰ K	3,6E+1 ± 2E+0	4,9E+1 ± 3E+0	3,5E+1 ± 2E+0	4,9E+1 ± 3E+0	4,8E+1 ± 3E+0	5,1E+1 ± 3E+0	4,5E+1
⁷ Be							
¹³⁴ Cs							
¹³⁷ Cs	2,3E-2 ± 4E-3	3,4E-2 ± 4E-3	2,8E-2 ± 3E-3	5,9E-2 ± 5E-3	5,5E-2 ± 4E-4	1,9E-1 ± 1E-2	6,5E-2
¹³¹ I							
⁹⁰ Sr	2,3E-2 ± 4E-3	2,9E-2 ± 4E-3	4,6E-2 ± 5E-3	3,0E-2 ± 4E-3	3,7E-2 ± 5E-3	1,4E-2 ± 4E-3	3,0E-2

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

ZVD

Tabela A.26 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Kobarid

Oznaka vzorca	MLKO0214	MLKO0414	MLKO0614	MLKO0814	MLKO1014	MLKO1214	
Datum vz.	jan - feb	mar - apr	maj - jun	jul - avg	sep - okt	nov - dec	
Datum mer.	18.3.2014	19.5.2014	9.7.2014	9.9.2014	10.11.2014	8.1.2014	Letno povprečje
Dat. mer. Sr-90	23.4.2014	25.6.2014	23.8.2014	4.10.2014	11.12.2014	27.1.2015	
Kol. vzorca (g)	7738	8212	8226	8050	9596	9360	
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq / kg)						
U (²³⁴ Th)		7,1E-2 ± 6E-2		3,7E-1 ± 9E-2			2,2E-1
²²⁶ Ra*	2,3E-2 ± 6E-3		1,4E-2 ± 5E-3	1,4E-1 ± 8E-3	5,2E-2 ± 8E-3	4,9E-2 ± 9E-3	5,6E-2
²¹⁰ Pb	6,4E-2 ± 6E-2				8,9E-2 ± 6E-2	1,3E-1 ± 7E-2	9,3E-2
Th (²²⁸ Ra)	3,0E-2 ± 2E-2	2,4E-2 ± 2E-2		2,0E-2 ± 2E-2	2,7E-2 ± 2E-2		2,5E-2
²²⁸ Th			4,1E-2 ± 1E-2	3,7E-2 ± 1E-2	1,6E-2 ± 1E-2		3,1E-2
⁴⁰ K	4,9E+1 ± 3E+0	4,8E+1 ± 3E+0	4,8E+1 ± 3E+0	5,0E+1 ± 1E+0	5,0E+1 ± 1E+0	5,1E+1 ± 1E+0	4,9E+1
⁷ Be							
¹³⁴ Cs							
¹³⁷ Cs	6,1E-2 ± 6E-3	6,9E-2 ± 7E-3	9,9E-2 ± 6E-3	1,3E-1 ± 7E-3	1,1E-1 ± 7E-3	4,9E-2 ± 6E-3	8,6E-2
¹³¹ I							
⁹⁰ Sr	4,5E-2 ± 6E-3	5,5E-2 ± 6E-3	6,4E-2 ± 6E-3	4,9E-2 ± 6E-3	2,5E-2 ± 5E-3	6,0E-2 ± 6E-3	5,0E-2

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.27 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Bohinjska Bistrica

ZVD

Oznaka vzorca	MLBB0214	MLBB0414	MLBB0614	MLBB0814	MLBB1014	MLBB1214	
Datum vz.	jan - feb	mar - apr	maj - jun	jul - avg	sep - okt	nov - dec	
Datum mer.	14.3.2014	19.5.2014	15.7.2014	11.9.2014	10.11.2014	9.1.2015	Letno povprečje
Dat. mer. Sr-90	23.4.2014	25.6.2014	21.8.2014	23.10.2014	13.12.2014	27.1.2015	
Kol. vzorca (g)	9042	8830	9236	9364	9428	8920	
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq / kg)						
U (²³⁴ Th)				1,9E-1 ± 5E-2			1,9E-1
²²⁶ Ra*	9,8E-3 ± 4E-3	1,7E-2 ± 7E-3	5,9E-3 ± 2E-3		1,9E-2 ± 8E-3	1,4E-2 ± 8E-3	1,3E-2
²¹⁰ Pb							
Th (²²⁸ Ra)	2,1E-2 ± 1E-2			8,2E-2 ± 3E-2		9,7E-2 ± 1E-2	6,7E-2
²²⁸ Th		1,5E-2 ± 1E-2	7,5E-3 ± 5E-3	5,8E-2 ± 2E-2		2,0E-2 ± 1E-2	2,5E-2
⁴⁰ K	4,9E+1 ± 3E+0	5,2E+1 ± 2E+0	5,2E+1 ± 3E+0	5,2E+1 ± 3E+0	4,9E+1 ± 3E+0	5,1E+1 ± 3E+0	5,1E+1
⁷ Be							
¹³⁴ Cs							
¹³⁷ Cs	2,4E-1 ± 9E-3	3,5E-2 ± 5E-3	2,7E-2 ± 2E-3	2,9E-2 ± 6E-3	4,6E-2 ± 7E-3	3,9E-2 ± 4E-3	6,9E-2
¹³¹ I							
⁹⁰ Sr	3,3E-2 ± 5E-3	1,4E-2 ± 4E-3	4,6E-2 ± 6E-3	1,2E-2 ± 4E-3	1,2E-2 ± 4E-3	1,7E-2 ± 4E-3	2,2E-2

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.28 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih mleka - Murska Sobota

ZVD

Oznaka vzorca	MLMS0214	MLMS0414	MLMS0614	MLMS0814	MLMS1014	MLMS1214	
Datum vz.	jan - feb	mar - apr	maj - jun	jul - avg	sep - okt	nov - dec	
Datum mer.	12.3.2014	8.5.2014	4.7.2014	5.9.2014	4.11.2014	6.1.2015	Letno povprečje
Dat. mer. Sr-90	23.4.2014	25.6.2014	21.8.2014	4.10.2014	30.12.2014	27.1.2015	
Kol. vzorca (g)	500	500	500	500	500	500	
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq / kg)						
U (²³⁴ Th)	2,4E+0 ± 1E+0						2,4E+0
²²⁶ Ra*	5,0E-1 ± 2E-1			9,6E-2 ± 7E-2		1,5E-1 ± 6E-2	2,5E-1
²¹⁰ Pb							
Th (²²⁸ Ra)						2,8E-1 ± 2E-1	
²²⁸ Th		6,5E-1 ± 3E-1				5,4E-1 ± 1E-1	6,0E-1
⁴⁰ K	5,4E+2 ± 4E+1	5,4E+2 ± 4E+1	5,2E+2 ± 2E+2	5,5E+2 ± 4E+1	5,3E+2 ± 3E+1	5,6E+2 ± 4E+1	5,4E+2
⁷ Be							
¹³⁴ Cs							
¹³⁷ Cs	5,3E-1 ± 1E-1	< 8,0E-1	4,2E-1 ± 7E-2	3,3E-1 ± 4E-2	3,3E-1 ± 7E-2	6,1E-1 ± 6E-2	5,0E-1
¹³¹ I							
⁹⁰ Sr	1,6E-1 ± 5E-2	3,0E-1 ± 5E-2	2,8E-1 ± 6E-2	3,4E-1 ± 5E-2	2,7E-1 ± 7E-2	1,1E+0 ± 9E-2	4,0E-1

Specifična aktivnost je preračunana na sredino intervala vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

ZVD

Tabela A.29 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih živil živalskega izvora

Oznaka vzorca	MS010314	MS020414	MS030514	MS040514	MS050614
Vzorec	jajca	postrvi	goveje meso	divjačina srnjad	svinjina
Kraj vz.:	Pivka	Cerklje na Gorenj.	Dutovlje	Slovenske Konjice	Ptuj
Datum vzor.	11.3.2014	22.4.2014	14.5.2014	21.5.2014	3.6.2014
Datum merj.	21.3.2014	28.4.2014	23.5.2014	2.6.2014	11.6.2014
Dat. mer. Sr-90	23.6.2014	23.6.2014	1.8.2014	27.8.2014	27.8.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)				
U (²³⁴ Th)	6,9E-2 ± 6E-2	3,3E+0 ± 4,E-01		3,4E-1 ± 1E-1	6,1E-1 ± 2E-1
²²⁶ Ra*	2,6E-2 ± 1E-2	8,5E-2 ± 1,E-02	7,6E-2 ± 1E-2		1,1E-1 ± 2E-2
²¹⁰ Pb			< 6,1E-1		
Th (²²⁸ Ra)	3,8E-2 ± 2E-2				7,8E-2 ± 6E-2
²²⁸ Th		8,4E-2 ± 3,E-02			6,6E-2 ± 5E-2
⁴⁰ K	4,3E+1 ± 2E+0	8,1E+1 ± 2E+0	8,1E+1 ± 2E+0	8,1E+1 ± 5E+0	1,0E+2 ± 3E+0
⁷ Be					
¹³⁴ Cs					
¹³⁷ Cs	5,1E-2 ± 7E-3	2,7E-1 ± 1E-2	2,0E-1 ± 1E-2	4,1E-1 ± 3E-2	6,7E-2 ± 2E-2
¹³¹ I					
⁹⁰ Sr	5,5E-2 ± 1E-2	5,7E-2 ± 2E-2	< 3,0E-2	< 1,7E-2	2,1E-1 ± 3E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	MS060614	MS070614	MS080714	
Vzorec	puranje meso	med cvetlični	sir tilzit	
Kraj vz.:	Zalog Ljubljana	Polhov Gradec	Ljutomer	
Datum vzor.	9.6.2014	29.5.2014	3.7.2014	
Datum merj.	30.6.2014	18.6.2014	16.7.2014	
Dat. mer. Sr-90	7.8.2014	7.8.2014	22.9.2014	Povprečje
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)			
U (²³⁴ Th)		7,1E-2 ± 3,E-02	3,2E-1 ± 2E-1	5,9E-01
²²⁶ Ra*	7,0E-2 ± 3E-2	8,3E-2 ± 6,E-03	9,3E-2 ± 3E-2	6,8E-02
²¹⁰ Pb		1,0E-1 ± 3E-2	3,2E-1 ± 2E-1	1,3E-01
Th (²²⁸ Ra)				1,5E-02
²²⁸ Th		4,1E-2 ± 1,E-02	1,3E-1 ± 6E-2	4,0E-02
⁴⁰ K	1,2E+2 ± 7E+0	3,8E+1 ± 2E+0	2,6E+1 ± 2E+0	7,2E+01
⁷ Be				
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs	< 1,8E-1	3,1E-1 ± 1E-2	< 1E-1	2,0E-01
¹³¹ I				
⁹⁰ Sr	< 3,9E-2	< 4,2E-2	< 3,4E-1 #	9,9E-02

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.30 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih kruha in žitaric

ZVD

Oznaka vzorca	MO040514	MO030514	MO020514	MO010514
Vzorec	kruh polbeli	kruh rženi	moka pšenična	moka graham
Kraj vz.:	Gornja Radgona	Celje	Murska Sobota	Murska Sobota
Datum vzor.	10.5.2014	10.5.2014	10.5.2014	10.5.2014
Datum merj.	19.5.2014	20.5.2014	20.5.2014	20.5.2014
Dat. mer. Sr-90	27.8.2014	28.6.2014	28.6.2014	28.6.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)			
U (²³⁴ Th)	2,6E-1 ± 9E-2		8,6E-2 ± 4E-2	3,2E-1 ± 2E-1
²²⁶ Ra*		6,8E-2 ± 1,E-02	2,1E-2 ± 5E-3	7,3E-2 ± 1E-2
²¹⁰ Pb	< 5,2E-1			
Th (²²⁸ Ra)	1,2E-1 ± 4E-2	1,4E-01 ± 2,E-02	4,8E-2 ± 1E-2	2,7E-01 ± 3,E-02
²²⁸ Th		5,7E-2 ± 2,E-02	1,6E-2 ± 9E-3	4,8E-2 ± 3E-2
⁴⁰ K	6,1E+1 ± 2E+0	8,0E+1 ± 4E+0	4,8E+1 ± 1E+0	1,2E+2 ± 7E+0
⁷ Be				
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs	1,5E-2 ± 5E-3	6,4E-2 ± 8E-3	< 1,9E-2	4,1E-2 ± 1E-2
¹³¹ I				
⁹⁰ Sr	7,0E-2 ± 2E-2	1,3E-1 ± 3E-2	6,6E-2 ± 8E-3	1,7E-1 ± 2E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	MO050514	MO060814		
Vzorec	kruh beli	pšenica		
Kraj vz.:	Kobarid	Postojna		
Datum vzor.	16.5.2014	21.8.2014		
Datum merj.	26.5.2014	27.8.2014		
Dat. mer. Sr-90	27.8.2014	22.9.2014		Povprečje
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)			
U (²³⁴ Th)	1,5E-1 ± 1E-1	3,3E-1 ± 1,E-01		2,3E-1 ± 1E-1
²²⁶ Ra*	3,5E-2 ± 1E-2	3,4E-1 ± 2,E-02		1,1E-1 ± 1E-1
²¹⁰ Pb		4,5E-1 ± 2E-1		4,9E-1 ± 5E-2
Th (²²⁸ Ra)	9,4E-2 ± 3E-2	3,2E-01 ± 3,E-02		1,7E-1 ± 1E-1
²²⁸ Th				4,0E-2 ± 2E-2
⁴⁰ K	4,2E+1 ± 1E+0	1,7E+2 ± 8E+0		8,7E+1 ± 5E+1
⁷ Be		1,7E+0 ± 1E-1		
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs	< 7,9E-2	2,3E-2 ± 6E-3		4,0E-2 ± 3E-2
¹³¹ I				
⁹⁰ Sr	8,4E-2 ± 1E-2	6,3E-2 ± 2E-3		9,7E-2 ± 4E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.31 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih sadja

Oznaka vzorca	SS010314	SS020514	SS030514	SS040714
Vzorec	borovnice	jagode	češnje	marelice
Kraj vz.:	Ukrajina	Kostanjevica	Dobrovo v Brdih	Lenart
Datum vzor.	7.3.2014	20.5.2014	20.5.2014	3.7.2014
Datum merj.	18.3.2014	28.5.2014	28.5.2014	11.7.2014
Dat. mer. Sr-90	22.5.2014	28.6.2014	28.6.2014	18.9.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)			
U (²³⁴ Th)			2,4E-1 ± 6E-2	
²²⁶ Ra*	4,8E-2 ± 1E-2	4,1E-2 ± 7,E-03	1,7E-2 ± 1E-2	5,0E-2 ± 1E-2
²¹⁰ Pb	1,6E-1 ± 8E-2			1,4E-1 ± 1,E-01
Th (²²⁸ Ra)	9,7E-2 ± 1E-2	2,8E-02 ± 2,E-02	5,8E-2 ± 4E-2	
²²⁸ Th	2,9E-2 ± 2E-2	1,6E-2 ± 1,E-02	7,8E-2 ± 2E-2	3,4E-2 ± 2E-2
⁴⁰ K	3,1E+1 ± 8E-1	3,8E+1 ± 2E+0	4,6E+1 ± 5E-2	8,3E+1 ± 2E+0
⁷ Be	2,9E+0 ± 3E-1			6,7E-1 ± 6E-2
¹³⁴ Cs	1,7E-2 ± 3E-3			
¹³⁷ Cs	2,0E+2 ± 5E+0	< 3,3E-2	< 5,0E-2	< 4,9E-2
¹³¹ I				
⁹⁰ Sr	2,2E+0 ± 1E-1	1,2E-1 ± 1E-2	6,8E-2 ± 7E-3	5,4E-2 ± 1E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	SS050714	SS060814	
Vzorec	breskve	jabolka	
Kraj vz.:	Portorož	Črnomelj	
Datum vzor.	3.7.2014	19.8.2014	
Datum merj.	17.7.2014	27.8.2014	
Dat. mer. Sr-90	18.9.2014	23.9.2014	Povprečje
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)		
U (²³⁴ Th)			< 2,4E-1
²²⁶ Ra*	2,1E-1 ± 5E-2	3,7E-2 ± 6,E-03	6,7E-2 ± 7,1E-2
²¹⁰ Pb			1,5E-1 ± 1,3E-2
Th (²²⁸ Ra)			6,1E-2 ± 3,5E-2
²²⁸ Th	1,7E-2 ± 1E-2		< 3,5E-2
⁴⁰ K	5,6E+1 ± 2E+0	2,9E+1 ± 2E+0	4,7E+1 ± 2,0E+1
⁷ Be	7,7E-1 ± 5E-2		1,4E+0 ± 1,3E+0
¹³⁴ Cs			
¹³⁷ Cs	< 3,5E-2	< 3,5E-2	3,3E+1 ± 8,1E+1
¹³¹ I			
⁹⁰ Sr	2,1E-2 ± 6E-3	< 4,9E-3	4,1E-1 ± 8,7E-1

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.32 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih zelenjave

ZVD

Oznaka vzorca	SZ010514	SZ020614	SZ030614	SZ040614
Vzorec	solata	blitva	zelje	krompir
Kraj vz.:	Ljubljana	Koper	Maribor	Kranj
Datum vzor.	20.5.2014	3.6.2014	9.6.2014	9.6.2014
Datum merj.	28.5.2014	12.6.2014	13.6.2014	19.6.2014
Dat. mer. Sr-90	28.6.2014	6.8.2014	6.8.2014	6.8.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)			
U (²³⁴ Th)	1,5E-1 ± 4E-2	3,3E-1 ± 8,E-02	1,7E-1 ± 3E-2	
²²⁶ Ra*	1,6E-2 ± 7E-3	7,4E-2 ± 1,E-02		
²¹⁰ Pb	2,6E-1 ± 9E-2	8,0E-1 ± 1E-1		
Th (²²⁸ Ra)		1,4E-01 ± 3,E-02		
²²⁸ Th	3,4E-2 ± 2E-2	1,1E-1 ± 2,E-02		
⁴⁰ K	8,9E+1 ± 5E+0	8,3E+1 ± 2E+0	6,7E+1 ± 4E+0	1,2E+2 ± 7E+0
⁷ Be	3,2E+0 ± 1E-1	6,4E+0 ± 2E-1		
¹³⁴ Cs				
¹³⁷ Cs	3,9E-2 ± 8E-3	1,5E-1 ± 1E-2	8,7E-3 ± 3E-3	3,2E-2 ± 1E-2
¹³¹ I				
⁹⁰ Sr	< 9,5E-3	2,4E-1 ± 2E-2	< 8,1E-3	1,7E-1 ± 1E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	SZ050714	SZ060714	
Vzorec	rdeča pesa	bučke	
Kraj vz.:	Lenart	Porotroč	
Datum vzor.	3.7.2014	3.7.2014	
Datum merj.	23.7.2014	21.7.2014	
Dat. mer. Sr-90	23.10.2014	13.10.2014	Povprečje
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)		
U (²³⁴ Th)	8,9E-2 ± 5E-2		1,8E-1 ± 1,0E-1
²²⁶ Ra*	4,8E-2 ± 7E-3		4,6E-2 ± 2,9E-2
²¹⁰ Pb			5,3E-1 ± 3,8E-1
Th (²²⁸ Ra)	9,3E-2 ± 2E-2		1,2E-1 ± 3,3E-2
²²⁸ Th	3,8E-2 ± 2E-2		< 6,1E-2
⁴⁰ K	1,5E+2 ± 8E+0	8,3E+1 ± 5E+0	9,8E+1 ± 3,1E+1
⁷ Be	1,4E-1 ± 3E-2	1,7E-1 ± 5E-2	2,5E+0 ± 3,0E+0
¹³⁴ Cs			
¹³⁷ Cs	2,8E-2 ± 6E-3	< 5,1E-2	5,1E-2 ± 5,0E-2
¹³¹ I			
⁹⁰ Sr	< 1,9E-2	3,1E-2 ± 8E-3	8,0E-2 ± 1,0E-1

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Tabela A.33 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih obroka hrane

Oznaka vzorca	OHLJ0314	OHKP0314	OHMB0314	OHNM0314	OHKJ0314
Vzorec	otročka hrana	otročka hrana	otročka hrana	otročka hrana	otročka hrana
Kraj vz.:	Ljubljana	Koper	Maribor	Novo mesto	Kranj
Datum vzor.	3.3. - 7.3.14	10.3. - 14.3.14	17.3. - 21.3.2014	24.3. - 28.3.2014	24.3. - 28.3.2014
Datum merj.	19.3.2014	21.3.2014	2.4.2014	7.4.2014	9.4.2014
Dat mer. Sr-90	22.5.2014	22.5.2014	22.5.2014	22.5.2014	22.5.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)				
U (²³⁴ Th)		1,9E+0 ± 2,E-01	1,2E-1 ± 5E-2		4,0E-2 ± 2E-2
²²⁶ Ra*	8,5E-2 ± 9E-3	4,2E-2 ± 5,E-03	2,7E-2 ± 9E-3	8,3E-2 ± 8E-3	7,7E-3 ± 3E-3
²¹⁰ Pb		9,3E-1 ± 7E-2	5,9E-2 ± 5E-2		
Th (²²⁸ Ra)	3,8E-2 ± 2E-2	1,5E-01 ± 1,E-02	3,5E-2 ± 1E-2	5,3E-02 ± 2,E-02	1,5E-2 ± 9E-3
²²⁸ Th		1,1E-1 ± 9,E-03			2,8E-2 ± 9E-3
⁴⁰ K	6,7E+1 ± 2E+0	5,9E+1 ± 2E+0	5,5E+1 ± 3E+0	4,2E+1 ± 2E+0	3,8E+1 ± 2E+0
⁷ Be					
¹³⁴ Cs					
¹³⁷ Cs	1,2E-1 ± 8E-3	1,2E+0 ± 3E-2	2,6E-1 ± 9E-3	1,3E-1 ± 9E-3	3,2E-2 ± 3E-3
¹³¹ I					
⁹⁰ Sr	1,6E-2 ± 8E-3	2,1E-2 ± 6E-3	2,9E-2 ± 7E-3	< 1,6E-2	4,5E-2 ± 8E-3

Specifična aktivnost je preračunana na zadnji dan vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

A.9 Krmila

Tabela A.34 | Specifične aktivnosti izotopov v vzorcih krme

ZVD

Oznaka vzorca	RV1060514	RV1140514	RV1080514	RV1070514	RV1580614
Vzorec	krmna mešanica za kokoši	krmna mešanica s Ca fosfatom	sveža trava	sveža trava	travna silaža
Kraj vz.:	Ljubljana	Pivka	Krško	Sevnica	Bizovik
Datum vzor.	14.5.2014	13.5.2014	14.5.2014	14.5.2014	9.6.2014
Datum merj.	23.5.2014	23.5.2014	26.5.2014	26.5.2014	17.6.2014
Dat. mer. Sr-90	29.8.2014	1.9.2014	18.9.2014	29.8.2014	1.9.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)				
U (²³⁴ Th)	3,5E+0 ± 4E-1	1,0E+1 ± 1E+0	6,0E-1 ± 2E-1	5,6E-1 ± 2,E-01	1,8E+0 ± 6E-1
²²⁶ Ra*	4,2E-1 ± 2E-2	3,1E-1 ± 3E-2	1,5E-1 ± 3E-2	2,0E-1 ± 3,E-02	7,9E-1 ± 1E-1
²¹⁰ Pb		3,9E-1 ± 3,E-01	6,5E+0 ± 6E-1	6,8E+0 ± 6E-1	2,3E+1 ± 2E+0
Th (²²⁸ Ra)	1,2E+0 ± 6E-2	1,2E+00 ± 9,E-02	1,9E-1 ± 6E-2	2,2E-01 ± 6,E-02	6,1E-1 ± 2E-1
Th (²²⁸ Th)	4,6E-1 ± 5E-2	8,1E-1 ± 9E-2	2,1E-1 ± 6E-2	1,9E-1 ± 6,E-02	6,8E-1 ± 2E-1
Th (²²⁴ Ra)	1,5E+0 ± 2E-1	1,4E+0 ± 3E-1			
Th (²¹² Pb)	5,2E-1 ± 3E-2	1,0E+0 ± 6E-1	4,4E-2 ± 3E-2	5,0E-2 ± 3,E-02	3,2E-1 ± 1E-1
²³⁵ U		5,2E-1 ± 9E-2			
⁴⁰ K	2,0E+2 ± 9E+0	2,3E+2 ± 1E+1	1,4E+2 ± 6E+0	9,8E+1 ± 6E+0	2,4E+2 ± 1E+1
⁷ Be			6,6E+1 ± 2E+0	6,1E+1 ± 2E+0	1,6E+2 ± 7E+0
¹³⁴ Cs					
¹³⁷ Cs	8,3E-2 ± 1E-2		3,9E-2 ± 1E-2	4,6E-1 ± 3E-2	2,8E+1 ± 1E+0
¹³¹ I					
⁹⁰ Sr	2,6E-1 ± 4E-2	1,8E-1 ± 6E-2	1,2E-1 ± 2E-2	1,5E+0 ± 1E-1	2,2E+0 ± 2E-1

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

Oznaka vzorca	RV1740614	RV1750614	RV2050714	RV2740914	RV2750914
Vzorec	seno	seno	seno	koruzna silaža	koruzna silaža
Kraj vz.:	Blanca	Gorenja Dobrava	Uskovnica	Bodonci	Gornja Radgona
Datum vzor.	16.6.2014	16.6.2014	13.7.2014	14.9.2014	14.9.2014
Datum merj.	30.6.2014	30.6.2014	25.7.2014	17.9.2014	17.9.2014
Dat. mer. Sr-90	1.9.2014	1.9.2014	23.9.2014	7.10.2014	7.10.2014
Izotop	SPECIFIČNA AKTIVNOST(Bq / kg)				
U (²³⁴ Th)	2,5E+0 ± 9E-1	7,8E-1 ± 6,E-01	1,8E+0 ± 5E-1	2,4E-1 ± 1E-1	1,2E+0 ± 3E-1
²²⁶ Ra*	7,8E-1 ± 1E-1	1,0E+0 ± 1,E-01	1,3E+0 ± 8E-2	3,8E-1 ± 2E-2	7,6E-1 ± 3E-2
²¹⁰ Pb	2,9E+1 ± 3E+0	3,3E+1 ± 3E+0	5,8E+1 ± 4E+0	8,6E+0 ± 7,E-01	8,8E+0 ± 7E-1
Th (²²⁸ Ra)	9,1E-1 ± 3E-1	8,1E-01 ± 3,E-01	1,2E+0 ± 2E-1	2,3E-01 ± 4,E-02	
Th (²²⁸ Th)		6,2E-1 ± 2,E-01	8,4E-1 ± 2E-1	1,4E-1 ± 3E-2	
Th (²²⁴ Ra)			4,4E+0 ± 7E-1	1,0E+0 ± 2E-1	
Th (²¹² Pb)	1,6E-1 ± 1E-1	2,9E-1 ± 1,E-01	1,1E+0 ± 1E-1	2,9E-1 ± 2E-2	
²³⁵ U					
⁴⁰ K	5,0E+2 ± 3E+1	3,9E+2 ± 2E+1	3,2E+2 ± 1E+1	7,4E+1 ± 3E+0	6,8E+1 ± 2E+0
⁷ Be	1,1E+2 ± 5E+0	1,8E+2 ± 7E+0	1,8E+2 ± 6E+0	5,4E+1 ± 2E+0	5,6E+1 ± 2E+0
¹³⁴ Cs					
¹³⁷ Cs	4,1E-1 ± 7E-2	1,3E+0 ± 1E-1	1,1E+1 ± 4E-1	4,6E-2 ± 9E-3	4,9E-2 ± 1E-2
¹³¹ I					
⁹⁰ Sr	2,8E+0 ± 2E-1	3,2E+0 ± 2E-1	1,8E+0 ± 1E-1	4,5E-1 ± 7E-2	3,4E-1 ± 5E-2

Specifična aktivnost je preračunana na datum vzorčenja

* Izhajanje radona iz posodice pri izračunu ni upoštevano

A close-up photograph of a hand holding a blue ballpoint pen, writing on a sheet of lined paper. The pen is positioned vertically, and the tip is touching the paper. The paper has horizontal blue lines. A white, rounded rectangular box with a green border is overlaid on the bottom part of the image, containing the text "Beleške".

Beleške

