

**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI
NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO**

POROČILO ZA LETO 2008



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Institut "Ruder Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvaška

Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija

Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija

**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI
NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO**

POROČILO ZA LETO 2008



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija



Institut "Ruđer Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvaška



Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija



Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija

**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO
POROČILO ZA LETO 2008**

Prva izdaja

Odgovorni za izdajo poročila: dr. Benjamin Zorko

Uredili: B. Črnič, dipl. inž. fiz., mag. Denis Glavič - Cindro

Recenzirali: mag. Denis Glavič - Cindro, dr. Matjaž Korun, dr. Benjamin Zorko

Lektoriral: dr. Jože Gasperič

Likovno-grafično uredila: mag. Denis Glavič - Cindro

Fotografiji: mag. Matjaž Stepišnik in D. Brodnik

Oprema in vezava: ABO grafika in Institut "Jožef Stefan"

Založil: Institut "Jožef Stefan"

ISSN 1318-2161

Redakcija poročila je bila končana februarja 2009.

Vse pravice pridržane. Noben del tega poročila ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v katerikoli obliki oziroma na katerikoli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega privoljenja Nuklearne elektrarne Krško ©.

Naklada: 60 izvodov



- Izvajalci:*
- Institut "Jožef Stefan" (IJS), Jamova 39, SI-1000 Ljubljana
 - Zavod za varstvo pri delu, d. d. (ZVD),
Chengdujska cesta 25, SI-1000 Ljubljana
 - Institut "Ruđer Bošković" -
Zavod za istraživanje mora i okoliša (IRB-ZIMO),
Bijenička cesta 54, HR-10000 Zagreb
 - NE Krško, Vrbina 12, SI-8270 Krško
(emisijske meritve znotraj ograje NE Krško)
- Naročnik:* NE Krško, Vrbina 12, SI-8270 Krško
- Pogodba št.:* POG-3439
- Nosilec projekta za IJS:* dr. Matjaž Korun / doc. dr. Matej Lipoglavšek
- Nosilec projekta za NEK:* mag. Borut Breznik
Skrbnik projekta za NEK: Aleš Volčanšek, univ. dipl. kem.
- Naslov poročila:* **Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško –
Poročilo za leto 2008**
- Oznaka poročila:* 25/2008
- Odgovorni za izdajo:* dr. Benjamin Zorko
- Poročilo uredila:* mag. Denis Glavič - Cindro in B. Črnič, dipl. inž. fiz.
- Ovrednotenje meritev:* mag. Tea Bilić Zabric
dr. Marija Zlata Božnar
dr. Aleš Fajgelj
mag. Matjaž Koželj
dr. Rafael Martinčič
dr. Primož Mlakar
dr. Gregor Omahen
mag. Bogdan Pucelj
dr. Urška Repinc
mag. Matjaž Stepišnik
dr. Tim Vidmar
dr. Katarina Vogel - Mikuš
dr. Benjamin Zorko





**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO
POROČILO ZA LETO 2008**

ODGOVORNI ZA IZDAJO

dr. Benjamin Zorko

POROČILO UREDILI

Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz., mag. Denis Glavič - Cindro in dr. Matjaž Korun

OVREDNOTENJE MERITEV

mag. Tea Bilić Zabrc, dr. Marija Zlata Božnar, dr. Aleš Fajgelj, mag. Matjaž Koželj,
dr. Rafael Martinčič, dr. Primož Mlakar, dr. Gregor Omahen, mag. Bogdan Pucelj, dr. Urška Repinc,
mag. Matjaž Stepišnik, dr. Tim Vidmar, dr. Katarina Vogel - Mikuš, dr. Benjamin Zorko

IZVAJALCI MERITEV

Institut "Jožef Stefan" (IJS), Ljubljana

Koordinator projekta za IJS: dr. Matjaž Korun / doc. dr. Matej Lipoglavšek

Izvajalci na IJS: D. Brodnik, B. Črnič, dipl. inž. fiz., mag. D. Glavič - Cindro,
S. Gobec, dr. M. Korun, K. Kovačič, univ. dipl. inž. geol., dr. J. Kožar Logar, R. Krištof, dipl. san. inž.,
P. Maver, dipl. inž. fiz., dr. M. Nečemer, dr. A. Osterc, B. Svetek, inž. kem. tehnol.,
doc. dr. V. Stibilj, Z. Trkov, inž. kem. tehnol., dr. T. Vidmar, mag. B. Vodenik

Zavod za varstvo pri delu (ZVD), Ljubljana

Koordinator projekta za ZVD: dr. Gregor Omahen

Izvajalci na ZVD: dr. M. Giacomelli, P. Jovanovič, inž. fiz., D. Konda,
M. Levstek, dr. G. Omahen, L. Peršin

Institut "Ruđer Bošković" (IRB), Zagreb

Koordinator projekta za IRB - ZIMO: dr. Stipe Lulić, od maja 2008 dr. Željko Grahek

Izvajalci na IRB - Zavod za istraživanje mora i okoliša (IRB - ZIMO): dr. D. Barišić, dr. Ž. Grahek,
T. Kardum, mag. K. Košutić, R. Kušić, I. Lovrenčić, L. Mikelić, dipl. inž., dr. V. Oreščanin,
I. Panjkret, dr. M. Rožmarić - Mačefat

Izvajalci na IRB - Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti- Zavod za eksperimentalnu fiziku:
dr. B. Obelić, dr. I. Krajcar Bronić, dr. N. Horvantičić, mag. J. Barešić, A. Sironič, dipl. inž., A. Rajtarić

Izvajalci na IRB- Služba zaštite od zračenja i Laboratorij za radijacijsku kemiju i dozimetriju :
mag. B. Vekić, dr. F. Ranogajec, R. Ban, dipl. inž.

IZVAJALCI EMISIJSKIH MERITEV ZNOTRAJ OGRAJE NE KRŠKO

Nuklearna elektrarna Krško (NEK), Krško

Nosilec projekta za NE Krško: mag. Borut Breznik

Izvajalci v NEK: M. Simončič, univ. dipl. kem., L. Mikelić, dipl. kem.,
M. Pavlin, dipl. str., M. Urbanč, D. Mešiček, B. Vene, kem. tehnik, A. Volčanšek, univ. dipl. kem.



25/2008

NASLOV POROČILA:

Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2008

KLJUČNE BESEDE:

radioaktivno onesnaženje okolja, zračni in tekočinski radioaktivni izpusti, umetni in naravni radionuklidi, vsebnost radionuklidov, specifična aktivnost radionuklidov, površinske vode, podtalnica, vodovod, deževnica, talni in suhi used, zrak, aerosoli, zemlja, hrana, doze zunanjega sevanja, ocena učinkovitih doz, razredčitveni faktor, referenčna skupina prebivalstva, primerjalne meritve

POVZETEK:

Sumarni rezultati meritev radioaktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v različnih nadzorovanih medijih in ekspozijskih prenosnih poteh so podani z ocenami učinkovitih doz. Konzervativne ocene doznih obremenitev posameznikov zaradi emisij jedrske elektrarne dajejo v letu 2008 za atmosferske emisije *efektivno dozo* manj kot 1 μSv na leto in za tekočinske emisije za referenčno skupino prebivalstva *efektivno dozo* manj kot 0,01 μSv na leto. Ta vrednost (manj kot 1 μSv na leto) je manjša od 2 % avtorizirane mejne letne doze za prebivalca na robu ožje varstvene cone. Iz meritev so bile ocenjene tudi izpostavitve naravnemu sevanju in prispevki zaradi splošne radioaktivne onesnaženosti okolja, ki so jo povzročile poskusne jedrske eksplozije in černobilska nesreča.

25/2008

REPORT TITLE:

Off-Site Monitoring of Krško Nuclear Power Plant – Report for the year 2008

KEYWORDS:

radioactive contamination of the environment, airborne and liquid radioactive effluents, man-made and natural occurring radionuclides, specific activities, surface waters, underground water, tap water, rainwater, dry and ground deposition, airborne radionuclides, soil, foodstuffs, external radiation doses, effective dose assessments, dilution factor, reference (critical) population group, intercomparison measurements

ABSTRACT:

Summarised results of radioactivity measurements of antropogenic and natural occurring radionuclides are presented by different transfer media and exposure pathways in the form of assessed effective doses. Conservatively estimated dose burdens received by members of general public as the result of NPP emissions amount in the year 2008 to a value of the *effective dose* smaller than 1 μSv per year for atmospheric discharges and smaller than 0,01 μSv per year for liquid discharges received by members of the reference (critical) population group. This value (less than 1 μSv per year) presents less than 2 % of the authorized dose limit to the member of the public received at the boundary of the exclusion area. From the measurements the exposure to the natural radiation and to the general radioactive contamination due to the nuclear test explosions and Chernobyl accident were assessed.



VSEBINA

Uvod	VII / X
Upravne podlage	VIII / X

OVREDNOTENJE MERITEV

Izvleček	1 / 158
Summary	5 / 158
Reka Sava	11 / 158
Vodovodi in podtalnice	31 / 158
Padavinski in suhi usedi	51 / 158
Zrak	71 / 158
Doza zunanjega sevanja	95 / 158
Zemlja	107 / 158
Hrana	115 / 158
Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti za leto 2008	133 / 158
Meritve efluentov	139 / 158
Medlaboratorijske primerjalne meritve pooblaščenih izvajalcev nadzornih meritev v letu 2008	145 / 158
Pregled referenc	155 / 158

MERSKI REZULTATI

Program rednega nadzora radioaktivnosti v okolici NEK za leto 2008	M-I / M-XXVIII
Enote in nazivi količin	M-IX / M-XXVIII
Tabela radionuklidov	M-X / M-XXVIII
Merske metode	M-XI / M-XXVIII
Tabelarični zapisi meritev	M-XX / M-XXVIII
Seznam tabel meritev iz programa imisijskih meritev	M-XXIII / M-XXVIII
Imisijske meritve (meritve v okolju jedrske elektrarne)	
Tabele merskih rezultatov	M-1 / M-108
Tabele interkomparacijskih rezultatov	
Mednarodne primerjalne meritve izvajalcev	M-89 / M-108
Medsebojne primerjalne meritve izvajalcev	M-103 / M-108

Tabele z merskimi rezultati **Imisijskih meritev (meritve v okolju jedrske elektrarne)** in **Tabele interkomparacijskih rezultatov** so na priloženi zgoščenki.





U V O D

Med obratovanjem izpušča jedrska elektrarna majhne količine radioaktivnih snovi v zrak in vodo. Da bi zajeli vse vplive radioaktivnosti na prebivalstvo, meritve v okolici elektrarne obsegajo zunanje sevanje (sevanje radionuklidov v zraku, iz tal ter sevanje neposredno iz elektrarne) in koncentracije radioaktivnih snovi v zraku, hrani in vodi, ki z vnosom v telo povzročijo notranje obsevanje. Koncentracije v zraku, hrani in vodi se merijo v odvzetih vzorcih v laboratorijih zunaj dosega sevanja, ki ga povzroča elektrarna.

Vpliv objektov, ki v okolje spuščajo radioaktivne snovi, nadziramo na dva načina. Na samem viru izpustov merimo emisije, to je sestavo radionuklidov in izpuščeno aktivnost, ter z modelom ocenjujemo dozno obremenitve prebivalstva v okolici objektov. Po drugi strani pa z neposrednimi meritvami ugotavljamo vnos radioaktivnih snovi v okolje, kar omogoča neposredno ocenjevanje izpostavljenosti prebivalstva. Slednje meritve omogočajo tudi ocenjevanje izpostavljenosti prebivalstva naravnemu sevanju in vplivom širšega okolja, kot so bile jedrske eksplozije in černobilska nesreča.

Zunanje sevanje se meri z elektronskimi merilniki hitrosti doze, ki se uporabljajo pri sprotnem spremljanju zunanjega sevanja (MFM-203), in s pasivnimi termoluminiscenčnimi dozimetri (TLD). Radioaktivnost v zraku se določa iz vzorcev, dobljenih s črpanjem zraka skozi aerosolne filtre in filtre, ki zadržijo jod iz zraka, ter iz vzorcev deževnice in suhega useda. Radioaktivnost v reki Savi, kamor se iztekajo tekočinski izpusti, se določa iz meritev vzorcev vode, sedimentov in rib, radioaktivnost podzemnih vod pa iz vzorcev podtalnice in vzorcev vodovodne vode iz zajetij in črpališč. Vzorci hrane, ki so pridelani v okolici elektrarne in v katerih se meri vsebnost radionuklidov, so izbrani tako, da se lahko oceni celotni prispevek radioaktivnosti hrane k dozi. Poleg tega se določa še vsebnost radionuklidov v zemlji.

Izvajalci programa so: Institut "Jožef Stefan" (IJS) in Zavod za varstvo pri delu (ZVD) iz Ljubljane ter Institut "Ruđer Bošković" – Zavod za istraživanje mora i okoliša (IRB–ZIMO) iz Zagreba.

Celotno poročilo sestavljajo skupno poročilo IJS, IRB-ZIMO in ZVD, ki se nanaša na imisijske meritve v okolju, ter povzetek programa emisijskih meritev. Posebej so ocenjeni (poglavje "*Ovrednotenje meritev*") in podani tudi rezultati (poglavje "*Merski rezultati*") interkomparacijskih meritev izvajalcev, ki so namenjeni nadzoru kakovosti meritev.

V skladu z veljavnim programom in glede na meritve iz reference [1], opravljene v letu 2007, so bile v letu 2008 v okviru programa imisijskih meritev uvedene naslednje bistvenejše spremembe:

- pripravo in meritve mleka in zelenjave je v letu 2008 izvajal ZVD;
- vzorčevanje, pripravo in meritve vsebnosti radionuklidov z visokoločljivostno spektrometrijo gama ter radiokemijske meritve stroncija in tritija v vrtini E1 je izvajal IJS;
- Institut za medicinska istraživanja (IMI) v letu 2008 ni več sodeloval pri izvajanju nadzora radioaktivnosti v okolici NEK;
- meritve suhih usedov so bile v letu 2008 združene v tri vzorce in ne v dva kot v predhodnih letih, vzorčevalna mesta so ostala nespremenjena.

Za evalvacijo merskih podatkov in oceno doznih obremenitev so bili kot dopolnilni ali vzporedni podatki uporabljeni tudi:

- mesečna poročila NEK o tekočinskih in zračnih emisijah v letu 2008;
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev Agencije Republike Slovenije za okolje za okolico NEK v letu 2008;
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev MEIS, d. o. o., za okolico NEK v letu 2008;
- nekateri merski podatki iz "Republiškega programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije" in posebnih meritev IJS.



UPRAVNE PODLAGE

a) UPRAVNA PODLAGA ZA PROGRAM MERITEV

Poročilo obravnava rezultate imisijskih meritev, opravljenih v letu 2008. Osnova za izvajanje obratovalnega monitoringa je Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10), Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007 [2]. Program obsega meritve v okolju jedrske elektrarne (priloga 4, preglednica 3 iz pravilnika JV 10). Podroben program meritev je določen v Tehnični specifikaciji za izvedbo storitve obratovalnega monitoringa, Radiološki monitoring v okolici NEK za leta 2008, 2009 in 2010 v Republiki Sloveniji, NEK, TO.RZ, 15/2007, revizija: 0, priloga 14.1, NEK-RETS, Rev. 0, poglavje 3.12, stran 43 do 60.

Institut "Jožef Stefan" in Zavod za varstvo pri delu sta bila pooblaščenca na podlagi Zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočim sevanjem in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Uradni list SRS št. 28/80) za izvajanje sistematičnega preiskovanja radioaktivnega onesnaženja zraka, zemlje, rek, jezer in morja, trdnih in tekočih padavin, pitne vode ter hrane in krmil. Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (Uradni list RS št. 20, stran 2509, 6. 3. 2007) omejuje veljavnost omenjenega pooblastila na dve leti po uveljavitvi pravilnika.

Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji (Uradni list RS, št. 115, stran 15 700, 24. 11. 2004) zahteva, da morajo poročilo o ocenah doz za posamezne značilne in referenčne skupine izdelati pooblaščenca izvedenci varstva pred sevanji.

b) POOBLASTILA ZA OVREDNOTENJE

Uprava Republika Slovenije za varstvo pred sevanji je pooblastila za dajanje strokovnih mnenj, ki temeljijo na meritvah in/ali izračunih glede izdelave ocen varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji, delovnih pogojev izpostavljenih delavcev, obsegu izvajanja ukrepov varstva pred sevanji na opazovanih in nadzorovanih območjih, preverjanju učinkovitosti teh ukrepov, rednem umerjanju merilne opreme ter preverjanju uporabnosti zaščitne opreme na področju izpostavljenosti prebivalcev zaradi izvajanja sevalnih dejavnosti, naslednje sodelavce Instituta "Jožef Stefan" in Zavoda za varstvo pri delu:

- mag. Denis Glavič - Cindro z odločbo 594-1/2006-5-04103
- dr. Matjaža Koruna z odločbo 594-4/2005-7-04103
- dr. Gregorja Omahna z odločbo 594-14/2004-3-04103
- mag. Bogdana Puclja z odločbo 594-19/2007-4
- Matjaža Stepišnika, univ. dipl. fiz., z odločbo 594-10/2006-6-04103 ter
- dr. Benjamina Zorka z odločbo 1864-10/2008-3-04103

Direktor IJS je imenoval dr. Matjaža Koruna za odgovornega vodjo strokovnjakov za varstvo pred sevanji na omenjenem področju.

Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji je z odločbo št. 594-125/2007-8 pooblastila Institut "Jožef Stefan" za ugotavljanje izpostavljenosti zunanjemu obsevanju in dajanje strokovnih mnenj, ki temeljijo na meritvah in/ali izračunih na podlagi termoluminiscenčne dozimetrije sevanja gama, sevanja beta in rentgenske svetlobe.

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost je z odločbo 3906-1/2007/8 pooblastila Institut "Jožef Stefan" za izvajanje del pooblaščenega izvedenca za sevalno in jedrsko varnost na področju izdelave varnostnih poročil in druge dokumentacije v zvezi s sevalno in jedrsko varnostjo za ocenjevanje vplivov jedrskih in sevalnih objektov na okolje.



c) ZAGOTOVITEV KAKOVOSTI PRI MERITVAH

Institut "Jožef Stefan" ima izdelan sistem zagotovitve kakovosti. Sistem kakovosti Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2), v okviru katerega delujejo Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti, Laboratorij za termoluminiscenčno dozimetrijo, Ekološki laboratorij z mobilno enoto in Laboratorij za tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo, je opisan v *Poslovniku kakovosti Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F2-PK)*. Vsa dela, povezana z meritvami radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško v okviru "Programa nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško", potekajo v skladu z institutskim in odsečnim poslovnikom in po postopkih, na katere se odsečni poslovník sklicuje. Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti je akreditiran pri Slovenski akreditaciji za meritve sevalcev gama v trdnih in tekočih vzorcih, Laboratorij za termoluminiscenčno dozimetrijo za meritve doz s termoluminiscenčnimi dozimetri za uporabo v osebni in okoljski dozimetriji ter Ekološki laboratorij z mobilno enoto za merjenje hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja in za neposredne meritve površinske kontaminacije s sevalci alfa, beta in z nizkoenergijskimi sevalci gama. Laboratorij za tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo je akreditiran za določanje tritija v vzorcih vode in urina po direktni metodi in po metodi z elektrolitsko obogatitvijo. Z akreditacijsko listino št. LP-022 jim Slovenska akreditacija priznava izpolnjevanje zahtev standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 pri teh dejavnostih. Odsek za znanosti v okolju, v okviru katerega deluje Laboratorij za radiokemijo, ima ravno tako izdelan sistem kakovosti, ki je skladen z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005. Metodi za določanje vsebnosti stroncija in tritija v vzorcih iz okolja so v zaključni fazi postopka akreditacije pri Slovenski akreditaciji.

Na Institutu "Ruder Bošković" ima Laboratorij za radioekologijo akreditacijo Hrvatske akreditacijske agencije za meritve določanje vsebnosti radionuklidov z visokoločljivostno spektrometrijo gama in za določanje vsebnosti Sr-90 po radiokemijski metodi v vzorcih iz okolja in proizvodih, vključno s hrano in pitno vodo ter za določanje vsebnosti Fe-55 v vodnih vzorcih.

Zavod za varstvo pri delu ima delujoč sistem zagotovitve kakovosti, v katerega so vključene vse dejavnosti, povezane z meritvami v okviru "Programa nadzora radioaktivnosti v okolice NE Krško". Laboratorij za merjenje specifičnih aktivnosti radionuklidov je akreditiran pri Slovenski akreditaciji za izvajanje visokoločljivostne spektrometrije gama v vzorcih aerosolov, padavin, zemlje, sedimentov in živil. Z akreditacijsko listino št. LP-032 mu Slovenska akreditacija priznava izpolnjevanje zahtev standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 pri teh dejavnostih.

d) REFERENCI

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2007, Ljubljana, marec 2008, interna oznaka 25/2007, ISSN 1318-2161
- [2] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10), Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007





OVREDNOTENJE MERITEV

SKLOP ALI POGLAVJE	AVTORJI
Izvleček	mag. Bogdan Pucelj
Reka Sava	mag. Matjaž Stepišnik
Vodovodi in podtalnice	mag. Matjaž Koželj
Padavinski in suhi usedi	dr. Rafael Martinčič
Zrak	dr. Marija Zlata Božnar dr. Primož Mlakar dr. Gregor Omahen
Doza zunanlega sevanja	mag. Bogdan Pucelj
Zemlja	dr. Urška Repinc
Hrana	dr. Katarina Vogel - Mikuš dr. Benjamin Zorko
Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti	mag. Matjaž Stepišnik
Meritve efluentov	mag. Tea Bilić Zabrc
Medlaboratorijske primerjalne meritve pooblaščenih izvajalcev	dr. Aleš Fajgelj, MAAE





IZVLEČEK

Podobno kot v svetu je prebivalstvo Slovenije izpostavljeno naravnemu sevanju in nekaterim antropogenim virom, predvsem vplivom preostale črnobilske kontaminacije in atmosferskih jedrskih poskusov. Pri prebivalstvu okolice Nuklearne elektrarne Krško (NEK) so dodatno možne izpostavitve zaradi atmosferskih in tekočinskih izpustov radioaktivnih snovi iz NEK in zaradi neposrednega sevanja iz objektov znotraj njene ograje.

Izpostavitve prebivalstva sevanju zaradi medicinskih diagnostičnih preiskav (rentgenski in nuklearnomedicinski pregledi) v razvitem svetu so za naravnim sevanjem drugi najpomembnejši vir. Za prebivalstvo v okolici NEK s temi podatki ne razpolagamo in zato niso zajeti v poročilu.

a) VPLIVI NEK

Spremljanje radioloških razmer v okolici NEK poteka z meritvami doz zunanjega sevanja, kjer pa zaradi nespecifične narave metode ni mogoče ugotoviti vira izpostavitve. Zato nadzor poteka še z neposrednim merjenjem koncentracij radioaktivnih snovi v okolju, to je s spremljanjem posledic vnosa teh snovi v okolje. Ob normalnem delovanju jedrskih elektrarn so navadno koncentracije izpuščenih radionuklidov v okolju znatno pod detekcijskimi mejami. Zato njihov vpliv na človeka in okolje posredno ovrednotimo iz podatkov o izpustih v ozračje in o tekočinskih izpustih. Z uporabo modelov, ki opisujejo razširjanje radionuklidov po raznih prenosnih poteh v okolju, pa se ocenjujejo izpostavljenosti prebivalstva.

Neposredno zunanje sevanje iz objektov znotraj ograje NEK

V neposredni okolici nekaterih tehnoloških objektov znotraj ograje NEK je raven zunanjega sevanja nekoliko povečana. Vendar vpliv teh objektov na izpostavitve sevanju hitro pojema z razdaljo in je na ograji NEK in na večjih razdaljah zanemarljiv.

Atmosferski izpusti iz NEK

Radionuklidi v atmosferskih izpustih se močno razlikujejo po sevalnih lastnostih, pa tudi po izpuščenih aktivnostih. Podobno kot pri drugih jedrskih elektrarnah so tudi v primeru NEK najpomembnejše naslednje skupine radionuklidov:

- **žlahtni plini**, ki so izključno pomembni za zunanjo izpostavitve ob prehodu oblaka;
- **čisti sevalci beta**, kot sta H-3 in C-14, ki sevata le delce beta in sta biološko pomembna le v primeru vnosa v organizem predvsem zaradi inhalacije, izotop C-14 pa tudi zaradi rastlinske prenosne poti;
- **sevalci beta / gama** na aerosolih (izotopi Co, Cs, Sr itd.) s prenosnimi potmi: inhalacija, zunanje sevanje iz useda, ingestija na rastline usedlih radionuklidov;
- **izotopi joda** v raznih fizikalnih in kemijskih oblikah, pomembnih pri inhalaciji ob prehodu oblaka in zaradi vnosa v telo z mlekom.

Tabela A prikazuje ovrednotenje emisij z modelskimi izračuni razredčitvenih faktorjev v ozračju za leto 2008 in za posamezne skupine radionuklidov za najpomembnejše prenosne poti. Razredčitvene faktorje od leta 2007 ocenjujemo z dvema modeloma: z Gaussovimi (kot v preteklosti) in dodatno z Lagrangeevim modelom. V tabeli A so razponi rezultatov obeh modelov. Vsi načini izpostavitve prebivalstva so bili zanemarljivi v primerjavi z naravnim sevanjem, doznimi omejitvami in avtoriziranimi mejami. Po velikosti je izrazitejša ingestijska doza zaradi vnosa C-14 zaradi uživanja rastlinske hrane. Navedena efektivna doza za C-14 temelji na preteklih meritvah vsebnosti C-14 v



nekaterih rastlinah in ob skrajno konservativni predpostavki, da prebivalci uživajo zgolj to hrano. V letu 2008 je bilo opravljeno vzorčevanje hrane za meritve C-14, vendar merski rezultati še niso na razpolago.

Tabela A: Izpostavitve sevanju prebivalstva v naselju Spodnji Stari Grad zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2008

Način izpostavitve	Prenosna pot	Najpomembnejši radionuklidi	Letna doza (mSv)
zunanje sevanje	– imerzija (oblak) – sevanje iz useda	– žlahtni plini (Ar-41, Xe-133) – aerosoli (Cs-137, Co-60)	1 E-7–1 E-5* <1 E-4
inhalacija	oblak	H-3	1 E-7–1 E-4*
ingestija	rastlinska hrana	C-14	<0,001

* Razpon je odvisen od uporabljenega modela – nizke vrednosti sledijo iz Lagrangevega modela, višje pa iz Gaussovega.

Razmere neposredno v okolju so bile preverjane z naslednjimi meritvami v okolju:

- vsebnost radionuklidov v zraku (aerosolni in jodovi filtri)
- suhi in mokri used (vazelinske plošče in padavine)
- vsebnost radionuklidov v rastlinah, živalih, mleku
- vsebnost radionuklidov v zemlji na obdelanem in neobdelanem zemljišču
- doza in hitrost doze zunanjega sevanja (66 TLD in 13 kontinuirnih monitorjev) v okolici NEK

V številnih vzorcih sta bila od umetnih radionuklidov odkrita Cs-137 in Sr-90/Sr-89, ki pa izvirata iz černobilske kontaminacije in poskusnih jedrskih eksplozij.

Tekočinski izpusti

V tekočinskih izpustih iz NEK v reko Savo je v letu 2008, podobno kot v preteklosti, po aktivnosti prevladoval H-3, medtem ko je bila skupna izpuščena aktivnost sevalcev beta / gama okrog 100.000-krat nižja.

V okviru programa meritev v okolju so potekale meritve savske vode, sedimentov in vodne biote (ribe). Dodatno so se izvajale še meritve vodovodov Krško in Brežice ter meritve črpališč in podtalnice.

Neposredni vpliv NEK je bil merljiv v povišani vsebnosti H-3 v reki Savi pri Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem, sotočno od NEK, kjer je bila vsebnost H-3 povečana v primerjavi z referenčno lokacijo v Krškem, protitočno od NEK. Merljiv je bil tudi v podtalnici nizvodno od NEK, približno 50 m od levega brega Save.

Izotop I-131 je bil zaznan v vzorcih savske vode, vendar je mogoče sklepati, da je njegova prisotnost posledica uporabe v terapevtske in diagnostične namene v bolnišnicah.

Prisotnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v savskih vzorcih in ribah pripisujemo černobilski kontaminaciji in poskusnim jedrskim eksplozijam.

V vodovodih in črpališčih v letu 2008 ni bilo zaznani vplivov NEK.

Modelski izračun, ki temelji na tekočinskih izpustih, podatkih o letnem pretoku reke Save in upoštevajoč značilnosti referenčne skupine, je pokazal, da najvišja efektivna doza zaradi izpustov v reko Savo v letu 2008 ni preseгла 1 E-4 mSv na leto.



b) NARAVNO SEVANJE

Meritve zunanjega sevanja v okolici NEK so v letu 2008 potrdile ugotovitve iz preteklosti, da gre za značilno naravno okolje, ki ga najdemo tudi drugje v Sloveniji in v svetu. Letna doza sevanja gama in ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja v okolici NEK je bila na prostem v povprečju 0,87 mSv na leto, za zaprte prostore pa je bila leta 1998 ocenjena na 0,83 mSv na leto. K temu je treba dodati še prispevek nevtronskega kozmičnega sevanja, ki je za območje NEK 0,070 mSv na leto. Tako je bila skupna efektivna doza zunanjega sevanja v letu 2008 v okolici NEK **0,90 mSv na leto**, kar je primerljivo s podatkom za svetovno povprečje (0,87 mSv na leto).

Meritev vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani kaže vrednosti, ki so primerljive s povprečnimi vrednostmi v svetu. Zato za ingestijsko efektivno dozo privzemamo zaključke iz UNSCEAR 2000 [19].

Posamezni prispevki k dozi naravnega sevanja so v tabeli B. Skupna letna efektivna doza je ocenjena na 2,44 mSv, kar je zelo blizu svetovnega povprečja 2,4 mSv na leto [19].

Tabela B: Efektivne doze zaradi naravnih virov sevanja v okolici NEK v letu 2008

Vir	Letna efektivna doza (mSv)
– sevanje gama in neposredno ionizirajoče kozmično sevanje	0,83
– kozmični nevtroni [19]	0,070
ingestija (K, U, Th) [19]	0,29
inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222) [#]	1,3
Skupaj	2,49

Opomba #: Značilni prispevek kratkoživih radonovih potomcev k efektivni dozi je bil ocenjen v poročilu za leto 2000 (IJS-DP-8340, #3 na strani 7)

c) ČERNOBILSKA KONTAMINACIJA IN POSKUSNE JEDRSKE EKSPLOZIJE

V letu 2008 je bil, podobno kot v preteklih letih, od antropogenih sevalcev gama v zemlji merljiv le še Cs-137, ki izvira iz černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij.

Prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju je bil ocenjen na 0,1 % do 1 % povprečne letne zunanje doze zaradi naravnega sevanja v okolici NEK. Ocena je primerljiva s tistimi v preteklih letih.

Černobilski Cs-137 in Sr-90 iz jedrskih poskusov sta bila izmerjena v sledih v posameznih vrstah hrane. Efektivna doza zaradi uživanja te hrane je bila za leto 2008 ocenjena na 0,13 μ Sv za Cs-137 in 1,5 μ Sv na leto za Sr-90, kar je skupaj okrog 0,5 % letne efektivne doze zaradi naravnih radionuklidov v hrani. Ocenjena doza je primerljiva s tistimi iz prejšnjih let.

d) SKLEPI

Povzetek izpostavitve prebivalstva v okolici NEK za leto 2008 je v tabeli C, kjer so navedeni prispevki naravnega sevanja, vplivi NEK in preostali vplivi černobilske kontaminacije ter poskusnih jedrskih eksplozij.


Tabela C: Povzetek letnih izpostavitv prebivalstva v okolici NEK za leto 2008

Vir	Prenosna pot	Letna efektivna doza (mSv)
naravno sevanje	gama in ionizirajoče kozmično sevanje kozmični nevtroni	0,830 0,070
	ingestija (K, U, Th)	0,290
	inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222)	1,300
	skupaj	2,49
NEK – neposredno sevanje	neposredno sevanje iz objektov NEK	zanemarljivo
NEK atmosferski izpusti *	zunanje sevanje iz oblaka zunanje sevanje iz useda (Cs-137, Co-60) inhalacija iz oblaka (H-3) ingestija (C-14)	1E-7–1E-5** <1E-4 1E-7–1E-4** <0,001
NEK tekočinski izpusti (Sava) *	referenčna skupina	<1E-4
černobilska kontaminacija in jedrski poskusi	zunanje sevanje ingestija	≤0,01 0,001

* Skupne vsote prispevkov NEK ne navajamo, saj vsi prispevki niso aditivni, ker ne gre za iste skupine prebivalstva

** Razpon je odvisen od uporabljenega modela – nizke vrednosti sledijo iz Lagrangeevega modela, višje pa iz Gaussovega

- V letu 2008 so bili vsi sevalni vplivi NEK na prebivalstvo v okolici ocenjeni pod 0,001 mSv na leto.
- Ocenjena vrednost je zanemarljiva v primerjavi z avtoriziranimi mejnima dozama za prebivalstvo v okolici NEK (50 μSv na leto na razdalji 500 m in 200 μSv na leto na ograji NEK).¹
- Ocenjena vrednost <1 μSv je zanemarljiva v primerjavi z letno dozno omejitvijo za prebivalstvo, ki je 1 mSv na leto.
- Ocenjena vrednost je nižja od 0,1 % značilnega neizogibnega naravnega ozadja.

Atmosferski in tekočinski izpusti iz NEK so primerljivi s tistimi iz podobnih jedrskih elektrarn v Evropi. Razen izpustov tritija so izpusti drugih radionuklidov pod povprečjem izpustov podobnih elektrarn v EU.

¹ Letna mejna vrednost efektivne doze za posameznika iz prebivalstva je po naših predpisih in mednarodnih priporočilih 1 mSv na leto. V mejno vrednost niso všteti prispevki medicinskih izpostavitv in naravnega sevanja.

Poleg navedene osnovne splošne omejitve pa obstajajo tudi upravne, ki veljajo za normalno obratovanje posameznih jedrskih objektov. To so avtorizirane mejne doze, ki so praviloma nižje od osnovne splošne omejitve. V primeru NEK:

Po lokacijski odločbi Republiškega sekretariata za urbanizem (št. 350/F-15/69 od 8. 8. 1974) je mejna vrednost doze za prebivalca *na robu ožje varstvene cone NEK* (radij 500 m od osi reaktorja) **50 μSv na leto**.

Po odločbi Republiškega komiteja za varstvo okolja in urejanje prostora (št. 350/F-6/88-DF/JV od 2. 8. 1988) in ob soglasju republiškega sanitarnega inšpektorata (št. 531-4/531/73-34/p od 21. 1. 1988) pa je omejitev letne doze (ki zajema tako prispevke reaktorja kot tudi začasnega skladišča radioaktivnih odpadkov) **na ograji NEK 200 μSv na leto**.



S U M M A R Y

Like elsewhere in the world, the population of Slovenia is exposed to natural radioactivity and to certain anthropogenic sources of radioactivity, chiefly the remaining Chernobyl contamination and the contamination due to nuclear tests. For the local population around the Krško NPP there is an additional possibility for exposure to the atmospheric and liquid discharges of radioactive substances from the Krško NPP and to direct radiation from certain facilities within the perimeter of the Krško NPP.

Exposure of the population due to the medical diagnostic procedures (X-ray and nuclear-medicine procedures) in the developed world present, after the natural radiation, the second main source of the exposure. There is no information for this kinds of exposures to the population around NPP Krško and therefore this topic is not discussed in this report.

a) **IMPACT OF THE KRŠKO NPP**

The radiological situation around the Krško NPP is basically monitored by measuring external radiation which is not specific and cannot disclose the relevant sources. For this reason the radiological monitoring is carried out by measuring the specific activities of the radionuclides in the environment i.e. by measuring the concentrations of radioactive substances that have been introduced into the environment. In normal operational conditions of the Krško NPP, these concentrations are usually below the detection limits of the measuring methods. The impact of the of the NPP on the environment and humans is assessed from the measurement results of the activities released using models, which describe the dispersion of the radionuclides in the environment.

Direct external radiation from the Krško NPP

In the immediate vicinity of some facilities within perimeter of the Krško NPP a slight increase in the external dose rate can be detected. However, the contribution of this radiation to the annual external dose at the perimeter fence and at larger distances is negligible.

Atmospheric discharges from the Krško NPP

The radioisotopes present in atmospheric discharges vary in their radiological characteristics and released activities. Similarly to other NPPs, the important groups of radionuclides in the case of the Krško NPP are:

- **noble gasses**, which only cause external exposure and are important contributors to external exposure in case of a radioactive cloud immersion or submersion
- Pure beta emitters like **H-3 and C-14**, which are radiologically important as they get built into the body, mostly during inhalation and in case of C-14 due to vegetables and milk ingestion exposure pathways
- **beta/gamma emitters** present in aerosols (Co, Cs, Sr etc.), which are important for the inhalation exposure pathway and for the deposition pathway during the passage of a radioactive cloud
- **Iodine radionuclides** in different physical and chemical forms, which are important for inhalation exposure in case of immersion in a radioactive cloud and due to their transport into milk and dairy products.

The evaluation of activity concentrations in the environment and the resulting model calculations using dilution factors based on actual meteorological data for the year 2008 demonstrated that for individual above-mentioned groups of radionuclides, the exposure pathways listed in Table A were the most significant ones. From year 2007 the evaluation of dilution factors is performed by use of



two models, namely the Gaussian and Lagrange model. The range of the results is given in Table A. All the different contributions to the radiation exposure of the general public are exceedingly low. The dominant exposure pathway is due to intake of C-14 through ingestion of vegetables. The upper limit for the effective dose quoted in Table A for this exposure pathway is based on the past measurements of C-14 in some plants and presuming an extremely conservative approach that the population consumes only local food. In the year 2008 the sampling of food stuff for C-14 measurements was performed, but the measurement results are not available yet.

Table A: General public exposures at the settlement Spodnji Stari Grad due to atmospheric releases of the Krško NPP in 2008

Exposure type	Exposure pathway	Most significant radionuclides	Annual effective dose (mSv)
external	– cloud immersion – fallout exposure	– noble gases (Ar-41, Xe-133) – aerosols (Cs-137, Co-60)	1 E-7 – 1 E-5 * <1E-4
inhalation	radioactive cloud	H-3	1 E-7 – 1 E-4 *
ingestion	vegetal food	C-14	<0.001

* The range is given by the dispersion models used: the lower boundary follows from the Lagrangian model, the upper boundary from the Gaussian model.

The radiological situation in the environment in the vicinity of the Krško NPP was surveyed with the following environmental measurement programme:

- radionuclide concentrations in air (aerosol and iodine filters)
- wet and dry fallout (vaseline lubricated plates and precipitations)
- uptake of radionuclides into plants, animals and milk
- radionuclide concentrations in soil from cultivated and non-cultivated land
- external dose monitored by 66 TLDs and 13 continuous monitors

In some cases the radionuclides Cs-137 and Sr-90 were present in the samples, but their origin could clearly be traced to the Chernobyl accident and the nuclear weapons tests.

Liquid discharges

In the liquid discharges from the Krško NPP into the Sava river, the dominant radionuclide in terms of the activity released in 2008 was H-3, with the sum of discharged activity of all other beta and gamma emitters being for a factor of more than 100,000 lower than the activity of H-3.

As part of the programme of measurements of radioactive contamination of the environment, measurements of the river Sava water, sediments and fluvial biota (fish) were carried out. Additionally, measurements of radionuclide concentrations in water samples from drinking water, pumping stations and ground water resources were performed.

The direct impact of the Krško NPP could be detected as an increase of the H-3 concentration in the Sava river downstream of the Krško NPP near Brežice and Jesenice na Dolenjskem, where the level of H-3 was higher than the one at the reference location upstream of the Krško NPP in the town of Krško. The direct impact was measured in ground water downstream of the NPP, about 50 m from the left bank of Sava river.

The radionuclide I-131 was detected in all samples of water collected upstream and downstream of the Krško NPP. Since the concentration of I-131 in composed as well as instantaneous water samples, collected upstream, are higher than the concentration in samples collected downstream, it is



concluded that the presence of I-131 in the river water is a consequence of its use in medicine. Since the average concentrations of I-131 in sediments, collected upstream are higher than the concentrations in sediments collected downstream, the same conclusion holds also for the sediments.

The presence of Cs-137 and Sr-90 in the measured water samples and fish can be attributed to the environmental contamination from the Chernobyl accident and nuclear tests exposures in the past.

In water samples from waterworks and water pumping stations no impact of the Krško NPP could be detected.

A model calculation, based on the measured activity emissions, considering their dilution in the river, showed that the highest possible effective dose to the reference group was less than 0.1 μ Sv per year.

b) NATURAL RADIOACTIVITY

Measurements of the external exposure around the Krško NPP showed in 2008 that we are dealing with a typical natural environment, present elsewhere in Slovenia and the world, as far as natural radioactivity is concerned. Annual external effective dose due to gamma rays and ionizing component of cosmic radiation in the vicinity of the Krško NPP amounted on average to 0.87 mSv/year in the open and in dwellings it was estimated at 0.83 mSv/year. To this value the contribution of the neutron component of cosmic radiation needs to be added, which for the area of Krško amounts to 0.070 mSv/year. The total effective annual external dose in the vicinity of the Krško NPP thus amounted to **0.90 mSv/year** in the year 2008, which is compatible with the average worldwide value of 0.87 mSv/year.

The measurements of natural radionuclide concentrations in foodstuffs yielded results comparable with the average worldwide data. The conclusions of UNSCEAR 2000 [19] have therefore been generically adopted for the estimation of ingestion effective dose in this case.

Different contributions to the effective dose are shown in Table B. The total effective dose in 2008 amounts to 2.44 mSv/year, which is very close to the average worldwide value 2.4 mSv/year [19].

Table B: Effective doses due to natural radioactivity around Krško in 2008

Source	Annual effective dose (mSv)
external gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.83
neutron component of cosmic radiation [19]	0.070
ingestion (K, U, Th) [19]	0.29
inhalation (Rn and daughters) [#]	1.3
Total	2.49

Note #: A typical contribution of radon short-lived daughters to the effective dose was discussed in the report 2000 (IJS-DP-8340, #3, page 7)



c) CHERNOBYL CONTAMINATION AND THE NUCLEAR WEAPONS TESTS

In the year 2008 the main gamma-emitting remaining isotope originating from the Chernobyl accident and nuclear test explosions measured in soil samples was Cs-137.

The contribution of Cs-137 to the external background annual dose was estimated at 0.3 % to 1.1 % taking into account the amount of time spent in dwellings (80 %).

Traces of Chernobyl and weapons-tests related Cs-137 and Sr-90 were detected in certain food samples. The effective dose due to ingestion of such food was estimated at 0.21 μSv per year for Cs-137 and at 0.56 μSv per year for Sr-90, which amounts in total to some 0.3 % of the annual effective dose due to the presence of naturally occurring radionuclides in foodstuffs.

d) CONCLUSIONS

The summary of the results for the exposure of general public to ionizing radiation in the vicinity of the Krško NPP is presented in Table C, where the contributions of natural radiation, the Krško NPP and the Chernobyl and nuclear-weapons-tests contamination to the effective dose in 2008 are listed.

Table C: Summary of the annual exposure of the general public around the Krško NPP in 2008.

Source	Exposure pathway	Annual effective dose (mSv)
natural radiation	– gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.830
	– neutron component of cosmic radiation	0.070
	ingestion (K, U, Th)	0.290
	inhalation (Rn short-lived daughters)	1.300
	total	2.49
Krško NPP direct radiation	direct radiation from Krško-NPP	negligible
Krško NPP atmospheric discharges*	external dose (immersion) deposition inhalation ingestion	1E-7–1E-5** <1E-4 1E-7–1E-4** <0.001
Krško NPP liquid discharges*	reference group	<1E-4
Chernobyl and nuclear-weapons tests	- external dose - ingestion	≤0.01 0.001

* The sum of contributions of the Krško NPP from different pathways is not given, since the exposures are not necessarily additive.

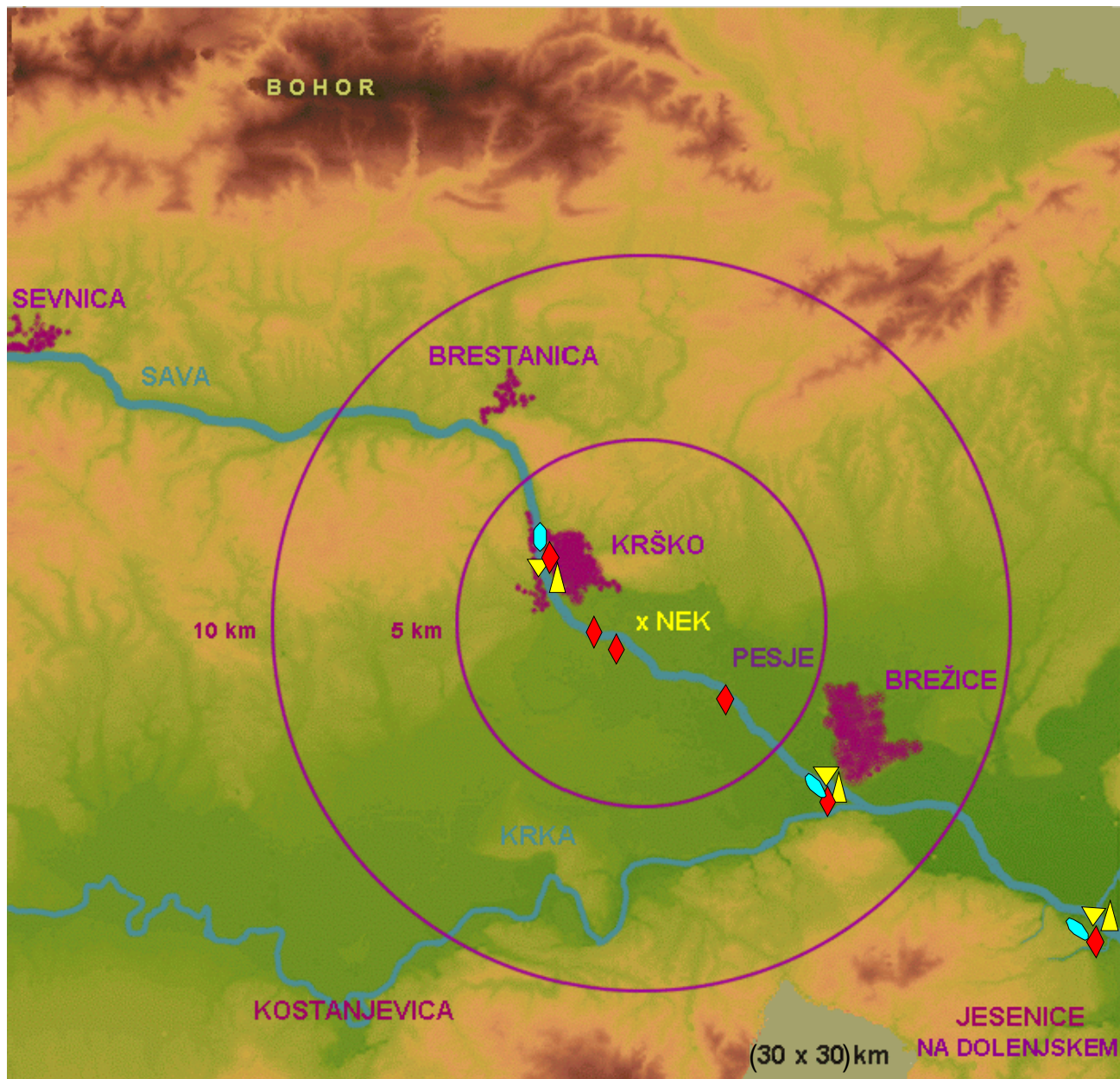
** The range is given by the dispersion models used: the lower boundary follows from the Lagrangian model, the upper boundary from the Gaussian model.



We can conclude that:

- In the year 2008 the impact of the Krško NPP on the exposure of general public to ionizing radiation were estimated as being lower than 0.001 mSv/year.
- This value amounts to about 0.1% of natural background radiation dose.
- The effective dose $< 1 \mu\text{Sv}$ to general public due to the activities of the Krško NPP is negligible when compared to the annual dose limit for general public, which stands at 1 mSv/year.²
- It is also negligible compared to the two authorized limit doses for general public around the Krško NPP (50 $\mu\text{Sv}/\text{year}$ at the distance of 500 m from the plant perimeter and 200 $\mu\text{Sv}/\text{year}$ on the perimeter fence).
- The atmospheric and liquid discharges of the Krško NPP are comparable to those of other similar nuclear installations in Europe. Except for H-3 discharges the discharges of other radionuclides are lower than the average discharges of similar NPPs.

² According to the Slovene regulations and international recommendations, the limit for the annual individual dose for a member of general public stands at 1 mSv. This limiting dose does not include any contributions from medical practice and natural background radiation. In addition to this general restriction, regulatory restrictions exist, which are valid during normal operation of nuclear installations. These are the so-called authorised exposure limits, which are as a general rule lower than the basic general exposure limit. In the case of the Krško NPP, the limiting value of the individual effective dose is set at 50 $\mu\text{Sv}/\text{year}$ on the perimeter of the so-called inner safety zone (at the distance of 500 m from the reactor symmetry axis) and the limit for the annual effective dose, which incorporates the contribution of not only the reactor, but also the intermediate nuclear waste storage, is set at 200 $\mu\text{Sv}/\text{year}$ on the NPP perimeter fence.



REKA SAVA

- ▲ VODA IN SUSPENDIRANA SNOV
- ▼ ENKRATNI VZORCI VODE
- ◆ SEDIMENTI
- VODNA BIOTA - RIBE



REKA SAVA

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

V letošnjem letu ni bilo nobenih sprememb glede lokacij vzorčevanja reke Save. Manjše spremembe so bile pri prerazdelitvah meritev posameznim izvajalcem. Kontinuirno vzorčevanje vode je potekalo na treh lokacijah, in sicer v Krškem pred papirnico (3,2 km protitočno od NEK na levem bregu), v Brežicah (8,2 km sotočno od NEK in 400 m sotočno od starega mostu na levem bregu) in v Jesenicah na Dolenjskem (17,5 km sotočno od NEK na desnem bregu). Vzorčevanje je opravljal NEK, meritve vzorcev pa so opravljale neodvisne organizacije ZVD, IRB, IJS in Austrian Research Centers GmbH (ARC). V letu 2008 sta večino meritev opravila ZVD in IRB. IJS in ARC sta izvajala le meritve tritija.

Poleg kontinuirnega vzorčevanja je potekal tudi ločen odvzem enkratnih vzorcev vode v Krškem pod mostom, v Brežicah pod starim mostom in v Jesenicah na Dolenjskem. Vzorčevanje in meritve enkratnih vzorcev vode je opravil ZVD.

Vzorčevanje talnih sedimentov je potekalo na šestih lokacijah, in sicer na obali protitočno od NEK pod mostom (na levem bregu), pod jezom v NEK (desni breg), na obali pri Pesju (na levem bregu), na obali pri Brežicah (na levem bregu), na obali pri Jesenicah na Dolenjskem (na desnem bregu) in na Hrvaškem v kraju Podsused. Vzorčevanja in meritve sedimentov so se podvajala (ZVD in IRB) na lokacijah Krško (pod mostom), v Brežicah in v Jesenicah na Dolenjskem.

Ulov vzorcev rib je potekal na podobnih lokacijah, in sicer v Krškem, Brežicah, Jesenicah na Dolenjskem ter v Republiki Hrvaški v krajih Medsave in Otok. Meritve rib sta opravila ZVD in IRB.

b) ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

Od leta 1997 deluje na referenčnem odvzemnem mestu Krško (v črpalni postaji za tehnološko vodo papirnice Vipap) kontinuirni vzorčevalnik, ki je nadomestil dotedanje ročno zbiranje vzorcev. Meritve vzorcev s te lokacije se izvajajo kvartalno. Podobno deluje od leta 2000 na referenčnem mestu v Brežicah kontinuirno vzorčevanje vode, ki je v celoti zamenjalo ročno vzorčevanje. V Jesenicah na Dolenjskem vzorčevanje še vedno poteka ročno. Meritve vzorcev iz Brežic in Jesenic na Dolenjskem se izvajajo mesečno.

Vsebnost sevalcev gama v vzorcih se je določala z visokoločljivostno spektrometrijo gama po postopku, ki vključuje sušenje in homogenizacijo. S scintilacijsko spektrometrijo je merjena vsebnost tritija (H-3) v vodnem destilatu savske vode, medtem ko se je vsebnost Sr-90/Sr-89 določala z radiokemično separacijo. Z radiokemično separacijo se ne da ločiti med vsebnostjo Sr-90 in Sr-89, zato se poročata skupaj.

Vzorčevanje reke Save in meritve ločimo na več sklopov glede na vrsto vzorcev:

1. Vzorčevanje vode skupaj s fino suspendirano snovjo (količina vzorca vode je 50 litrov) in meritve sušine vzorcev vod in ločene meritve filtrskega ostanka reke Save, ki se kot groba suspendirana snov predhodno odstrani iz vode s filtriranjem.
2. Vzorčevanje talnih sedimentov, ki v glavnem vsebujejo fini pesek (količina vzorca okrog 180 g). Vzorčevanje gibljevih sedimentov, ki vsebujejo več organske snovi, se od leta 2005 ne izvaja več.
3. Vzorčevanje vodne biote (vzorčevanje in meritve celih rib). Ujetih je bilo 24 rib vrste: mrena, klen, som, podust, rdečeoka, sivi tolstolobik, platnica in ščuka, s povprečno maso okrog 400 g. Pred izvedbo meritve se odstrani rep in glava ribe. Dodatne meritve ribjih mladice in ločene meritve kosti in mišic odraslih rib se od leta 2006 ne izvajajo več.



Kontinuirna avtomatska vzorčevanja in meritve sestavljenih vzorcev savske vode so namenjena predvsem za določanje povprečne vsebnosti dolgoživih izotopov. Kontinuirno vzorčevanje nam ne omogoča ovrednotenja kratkoživih izotopov. Zato se neodvisno še izvaja tudi vzorčevanje enkratnih vzorcev nefiltrirane vode (50-litrski vzorci). Iz teh rezultatov meritev lahko natančneje ocenimo koncentracije joda (I-131).

c) OBRAVNAVA REZULTATOV

VODA IN SEDIMENTI

Tabele: T-1 do T-4 (ZVD, H-3 – IJS in ARC); T-5, T-6 (IRB);
T-7, T-9, T-10, T-11, T-13, T-14 (ZVD, H-3 – IJS in ARC);
T-15/p, T-16/p1, T-16/p2, T-16/p3, T-17/p, T-18 (IRB)

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **Sava2008.pdf**.

H-3 V vseh jedrskih elektrarnah je radioaktivni izotop vodika tritij (H-3) prisoten v tekočinskih in atmosferskih izpustih. Poleg tega pa je H-3 tudi kozmogena narave. Nastaja v zgornji plasti atmosfere, predvsem pri jedrski reakciji sekundarnih kozmičnih nevtronov z jedri dušika. Tritij se veže v molekulo vode (HTO) in z dežjem pride do zemeljske površine. Večina tritija je razredčena v oceanih. Poskusne jedrske eksplozije med letoma 1945 in 1975 so v okolje dodatno prinesle večje količine tritija. Večina tega prispevka je do sedaj že razpadla, vendar predstavlja, skupaj z izpusti iz jedrskih elektrarn, še vedno dvakratnik koncentracije naravnega H-3 v zraku.

Tritij je edini radioaktivni izotop, ki ga je mogoče sistematično spremljati v reki Savi sotočno od NEK zaradi tekočinskih izpustov.

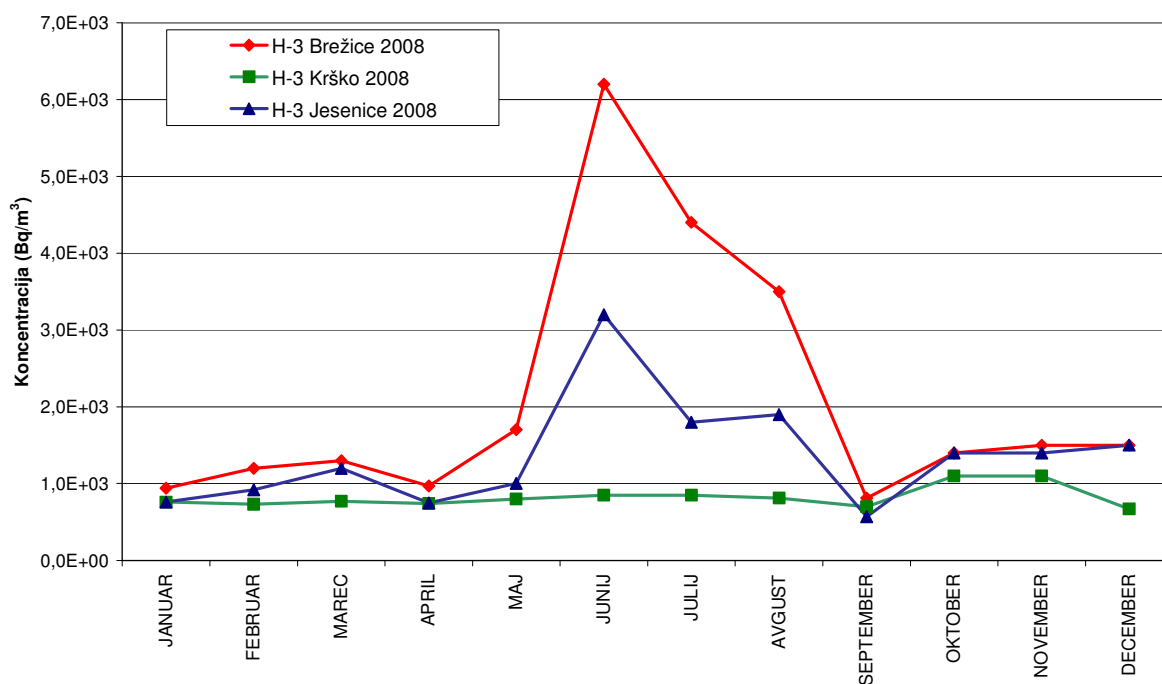
Na sliki 1.1 so prikazane primerjave vsebnosti tritija v savski vodi na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Povprečna letna vsebnost H-3 v Brežicah ($2,1 \text{ kBq/m}^3$) je skoraj trikrat večja, kot je na referenčnem odvzemnem mestu Krško (pred papirnico) ($0,82 \text{ kBq/m}^3$).

Višje vrednosti mesečnih povprečij v Brežicah so bile v mesecih juniju in avgustu ($6,2 \text{ kBq/m}^3$, $3,5 \text{ kBq/m}^3$), medtem ko so bile vrednosti na referenčnem odvzemu Krško od $0,73 \text{ kBq/m}^3$ do $1,3 \text{ kBq/m}^3$. Meritve tritija na lokacijah Brežice in Krško sta opravila IJS in ARC. V Jesenicah na Dolenjskem so meritve IRB pokazale letno povprečje $1,4 \text{ kBq/m}^3$, z največjo vrednostjo $3,2 \text{ kBq/m}^3$ prav tako v mesecu juniju. Razlike med referenčno lokacijo in lokacijami sotočno od NEK so manjše kot v preteklem letu zaradi bistveno nižjih izpustov tritija v tem letu (glej sliko 9.1).

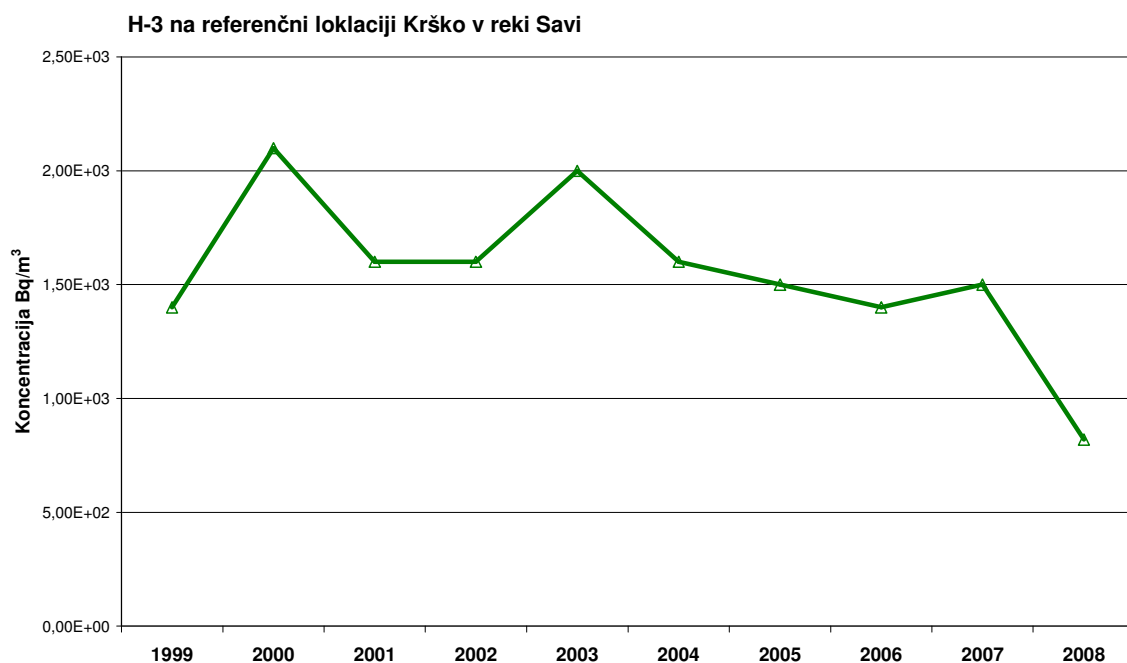
Povprečna letna vsebnost tritija v Brežicah ($2,1 \text{ kBq/m}^3$) je nižja kot v letih 2004 ($4,0 \text{ kBq/m}^3$), 2005 ($6,3 \text{ kBq/m}^3$), 2006 ($5,9 \text{ kBq/m}^3$) in 2007 ($8,5 \text{ kBq/m}^3$).

Povprečna vsebnost tritija na referenčnem odvzemnem mestu Krško je za več kot 50 % nižja kot v predhodnih letih (slika 1.2). Koncentracije na referenčni lokaciji so bile v predhodnih letih okrog $1,5 \text{ kBq/m}^3$. Prav tako primerjava vsebnosti tritija na podlagi rezultatov meritev republiškega programa v nekaterih drugih slovenskih rekah kaže, da so bile običajne koncentracije v preteklih letih višje. Razlike so najverjetneje posledica sprememb pri izvajalcih meritev.

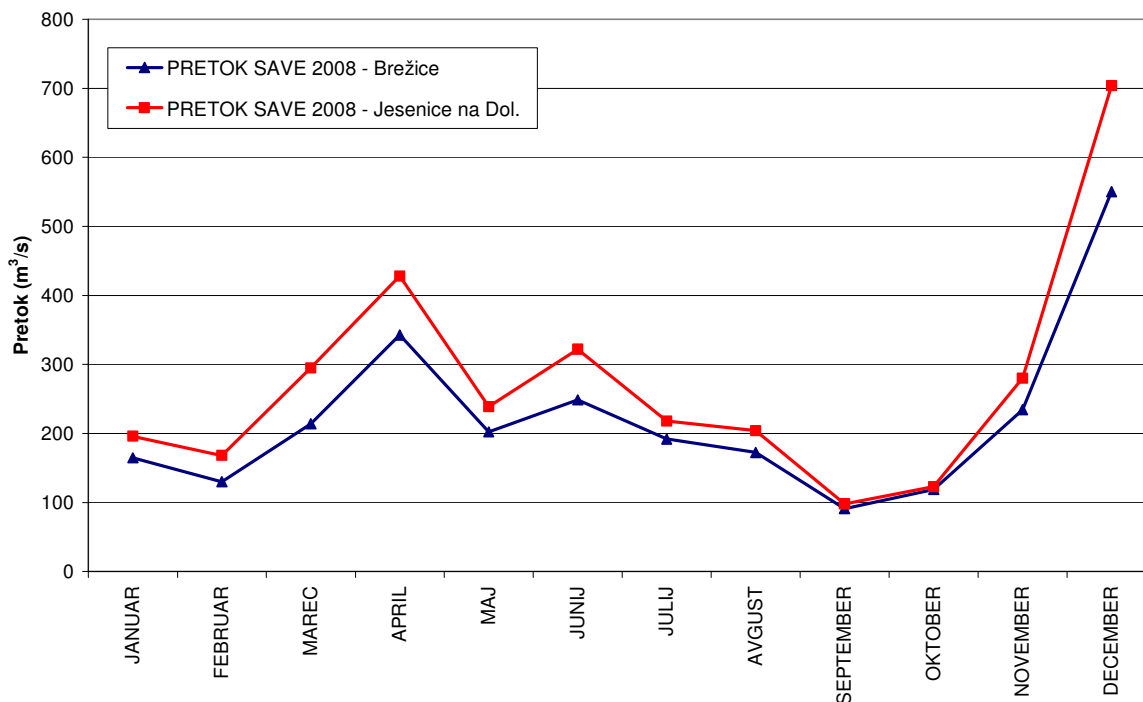
V letu 2008 so bile vsebnosti H-3 v povprečju nižje za faktor 1,6 v Jesenicah na Dolenjskem v primerjavi z vsebnostmi v Brežicah. To je posledica dodatne razredčitve vode zaradi pritokov Krke in Sotle, za kateri predpostavimo, da imata enako koncentracijo tritija kot Sava v Krškem. Pretok Save v Brežicah je bil najvišji v mesecu decembru ($551 \text{ m}^3/\text{s}$), letno povprečje je bilo $222 \text{ m}^3/\text{s}$. (slika 1.3). Neposrednih korelacij med mesečnimi koncentracijami tritija in pretokom Save nismo opazili.



Slika 1.1: Primerjava vsebnosti tritija v savski vodi na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti posameznih izmerkov so približno 0,5 kBq/m³.



Slika 1.2: Primerjava povprečnih letnih vsebnosti tritija v savski vodi na lokaciji Krško. Negotovosti posameznih izmerkov so približno 0,5 kBq/m³.



Slika 1.3: Izmerjeni pretok Save v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem. Pretok v Jesenicah na Dolenjskem mora biti višji kot v Brežicah zaradi pritokov Krke in Sotle.

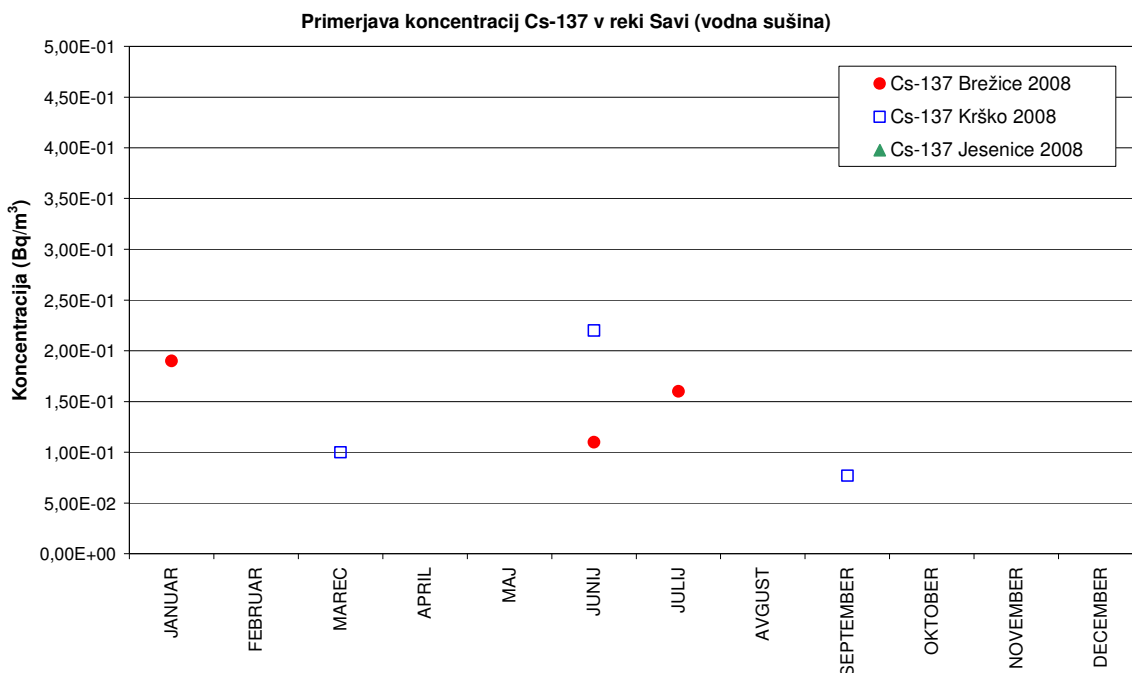
I-131 *SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE*

Kratkoživi radioaktivni jod (I-131) je občasno prisoten v tekočinskih efluentih NEK. Povišane koncentracije joda je bilo mogoče izmeriti takoj po črnbilski nesreči. I-131 je redno opažen na vseh nadzornih mestih reke Save, tako protitočno od elektrarne kot sotočno v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem.

Realnejše ocene lahko temeljijo le na enkratnih odvzemih nefiltrirane vode (vzorčevanje na tri mesece), in ne na sestavljenih vzorcih, ki so bili zbrani v obdobju enega meseca ali v trimesečnem obdobju. Povprečna letna vsebnost I-131 v enkratnih vzorcih na vzorčevalnih mestih je bila od 13 Bq/m³ do 15 Bq/m³ in je bila najvišja na odvzemnem mestu v Jesenicah na Dolenjskem. Najvišje vrednosti so bile izmerjene v zadnjem četrtletju na vseh odvzemnih mestih in so bile od 35 Bq/m³ do 45 Bq/m³. Vrednosti so sicer nekoliko višje kot v preteklih letih, vendar sistematično na vseh lokacijah. Sistematičnih razlik, ki bi nakazovale vpliv NEK, ni bilo zaznati. Prisotnost I-131 v rekah je tako posledica uporabe tega izotopa v terapevtske in diagnostične namene v bolnišnicah.

SEDIMENTI

V sedimentih je I-131 občasno opažen v nizkih koncentracijah na nekaterih vzorčevalnih lokacijah. V letu 2008 jod ni bil izmerjen na nobeni lokaciji. Do leta 2005, ko se je vzorčeval tudi giblivi sediment, so bile vsebnosti I-131 v talnem sedimentu v povprečju na splošno manjše kot v gibljivem sedimentu, ki vsebuje več organskih snovi.



Slika 1.4: Primerjava vsebnosti Cs-137 v **sušini** reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti posameznih izmerkov so okrog 0,1 Bq/m³.

Cs-137 SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE

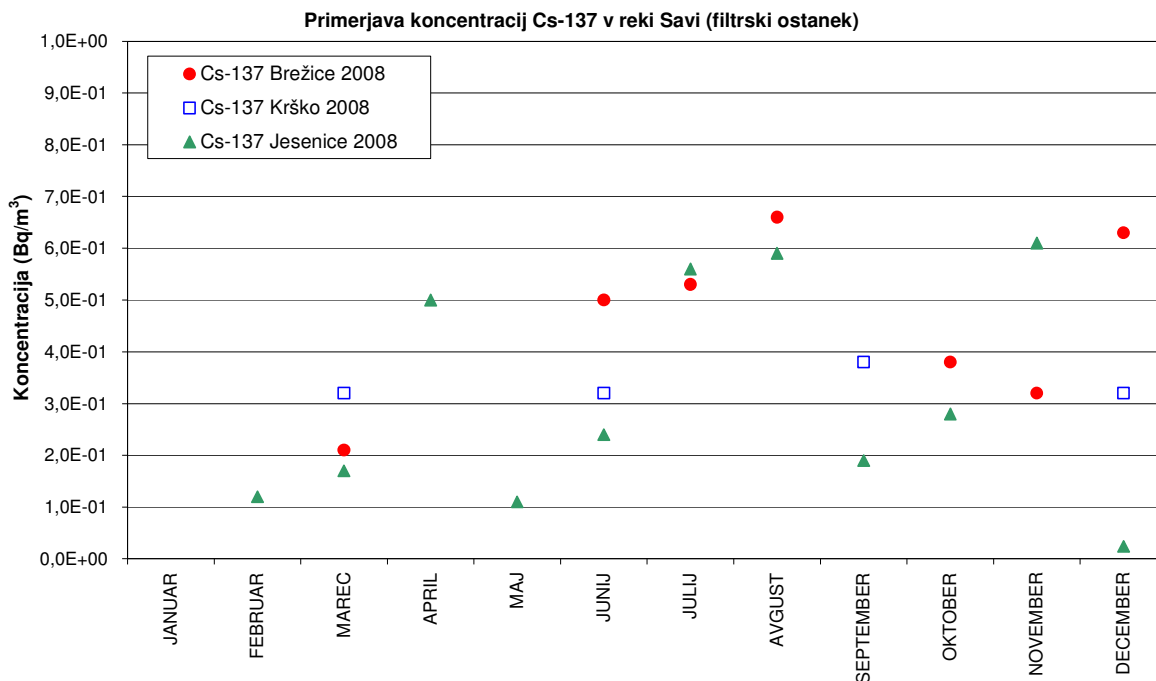
Radioaktivni izotop cezij je kot posledica globalne kontaminacije (jedrski poskusi in nesreča v Černobilu) prisoten povsod v okolju. Najdemo ga tudi v tekočinskih efluentih NEK.

Na slikah 1.4 in 1.5 so prikazane primerjave meritev Cs-137 na različnih odvzemnih mestih. Cs-137 se pojavlja v sušini in filtrskem ostanku. V tabeli 1.1 je primerjava povprečnih vsebnosti cezija v vodi in v filtrskem ostanku na različnih odvzemnih mestih.

Cezij v suhem ostanku (voda in fina suspendirana snov) ni bil detektiran v nobenem mesecu na odvzemnem mestu Jesenice na Dolenjskem (meritve IRB). Rezultati meritev na drugih odvzemnih mestih so bili na meji kvantifikacije. Letna povprečna vrednost na referenčnem mestu v Krškem je bila 0,1 Bq/m³, kar je v okviru negotovosti podobno kot v Brežicah (0,04 Bq/m³). Največja mesečna vrednost je bila na lokaciji Krško v juniju (0,22 Bq/m³).

Že v preteklem letu smo ugotavljali, da obstajajo razlike pri izvajalcih o načinu poročanja (metodologiji določanja mej detekcije in meje kvantifikacije). Predlagamo, da izvajalci meritev poenotijo način podajanja rezultatov, tako da bodo meritve primerljive na vseh nadzornih lokacijah.

V preteklih letih se je povprečna koncentracija Cs-137 v Brežicah spreminjala od 0,25 Bq/m³ v letu 2003, 0,10 Bq/m³ v letu 2004, 0,08 Bq/m³ v letih 2005 in 2006 do 0,07 Bq/m³ v letu 2007.



Slika 1.5: Primerjava vsebnosti Cs-137 v **filtrskem ostanku (groba suspenderana snov)** reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti posameznih izmerkov so okrog $0,1 \text{ Bq/m}^3$.

Tabela 1.1: Vsebnost Cs-137 v Bq/m^3 v suhem ostanku po izparevanju vode, v filtrskem ostanku iz reke Save in vsota obeh prispevkov v letu 2008 (meritve ZVD in IRB).

Cs-137 (Bq/m^3)	KRŠKO (pri papirnici)	BREŽICE	JESENICE NA DOLENJSKEM
Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode	$0,1 \pm 0,1$	$0,04 \pm 0,3$	–
Filtrski ostanek	$0,33 \pm 0,1$	$0,27 \pm 0,1$	$0,28 \pm 0,09$
SKUPAJ	$0,43 \pm 0,1$	$0,31 \pm 0,3$	$0,28 \pm 0,9$

FILTRSKI OSTANEK

Običajne težnje kažejo, da je koncentracija cezija v filtrskem ostanku (v grobi suspendirani snovi) višja kot v sami vodi. Cezij se slabo veže na grobo suspendirano snov (le nekaj procentov), zato lahko sklepamo, da je večina cezija v vodi posledica globalne kontaminacije. V primeru, da bi prišlo do večjega izpusta NEK, bi to najprej zaznali v povečani koncentraciji v vodi (suhi ostanek po izparevanju vzorca vode) in le manjši delež bi zaznali v filtrskem ostanku (v grobi suspendirani snovi).

Filtrski ostanek kaže v Brežicah podobno sliko kot v preteklem letu: v letnem povprečju ($0,27 \text{ Bq/m}^3$) je vsebnost v okviru negotovosti enaka kot na referenčnem mestu Krško



(0,33 Bq/m³). Podobne vrednosti so izmerjene v Jesenicah na Dolenjskem (0,28 Bq/m³). Najvišja posamična vrednost je bila izmerjena v avgustu v Brežicah (0,66 Bq/m³).

Iz tabele 1.1 je razvidno, da je skupna povprečna vsebnost cezija v sušini in filtrskem ostanku za približno 0,12 Bq/m³ nižja v Brežicah v primerjavi z referenčnim mestom Krško. V Jesenicah na Dolenjskem najdemo višje povprečne koncentracije od vrednosti na referenčnem mestu v Krškem za 0,07 Bq/m³.

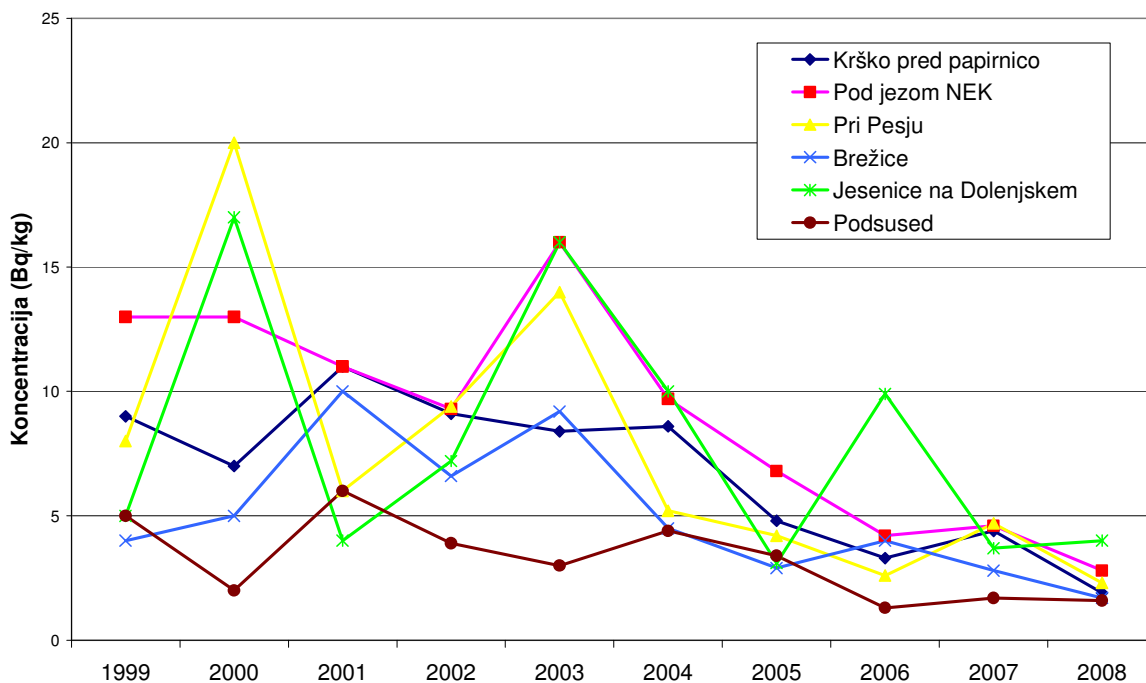
Primerjava vrednosti z upoštevanjem velikih merskih negotovosti kaže, da je vpliv NEK nemerljiv.

ENKRATNI VZORCI NEFILTRIRANE VODE

Zaradi visokih mej kvantifikacije Cs-137 pri enkratnih vzorcih nefiltrirane vode ne moremo primerjati koncentracije na različnih odvzemnih mestih. Iz merskih rezultatov, kjer je bil Cs-137 detektiran, lahko povzamemo le, da je povprečna koncentracija v okviru merske negotovosti na vseh odvzemnih mestih podobna.

SEDIMENTI

Povprečna aktivnost cezija v talnih sedimentih (IRB) je v Krškem (pod mostom) 1,9 Bq/kg (z največjo vrednostjo 2,3 Bq/kg), pod jezom NEK 2,8 Bq/kg (z največjo vrednostjo 4,1 Bq/kg), v Pesju 2,3 Bq/kg (z največjo vrednostjo 2,8 Bq/kg), v Brežicah 1,7 Bq/kg (z največjo vrednostjo 2,1 Bq/kg), v Jesenicah na Dolenjskem 4,0 Bq/kg (z največjo vrednostjo 4,6 Bq/kg) in v Podsusedu 1,6 Bq/kg (z največjo vrednostjo 1,9 Bq/kg). Rezultati meritev sedimentov, ki jih je izvedel ZVD, so v okviru merske negotovosti podobni meritvam IRB.



Slika 1.6: Primerjava vsebnosti Cs-137 v talnem sedimentu reke Save. Merske negotovosti so okrog 0,5 Bq/kg.



S slike 1.6 je razvidno, da obstaja težnja zmanjševanja koncentracije cezija v sedimentu na vseh lokacijah, kar je najverjetneje povezano s postopnim zmanjševanjem globalne kontaminacije zaradi razpolovne dobe in izpiranja talnega sedimenta. V tem letu ni bilo velikih odmikov meritev na različnih lokacijah, ki so bili značilni za pretekla leta. Vpliva NEK v sedimentu ni mogoče zaznati.

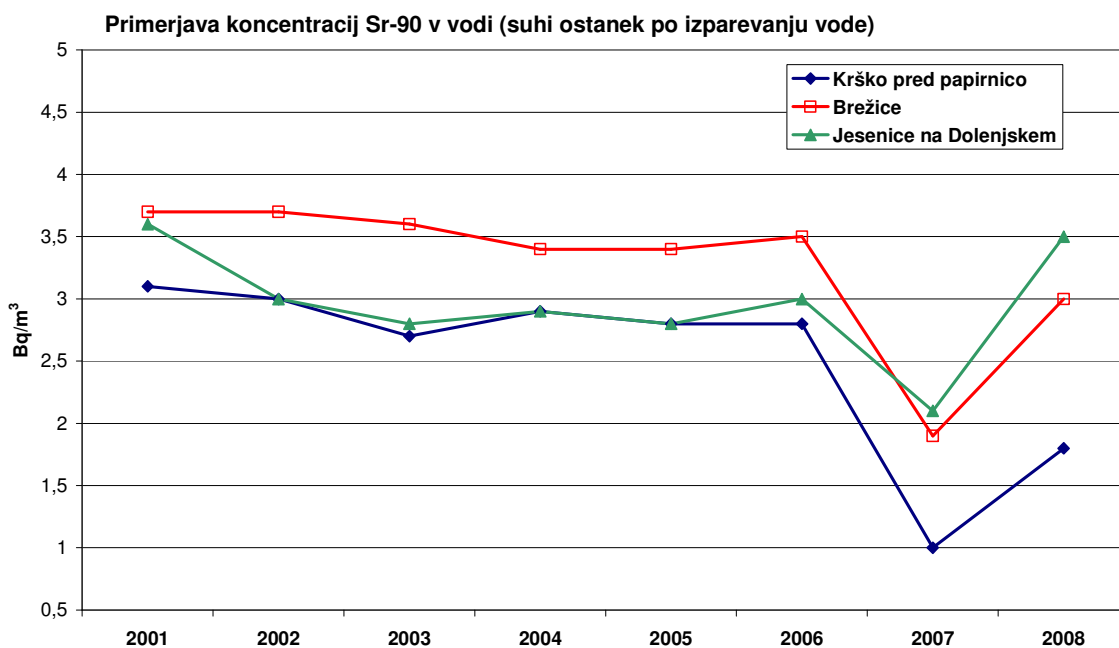
Na splošno ugotavljamo, da so koncentracije naravnih radionuklidov v sedimentih podobne, kot so v zemlji. To pa ne velja za umetne radionuklide, katerih koncentracije so v sedimentih zaradi izpiranja bistveno nižje kot v vrhni plasti zemlje (običajna koncentracija cezija v zemlji je namreč nekaj deset bekerelov na kilogram).

Sr-90/Sr-89

SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE

Radioaktivni izotop stroncija je podobno kot cezij prisoten povsod v okolju in je posledica globalne kontaminacije. Delež stroncija v primerjavi s cezijem je bil zaradi vpliva Črnobila skoraj zanemarljiv. Pri jedrskih poskusih pa je bila aktivnost depozita pri obeh radionuklidih primerljiva. Stroncij se sedaj pojavlja v vodi (suhi ostanek po izparevanju vzorca vode) v 10-krat višjih koncentracijah kot cezij. V grobi suspendirani snovi pa se pojavlja v podobnih koncentracijah kot cezij. Stroncij redno srečujemo v tekočinskih izpustih NEK, vendar so njegove aktivnosti 100-krat nižje od aktivnosti cezija.

Sr-90/Sr-89 se pojavlja v vodi na referenčnem mestu Krško v podobni povprečni koncentraciji ($1,7 \text{ Bq/m}^3$) kot v nadzornem mestu v Brežicah ($3,0 \text{ Bq/m}^3$) in v Jesenicah na Dolenjskem ($3,5 \text{ Bq/m}^3$). Vrednosti so v okviru merske negotovosti podobne rezultatom iz zadnjih nekaj let (glej sliko 1.7). Izrazit padec rezultatov meritev, ki smo ga ugotovili leta 2007, je najverjetneje posledica zamenjave izvajalca meritve.



Slika 1.7: Primerjava vsebnosti Sr-90 v vodi reke Save. Merske negotovosti so okrog $0,2 \text{ Bq/m}^3$.



FILTRSKI OSTANEK

Večina stroncija je v sami vodi. V filtrskem ostanku (v grobi suspendirani snovi) so vrednosti Sr-90/Sr-89 navadno 10-krat nižje kot v sušini in se gibljejo okrog 0,3 Bq/m³. Najvišja povprečna vsebnost je bila izmerjena v Brežicah.

Iz tabele 1.2 je razvidno, da je skupna povprečna vsebnost stroncija v sušini in filtrskem ostanku za približno 1,6 Bq/m³ višja v Brežicah v primerjavi z referenčnim mestom Krško. Podobno je tudi v Jesenicah na Dolenjskem.

Tabela 1.2: Vsebnost Sr-90 v Bq/m³ v suhem ostanku po izparevanju vode, v filtrskem ostanku iz reke Save in vsota obeh prispevkov v letu 2008 (meritve ZVD in IRB)

Sr-90 (Bq/m ³)	KRŠKO (pri papirnici)	BREŽICE	JESENICE NA DOLENJSKEM
Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode	1,7 ± 0,5	3,0 ± 0,5	3,5 ± 0,2
Filtrski ostanek	0,13 ± 0,1	0,38 ± 0,2	0,01 ± 0,02
SKUPAJ	1,83 ± 0,5	3,4 ± 0,5	3,51 ± 0,2

ENKRATNI VZORCI NEFILTRIRANE VODE

Vrednosti v enkratnih vzorcih so podobne kot v vzorcih filtrirane vode. Letna povprečja so od 3,4 Bq/m³ do 3,6 Bq/m³. Najvišja posamična izmerjena vrednost je bila v Krškem in v Jesenicah na Dolenjskem 5,2 Bq/m³. Vrednosti so približno 10-krat višje, kot so koncentracije cezija.

SEDIMENTI

Pri meritvah IRB stroncij v talnih sedimentih ni bil merjen, razen na lokaciji Podsused, kjer je bila povprečna vrednost 1,3 Bq/kg. Povprečne vrednosti, ki jih je izmeril ZVD, so se gibale okrog 0,5 Bq/kg. Vrednosti so primerljive z rezultati iz predhodnih let.

Cs-134, Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-110m so sevalci žarkov gama, ki so lahko v izpustih NEK. V zadnjih nekaj letih je bil zaznan le Co-60, in sicer leta 2003 in 2006. V letu 2008 noben od naštetih radionuklidov ni dosegel meje detekcije.



VODNA BIOTA

Tabele: T-19, T-21, T-22 (ZVD);
T-22/p1, T-24, T-25 (IRB)

RIBE

Cs-137 Analize celih rib, ulovljenih na lokacijah, od katerih je prva referenčna v Krškem, druge pa pod izpustom NEK, kažejo povprečne vrednosti vsebnosti Cs-137 od 0,07 Bq/kg do 0,09 Bq/kg (meritve ZVD), Vrednosti so nižje kot v preteklih letih (meritve ZVD). IRB v ribah ni zaznal prisotnosti cezija.

I-131 V vzorcih celih rib iz referenčnega odvzema in tudi v vzorcih iz nadzornih odvzemnih mest (meritve ZVD in IRB) ni bila zaznana prisotnost I-131, kar je podobno kot v preteklih letih. Glede na koncentracije joda v enkratnih vzorcih nefiltrirane vode (okrog 10 Bq/m³) bi teoretično pričakovali, da je koncentracija joda v ribah okrog 0,2 Bq/kg (upoštevajoč bioakumulacijski faktor $B_r = 0,02 \text{ m}^3/\text{kg}$), kar je pod mejo detekcije.

Sr-90/Sr-89 Ta radionuklid je bil izmerjen v vseh vzorcih rib. Ločeno merjenje kosti in mišic rib se ne izvaja od leta 2005, zato primerjava med koncentracijami stroncija v vzorcih mišic in kosti rib ni mogoča. Stroncij se namreč v glavnem zadržuje v kosteh (1–2 Bq/kg), kjer so navadno vsebnosti dva velikostna reda višje kot v mišicah.

Laboratorij IRB v ribah ni meril stroncija. V meritvah ZVD (cele ribe) se gibljejo povprečja po lokacijah od 0,4 Bq/kg do 0,5 Bq/kg. **Meritve so neuporabne za vrednotenje vplivov, saj se večina stroncija nahaja v kosteh rib, ki pa se ne uživajo. Treba bi bilo meriti le meso rib.** V splošnem so vse izmerjene vrednosti za umetne radionuklide zelo podobne tistim iz predhodnih let.



Preglednica 1.1a: SUHI OSTANKI PO IZPAREVANJU VODE IN FINE SUSPENDIRANE SNOVI REKE SAVE 2008 – meritve ZVD in IRB

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v filtratu vode (voda s fino suspendirano snovjo)
 "Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) $E(50)$ za odrasle (>17 let) za obdobje 50 let

SAVA						
Lokacija	KRŠKO - VIDEM		BREŽICE (kont. vzor.)		JESENICE (**)	
IZOTOP	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	3,9E+00 ± 5E-01	1,4E-01 ± 2E-02	3,0E+00 ± 9E-01	1,1E-01 ± 3E-02	7,0E+00 ± 4E-01	2,6E-01 ± 1E-02
Ra-226	1,2E+00 ± 2E-01	2,5E-01 ± 3E-02	7,4E-01 ± 1E-01	1,6E-01 ± 3E-02	1,5E+00 ± 9E-02	3,2E-01 ± 2E-02
Pb-210	1,2E+01 ± 3E+00	6,4E+00 ± 2E+00	9,4E+00 ± 3E+00	4,9E+00 ± 2E+00		
Ra-228	1,1E+00 ± 2E-01	5,4E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 4E-01	5,6E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E-01	5,2E-01 ± 1E-01
Th-228	2,5E-01 ± 9E-02	6,9E-02 ± 3E-02	3,7E-01 ± 1E-01	1,0E-01 ± 4E-02		
K-40	4,4E+01 ± 4E+00	2,1E-01 ± 2E-02	3,3E+01 ± 2E+00	1,5E-01 ± 9E-03	5,7E+01 ± 4E+00	2,6E-01 ± 2E-02
Be-7	6,8E+01 ± 2E+01	1,4E-03 ± 3E-04	3,4E+03 ± 3E+03	7,1E-02 ± 7E-02	4,9E+00 ± 5E-01	1,0E-04 ± 1E-05
I-131	6,4E+00 ± 2E+00	1,1E-01 ± 3E-02	9,6E+00 ± 5E+00	1,6E-01 ± 8E-02	1,1E+01 ± 1E+01	1,8E-01 ± 2E-01
Cs-134						
Cs-137	9,9E-02 ± 1E-01	9,7E-04 ± 1E-03	3,8E-02 ± 3E-01	3,7E-04 ± 3E-03		
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	1,7E+00 ± 4E-01	3,5E-02 ± 8E-03	3,0E+00 ± 4E-01	6,3E-02 ± 8E-03	3,5E+00 ± 2E-01	7,4E-02 ± 4E-03
H-3	8,2E+02 ± 6E+01	1,1E-02 ± 8E-04	2,1E+03 ± 5E+02	2,9E-02 ± 7E-03	1,4E+03 ± 2E+02	1,8E-02 ± 3E-03
Doza za umetne radionuklide		1,5E-01 ± 3E-02		2,5E-01 ± 9E-02		2,7E-01 ± 2E-01
Doza za um. rad. brez I-131		4,7E-02 ± 8E-03		9,2E-02 ± 1E-02		9,2E-02 ± 5E-03
Doza - SKUPAJ		7,8E+00 ± 2E+00		6,3E+00 ± 2E+00		1,6E+00 ± 2E-01

Preglednica 1.1b: FILTRSKI OSTANKI REKE SAVE 2008 – meritve ZVD in IRB

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v filtrskem ostanku (grobe suspendirane snovi)
 "Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) $E(50)$ za odraslega za obdobje 50 let

FILTRSKI OSTANEK						
Lokacija	KRŠKO - VIDEM		BREŽICE (kont. vzor.)		JESENICE (**)	
IZOTOP	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	4,6E+00 ± 3E+00	1,7E-01 ± 1E-01	3,5E+00 ± 1E+00	1,3E-01 ± 5E-02	1,0E+00 ± 5E-01	3,8E-02 ± 2E-02
Ra-226	4,8E-01 ± 7E-02	1,0E-01 ± 2E-02	4,6E-01 ± 1E-01	9,8E-02 ± 2E-02	7,8E-01 ± 1E-01	1,6E-01 ± 3E-02
Pb-210	1,9E+00 ± 5E-01	9,9E-01 ± 3E-01	2,3E+00 ± 5E-01	1,2E+00 ± 2E-01		
Ra-228	7,8E-01 ± 1E-01	4,0E-01 ± 6E-02	8,0E-01 ± 2E-01	4,1E-01 ± 8E-02	6,7E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 1E-01
Th-228	8,1E-01 ± 1E-01	2,2E-01 ± 4E-02	7,7E-01 ± 1E-01	2,1E-01 ± 3E-02		
K-40	8,3E+00 ± 1E+00	3,8E-02 ± 5E-03	8,7E+00 ± 2E+00	4,0E-02 ± 9E-03	1,2E+01 ± 2E+00	5,5E-02 ± 1E-02
Be-7	3,4E+00 ± 5E-01	7,2E-05 ± 1E-05	3,8E+00 ± 1E+00	8,1E-05 ± 3E-05	5,3E+00 ± 1E+00	1,1E-04 ± 2E-05
I-131	4,8E-01 ± 5E-01	7,8E-03 ± 8E-03	4,3E-02 ± 4E-02	7,2E-04 ± 7E-04	2,3E-01 ± 1E-01	3,7E-03 ± 2E-03
Cs-134						
Cs-137	3,3E-01 ± 1E-01	3,3E-03 ± 1E-03	2,7E-01 ± 1E-01	2,6E-03 ± 1E-03	2,8E-01 ± 6E-02	2,8E-03 ± 6E-04
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	1,3E-01 ± 9E-02	2,7E-03 ± 2E-03	3,8E-01 ± 1,8E-01	7,9E-03 ± 4E-03	6,2E-03 ± 3,3E-02	1,3E-04 ± 7E-04
Doza za umetne radionuklide		1,4E-02 ± 8E-03		1,1E-02 ± 4E-03		6,6E-03 ± 2E-03
Doza za um. rad. brez I-131		5,9E-03 ± 2E-03		1,1E-02 ± 4E-03		2,9E-03 ± 9E-04
Doza - SKUPAJ		1,9E+00 ± 3E-01		2,1E+00 ± 3E-01		6,1E-01 ± 1E-01

(**) Meritve IRB



POVZETEK SUMARNIH DOZ ZA ODRASLE (>17 let)

izračunanih iz merskih podatkov preglednic 1.1a in 1.1b, doznih pretvorbenih faktorjev iz reference [5] in faktorjev porabe (odrasli človek zaužije letno 0,75 m³ vode). Preglednica vsebuje **sumarne doze za suhi in filtrski ostanek** ob predpostavki pitja nefiltrirane savske vode.

Preglednica 1.1a, b (povzetek):

Suhi ostanek po izparevanju vode ter filtrski ostanek reke Save v letu 2008

– meritve ZVD in IRB

Starostna skupina	Radionuklidi	Efektivna doza (μSv na leto)								
		KRŠKO (meritve ZVD)			BREŽICE (meritve ZVD)			JESENICE NA DOLENJSKEM (meritve IRB)		
Odrasli (<i>E(50)</i>)	Umetni radionuklidi	0,16	±	0,03	0,26	±	0,09	0,29	±	0,2
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,05	±	0,01	0,10	±	0,01	0,09	±	0,01
	H-3	0,01	±	0,00	0,03	±	0,01	0,02	±	0,00
	Umetni in naravni radionuklidi	9,70	±	2,02	8,40	±	2,02	2,21	±	0,22

E(50) Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za odrasle za obdobje 50 let



Preglednica 1.2a: REKA SAVA – CELE RIBE 2008 – meritve ZVD

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov (Bq/kg) v sveži snovi vzorcev celih rib

"Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za odraslega (> 17 let)

Izotop	JESENICE na Dolenjskem		KRŠKO		BREŽICE	
	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)
U-238	7,4E-01 \pm 5E-01	1,6E+00 \pm 1E+00	3,7E-01 \pm 3E-01	8,1E-01 \pm 6E-01	6,4E-01 \pm 3E-01	1,4E+00 \pm 6E-01
Ra-226	2,3E-01 \pm 1E-01	2,9E+00 \pm 1E+00	1,3E-01 \pm 2E-02	1,6E+00 \pm 3E-01	1,9E-01 \pm 4E-02	2,3E+00 \pm 5E-01
Pb-210	1,2E-01 \pm 7E-01	3,6E+00 \pm 2E+01	< 7E-01	\pm 2E+01	4,8E-02 \pm 7E-01	1,5E+00 \pm 2E+01
Ra-228	1,5E-01 \pm 9E-02	4,7E+00 \pm 3E+00	1,2E-01 \pm 6E-02	3,7E+00 \pm 2E+00	1,1E-01 \pm 7E-02	3,4E+00 \pm 2E+00
Th-228			6,8E-02 \pm 4E-02	1,1E+00 \pm 6E-01		
K-40	8,6E+01 \pm 5E+00	2,4E+01 \pm 1E+00	9,4E+01 \pm 9E+00	2,6E+01 \pm 3E+00	8,9E+01 \pm 6E+00	2,5E+01 \pm 2E+00
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137	8,8E-02 \pm 2E-02	5,1E-02 \pm 1E-02	7,3E-02 \pm 2E-02	4,3E-02 \pm 1E-02	7,6E-02 \pm 4E-02	4,4E-02 \pm 2E-02
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	5,3E-01 \pm 2E-01	6,7E-01 \pm 2E-01	4,3E-01 \pm 2E-01	5,4E-01 \pm 2E-01	5,4E-01 \pm 2E-01	6,8E-01 \pm 2E-01
Doza za umetne radionuklide		7,2E-01 \pm 2E-01		5,8E-01 \pm 2E-01		7,2E-01 \pm 2E-01
Doza za umetne rad. brez I-131		7,2E-01 \pm 2E-01		5,8E-01 \pm 2E-01		7,2E-01 \pm 2E-01
Doza - SKUPAJ		3,7E+01 \pm 2E+01		3,4E+01 \pm 2E+01		3,4E+01 \pm 2E+01

POVZETEK SUMARNIH DOZ ZA ODRASLE (> 17 let)

izračunanih iz merskih podatkov preglednice 1.2a, doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [5] in faktorja porabe (odrasel ribič zaužije 45 kg rib).

Preglednica 1.2a (povzetek):

Reka Sava – cele ribe 2008 – meritve ZVD

Starostna skupina	Radionuklidi	Efektivna doza (μ Sv na leto)		
		Krško	Brežice	Jesenice na Dolenjskem
Odrasli (E(50))	Umetni radionuklidi	0,58 \pm 0,20	0,72 \pm 0,2	0,72 \pm 0,20
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,58 \pm 0,2	0,72 \pm 0,2	0,72 \pm 0,20
	Umetni in naravni radionuklidi	34,00 \pm 20,00	34,00 \pm 20,00	37,00 \pm 20,00

E(50) Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za odrasle za obdobje 50 let



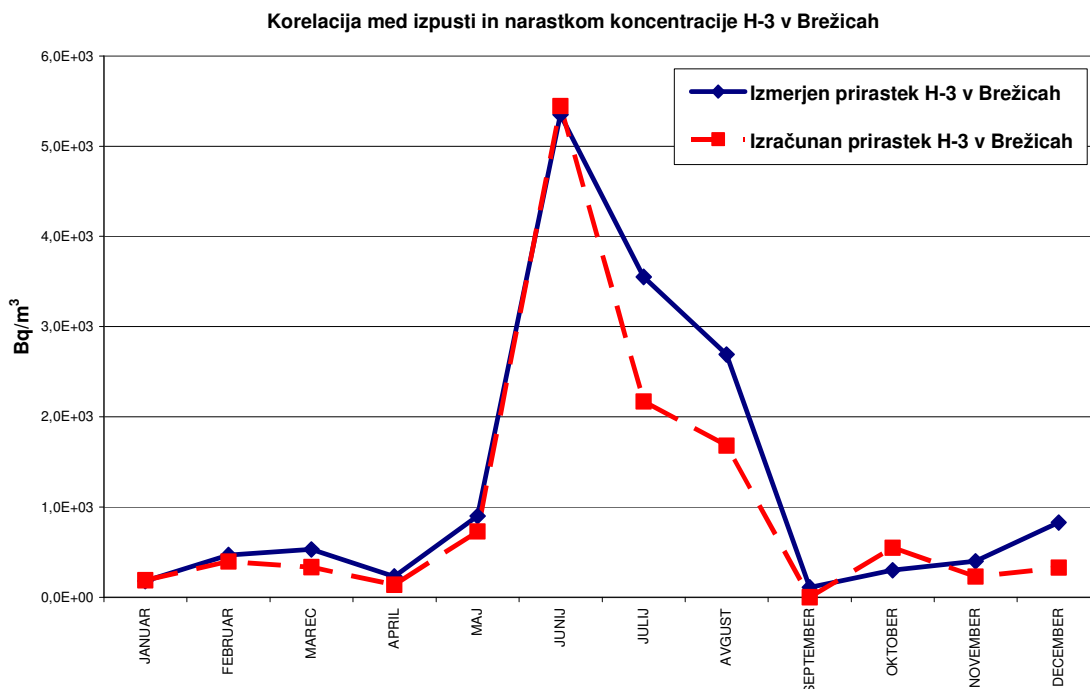
d) VPLIV NEK NA VSEBNOSTI RADIONUKLIDOV V OKOLJU

Vpliv na okolje smo ocenili na podlagi primerjave rezultatov emisijskih meritev (meritev vzorcev iz izpustnih tankov – WMT in kaluže uparjalnikov – SGBD), ki jih izvaja NEK, in rezultatov meritev vzorcev reke Save. Na slikah 9.2 in 9.4 (poglavje "Meritve efluentov") so podani mesečni tekočinski izpusti najpomembnejših radionuklidov (H-3, Co-60, Co-58 in Cs-137) v reko Savo. Po podatkih NEK so bili največji izpusti opravljeni v juniju, ko je bilo v okolje izpuščeno 3,1 TBq tritija. Največji izpusti drugih radionuklidov so bili izvedeni v oktobru. Aktivnosti drugih izpuščenih radionuklidov (predvsem Co-58) so bile pet velikostnih redov nižje kot pri tritiju.

Tritij (H-3) je edini radionuklid, ki ga sistematično merimo v okolju in je posledica izpustov NEK. Tritij lahko uporabljamo kot sledilec, da ocenimo vpliv tudi drugih radionuklidov, ki jih navadno ne zaznavamo v okolju.

Na sliki 1.8 je prikazana korelacija med izračunanimi mesečnimi prirastki koncentracije H-3 in izmerjenimi prirastki koncentracije H-3 v Brežicah. Izračunane koncentracije so dobljene tako, da smo mesečni izpust H-3 delili z mesečno količino pretečene savske vode. Na ta način predpostavimo, da je prišlo do popolnega mešanja vode na omenjenih lokacijah. Pri izmerjenih koncentracijah smo vzeli prirastek koncentracije v Brežicah v primerjavi z referenčnim mestom v Krškem.

S slike je razvidno, da obstaja zelo močna korelacija med izpusti in prirastkom koncentracije H-3 v Savi predvsem na lokaciji v Brežicah. Zelo lepo so vidni povečani izpusti v poletnih mesecih. Že nekaj let ugotavljamo, da v Brežicah najverjetneje še ne pride do popolnega mešanja izpuščenih radionuklidov s savsko vodo. Iz meritev lahko ocenimo razredčitveno razmerje *DR* v Brežicah.



Slika 1.8: Primerjava med izmerjenimi mesečnimi prirastki koncentracije tritija v Brežicah in izračunanimi prirastki koncentracije. Izračunana koncentracija je dobljena iz mesečnih izpustov H-3 in pretoka Save (mesečni izpust / mesečni pretok Save)



Razredčitveno razmerje DR (Dilution Ratio) je razmerje med koncentracijo tritija na nekem mestu pod izpustom proti koncentraciji tritija na mestu s popolnim mešanjem vode:

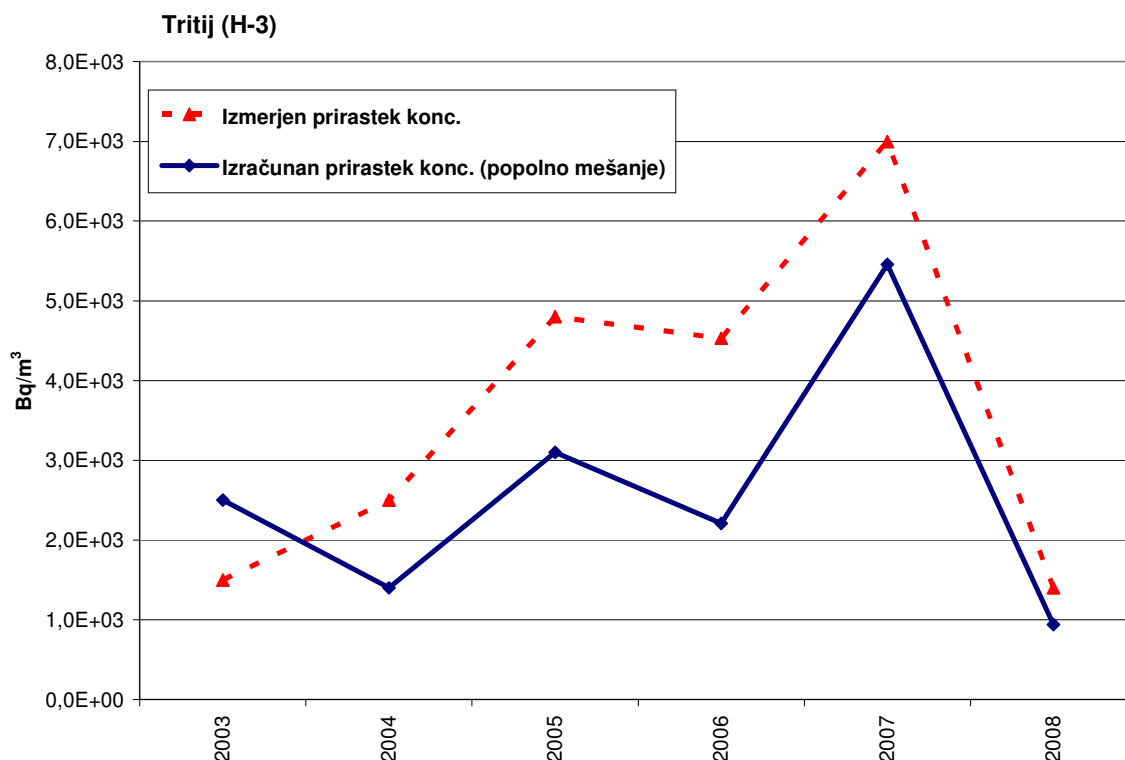
$$DR = \frac{C_{w,RL}}{C_{w,tot}}$$

$C_{w,RL}$ koncentracija na referenčni lokaciji (Bq/m^3)

$C_{w,tot}$ koncentracija na mestu popolnega mešanja (Bq/m^3)

Vrednosti DR segajo od 0 (na lokaciji, kjer še ni prišlo do mešanja) in > 0 na lokaciji, kjer je mešanje nepopolno. Pri popolnem mešanju je vrednost DR enaka 1.

Na sliki 1.9 je narejena primerjava med izmerjenimi letnimi prirastki koncentracije in izračunanimi koncentracijami H-3 v Brežicah od leta 2003. Izračunane koncentracije tritija v Brežicah, dobljene iz celoletnega izpusta in povprečnega letnega pretoka Save, so v povprečju za 50 % nižje od izmerjenih letnih povprečnih vrednosti, kar pomeni, da do popolnega mešanja dejansko še ni prišlo. Razmerje obeh vrednosti je razredčitveno razmerje DR . To pomeni, da je dolgoletno razredčitveno razmerje (od 2002 do 2008) na vzorčevalni lokaciji ob levem bregu v Brežicah $DR = 1,5 \pm 0,5$.



Slika 1.9: Primerjava med letnimi povprečnimi prirastki koncentracije H-3 v Brežicah in izračunanimi koncentracijami, dobljenimi na podlagi mesečnih izpustov in pretoka Save (mesečni izpust / mesečni pretok Save) ob predpostavki popolnega mešanja



Izmerjen povprečni letni prispevek koncentracije tritija v savski vodi zaradi vpliva NEK na odvzemnem mestu Brežice je bil $(1,3 \pm 0,5) \text{ kBq/m}^3$, kar je petkrat manj kot v predhodnem letu (slika 1.9). V primeru, da upoštevamo razredčitveni faktor $DR = (1,5 \pm 0,5)$, lahko ocenimo povprečno koncentracijo v Brežicah na podlagi znanih izpustov iz pretoka Save iz izraza:

$$C_{w,RL} = \frac{A_{H-3}}{F \times t} \quad DR = (1,5 \pm 0,5) \text{ kBq/m}^3$$

A_{H-3} skupna letna izpuščena aktivnost tritija (Bq)

$F \times t$ celotni letni volumen pretečene Save (m^3)

Za oceno doznih obremenitev smo v letu 2008 upoštevali novo referenčno lokacijo, ki je 350 m pod jezom [8]. Ocenjujemo, da je bila povprečna koncentracija tritija na novi referenčni lokaciji na levem bregu $(3 \pm 2) \text{ kBq/m}^3$. Pri tem smo upoštevali razredčitveno razmerje na tej lokaciji $DR = (3 \pm 2)$.

Na podlagi dobrega ujemanja med izmerjenimi prirastki koncentracije tritija in izračunanimi vrednostmi iz modela lahko v obratnem vrstnem redu ocenimo tudi skupno izpuščeno aktivnost iz NEK, tako da pomnožimo izmerjen prirastek H-3 v Brežicah z letnim pretokom reke Save in upoštevamo razredčitveno razmerje DR :

$$A_{H-3} = \frac{C_{w,tot} \cdot F \times t}{DR} = 1,3 \text{ kBq} \times 222 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} / 1,5 = (6,1 \pm 0,5) \text{ E}+12 \text{ Bq}$$

Izračunana izpuščena aktivnost tritija se razmeroma dobro ujema z dejanskimi letnimi izpusti H-3 ($7,0 \text{ E}+12 \text{ Bq}$ v letu 2008).

V letu 2008 povprečna koncentracija tritija v črpališčih krškega in brežiškega vodovoda ni naraščala. Povečanje koncentracije tritija je bilo izmerjeno v vrtini VOP-4 v obdobju večjih izpustov tritija v Savo.

Primerjave med izpuščenimi aktivnostmi in koncentracijami v vzorcih reke Save za druge radionuklide niso možne, ker so njihove izpuščene aktivnosti nekaj velikostnih redov nižje in jih na odvzemnih mestih sotočno od NEK zaradi razredčitve ni bilo mogoče zaznati.

Cezij (Cs-137) in stroncij (Sr-90) sta prisotna na vseh merilnih mestih, vendar ni nobene neposredne korelacije z mesečnimi izpusti. Primerjava z meritvami od leta 1999 naprej kaže dokaj podobno situacijo glede umetnega radionuklida Cs-137, ki je povezan z rahlo pojemajočo černobilsko onesnaženostjo. Ocena prispevka Cs-137 zaradi vpliva NEK je narejena na podlagi primerjave med meritvami v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem. Tako je bil povprečni prispevek vsebnosti Cs-137 v sušini skupaj s filtrskim ostankom na odvzemnem mestu Brežice negativen $(-0,12 \pm 0,31) \text{ Bq/m}^3$ (v letu 2007 je bil $(0,12 \pm 0,46) \text{ Bq/m}^3$).

Pomembnejši prispevek od cezija k dozi referenčne skupine da umetni radionuklid Sr-90, ki kaže bolj ali manj stalne vrednosti, primerljive z obdobjem preteklih let. Aktivnost Sr-90 v černobilskem usedu je bila približno 2 % vrednosti Cs-137. Tako so izmerjene vrednosti predvsem ostanek atmosferskih jedrskih eksplozij v preteklosti. Ocena prispevka Sr-90 zaradi vpliva NEK je narejena enako kot za cezij in tritij na podlagi primerjave med meritvami v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem. Tako je bil povprečni prispevek vsebnosti Sr-90/Sr-89 v sušini skupaj s filtrskim ostankom na odvzemnem mestu Brežice $(1,57 \pm 0,7) \text{ Bq/m}^3$, kar je znotraj merske negotovosti podobno kot v letu 2007. Koncentracije v filtrskem ostanku so zanemarljive.

Višja vsebnost stroncija v Brežicah glede na referenčno mesto v Krškem najverjetneje ni posledica vpliva NEK v letu 2008. Primerjava vrednosti z upoštevanjem velikih merskih negotovosti kaže, da je vpliv NEK nemerljiv.



I-131 je pomemben kratkoživi onesnaževalec, ki ga tudi v letu 2008 opazamo v primerljivih koncentracijah protitočno od NEK (terapija v bolnicah), kot tudi sotočno od NEK. Vsako leto ugotavljamo, da so bolnišnice bistveno večji onesnaževalec Save z I-131 kot NEK.

e) OCENA DOZE NA PODLAGI MERITEV VZORCEV IZ OKOLJA

Naredili smo oceno sevalnih obremenitev na podlagi meritev povprečnih letnih vsebnosti radionuklidov v vodi in v ribah reke Save na referenčni in nadzornih točkah. Doze smo ocenili iz prirastka koncentracij.

Postopek za preračun sevalnih obremenitev preko aktivnosti in doznih pretvorbenih faktorjev je opisan v dokumentu *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*. V nadaljevanju navajamo rezultate, dobljene po tej metodologiji. Poraba vode referenčne skupine je skladna z *Uredbo o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)* [4]. Izračune smo opravili samo za eno starostno skupino (> 17 let). Ocena doze se uporablja le za primerjavo z rezultati, dobljenimi v poglavju "*Ocena letnih doz referenčne skupine za savsko prenosno pot*", kjer so narejeni izračuni za tri starostne skupine.

Pri oceni negotovosti letne efektivne doze smo upoštevali le negotovosti izmerjenih vsebnosti, drugih virov negotovosti (podatki o porabi hrane, dozni pretvorbeni faktorji) pa nismo upoštevali.

Rezultati so podani v **preglednicah 1.1 in 1.2**. V stolpcih "A" so navedene povprečne vsebnosti radionuklidov posebej za vodo s suspendirano snovjo in posebej za filtrski ostanek, ki se predhodno s filtriranjem kot groba suspendirana snov odstrani iz vode. Skupne doze umetnih in skupne doze naravnih in umetnih radionuklidov v vodi v Krškem in v Brežicah niso primerljive z dozo v Jesenicah na Dolenjskem. V vodi iz Jesenic na Dolenjskem namreč ni navedena koncentracija Pb-210, zato njegov prispevek k dozi ni upoštevan.

UŽIVANJE RIB

Podobno kot v letih 2005, 2006 in 2007 smo tudi za leto 2008 naredili oceno doze, ki bi jo prejel **odrasel človek – ribič** ob zaužitju 45 kg rib na leto (ekstremna poraba) [7, 8]. Prispevek NEK k letni dozi posameznika zaradi uživanja rib smo ocenili na podlagi razlike doz na lokacijah sotočno od NEK v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem (tabela 1.2a). Zaradi pomanjkanja podatkov smo pri izračunu upoštevali koncentracije radionuklidov v celih ribah in ne samo v mišicah rib kot v preteklih letih. Za umetne radionuklide brez upoštevanja I-131 smo dobili v Brežicah (preglednica 1.2a) vrednost $(0,72 \pm 0,2) \mu\text{Sv}$ na leto in na referenčnem mestu v Krškem $(0,58 \pm 0,2) \mu\text{Sv}$ na leto.

Na podlagi te metodologije smo izračunali, da je možni prispevek NEK v Brežicah zaradi uživanja rib **$(0,14 \pm 0,28) \mu\text{Sv}$ na leto** za odrasle. Zaradi merske in vzorčevalne negotovosti (majhno število rib) po tej metodologiji ne moremo ocenjevati doze zaradi prispevka NEK.

PITJE SAVSKE VODE

Na enak način naredimo oceno doze ob predpostavki, da bi **celo leto pili nefiltrirano savsko vodo**. V poročilu *Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočih izpustov NE Krško v reko Savo (IJS-DP-8801)* [7] je bilo ugotovljeno, da je prenosna pot pitja rečne vode malo verjetna in nam zato ne da realnih rezultatov.

Zaradi primerjave s prejšnjimi leti v nadaljevanju vseeno podajamo ocene doz za to prenosno pot, kjer smo upoštevali porabo $0,75 \text{ m}^3$ vode na leto. Rezultati so podani v povzetku v preglednici 1.1a,b.



Prispevek NEK k letni dozi posameznika zaradi pitja nefiltrirane savske vode smo ocenili na podlagi razlike doz na lokacijah sotočno od NEK in na referenčnem mestu v Krškem (tabela 1.2).

Na podlagi te metodologije je razvidno, da je prispevek NEK (umetni radionuklidi brez upoštevanja I-131) zaradi uživanja vode v Brežicah ($0,05 \pm 0,01$) μSv na leto za odrasle. Od te doze lahko z gotovostjo pripišemo NEK le tisti del, ki pride od H-3, to je **($0,02 \pm 0,01$) μSv na leto** za odrasle.

f) SKLEPI

- Edini radionuklid, ki ga sistematično merimo v okolju in je posledica izpustov NEK, je tritij. V tem letu so se izrazito zmanjšali izpusti tritija, kar je navadno razvidno iz rezultatih meritev Save sotočno od NEK.
- Primerjava vrednosti z upoštevanjem velikih merskih negotovosti kaže, da je vpliv NEK pri drugih radionuklidih nemerljiv. Glede na podatke o količini izpustov NEK bi takoj za tritijem morali zaznati Co-58 in Co-60. Kobaltonih izotopov v letu 2008 nismo zaznali. Višja vsebnost cezija in stroncija v Brežicah glede na referenčno mesto v Krškem najverjetneje ni posledica vpliva NEK, ampak neenakomerne globalne kontaminacije. Prisotnost joda je posledica uporabe tega izotopa v terapevtske in diagnostične namene v bolnišnicah.
- Ocena prispevka NEK k letni efektivni dozi posameznika nam da prejete doze okrog $0,1 \mu\text{Sv}$ na leto. Ocena je narejena na podlagi primerjave meritev vzorcev savske vode protitočno in sotočno od NEK. Zaradi velikih merskih in vzorčevalnih negotovosti se ta metoda uporablja le kot dodatna ocena za podkrepitev ocene, narejene v poglavju "*Ocena letnih doz referenčne skupine za savsko prenosno pot*".
- Ugotavljamo, da obstajajo velike razlike v rezultatih meritev med posameznimi laboratoriji, čeprav so za te merske metode akreditirani. Resen problem pri evalvaciji rezultatov so različne metodologije za določitev mej detekcije in mej kvantifikacije. Predlagamo, da izvajalci meritev poenotijo način podajanja rezultatov, tako da bodo meritve primerljive na vseh nadzornih lokacijah. Pri ocenjevanju vpliva NEK moramo ugotoviti razlike med koncentracijami nizvodno od NEK in koncentracijami na lokacijah nad NEK. Ugodno bi bilo, če bi meritve vzorcev iz teh lokacij opravljal isti izvajalec, ker bi se tako izognili sistematskim vplivom, ki izvirajo iz različnih načinov podajanja rezultatov.

g) REFERENCE

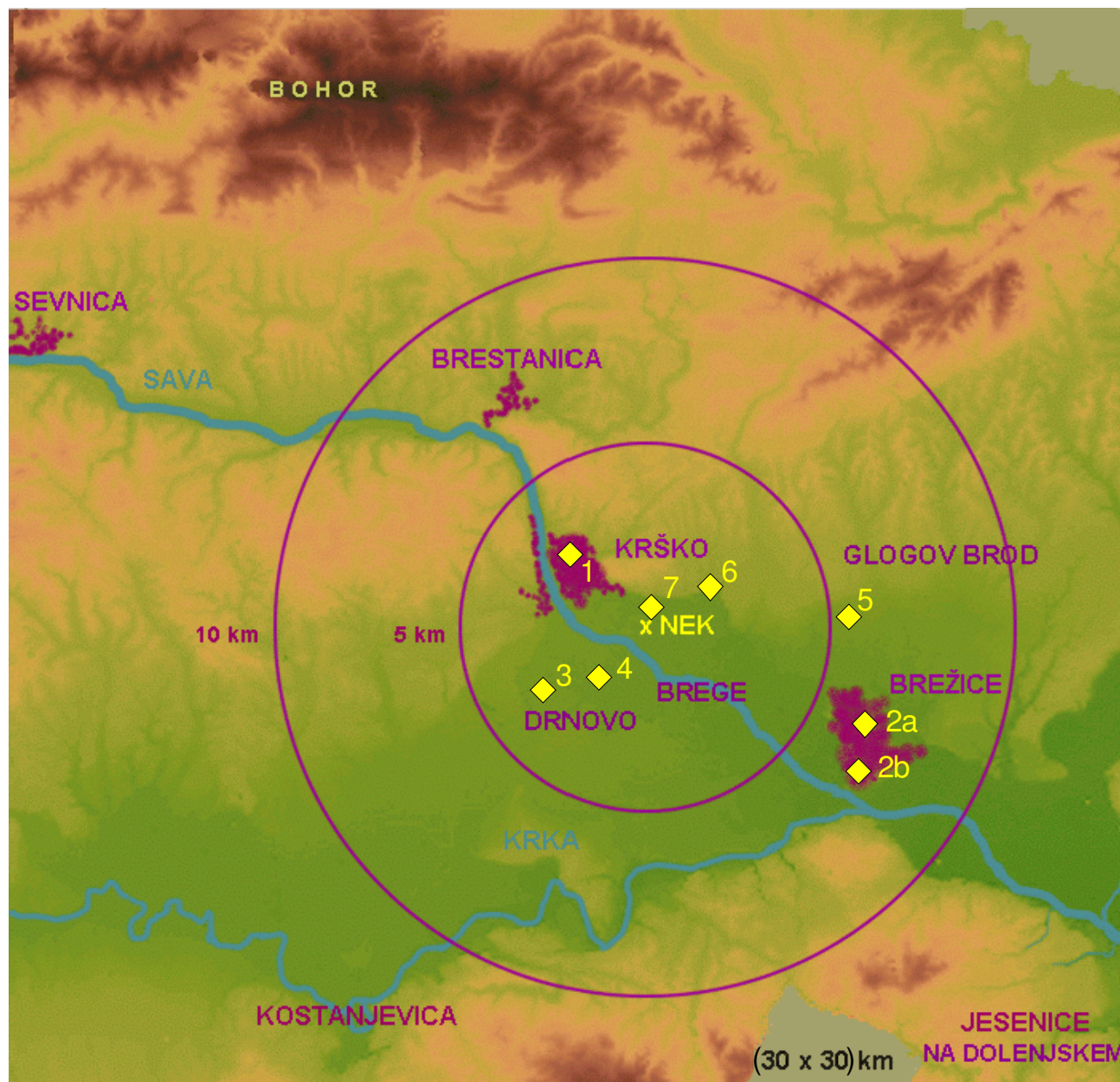
- [3] ZVISJV – Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradno prečiščeno besedilo UPB-2, Uradni list RS 102/2004, 12306)
- [4] Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2), Uradni list RS 49/2004, 2843
- [5] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, BSS No. 115, IAEA, Dunaj, 1996
Mednarodni temeljni varnostni standardi za varstvo pred ionizirajočim sevanjem in za varnost virov sevanja, Zbirka o varnosti št. 115, MAAE, Dunaj, 1996
- [6] EU Council Directive 96/29/EUROATOM of May 13, 1996; Official Journal of the European Communities, OJ No. 159, 29. 6. 1996, p.1
- [7] Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NE Krško v reko Savo, IJS-DP-8801 (2003)
- [8] Izpostavitve referenčne skupine prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NEK v reko Savo – Nova referenčna lokacija, IJS-DP-10114 (2009)



VODOVODI IN PODTALNICE

◆ VODOVODI, ZAJETJA,
ČRPALIŠČA IN VRTINE

- 1 - VODOVOD KRŠKO -
enkratni vzorci
- 2 - VODOVOD BREŽICE -
enkratni (2a) in
mesečni (2b) vzorci
- 3 - ČRPALIŠČE DRNOVO
- 4 - ČRPALIŠČE BREGE
- 5 - ČRPALIŠČE BREŽICE -
Glogov Brod VT1
- 6 - ZAJETJE DOLENJA VAS
- 7 - VRTINA E1 V NEK





VODOVODI IN PODTALNICE

Namen vzorčevanja in analiz mesečnih sestavljenih vzorcev vode iz črpališč in zajetij je nadzor najpomembnejših vodnih virov pitne vode v okolici NEK. Z analizami ugotavljamo vsebnost naravnih in umetnih radionuklidov ter s tem morebitni prispevek aktivnosti radionuklidov zaradi obratovanja NEK. Vzorčevalna mesta so izbrana tako, da so vključena črpališča vodovodov, za katera ni izključena možnost, da se napajajo iz reke med izlivom in točko mešanja. Za primerjavo je bil odvzet in analiziran tudi vzorec vode na referenčni lokaciji v Ljubljani.

Obseg, način in pogostost vzorčevanja ter zahteve za merilne postopke in opremo pri nadzoru določa *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti* (pravilnik JV10) [2]. V prilogi, ki določa **Zasnovno letnega programa monitoringa radioaktivnosti okolja Republike Slovenije**, so za pitno vodo predpisane kontrolne meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama ter specifični analizi na vsebnost stroncija (Sr-90) in tritija. Lokacije in obseg (po pravilniku vsaj 15 meritev letno) so določene v letnem programu nadzora za pitno vodo, ki ga pripravi upravni organ.

Do vključno konca leta 2007 je nadzor radioaktivnosti okolja v okolici NEK potekal v skladu s *Pravilnikom o načinu, obsegih in rokih sistematičnih preiskav kontaminacije z radioaktivnimi snovmi v okolici jedrskih objektov (Z-2)*, ki je prenehal veljati 21. 3. 2007. Skladno z 51. členom *Pravilnika o monitoringu radioaktivnosti* (JV10) [2] se je nadzor izvajal po starem do konca leta 2007.

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Lokacije vzorčevalnih mest so predstavljene na pregledni karti na začetku tega poglavja.

Vzorčevanje vodovodov, črpališč in podtalnice je potekalo v skladu s postopkom *Izvedba programov Rednega nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško in v Republiki Sloveniji (LMR-OP-02)*. V letu 2008 se je vzorčevanje izvajalo na naslednjih lokacijah:

1. Enkratni četrtni vzorci:

- vodovod Krško
- vodovod Brežice
- vodovod Ljubljana (referenčna lokacija – vzorčevanje enkrat na leto)

Vzorčevanje vodovodne vode v četrtnih presledkih je bilo opravljeno na bencinskih servisih Petrola v Brežicah in v Krškem. Za primerjavo je bila enkrat vzorčevana tudi voda iz ljubljanskega vodovoda.

2. Mesečni sestavljeni vzorci črpališč vodovodov

Mesečni sestavljeni vzorci so bili odvzeti na petih lokacijah. Glede na ugotovljeni tok talne vode v terenih okoli NEK so bila vzorčevana vsa črpališča krškega in brežiškega vodovoda. Krški vodovod ima v višini jezua NEK in nekoliko protitočno na desnem bregu Save dva ločena črpalna kraja, ki sta označena kot črpališči Drnovo in Brege. Tretje črpališče napaja lokalni vodovod in je označeno kot Spodnji Stari Grad (do leta 2005 označeno kot zajetje Dolenja vas).

Lokacija vodovoda Brežice je na levem bregu Save. Od druge polovice leta 1990 se omrežje brežiškega vodovoda napaja iz novega, severnega črpališča z občasnimi dodatki vode (ocenjeni na 20 %–30 % na leto) ob vršnih porabah iz starega črpališča. Zaradi tega se izvaja nadzor (dnevni odvzem) sestavljenih mesečnih vzorcev brežiškega vodovoda, ki naj bi posredno zajemal tudi staro



črpališče.

V črpališčih Drnovo, Brege in Brežice - Glogov Brod ter na odvzemnem mestu vodovod Spodnji Stari Grad so nameščeni avtomatski vzorčevalniki (od leta 2002 oziroma leta 2007). Lokacija vzorčevanja vode iz vodovoda Spodnji Stari Grad bila je v letu 2007 spremenjena, in sicer iz hiše Spodnji Stari Grad 27 v hišo Spodnji Stari Grad 14. Dnevni nadzor so opravljali nadzorniki črpališč ali pa uporabniki pitne vode.

Zbiranje mesečnih vzorcev je potekalo od 16. v mesecu do 15. v naslednjem mesecu, pri čemer je bilo vsak dan odvzeto 1,6 L vode. Vzorčevanje je potekalo na naslednjih lokacijah:

- vodovod Brežice, levi breg Save, 2,5 km od Save
- črpališče Drnovo, 3,1 km od jeza NEK, 2,3 km od Save
- črpališče Brege, 1,4 km od jeza NEK, 1,1 km od Save
- vodovod Spodnji Stari Grad (zajetje Dolenja vas), levi breg Save, 2,8 km od Save
- črpališče Brežice, 3,2 km od Save

3. Podtalnica

Vzorčevanje podtalnice v neposredni okolici elektrarne je potekalo na dveh mestih:

- vrtina E1 znotraj vzhodne ograje NEK (četrletni vzorci)
- vrtina VOP-4 na levem bregu Save, Vrbina, približno 600 m nizvodno od jezua NEK in približno 50 m od struge Save (mesečno vzorčevanje, samo tritij)

Vzorčevanje na omenjenih lokacijah poteka od leta 1998 (vrtina E1), oziroma od februarja 2007 (vrtina VOP-4), pri čemer je vzorčevanje v vrtini E1 nadomestilo vzorčevanje v odprtem vodnjaku v sadovnjaku ob elektrarni.

Vzorčevanje na Hrvaškem se opravlja v dveh vrtinah v bližini Zagreba:

- Medsave, 22 km od NEK, 0,1 km od Save
- Šibice, 22 km od NEK, 1 km od Save

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Metode vzorčevanja, meritev in analiz so podrobno opisane v naslednjih dokumentih: *Zbiranje vzorcev pitnih, površinskih in podtalnih vod (LMR-DN-05)*, *Priprava sušine vzorcev vod (LMR-DN-06)*, *Visokoločljivostna spektrometrija gama v laboratoriju (LMR-DN-10)*, *Določanje stroncija z beta štetjem (SDN-O2-STC(01))*, *Določanje tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem (SDN-O2-STC(02))*, *Vzorčenje in priprava vzorcev za določitev tritija (LSC-DN-06)* in *Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07)*.

Kot določa *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)* [2] so metode vzorčevanja, priprave vzorcev in meritev izbrane tako, da je za sevalce beta in gama **detekcijska meja pod tridesetino mejnih vrednosti** kontaminacije za pitno vodo, ki so določene v *Uredbi o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih* (uredba UV2) [4] in navedene v tabeli 2.1.



Tabela 2.1: Izpeljane koncentracije (IK) naravnih in umetnih radionuklidov v pitni vodi za skupine posameznikov iz prebivalstva, kot so ali navedene v tabeli 4 *Uredbe o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)* ali izračunane v skladu z določili 24. člena navedene uredbe (drugi stolpec) ter izračunane tridesetine izpeljanih koncentracij, ki jih kot mejne vrednosti za detekcijske meje določa *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)*. Pri izračunih izpeljanih koncentracij (IK) v tabeli 4 *Uredbe o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)* so bili upoštevani dozni pretvorbeni faktorji za odrasle osebe.

Radionuklid	IK (Bq/m ³)	IK/30 (Bq/m ³)
U-238	3,0 E+03	1,0E+02
U-234	2,7 E+03	9,0E+01
Ra-226	4,8 E+02	1,6E+01
Ra-228	1,9 E+02	6,3E+00
Pb-210	1,9 E+02	6,3E+00
Th-232	5,8 E+02	1,9E+01
Th-228	1,8 E+03	6,0E+00
C-14	2,3 E+05	7,7E+03
Pu-239/Pu-240	5,3 E+02	1,8E+01
Am-241	6,7 E+02	2,2E+01
Co-60	3,9 E+04	1,3E+03
I-131	6,1 E+03	2,0E+02
Cs-134	7,0 E+03	2,3E+02
Cs-137	1,0 E+04	3,3E+02
Sr-90	4,8 E+03	1,6E+02
H-3	7,4 E+06 *	2,5E+05**

* - predpisana meja je 1,0 E+05 Bq/m³

** - vrednost, izračunana iz predpisane meje

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Ocena sevalnih obremenitev, ki jih posameznik prejme v vplivnem območju NEK, je bila izračunana po postopkih, ki so podani v dokumentu *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*. V skladu z zahtevami pravilnika JV10 so bile ovrednotene sevalne obremenitve za tri starostne skupine, in sicer za **enoletnega otroka, desetletnega otroka in odraslo osebo**. Pri tem so bili upoštevni **dozni pretvorbeni faktorji** (predvidena efektivna doza na enoto vnosa zaradi zaužitja $h(g)_{j,ing}$ za posameznike iz prebivalstva) iz tabele 1 v uredbi UV2 za starostni skupini 1–2 leti, 7–12 let ter za skupino >17 let. Pri izračunih smo upoštevali, da odrasla oseba letno zaužije 0,75 m³ vode, desetletni otrok 0,35 m³ vode in enoletni otrok 0,26 m³ vode.



d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **VodovodiCrpalisca2008.pdf**.

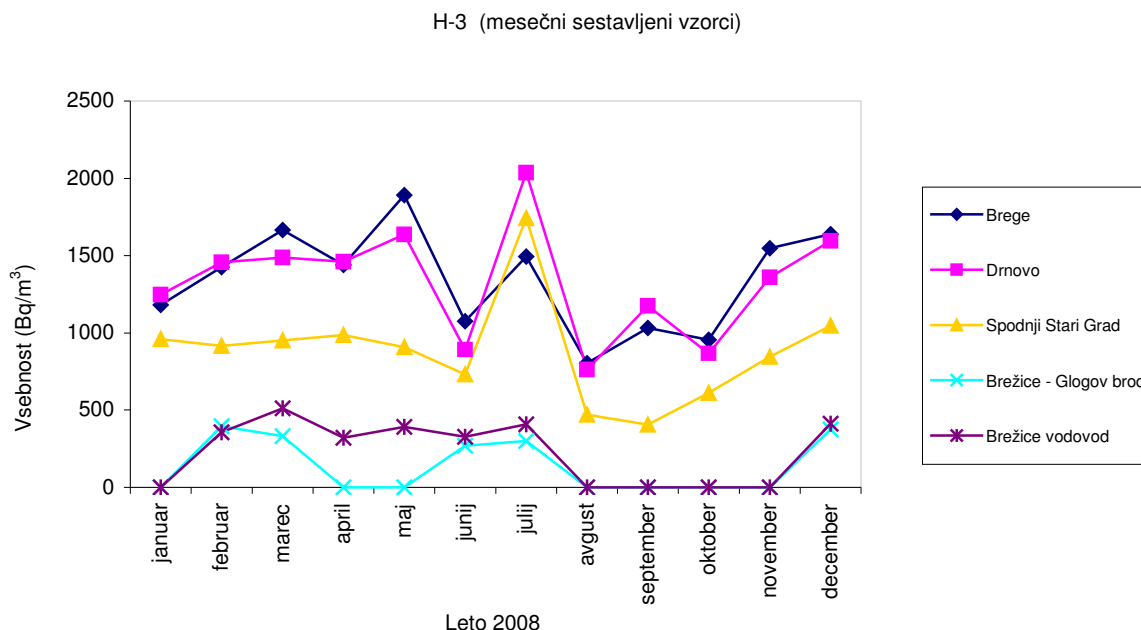
V tabelah T-28 in T-29 so zbrane meritve sevalcev gama in specifičnih analiz Sr-90/Sr-89 in H-3 v enkratno kvartalno odvzetih vzorcih pitne vode v Krškem in Brežicah. V tabelah T-30 do T-34 so zbrane meritve sevalcev gama ter specifičnih analiz Sr-90/Sr-89 in H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih črpališč in zajetij vodovodov Krško in Brežice. Vzorčevanje je potekalo dnevno z avtomatskim odvzemom na vseh lokacijah.

V tabelah T-35, T-36 in TV-1 so zbrane meritve sevalcev gama ter specifičnih analiz Sr-90/Sr-89 in H-3 v podtalnici. Eno vzorčevalno mesto je znotraj ograje NEK, dve pa na Hrvaškem. V tabeli T-V2 so zbrane meritve vsebnosti H-3 v vrtini VOP-4 na levem bregu Save v Vrbini.

H-3

Po podatkih NEK so bili skupni izpusti H-3 v letu 2008 $7,03 \text{ E}+12 \text{ Bq}$, kar je precej manj od izpustov v letu 2007, ko je bila skupna aktivnost izpuščenega tritija $2,18 \text{ E}+13 \text{ Bq}$. Mesečni izpusti so bili večino mesecev med $1 \text{ E}+11 \text{ Bq}$ in $5 \text{ E}+11 \text{ Bq}$, septembra celo samo $4 \text{ E}+07 \text{ Bq}$, največje vrednosti pa so bile dosežene v mesecih juniju ($3,51 \text{ E}+12 \text{ Bq}$), juliju ($1,08 \text{ E}+12 \text{ Bq}$) in avgustu ($7,52 \text{ E}+11 \text{ Bq}$).

Na sliki 2.1 so predstavljene meritve H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih črpališč krškega in brežiškega vodovoda. Podobno kot v preteklih letih samo vzorci iz črpališč krškega vodovoda presegajo vsebnost 1000 Bq/m^3 .



Slika 2.1: Vsebnosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih



Preglednica 2.1a, prvi del: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2008 – meritve IJS

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v pitni vodi (Bq/m³)

"Doza" Predvidena efektivna doza (Committed Effective Dose) za enoletnega otroka *E(70)* za obdobje 70 let

Radionuklid	ENKRATNI ČETRTLETNI VZORCI						ENKRATNI VZORCI	
	VODOVOD LJUBLJANA		VODOVOD BREŽICE		VODOVOD KRŠKO		VRTINA E1 v NEK-u	
	Enkratno vzorčevanje		Povprečje 4 vzorcev		Povprečje 4 vzorcev		Povprečje 4 vzorcev	
A	Doza	A	Doza	A	Doza	A	Doza	
(Bq/m ³)	(μSv)	(Bq/m ³)	(μSv)	(Bq/m ³)	(μSv)	(Bq/m ³)	(μSv)	
U-238	1,3E+00 ± 1E+00	1,4E-01 ± 1E-01	1,6E+00 ± 2E+00	1,7E-01 ± 2E-01	2,7E+00 ± 2E+00	2,9E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 3E+00	2,4E-01 ± 3E-01
Ra-226			8,3E-01 ± 8E-01	1,0E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 2E+00	1,6E+00 ± 2E+00	2,0E+00 ± 2E+00
Pb-210	4,2E+00 ± 4E+00	9,1E+00 ± 9E+00	1,6E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 3E+00	<	3E+00	1,5E+00 ± 3E+00	3,2E+00 ± 6E+00
Ra-228	<	3E-01	5,4E-01 ± 3E-01	4,2E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 5E-01	1,5E+01 ± 4E+00	1,8E+00 ± 3E-01	1,4E+01 ± 2E+00
Th-228	<	9E-02	4,0E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 4E-01	4,0E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 6E-01	9,0E-01 ± 3E-01	2,8E+00 ± 8E-01
K-40	1,2E+01 ± 1E+01	2,0E-01 ± 2E-01	2,5E+01 ± 2E+00	4,1E-01 ± 4E-02	8,9E+01 ± 5E+00	1,4E+00 ± 8E-02	1,2E+02 ± 8E+00	1,9E+00 ± 1E-01
Be-7					6,8E-01 ± 4E-01	3,2E-05 ± 2E-05	3,1E-01 ± 3E-01	1,4E-05 ± 1E-05
I-131								
Cs-134								
Cs-137	<	4E-02	<	3E-02	<	8E-02	4,6E-02 ± 5E-02	2,5E-04 ± 3E-04
Co-58								
Co-60								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-90/Sr-89	2,5E-01 ± 3E-01	1,5E-02 ± 1E-02	1,3E-01 ± 1E-01	7,5E-03 ± 7E-03	9,4E-01 ± 1E-01	5,6E-02 ± 6E-03	4,9E+00 ± 3E-01	2,9E-01 ± 2E-02
H-3	5,1E+02 ± 5E+02	8,5E-03 ± 8E-03	3,5E+02 ± 1E+02	5,8E-03 ± 2E-03	1,5E+03 ± 2E+02	2,5E-02 ± 3E-03	1,4E+03 ± 5E+02	2,4E-02 ± 8E-03
Doza za umetne radionuklide		2,3E-02 ± 2E-02		1,3E-02 ± 8E-03		8,1E-02 ± 7E-03		3,2E-01 ± 2E-02
Doza - SKUPAJ		9,4E+00 ± 9E+00		1,1E+01 ± 4E+00		2,0E+01 ± 7E+00		2,5E+01 ± 7E+00


Preglednica 2.1a, drugi del: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2008 – meritve IJS

 "A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v pitni vodi (Bq/m³)

 "Doza" Predvidena efektivna doza (Committed Effective Dose) za enoletnega otroka *E*(70) za obdobje 70 let

Radionuklid	MESEČNI SESTAVLJENI VZORCI									
	VODOVOD BREŽICE		ČRPALIŠČE DRNOVO		ČRPALIŠČE BREGE		ZAJETJE DOLENJA VAS		ČRPALIŠČE BREŽICE	
	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	2,9E+00 ± 8E-01	3,0E-01 ± 8E-02	1,0E+00 ± 1E+00	1,1E-01 ± 1E-01	1,7E+00 ± 7E-01	1,9E-01 ± 8E-02	3,5E+00 ± 1E+00	3,7E-01 ± 1E-01	2,1E+00 ± 9E-01	2,2E-01 ± 9E-02
Ra-226	4,4E-01 ± 7E-01	5,3E-01 ± 9E-01	7,3E-01 ± 5E-01	8,9E-01 ± 6E-01	1,4E+00 ± 4E-01	1,7E+00 ± 5E-01	4,5E-01 ± 3E-01	5,6E-01 ± 4E-01	9,7E-01 ± 5E-01	1,2E+00 ± 6E-01
Pb-210	1,4E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 3E+00	9,9E-01 ± 2E+00	2,2E+00 ± 3E+00	6,2E-01 ± 8E-01	1,3E+00 ± 2E+00	4,8E-01 ± 1E+00	1,0E+00 ± 3E+00	3,6E+00 ± 1E+00	7,8E+00 ± 3E+00
Ra-228	6,9E-01 ± 2E-01	5,4E+00 ± 2E+00	1,3E+00 ± 2E-01	1,0E+01 ± 2E+00	1,1E+00 ± 2E-01	8,4E+00 ± 1E+00	7,0E-01 ± 2E-01	5,5E+00 ± 2E+00	7,0E-01 ± 2E-01	5,4E+00 ± 2E+00
Th-228	2,3E-01 ± 9E-02	7,2E-01 ± 3E-01	1,8E-01 ± 1E-01	5,7E-01 ± 4E-01	5,4E-01 ± 2E-01	1,7E+00 ± 6E-01	1,6E-01 ± 8E-02	4,9E-01 ± 3E-01	2,3E-01 ± 1E-01	7,0E-01 ± 3E-01
K-40	2,6E+01 ± 1E+00	4,2E-01 ± 2E-02	7,1E+01 ± 2E+00	1,1E+00 ± 4E-02	8,6E+01 ± 3E+00	1,4E+00 ± 4E-02	2,0E+01 ± 1E+00	3,2E-01 ± 2E-02	2,3E+01 ± 2E+00	3,8E-01 ± 4E-02
Be-7	1,8E-01 ± 2E-01	8,4E-06 ± 8E-06	2,9E-01 ± 3E-01	1,3E-05 ± 1E-05	6,8E-01 ± 7E-01	3,2E-05 ± 3E-05			< 2E-01	8E-06
I-131										
Cs-134										
Cs-137	< 4E-02	2E-04	< 4E-02	2E-04	4,2E-02 ± 4E-02	2,3E-04 ± 2E-04	< 4E-02	2E-04	< 3E-02	2E-04
Co-58										
Co-60										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-90/Sr-89	3,7E-02 ± 6E-02	2,2E-03 ± 4E-03	1,2E+00 ± 8E-02	7,4E-02 ± 5E-03	8,3E-01 ± 7E-02	5,0E-02 ± 4E-03	1,3E+00 ± 7E-02	7,8E-02 ± 4E-03	< 7E-02	4E-03
H-3	2,3E+02 ± 6E+01	3,8E-03 ± 1E-03	1,3E+03 ± 1E+02	2,2E-02 ± 2E-03	1,3E+03 ± 1E+02	2,2E-02 ± 2E-03	8,8E+02 ± 1E+02	1,5E-02 ± 2E-03	1,4E+02 ± 5E+01	2,3E-03 ± 8E-04
Doza za umetne radionuklide		6,0E-03 ± 4E-03		9,6E-02 ± 5E-03		7,3E-02 ± 5E-03		9,3E-02 ± 5E-03		2,3E-03 ± 4E-03
Doza - SKUPAJ		1,0E+01 ± 4E+00		1,5E+01 ± 4E+00		1,5E+01 ± 2E+00		8,4E+00 ± 3E+00		1,6E+01 ± 3E+00



POVZETEK PRISPEVKA UMETNIH IN NARAVNIH RADIONUKLIDOV ZA ENOLETNEGA OTROKA, DESETLETNEGA OTROKA, TER ODRASLEGA*,

izračunanega iz merskih podatkov preglednice 2.1a ter doznih pretvorbenih faktorjev iz reference [4]

Preglednica 2.1a (povzetek): Vodovodi in črpališča pitne vode in podtalnice v letu 2008 – meritve IJS

SKUPINA		VODOVOD LJUBLJANA (**) (μSv na leto)	Enkratni četrtletni vzorci			Mesečni sestavljeni vzorci				Enkratni vzorec
			VODOVOD BREŽICE (μSv na leto)	VODOVOD KRŠKO (μSv na leto)	VODOVOD BREŽICE (μSv na leto)	ČRPALIŠČE DRNOVO (μSv na leto)	ČRPALIŠČE BREGE (μSv na leto)	VODOVOD SPODNJI STARI GRAD (μSv na leto)	ČRPALIŠČE BREŽICE Glogov brod (μSv na leto)	VRTINA E1 V NEK (***) (μSv na leto)
ENOLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	0,02 ± 0,02	0,013 ± 0,008	0,081 ± 0,007	0,006 ± 0,004	0,096 ± 0,005	0,073 ± 0,005	0,093 ± 0,005	0,002 ± 0,004	0,32 ± 0,02
	Umetni in naravni radionuklidi	9 ± 9	11 ± 4	20 ± 7	11 ± 4	15 ± 4	15 ± 2	8 ± 3	16 ± 3	25 ± 7
DESETLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	0,009 ± 0,007	0,005 ± 0,003	0,032 ± 0,003	0,003 ± 0,001	0,037 ± 0,002	0,029 ± 0,002	0,034 ± 0,002	0,001 ± 0,001	0,115 ± 0,008
	Umetni in naravni radionuklidi	3 ± 3	2 ± 1	4 ± 2	2,3 ± 1,0	3 ± 1	2,9 ± 0,6	1,8 ± 0,8	3,9 ± 0,9	5 ± 2
ODRASLI	Umetni radionuklidi	0,012 ± 0,009	0,007 ± 0,003	0,040 ± 0,004	0,004 ± 0,002	0,044 ± 0,002	0,036 ± 0,002	0,039 ± 0,002	0,002 ± 0,002	0,12 ± 0,01
	Umetni in naravni radionuklidi	2 ± 2	1,6 ± 0,7	2 ± 1	1,5 ± 0,7	1,8 ± 0,8	1,8 ± 0,4	1,0 ± 0,6	2,7 ± 0,7	3 ± 1

(*) ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto 0,75 m³ vode, desetletni otrok 0,35 m³ vode in enoletni otrok 0,26 m³ vode

(**) meritev iz republiškega programa (enkratni vzorec)

(***) vzorčevanje in meritve izvaja IRB iz Zagreba.


Preglednica 2.1b: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2008 – meritve IRB
"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v pitni vodi (Bq/m³)

"Doza" Predvidena efektivna doza (Committed Effective Dose) za enoletnega otroka *E(70)* za obdobje 70 let

IZOTOP	MEDSAVE (R Hrvaška)		ŠIBICE (R Hrvaška)	
	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	1,7E+01 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E-01	1,9E+01 ± 2E+00	2,0E+00 ± 2E-01
Ra-226	4,7E-01 ± 3E-01	5,8E-01 ± 4E-01	3,0E+00 ± 6E-01	3,7E+00 ± 7E-01
Pb-210				
Ra-228	< 4E-01	3E+00	6,7E+00 ± 3E+00	5,2E+01 ± 3E+01
Th-228				
K-40	2,1E+02 ± 1E+01	3,4E+00 ± 2E-01	1,4E+02 ± 7E+00	2,3E+00 ± 1E-01
Be-7				
I-131	5,7E-01 ± 4E-01	2,7E-02 ± 2E-02		
Cs-134				
Cs-137				
Co-58				
Co-60				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90/Sr-89	4,0E+00 ± 3E-01	2,4E-01 ± 2E-02	4,3E+00 ± 2E-01	2,6E-01 ± 1E-02
H-3	1,9E+03 ± 3E+02	3,2E-02 ± 4E-03	8,1E+02 ± 8E+01	1,3E-02 ± 1E-03
Doza za umetne radionuklide		3,0E-01 ± 2,7E-02		2,7E-01 ± 1,1E-02
Doza - SKUPAJ		6,1E+00 ± 3,1E+00		6,1E+01 ± 2,7E+01

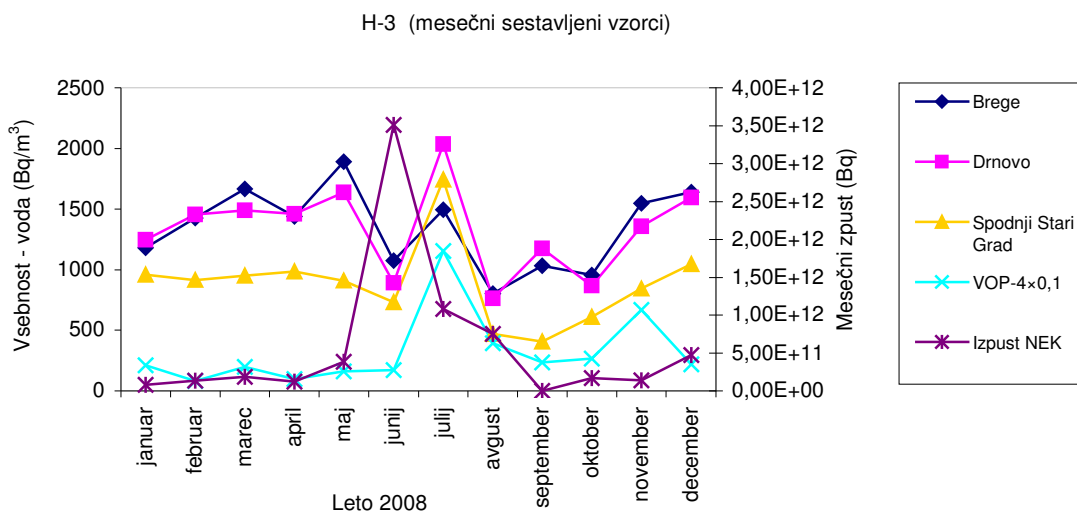
POVZETEK PRISPEVKA UMETNIH IN NARAVNIH RADIONUKLIDOV ZA ENOLETNEGA OTROKA, DESETLETNEGA OTROKA, TER ODRASLEGA *

izračunanega iz merskih podatkov tabele 2.1b ter doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [4]

Preglednica 2.1b (povzetek): Podtalnica v letu 2008 – meritve IRB

SKUPINA		MEDSAVE (μSv na leto)	ŠIBICE (μSv na leto)
ENOLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	0,30 ± 0,03	0,27 ± 0,01
	Umetni in naravni radionuklidi	6 ± 3	61 ± 27
DESETLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	0,11 ± 0,01	0,096 ± 0,004
	Umetni in naravni radionuklidi	2,1 ± 0,6	12 ± 5
ODRASLI	Umetni radionuklidi	0,12 ± 0,01	0,101 ± 0,004
	Umetni in naravni radionuklidi	1,8 ± 0,2	6 ± 2

 (*) ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto 0,75 m³ vode, desetletni otrok 0,35 m³ vode in enoletni otrok 0,26 m³ vode



Slika 2.2: Vsebnosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih iz črpališč, vrtine VOP-4 (desetina izmerjenih vsebnosti), ter mesečni izpust H-3 v Savo.

Na sliki 2.2 so prikazane vsebnosti H-3 v črpališčih Brege, Drnovo ter Spodnji Stari Grad, vsebnost H-3 v vrtini VOP-4 (dejanske vrednosti vsebnosti so za faktor deset višje od vrednosti na grafu) ter mesečni izpusti H-3. Vzorcevanje na vrtini VOP-4 so opravljali v začetku meseca, druge sestavljene vzorce pa v sredini meseca.

Iz tabel T-30 do T-34 in s slike 2.1 je razvidno, da so bile najvišje vrednosti H-3 izmerjene v črpališčih vodovoda Krško (Brege, Drnovo, Spodnji Stari Grad), medtem ko so bile izmerjene vrednosti v črpališču Brežice in v vodovodu v Brežicah nižje. Podobne ugotovitve veljajo tudi za pretekla leta, vzrok pa je v oddaljenosti brežiških črpališč in manjšem deležu sveže vode glede na staro vodo, ki vsebuje manj tritija.

Najvišja mesečna povprečja so bila izmerjena v črpališčih Drnovo in Spodnji Stari Grad julija, ko je bilo za Drnovo izmerjeno povprečje $(2040 \pm 330) \text{ Bq/m}^3$ in za Spodnji Stari Grad $(1740 \pm 210) \text{ Bq/m}^3$. Za črpališče Brege je bilo maja izmerjeno najvišje povprečje $(1890 \pm 270) \text{ Bq/m}^3$. Najnižje vrednosti mesečnih povprečij so bile izmerjene avgusta v Drnovem $(760 \pm 80) \text{ Bq/m}^3$ in Bregah $(800 \pm 80) \text{ Bq/m}^3$ ter septembra v Spodnjem Starem Gradu $(410 \pm 50) \text{ Bq/m}^3$. Izmerjeni letni povprečji v črpališčih Brege in Drnovo sta praktično enaki: $(1350 \pm 100) \text{ Bq/m}^3$ in $(1330 \pm 100) \text{ Bq/m}^3$. Podobnost povprečij je veljala tudi v letu 2007, le da so vrednosti bile višje (približno 20 % oziroma 15 %). Letno povprečje, izmerjeno v Spodnjem Starem Gradu, je bilo $(880 \pm 100) \text{ Bq/m}^3$, kar je precej manj kot v letu 2007, ko je bilo izmerjeno letno povprečje $(1210 \pm 220) \text{ Bq/m}^3$.

V brežiških črpališčih so bila najvišja mesečna povprečja izmerjena februarja (črpališče Brežice – Glogov Brod) oziroma marca (črpališče vodovoda Brežice). Ustrezne vrednosti povprečij so bile $(400 \pm 40) \text{ Bq/m}^3$ oziroma $(510 \pm 70) \text{ Bq/m}^3$. Mesečna povprečja so bila pod detekcijsko mejo pet mesecev v črpališču vodovod Brežice in sedem mesecev v črpališču Brežice – Glogov Brod, v obeh primerih pretežno v drugi polovici leta. Izmerjena povprečja v brežiških črpališčih so bila, podobno kot v letu 2007, nižja od povprečij krških črpališč. V črpališču vodovod Brežice je bilo izmerjeno povprečje $(230 \pm 60) \text{ Bq/m}^3$ in v črpališču Brežice – Glogov Brod $(140 \pm 70) \text{ Bq/m}^3$. V letu 2007 sta bila povprečja za 100 % ter 250 % višja od povprečij v letu 2008.

Letna povprečja vzorcev iz vodovoda na bencinskem servisu Petrol v Krškem $(1500 \pm 200) \text{ Bq/m}^3$ in



bencinskem servisu Petrol v Brežicah (350 ± 130) Bq/m³ sta prav tako bila nižja od povprečij v letu 2007, ko sta bila izmerjena povprečja (1700 ± 300) Bq/m³ in (550 ± 120) Bq/m³. Najvišje vrednosti četrletnih vzorcev sta bili v obeh primerih izmerjeni v zadnji četrtini leta: na bencinskem servisu v Krškem (1980 ± 280) Bq/m³ in bencinskem servisu v Brežicah (570 ± 180) Bq/m³. Najnižje vrednosti so bile izmerjene v tretji četrtini leta, ko vzorec iz Brežic ni presegel detekcijske meje, izmerjena vsebnost vzorca iz Krškega pa je bila (1030 ± 75) Bq/m³.

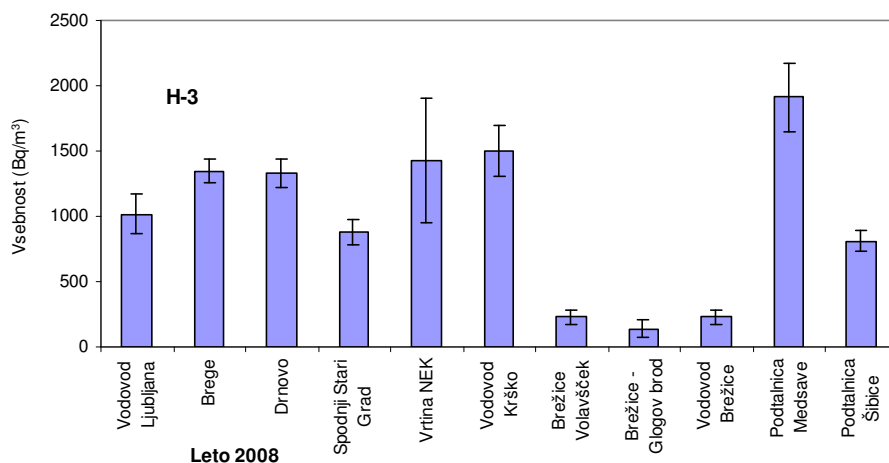
Letno povprečje meritev vzorcev iz vrtine E1 v NEK (1400 ± 500) Bq/m³ se ne razlikuje bistveno od letnih povprečij v črpališčih Brege in Drnovo. Povprečje v letu 2008 je za 40 % višje od povprečja v letu 2007, kar hkrati pomeni, da je vrtina E1 v NEK edina lokacija, kjer je letno povprečje v letu 2008 višje od letnega povprečja v letu 2007. Najvišja vrednost vsebnosti H-3 je bila izmerjena v vzorcu iz prve četrtine leta (1990 ± 200) Bq/m³.

Vsebnost H-3 v vrtini VOP-4 v Vrbini je bila v intervalu od (830 ± 380) Bq/m³ do najvišje vrednosti (11600 ± 1100) Bq/m³ v juliju. Letno povprečje odvzemov je (3200 ± 390) Bq/m³. V letu 2007 je bilo letno povprečje (5170 ± 2400) Bq/m³.

Izmerjena vsebnost H-3 je bila v vzorcu iz ljubljanskega vodovoda (junij 2008) (1020 ± 150) Bq/m³, kar je manj kot v letu 2007, ko je bila izmerjena vrednost (1690 ± 275) Bq/m³.

V podtalnici na področju Republike Hrvaške so bile na vzorčevalnem mestu Medsave v januarju, februarju ter juniju izmerjene vrednosti, ki so precej višje od tistih, ki so bile izmerjene v Krškem ali Brežicah. Izmerjene vrednosti presegajo 3000 Bq/m³, najvišja je bila junija 2008 (3460 ± 510) Bq/m³, najnižja vrednost pa je bila izmerjena novembra (820 ± 350) Bq/m³. Vrednosti v drugi vrtini, Šibice, so bile nižje, najvišje mesečno povprečje je bilo izmerjeno januarja (1200 ± 280) Bq/m³ in najnižje aprila (530 ± 220) Bq/m³. Letni povprečni vrednosti sta bili (1910 ± 270) Bq/m³ v Medsavah in (810 ± 80) Bq/m³ v Šibicah. V letu 2007 so bile izmerjene precej višje vrednosti predvsem v Medsavah (v mesecu septembru celo več kot 9000 Bq/m³), čeprav je bilo letno povprečje (3130 ± 740) Bq/m³ dejansko samo za 50 % višje, letno povprečje v Šibicah pa 20 % višje od povprečja v letu 2008.

Primerjava vsebnosti H-3 za leto 2008 v vzorcih vode iz črpališč, vodovodov in podtalnice s podanimi merilnimi negotovostmi je prikazana na sliki 2.3. Na sliki je prikazana tudi vsebnost H-3 v ljubljanskem vodovodu. Rezultati potrjujejo, da v brežiškem vodovodu zaradi globljih vrtin prevladuje stara voda, ki ima nižjo vsebnost H-3. Primerjava krškega in ljubljanskega vodovoda pa kaže, da so vsebnosti H-3 neposredno primerljive.



Slika 2.3: Primerjava povprečnih vrednosti H-3 v črpališčih, vodovodih in podtalnici za leto 2008



Vse izmerjene vrednosti mesečnih in letnih povprečij so daleč pod $1,0 \text{ E}+05 \text{ Bq/m}^3$, to je maksimalno dovoljeno koncentracijo H-3 v pitni vodi, ki je kot mejna vrednost določena v uredbi [4].

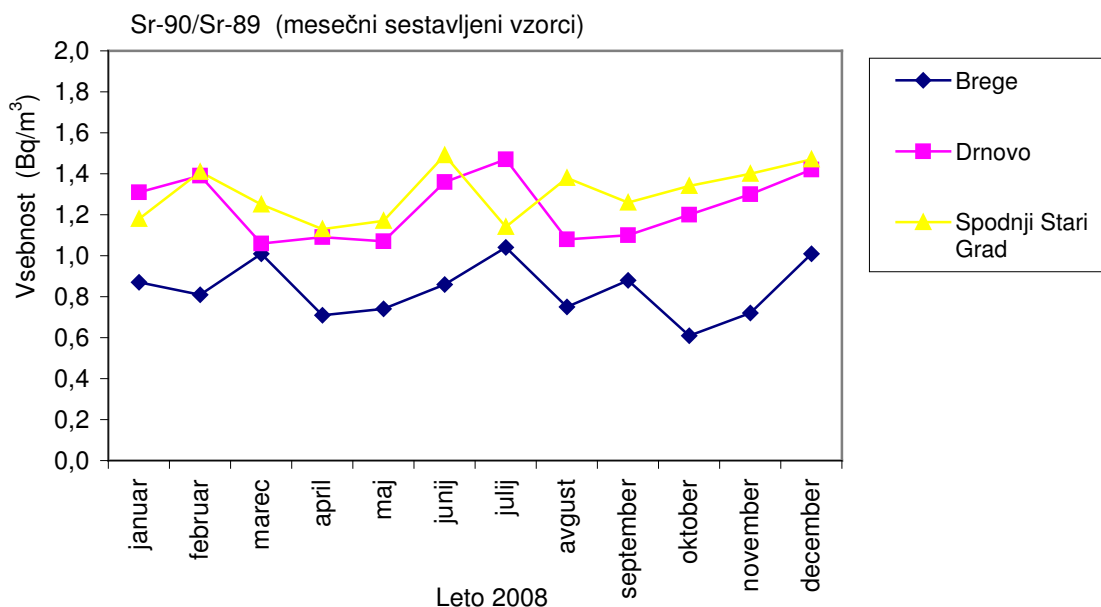
Sr-90/Sr-89

V črpališčih krškega vodovoda in vodovodu (bencinski servis Petrol) so meritve Sr-90/Sr-89 pokazale povprečne letne vsebnosti od $(0,83 \pm 0,07) \text{ Bq/m}^3$ v Bregah do $(1,30 \pm 0,07) \text{ Bq/m}^3$ v Spodnjem Starem Gradu. V brežiškem vodovodu so vrednosti še nižje, najvišja pa je bila izmerjena letna povprečna vrednost $(0,13 \pm 0,13) \text{ Bq/m}^3$ na bencinskem servisu Petrol v Brežicah. V črpališču Brežice – Glogov Brod ni bila presežena detekcijska meja ($0,5 \text{ Bq/m}^3$) pri nobenem vzorcu, v črpališču vodovod Brežice pa samo pri enem mesečnem vzorcu. Slika 2.4 prikazuje vsebnosti Sr-90/Sr-89 v mesečnih vzorcih črpališč krškega vodovoda.

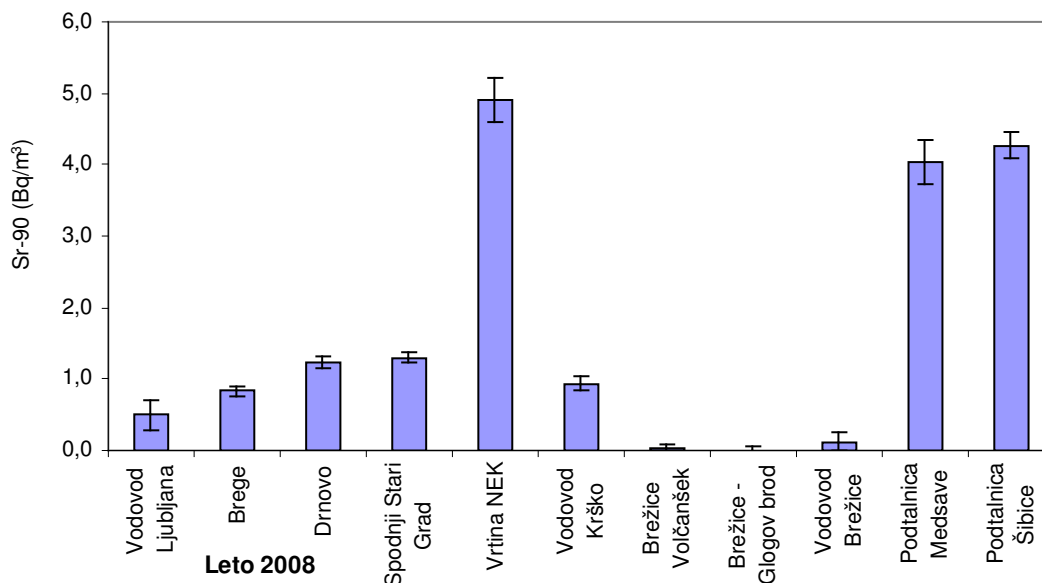
Podobno vrednost kot v črpališčih krškega vodovoda smo izmerili tudi pri enkratnem vzorcu iz vodovoda Ljubljana, in sicer $(0,50 \pm 0,21) \text{ Bq/m}^3$.

Nekoliko višja vrednost letnega povprečja je določena v vzorcih iz vrtine E1 NEK $(4,9 \pm 0,3) \text{ Bq/m}^3$, kjer je bila najvišja vrednost posameznega četrletnega vzorca $(5,3 \pm 0,7) \text{ Bq/m}^3$. Podobno visoke vrednosti so bile izmerjene tudi v podtalnici na Hrvaškem, kjer sta bili izmerjeni povprečni letni vsebnosti $(4,0 \pm 0,3) \text{ Bq/m}^3$ v Medsavi in $(4,3 \pm 0,2) \text{ Bq/m}^3$ v Šibicah. Na obeh merilnih mestih so se izmerjene mesečne vrednosti gibale med $2,5 \text{ Bq/m}^3$ in $5,5 \text{ Bq/m}^3$.

Primerjava vsebnosti Sr-90/Sr-89 s podano merilno negotovostjo v pitni vodi v črpališčih in podtalnici za leto 2008 je prikazana na sliki 2.5.



Slika 2.4: Vsebnosti Sr-90/Sr-89 v črpališčih krškega vodovoda.



Slika 2.5: Primerjava povprečnih letnih vrednosti za Sr-90/Sr-89 v črpališčih, vodovodih in podtalnici

Cs-137

V mesečnih ali četrletnih vzorcih Cs-137 na večini vzorčenih mest v Krškem in Brežicah ali ni bil zaznan, ali pa so bili zaznane le sledi, ki pa so bile pod mejo kvantifikacije. Mejo sta presešla samo dva sestavljena mesečna vzorca iz črpališča Brege (marec in april), kjer sta bili izmerjeni vrednosti $(0,16 \pm 0,12) \text{ Bq/m}^3$ in $(0,34 \pm 0,26) \text{ Bq/m}^3$, ter prvi četrletni vzorec iz vrtine E1 NEK, kjer je bila izmerjena vrednost $(0,18 \pm 0,14) \text{ Bq/m}^3$.

Podobno kot v letu 2007 Cs-137 ni bil zaznan v vzorcih iz vrtin Medsave in Šibice na Hrvaškem.

V preteklem letu 2007 je bil, podobno kot v letu 2008, Cs-137 na večini mest zaznan kvečjemu v sledovih, pri čemer je bila meja detekcije presežena le pri enem vzorcu v Brežicah. Ne glede na to, da je bilo letos takšnih vzorcev več (trije), velja še vedno enaka ugotovitev kot pretekla leta, in sicer, da se Cs-137 občasno pojavlja v sledovih, pri čemer je meja kvantifikacije presežena zelo redko in izjemoma.

I-131

Podobno kot v letu 2007 v letu 2008 I-131 ni bil zaznan v nobenem izmed vzorcev iz krškega in brežiškega vodovoda ali črpališč. Prav tako ni bil zaznan v vrtini E1 NEK.

I-131 je bil izmerjen v dveh mesečnih vzorcih iz vrtine Medsave v R Hrvaški. V vzorcih iz julija in decembra so bile izmerjene vsebnosti $(5 \pm 1) \text{ Bq/m}^3$ in $(2 \pm 1) \text{ Bq/m}^3$. V vzorcih iz vrtine Šibice I-131 ni bil zaznan.

Naravni radionuklidi

V letu 2008 so bile opravljene meritve aktivnosti raztopljenih dolgoživih naravnih radionuklidov v podtalnici in pitni vodi. Naravni radionuklidi so bili sicer zaznani, vendar so bili večinoma, razen



K-40, na večini lokacij pod mejo oziroma blizu meje detekcije. Prisotnost K-40 v vodi je posledica splošne razširjenosti kalija v vrhnji plasti zemlje. Kalijeve spojine so v vodi topne, zato prisotnost kalija v vodi kaže na prisotnost kalija v snoveh, ki so bile v stiku z vodo. Njegova vsebnost je odvisna od geološke strukture, ki pa je v Sloveniji zelo raznolika. Voda na vzorčevalnih mestih na krško-brežiškem polju se namreč zbira iz treh virov: podtalnice v Krškem, povodja potoka, ki je zajezen nad Dolenjo vasjo, in globokega vodonosnika, od koder se po letu 1990 v glavnem napaja brežiški vodovod. Razlike v koncentraciji naravnih radionuklidov v vzorcih so odvisne od razlik v sestavi tal, v katerih so vodonosniki, in od koncentracij v dotokih, iz katerih se vodonosniki napajajo.

Vsebnosti K-40 so bile izmerjene na vseh vzorčevalnih mestih in kažejo povprečne letne vrednosti od 20 Bq/m³ (Spodnji Stari Grad) do 86 Bq/m³ (Brege) v črpališčih, zajetju in vodovodu v Krškem, v Brežicah pa od 23 Bq/m³ (črpališče Brežice – Glogov Brod) do 26 Bq/m³ (vodovod Brežice – Volčanšek), pri čemer so se med letom izmerjene vrednosti na vzorcih iz posameznega vzorčevalnega mesta minimalno spreminjale. Prav tako so za posamezna vzorčevalna mesta povprečja zelo podobna vrednostim iz leta 2007. Vrednost, izmerjena v enkratnem vzorcu vodovoda v Ljubljani, je bila 12 Bq/m³, kar je precej manj kot v letu 2007, ko je bila izmerjena vrednost 58 Bq/m³. Vrednosti, izmerjene v podtalnicah na Hrvaškem, so bile nekoliko višje: letno povprečje v Medsavi je bilo 220 Bq/m³, v Šibicah pa 133 Bq/m³. Podobna vrednost (119 Bq/m³) je bila izmerjena tudi v vrtini E1 NEK, kar je nekoliko manj od vrednosti, izmerjene v letu 2007 (160 Bq/m³).

Izmerjene vsebnosti dolgoživih radionuklidov iz uran-radijeve in torijeve vrste se ne razlikujejo bistveno od vrednosti, izmerjenih v preteklem letu. Za vsa vzorčevalna mesta krškega in brežiškega vodovoda ter vrtino E1 NEK velja, da so letne povprečne vsebnosti U-238 praktično enake kot v letu 2007 in se za U-238 (prvi uranov podniz) gibljejo med 1 Bq/m³ (Drnovo) in 3,5 Bq/m³ (Spodnji Stari Grad). Primerjava s slovenskim poprečjem za U-238 v pitnih vodah ($4,4 \pm 2,3$) Bq/m³ [9] pokaže, da se izmerjena povprečja ne odmikajo od vrednosti v preostali Sloveniji.

Izmerjene povprečne vsebnosti Ra-226 na istih lokacijah se gibljejo od 0,4 Bq/m³ (vodovod Brežice – Volčanšek) do 1,8 Bq/m³ (vodovod Krško – Petrol), pri čemer je samo izmerjeno povprečje v Drnovem zaznavno nižje (2008: 0,7 Bq/m³, 2007: 2,4 Bq/m³) in izmerjeno povprečje v vrtini E1 NEK nekoliko višje (2008: 1,6 Bq/m³, 2007: 0,7 Bq/m³). Vsa ta povprečja so še vedno nižja od slovenskega povprečja ($3,0 \pm 1,8$) Bq/m³ [9].

Vsebnosti Pb-210 so se gibale med sledovi (vodovod Krško) in 3,6 Bq/m³ (črpališče Brežice – Glogov Brod). Za večino vzorčevalnih mest (razen za črpališče Brežice – Glogov Brod in vodovod Brežice – Petrol) velja, da so vsebnosti izmerjene v letu 2008 nižje od tistih v letu 2007. Izmerjene vrednosti so v okviru tistih, ki so bile izmerjene v preostalih krajih Slovenije [9].

Podobno kot za U-238 velja tudi za Ra-228, da so izmerjena povprečja zelo blizu tistim v letu 2007 in se gibljejo med 0,5 Bq/m³ (vodovod Brežice – Petrol) do 1,9 Bq/m³ (vodovod Krško – Petrol). Edina lokacija, kjer je bilo v letu 2008 izmerjeno nekoliko višje povprečje je vrtina E1 NEK (2008: 1,8 Bq/m³, 2007: ni izmerjeno).

Izmerjene vsebnosti Th-228 se gibljejo med 0,2 Bq/m³ (Drnovo) in 0,9 Bq/m³ (vrtina E1 NEK). V črpališču Drnovo, črpališču Brežice in vrtini E1 NEK so vrednosti nižje, v črpališču Brege je višja, na drugih lokacijah pa so približno enake kot v letu 2007.

Izmerjene vsebnosti kozmogenega Be-7 so na vseh mestih (razen vrtine E1 NEK) nižje od vrednosti iz leta 2007, kar pomeni, da je bil vdor atmosfarske vode v podtalnico manjši. Be-7 ni bil zaznan v vodovodu Brežice, zajetju Spodnji Stari Grad in črpališču Brežice – Glogov Brod, oziroma je bil zaznan samo v sledovih, na drugih lokacijah pa so bile izmerjene vrednosti med 0,2 Bq/m³ in 0,7 Bq/m³. V vrtini E1 NEK v letu 2007 Be-7 ni bil zaznan, v letu 2008 pa je bila izmerjena vrednost 0,3 Bq/m³.

V vzorcih iz vrtin na Hrvaškem so, podobno kot v vzorcih iz krškega in brežiškega vodovoda v letu



2008, izmerjene podobne vsebnosti U-238 kot v letu 2007 ($1,7 \text{ Bq/m}^3$ in $1,9 \text{ Bq/m}^3$). Izmerjene vsebnosti Ra-226 ($3,0 \text{ Bq/m}^3$ v Šibicah) so bile nekoliko višje kot v krškem in brežiškem vodovodu, vendar še vedno niso presegale slovenskega povprečja. Izmed drugih radionuklidov iz uran-radijeve in torijeve verige je bil izmerjen samo Ra-228 v Šibicah ($6,7 \text{ Bq/m}^3$). Glede na leto 2007 so izmerjene vsebnosti vseh radionuklidov iz naravnih verig (razen omenjenega Ra-226 v Šibicah) enake, ali nižje od vsebnosti, izmerjenih v letu 2007.

Meritve kontrolnega vzorca iz vodovoda Ljubljana so pri vseh radionuklidih, razen Pb-210, dale nižje vrednosti kot v letu 2007. Izmerjena vsebnost U-238 je bila $1,3 \text{ Bq/m}^3$ ($4,3 \text{ Bq/m}^3$ v letu 2007), vsebnost Pb-210 je bila $4,2 \text{ Bq/m}^3$ ($2,5 \text{ Bq/m}^3$ v letu 2007), drugi naravni radionuklidi niso bili izmerjeni (Ra-228 in Th-228 sta bila opažena v sledovih). Vsebnost U-238 je primerljiva z vrednostmi, izmerjenimi v krških in brežiških vodovodih, vrednost za Pb-210 pa je približno enaka najvišji vrednosti, izmerjeni v črpališču Brežice – Glogov Brod ter se ne odmika od drugih vrednosti v Sloveniji.

e) DISKUSIJA

Povprečne mesečne vsebnosti H-3 na posameznih lokacijah so bile v letu 2008 nižje od tistih, ki so bile izmerjene v letu 2007. Primerjava vrednosti za leta od 2003 do 2008 je prikazana na sliki 2.6. S slike je razvidno, da so bile za večino lokacij izmerjene vsebnosti dejansko najnižje v zadnjih šestih letih, kar pa ne velja za vrtino E1 NEK in Medsave na Hrvaškem. Vrednost, izmerjena v vodovodu Krško, je v povprečju preteklih let.

Letno povprečje mesečnih vzorcev v letu 2008 za vrtino VOP-4 (3200 ± 390) Bq/m^3 (ni prikazano na sliki 2.6) je prav tako nižje, kot je bilo v letu 2007 (5200 ± 2400) Bq/m^3 . Tudi najvišje izmerjeni mesečni vzorec (11600 ± 1100) Bq/m^3 v juliju 2008 je nižji od najvišjega izmerjenega mesečnega vzorca (29000 ± 1100) Bq/m^3 v septembru 2007.

Celoten izpust H-3 v letu 2008 je bil 7,0 TBq ter je nižji od vseh izpustov od leta 2003 dalje. V tem obdobju so bili najvišji izpusti v letih 2005 (19,1 TBq) in 2007 (21,8 TBq), kar je precej manj od 21,8 TBq v letu 2007 oz. 19,1 TBq v letu 2005, v preostalih letih pa so bili izpusti med 10 TBq in 13 TBq. S slike 2.6 je razvidno, da razen iz povišane vrednosti v Medsavi na Hrvaškem, iz povprečja mesečnih vrednosti ali četrletnih vzorcev iz vodovoda in črpališč posameznih lokacijah ni možno sklepati o velikosti oz. spremembi izpustov H-3 iz NEK. Kot je razvidno iz primerjave med vsebnostmi v vzorcih iz ljubljanskega vodovoda in vsebnostmi, določenimi na drugih lokacijah, izpusti iz NEK ne vplivajo opazno na povišanje vsebnosti H-3 v krškem in brežiškem vodovodu in vrtinah. Vsebnost je predvsem določena s starostjo vode oziroma globino podtalnice, ki je pri črpališčih brežiškega vodovoda večja kot pri črpališčih krškega vodovoda.

Edina lokacija, kjer je z gotovostjo možno sklepati o velikosti izpusta H-3 iz NEK, je vrtina VOP-4. Na sliki 2.2 so prikazane vsebnosti v sestavljenih mesečnih vzorcih iz črpališč Brege, Drnovo, Spodnji Stari Grad in vrtine VOP-4 (zaradi preglednosti so predstavljene vrednosti iz VOP-4 desetina izmerjenih) ter mesečni izpusti v Savo. Pri obravnavi je treba upoštevati, so podani izpusti za ves mesec, vzorčevanje pa poteka od sredine enega meseca do sredine naslednjega meseca. Vzorčevanje v vrtini VOP-4 (enkratni vzorec) se opravi v začetku meseca. Posledica je navidezni časovni zamik med emisijo in pojavom H-3 v vrtini VOP-4. Kot je razvidno s slike, je bila med letom izmerjena najvišja vsebnost v vrtini VOP-4 v mesecu juliju, ko je bil izpust $1,08\text{E}+12$ Bq, in ne v mesecu juniju, ko je bil mesečni izpust največji ($3,51\text{E}+12$ Bq).

V preglednici 2.2 so predstavljeni korelacijski koeficienti, izračunani za izmerjene mesečne vsebnosti H-3 v Bregah, Drnovem, Spodnjem Starem Gradu in vrtini VOP-4, ter mesečni izpusti H-3 iz NEK. Pri izračunu smo upoštevali omenjeni časovni zamik tako, da smo podatke o emisijah iz enega meseca korelirali s podatki o izmerjenih vsebnostih v naslednjem mesecu. Kot smo pričakovali, je najvišji korelacijski koeficient z mesečnimi izpusti pri vrtini VOP-4. Glede na oddaljenost od Save, preseneča relativno visok korelacijski koeficient za Spodnji Stari Grad.



Preglednica 2.2: Korelacijski koeficienti, izračunani med izmerjenimi mesečnimi vsebnostmi H-3 (Bq/m^3) v črpališčih krškega vodovoda ter mesečnim izpustom (Bq)

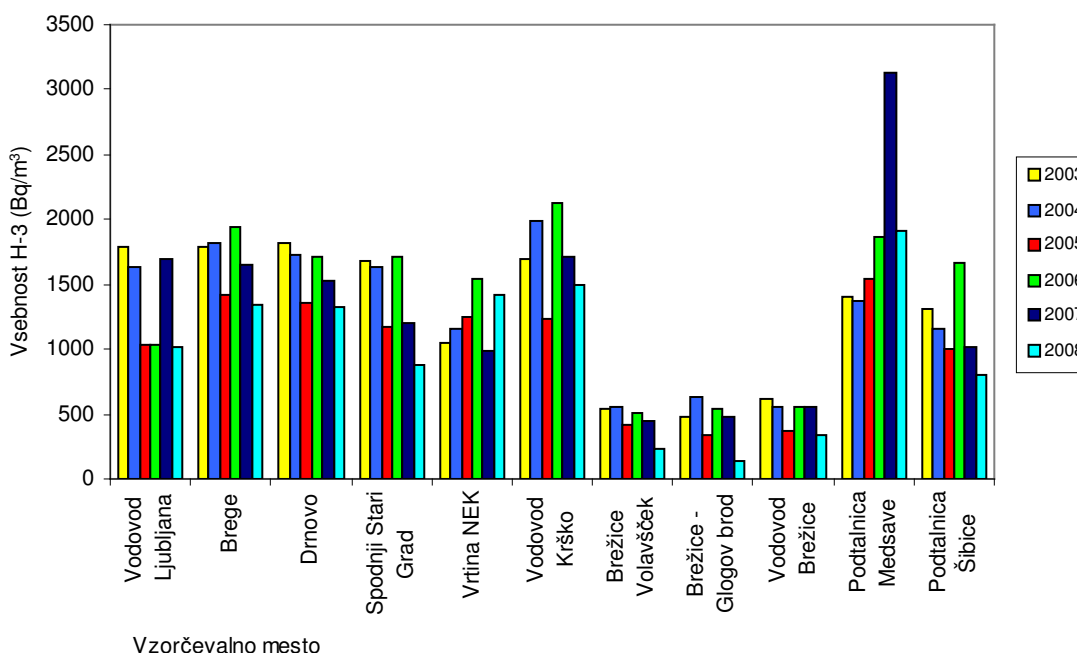
	Brege	Drnovo	Spodnji Stari Grad	VOP-4
Korelacija z mesečnimi izpusti	-0,08	0,42	0,61	0,85

Primerjava vsebnosti za Sr-90/Sr-89 v vodovodih in črpališčih za leto 2008 kaže nekoliko povišane vrednosti glede na pretekla leta (slika 2.7), pri čemer se posebej ne odmiha nobeno merilno mesto. Največje relativne spremembe so pri vodovodu Krško (bencinski servis Petrol, 74 % več kot leta 2007) in vrtini E1 NEK (36 % več kot leta 2007) ter vrtinah na Hrvaškem (73 % oz. 60 % več kot v letu 2007). Na vseh drugih merilnih mestih so spremembe manjše, vse vrednosti pa ostajajo pod slovenskim povprečjem.

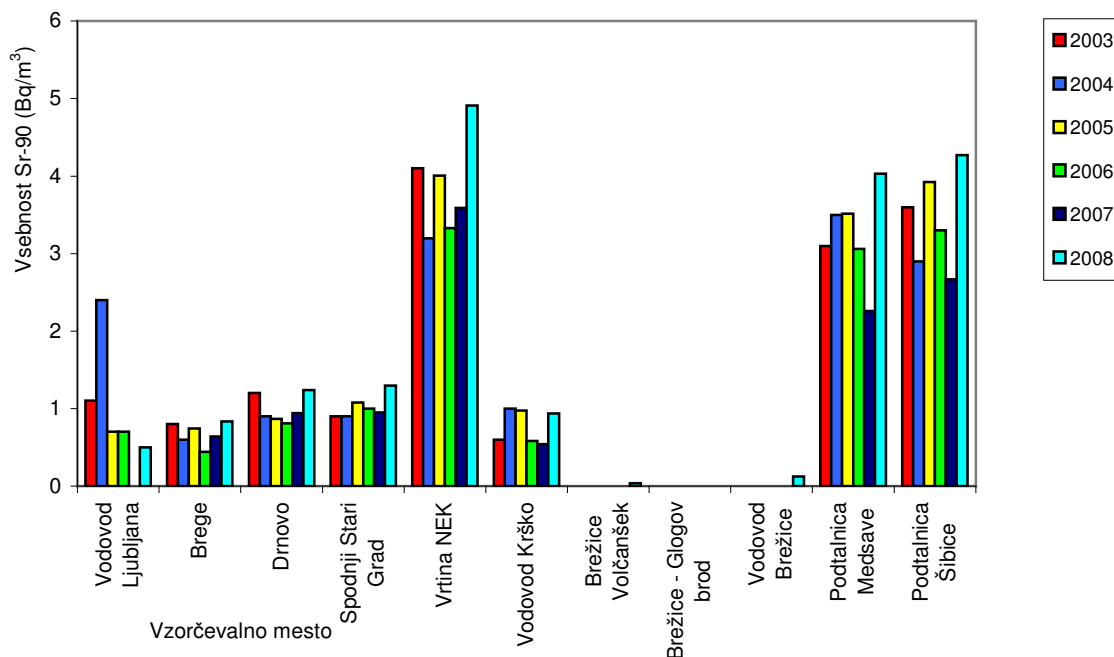
Izmerjene vsebnosti Cs-137 so bile v letu 2008 večinoma pod mejo detekcije v vseh vzorcih iz okolice NEK in iz Ljubljane, razen pri dveh mesečnih vzorcih iz črpališča Brege in enega vzorca iz vrtine E1 NEK. Izmerjene vrednosti so manjše od $0,3 \text{ Bq/m}^3$, kar je tudi veljavna ocena za druge kraje v Sloveniji [9].

Na lokacijah, kjer izvaja vzorčevanje in meritve Institut Ruđer Bošković, vsebnost Cs-137 ni bila zaznana. V dveh vzorcih iz Medsave je bil izmerjen I-131 (5 Bq/m^3 v juliju), vendar ga glede na to, da ni bil zaznan na drugi lokaciji na Hrvaškem ali na kateri izmed lokacij v Krškem ali Brežicah, ne moremo povezovati z NEK.

Tudi vrednosti za naravne radionuklide so primerljive s tistimi, izmerjenimi drugod po Sloveniji. Prisotnost kozmogenega Be-7 v pitni vodi v Krškem, Brežicah in v Ljubljani kaže na prisotnost sledov deževnice v vzorcih.



Slika 2.6: Povprečne letne vsebnosti H-3 v vodovodih, črpališčih in podtalnici v zadnjih šestih letih



Slika 2.7: Povprečne vrednosti Sr-90/Sr-89 v vodovodni vodi, v črpališčih in podtalnici v zadnjih šestih letih

f) OCENA VPLIVOV

V preglednicah 2.1a in 2.1b so zbrane povprečne vsebnosti posameznih radionuklidov za vsa vzorčevalna mesta črpališč, vodovodov in podtalnice v letu 2008. Edini umetni radionuklid, katerega vrednost je bila določena na vseh vzorčevalnih mestih, je H-3. Sr-90/Sr-89 je bil prav tako določen v večini vzorcev, medtem ko je bil Cs-137, razen v treh vzorcih, zaznan kvečjemu v sledovih.

V preglednicah 2.1a (povzetek) in 2.1b (povzetek) so ocenjene letne efektivne doze za referenčne skupine prebivalstva, in sicer za odraslo osebo (nad 17 let), desetletnega otroka in enoletnega otroka, ki uporabljajo to vodo za pitje. Za primerjavo so podane tudi vrednosti, izračunane na osnovi meritev v vodovodu Ljubljana. Pri izračunih smo upoštevali, da odrasla oseba na leto zaužije 0,75 m³ vode, desetletni otrok 0,35 m³ vode in enoletni otrok 0,26 m³ vode. V preteklih letih je bilo pri izračunu dozne obremenitve za otroka (1–2 leti) predpostavljeno, da otrok zaužije 0,17 m³ vode na leto in so ocenjene doze 53 % višje, kot bi bile ob upoštevanju stare ocene za zaužitje.

V letu 2008 je prispevek **umetnih radionuklidov v brežiškem vodovodu** k obremenitvi referenčnega človeka **za odraslo osebo (0,007 ± 0,003) μSv na leto, za desetletnega otroka (0,005 ± 0,003) μSv na leto in za enoletnega otroka (0,013 ± 0,008) μSv na leto. Celotna obremenitev v brežiškem vodovodu z umetnimi in naravnimi radionuklidi v pitni vodi je za odraslo osebo (1,6 ± 0,7) μSv na leto, za desetletnega otroka (2 ± 1) μSv na leto in za enoletnega otroka (11 ± 4) μSv na leto.** Obremenitev z umetnimi radionuklidi je tako manj kot 4 promile celotne obremenitve z vsemi radionuklidi v pitni vodi, med naravnimi radionuklidi pa k dozi največ prispevata (približno 70 %) Ra-228 in Pb-210.

V **krškem vodovodu** je prispevek umetnih radionuklidov nekoliko višji, kar velja tudi za naravne radionuklide. Prispevek umetnih radionuklidov je **za odraslo osebo (0,040 ± 0,004) μSv na leto, za desetletnega otroka (0,032 ± 0,003) μSv na leto in za enoletnega otroka (0,081 ± 0,007) μSv na**

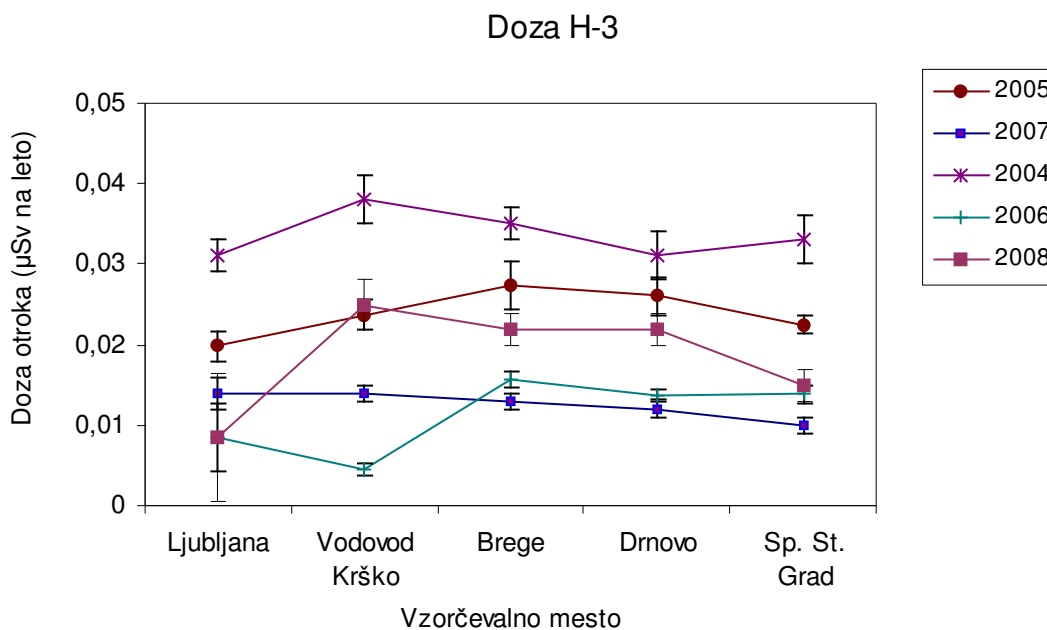


leto. Celotna obremenitev v krškem vodovodu z umetnimi in naravnimi radionuklidi v pitni vodi je za odraslo osebo (2 ± 1) μSv na leto, za desetletnega otroka (4 ± 2) μSv na leto in za enoletnega otroka (20 ± 7) μSv na leto. Med naravnimi radionuklidi k dozi največ prispeva predvsem Ra-228 (75–80 %) in manj Ra-226 ter Th-228. Pb-210, katerega prispevek je v črpališčih krškega vodovoda primerljiv s prispevki Ra-226 in Th-228, je v vzorcih iz vodovoda opažen samo v sledovih.

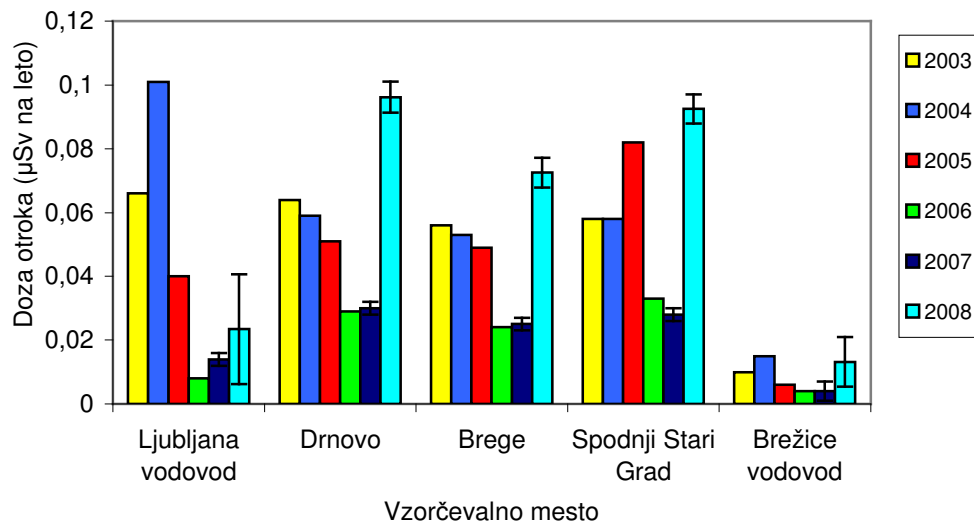
Pri vseh navedenih doznih obremenitvah je treba upoštevati, da ne vsebujejo prispevka Po-210, ki je primerljiv s prispevkom upoštevanih radionuklidov. Zato so dejanske dozne obremenitve višje in na osnovi podatkov v preglednici 2.1b lahko sklepamo, da v Šibicah na Hrvaškem celotna dozna obremenitev zaradi naravnih radionuklidov za enoletnega otroka zelo verjetno presega mejno vrednost 100 μSv na leto.

Vpliva NEK v vodovodih in črpališčih v letu 2008 ni bilo mogoče zanesljivo ugotoviti. Višje vrednosti H-3 v črpališčih krškega vodovoda so bile v primerjavi z brežiškim opažene tudi v preteklih letih.

Na sliki 2.8 je prikazana doza, ki jo prejmejo otroci zaradi vsebnosti H-3 v ljubljanskem in krškem vodovodu ter v črpališčih Brege, Drnovo in Spodnji Stari Grad. Čeprav so bile izmerjene vsebnosti H-3 nižje kot v letu 2007, so zaradi spremenjene ocene vnosa dozne obremenitve višje kot v letu 2007 in se gibljejo med 0,015 μSv na leto in 0,025 μSv na leto.



Slika 2.8: Primerjava med letnimi dozami, ki jih prejmejo otroci zaradi vnosa H-3 pri pitju vodovodne vode iz raznih lokacij v okolici Krškega in v Ljubljani (Opomba. Pri izračunu doz za leto 2008 je upoštevano letno zaužitje 0,26 m³ vode, v ostalih letih pa 0,17 m³).



Slika 2.9: Ocenjeni letni prispevki k dozi za otroke zaradi vsebnosti umetnih radionuklidov v zadnjih petih letih (Opomba. Pri izračunu doz za leto 2008 je upoštevano letno zaužitje $0,26 \text{ m}^3$ vode, v ostalih letih pa $0,17 \text{ m}^3$.)

g) SKLEPI

Izmerjene koncentracije naravnih in umetnih radionuklidov v letu 2008 se v vzorcih vode iz črpališč in vodovodov na krško-brežiškem področju ne razlikujejo bistveno od vrednosti, ki so bile izmerjene v zadnjih šestih letih. Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi prebivalca zaradi pitja te vode v letu 2008, ki ga pripisujemo **globalni kontaminaciji**, je za odraslo osebo ($0,007 \pm 0,003$) μSv na leto, za desetletnega otroka ($0,005 \pm 0,003$) μSv na leto in za enoletnega otroka ($0,013 \pm 0,008$) μSv na leto. Celotna obremenitev zaradi vsebnosti **naravnih in umetnih radionuklidov** v brežiškem vodovodu je ocenjena za odraslo osebo na ($1,6 \pm 0,7$) μSv na leto, za desetletnega otroka (2 ± 1) μSv na leto in za enoletnega otroka (11 ± 4) μSv na leto.

V črpališčih krškega vodovoda je ocenjeni prispevek vseh **umetnih radionuklidov** od ($0,036 \pm 0,002$) μSv do ($0,044 \pm 0,002$) μSv na leto za odrasle, od ($0,029 \pm 0,002$) μSv do ($0,037 \pm 0,002$) μSv na leto za desetletnega otroka in od ($0,073 \pm 0,005$) μSv do ($0,096 \pm 0,005$) μSv na leto za enoletnega otroka. Celoletna obremenitev na črpališčih krškega vodovoda zaradi umetnih in naravnih radionuklidov pa je ocenjena na od ($1 \pm 0,6$) μSv do (2 ± 1) μSv na leto za odraslega, od ($1,8 \pm 0,8$) μSv do (4 ± 2) μSv na leto za desetletnega otroka in od (8 ± 3) μSv do (20 ± 7) μSv na leto za enoletnega otroka.

Doza zaradi umetnih radionuklidov je v **ljubljskem vodovodu** ($0,012 \pm 0,009$) μSv na leto za odraslo osebo, ($0,009 \pm 0,007$) μSv na leto za desetletnega otroka in ($0,02 \pm 0,02$) μSv na leto za enoletnega otroka. Doza zaradi prispevka vseh radionuklidov je (2 ± 2) μSv na leto za odraslo osebo, (3 ± 3) μSv na leto za desetletnega otroka in (9 ± 9) μSv na leto za enoletnega otroka.

Ocenjene doze, ki so daleč pod letno mejno dozo $100 \mu\text{Sv}$ na leto, ki se upošteva pri izračunu mejnih vrednosti radioaktivne kontaminacije pitne vode oziroma izpeljanih vrednosti koncentracije radionuklidov v vodi kažejo, da so tudi vsebnosti vseh radionuklidov, tako umetnih kot naravnih, daleč pod mejnimi vrednostmi, kot jih navaja uredba UV2 [4]. Tako je delež doze od umetnih in naravnih radionuklidov v brežiškem vodovodu $1,6 \%$, v krškem vodovodu pa manjši od 2% , pri čemer je v obeh primerih prispevek umetnih radionuklidov še vsaj dvestokrat nižji.

Na sliki 2.9 je primerjava vrednosti ocenjenih prispevkov umetnih radionuklidov k dozi zaradi pitja



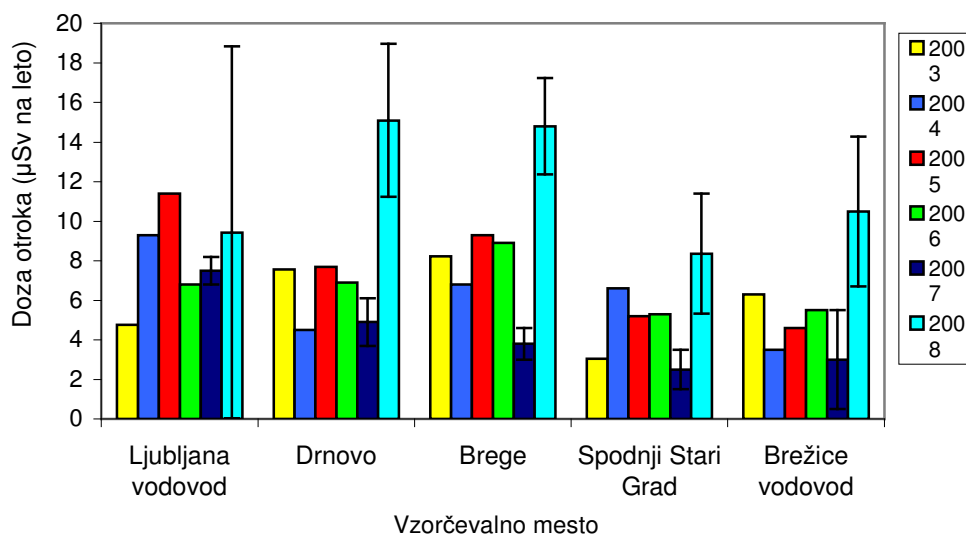
vode iz ljubljanskega vodovoda, krških črpališč in brežiškega vodovoda za otroke. Na povečanje izračunanih vrednosti doz v letu 2008 glede na leto 2007 sta približno enako vplivala sprememba v metodologiji izračuna doz (povečanje količine zaužite vode z $0,17 \text{ m}^3$ na $0,26 \text{ m}^3$) ter povišane vsebnosti naravnih radionuklidov Ra-228 in Pb-210.

S slike 2.9 je tudi razvidno, da ni posebne korelacije med letno dozo od umetnih radionuklidov in razdaljo od jezua NEK ali Save. Čeprav je črpališče Brege najbližje jezua NEK oziroma Savi, je izračunana doza nižja od tiste v Drnovem ali Spodnjem Starem Gradu. To velja tako za leto 2008, kot tudi za leti 2007 in 2005, ko so bili izpusti H-3 približno trikrat višji kot v letu 2007. Iz tega lahko sklenemo, da je prispevek NEK k dozi manjši od vpliva lokalnih variacij vsebnosti H-3 na dozo.

Meritve vode iz vrtine znotraj ograje NEK in v vrtinah na Hrvaškem kažejo vrednosti, ki so primerljive s prejšnjimi leti, in ne kažejo vpliva spremembe količine izpusta v posameznih letih. Mesečne vrednosti H-3, izmerjene na teh vrtinah, prav tako ne kažejo vpliva spremenljivih mesečnih izpustov iz NEK. Kot je razvidno s slike, se te vrednosti po letu 2003 v glavnem znižujejo.

Slika 2.10 prikazuje ocenjene prispevke za vse radionuklide, tako naravne kot umetne. Največji prispevek k dozi daje Pb-210. S slike 2.10 je prav tako razvidno, da ni korelacije med razdaljo med NEK in vzorčevalnim mestom ter prispevkom radionuklidov k prejeti dozi. Iz tega izhaja, da je prispevek NEK k dozi manjši od vpliva lokalnih variacij vsebnosti radionuklidov na dozo. To potrjuje tudi primerjava z analizo vode iz ljubljanskega vodovoda.

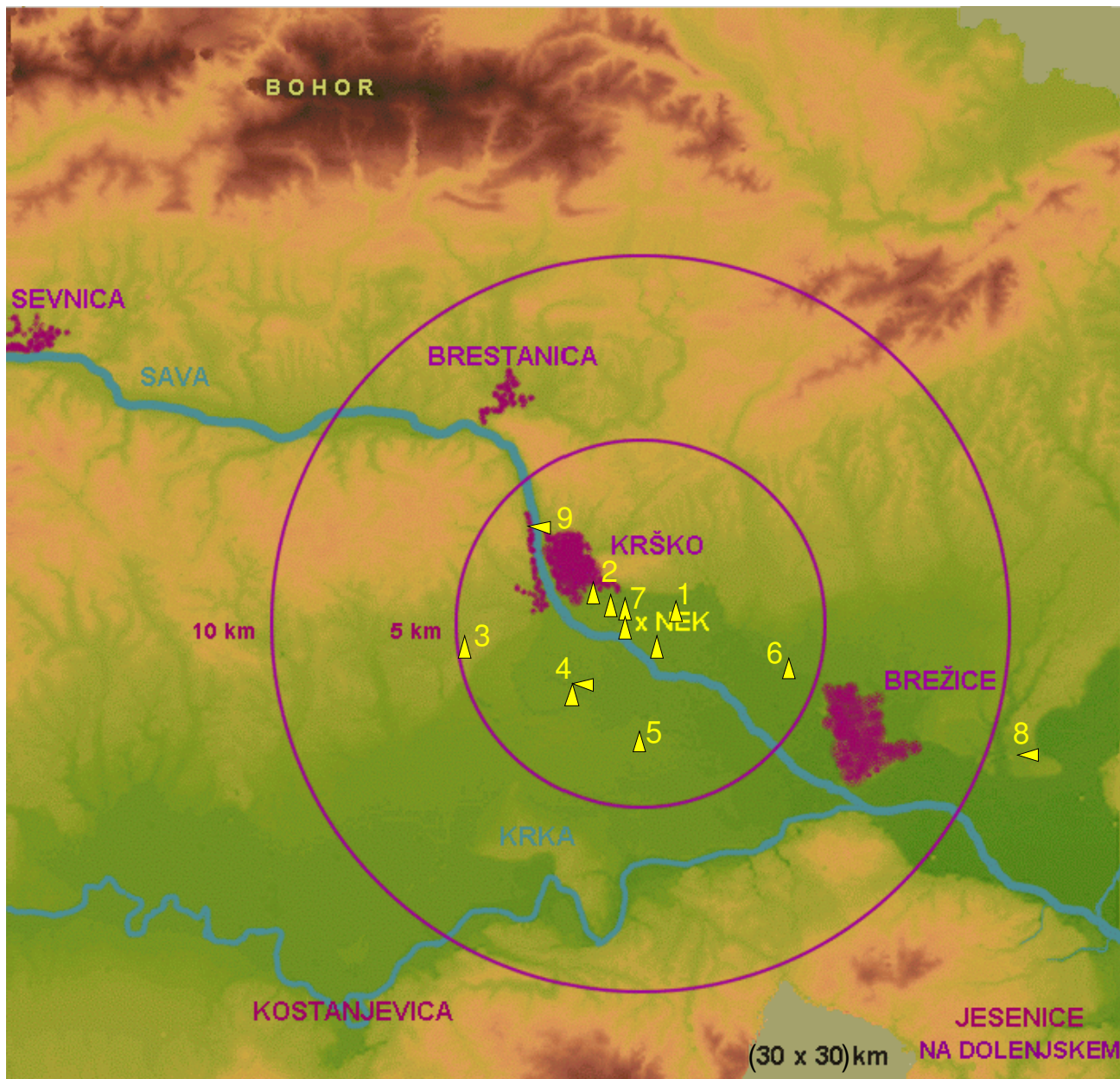
Edina lokacija, kjer lahko v letu 2008, tako kot v letu 2007, ugotovimo neposreden vpliv izpustov NEK, je vrtina VOP-4, kjer je vsebnost H-3 v mesecu največjega izpusta dosegla vrednost (11600 ± 1100) Bq/m³, kar je 12 % predpisane maksimalne vrednosti vsebnosti H-3 za pitno vodo.



Slika 2.10: Ocenjeni prispevki k dozi na leto za otroke zaradi vsebnosti naravnih in umetnih radionuklidov za zadnjih pet let. (Opomba. Pri izračunu doz za leto 2008 je upoštevano letno zaužitje $0,26 \text{ m}^3$ vode, v preostalih letih pa $0,17 \text{ m}^3$.)

h) REFERENCA

- [9] Razširjeno poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji leta 2007, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Ljubljana, avgust 2008



PADAVINE IN SUHI USEDI

- ▲ LOVILNE PLOŠČE USEDA
- ◀ PADAVINE IN USEDI

- 1 - SPODNJI STARI GRAD
- 2 - STARA VAS
- 3 - LESKOVEC
- 4 - BREGE
- 5 - VIHRE
- 6 - GORNJI LENART
- 7 - VRBINA
- 8 - DOBOVA
- 9 - KRŠKO



PADAVINSKI IN SUHI USEDI

Aerosoli in plini se iz ozračja izpirajo s padavinami ali se vezani na prašne delce usedajo na talne površine. V obeh primerih se radioaktivne snovi v ozračju, zaradi padavinskega in suhega useda, kopičijo na površinah. Pri tem je izpiranje mnogo učinkovitejši proces kot suhi used. Vrsto in obseg useda določimo z lovilniki useda in s specifično analizo radionuklidov v vzorcih iz teh lovilnikov.

Odložene radioaktivne snovi na rastlinah in tiste, ki jih rastline vsrkajo preko korenin ali listov, pridejo z užitnimi deli v prehrabno verigo. Padavine lahko pridejo v podtalnico in tako kontaminirajo tudi pitno vodo. Zato igrajo padavine pomembno vlogo pri prenosu radioaktivnih onesnaževalcev iz zraka v živa bitja. Odložene radioaktivne snovi s sevanjem tudi neposredno prispevajo k prejeti dozi.

Zaradi človekove dejavnosti so v ozračju poleg naravnih tudi umetni radionuklidi. Jedrske elektrarne izpuščajo v ozračje karakteristične radioaktivne snovi, ki se razlikujejo od naravnih in tistih, ki so v ozračju kot posledica drugih dejavnosti, zato jih lahko ločimo in posebej ovrednotimo. Kot bomo videli, rezultati meritev in ocen radioaktivnega onesnaženja ozračja kažejo na to, da je prispevek zračnih izpustov NEK k celotni prejeti dozi zanemarljiv.

a) LOVILNIKI IN VZORČEVALNA MESTA

Za lovilnike useda uporabljamo zbiralnike padavin in zbiralnike suhega useda. Za zbiralnike padavin uporabljamo lijake iz nerjavnega jekla z odprtino 0,25 m², za zbiranje suhega useda pa plošče iz pleksi stekla, postavljene od 1,8 m do 2 m nad površino tal, ploščine 0,3 m² in premazane s tanko plastjo vazelina (vazelinske plošče). Vzorčevanje poteka kontinuirno, vzorce pa pobiramo enkrat na mesec. Zbiralniki suhega useda lovijo tudi prašne delce, ki so v zraku zaradi resuspenzije.

Zbiralniki padavin so v Bregah, Krškem in Dobovi, zbiralniki suhega useda pa so od leta 2005 na osmih vzorčevalnih mestih v ožji in širši okolici NEK.³ Kot referenčno vzorčevalno mesto za padavinski in suhi used je bila izbrana Ljubljana (IJS).

b) VRSTA MERITEV IN PRIPRAVA VZORCEV

Za meritev koncentracij sevalcev gama uporabljamo visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG), za merjenje koncentracij Sr-90/Sr-89 radiokemični analizni postopek, aktivnosti H-3 pa merimo s tekočinskoscintilacijskim števcem. V vazelini merimo le sevalce gama.

Zbrane padavine izparimo do suhega ostanka za meritev sevalcev gama in stroncija. En liter zbranih padavin se po vzorčevanju odlije od celotnega vzorca za elektrolitsko obogatitev in meritev vsebnosti tritija. Postrgano vazelino s plošč le rahlo segrejemo, da se enakomerno porazdeli po merski posodici. Priprava mora biti namreč hitra in enostavna, saj so vazelinske plošče namenjene predvsem hitrim meritvam useda v primeru izrednega dogodka v jedrski elektrarni oziroma ob nezgodnih izpustih radioaktivnih snovi v ozračje.

³ Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10) v prilogi 4 podaja zasnovo programa obratovalnega monitoringa radioaktivnosti za jedrsko elektrarno. Za vzorčevanje suhega useda je predvideno 12 vzorčevalnih mest v treh razdaljah od nuklearke (4 na ograji, 3 v bližnji in 5 v širši okolici). V programu NEK je bilo do leta 2005 vseh 12 vzorčevalnih mest, nato pa so bila vzorčevalna mesta na ograji NEK opuščena. V letu 2008 so preostala vzorčevalna mesta grupirana takole: bližnja okolica NEK (vzorčevalna mesta 1, 7 in 8), širša okolica NEK (vzorčevalna mesta od 2 do 5) in vzorčevalno mesto 6 (najdlje od NEK).



c) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenkni v datoteki **PadavineUsedi2008.pdf**.

Rezultati meritev vzorcev padavin in suhih usedov so prikazani v tabelah T-37 (Padavine – Brege, IJS), T-38 (Padavine – Krško, IJS), T-39 (Padavine – Dobova, IJS), T-40 (Padavine – Ljubljana, IJS), T-42/1 (Vazelinske plošče – širša okolica NEK, IJS), T-42/2 (Vazelinske plošče – ožja okolica NEK, IJS), T-42/3 (Vazelinske plošče – vzorčevalno mesto 6, IJS) in T-42/4 (Vazelinske plošče – Ljubljana, IJS).

Padavine v letu 2008

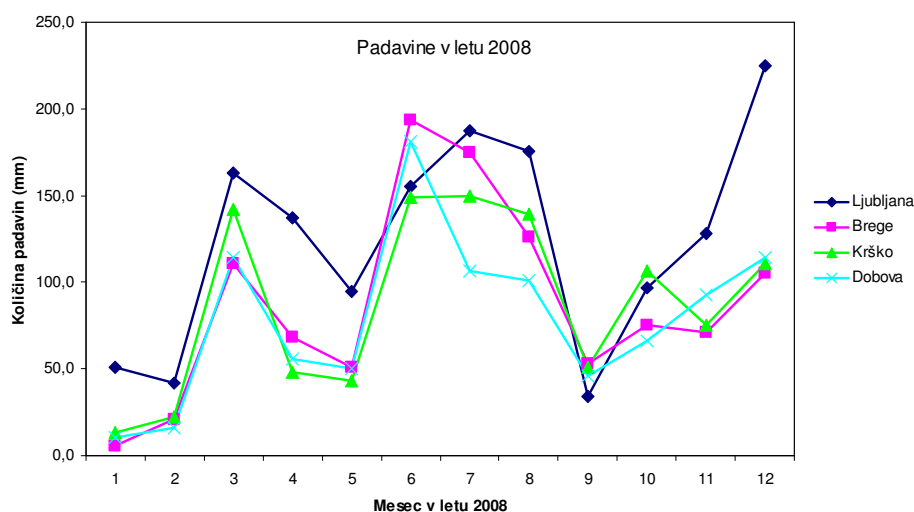
Letna vsota padavin, letoletno povprečje ter največje in najmanjše mesečne vrednosti v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi so prikazane v tabeli 3.1. Največ padavin je padlo v Ljubljani, najmanj pa v Dobovi.

Tabela 3.1: Letna količina padavin, mesečno povprečje ter največja in najmanjša količina padavin

Vzorčevalno mesto	Letna količina (mm)	Mesečno povprečje (mm)	Maks. (mm)	Mesec	Min. (mm)	Mesec
Ljubljana	1490	124,2	225,1	december	34,1	september
Brege	1055	87,9	193,5	junij	5,6	januar
Krško	1050	87,5	149,6	julij	13,5	januar
Dobova	955	79,6	181,4	junij	10,2	januar

Mesečne porazdelitve padavin so prikazane na sliki 3.1. Vidimo, da so bili izrazito deževni meseci marec, junij, julij, avgust in december, sušni pa januar, februar in september.

V vzorcih padavinskih usedov so bili v letu 2008 prisotni H-3, Be-7, Na-22, K-40, Cs-137, Sr-90/Sr-89 ter potomci uranove in torijeve razpadne vrste.



Slika 3.1: Mesečne količine padavin v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



Tabela 3.2: Krajevno najvišje izmerjene koncentracije H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v mesečnih vzorcih padavin v letu 2008

Radionuklid	Najvišja koncentracija (Bq/m ³)	Kraj	Mesec
H-3	3000	Brege	december
Sr-90/Sr-89	28	Brege	februar
Cs-137	1	Ljubljana	oktober
Be-7	3600	Brege	februar
K-40	60	Krško	april
Pb-210	1700	Brege	marec

V tabeli 3.2 so prikazane najvišje izmerjene vrednosti H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin.

Najvišje vrednosti so bile največkrat izmerjene v vzorcih padavin, zbranih v Bregah.

V tabeli 3.3 so prikazane najvišje letne povprečne koncentracije H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin. Najvišja povprečna koncentracija H-3 je bila v Bregah, Sr-90/Sr-89 v Krškem in Cs-137 v Ljubljani.

Tabela 3.3: Najvišje povprečne letne koncentracije H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin v letu 2008

Radionuklid	Najvišja povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Kraj
H-3	1800	Brege
Sr-90/Sr-89	2.9	Krško
Cs-137	0.19	Ljubljana
Be-7	790	Ljubljana
K-40	22	Krško
Pb-210	180	Brege

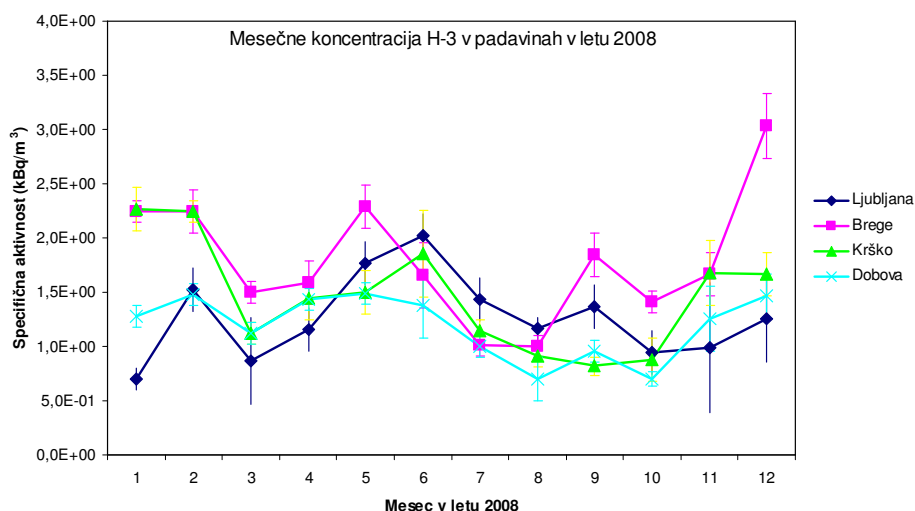
V tabeli 3.4 so zbrani vsi podatki o največjih izmerjenih koncentracijah, letna povprečja in razmerja med največjo in povprečno vrednostjo za H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin v Bregah, Krškem, Dobovi in Ljubljani. Koncentracija Sr-90/Sr-89 v vzorcih padavin iz Ljubljane je bila pod mejo kvantifikacije. V letu 2008 so razmerja med največjo mesečno in povprečno letno vrednostjo v Bregah in Krškem v glavnem narasla, v Dobovi in Ljubljani pa padla.

Korelacija med padavinskim usedom in količino padavin je šibka.



Tritij v usedu 2008

Mesečne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi so prikazane na sliki 3.2.

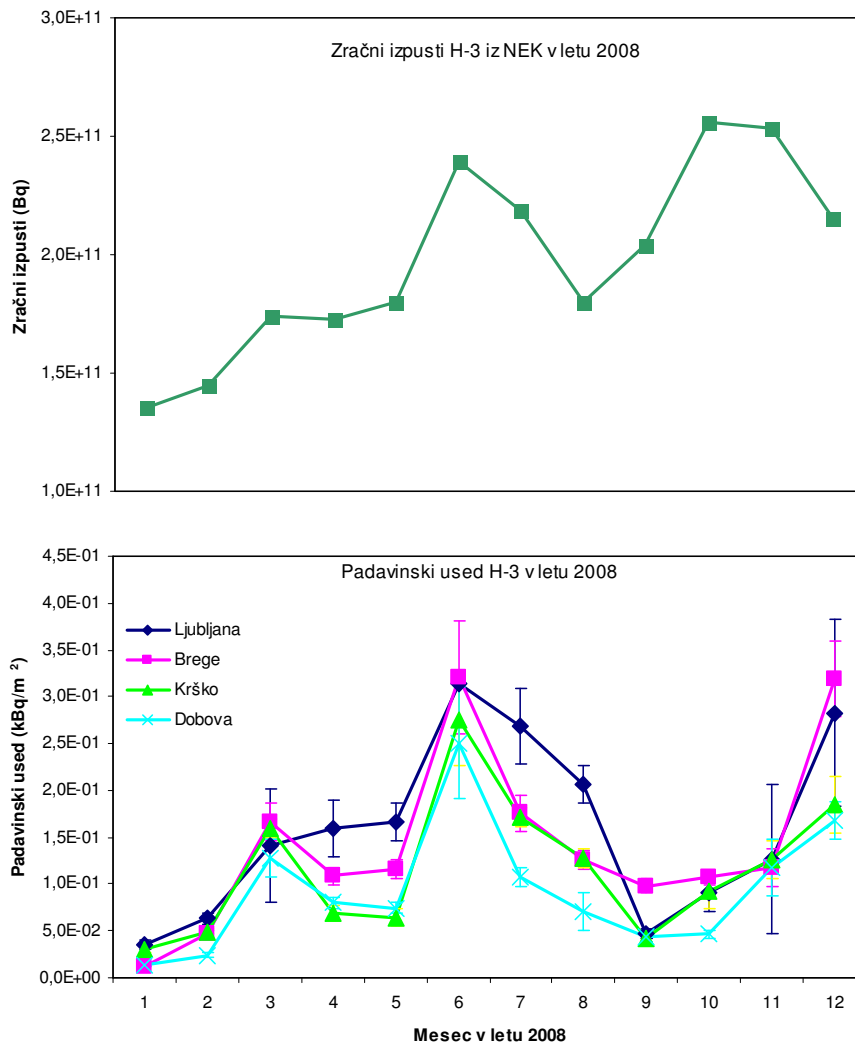


Slika 3.2: Mesečne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi

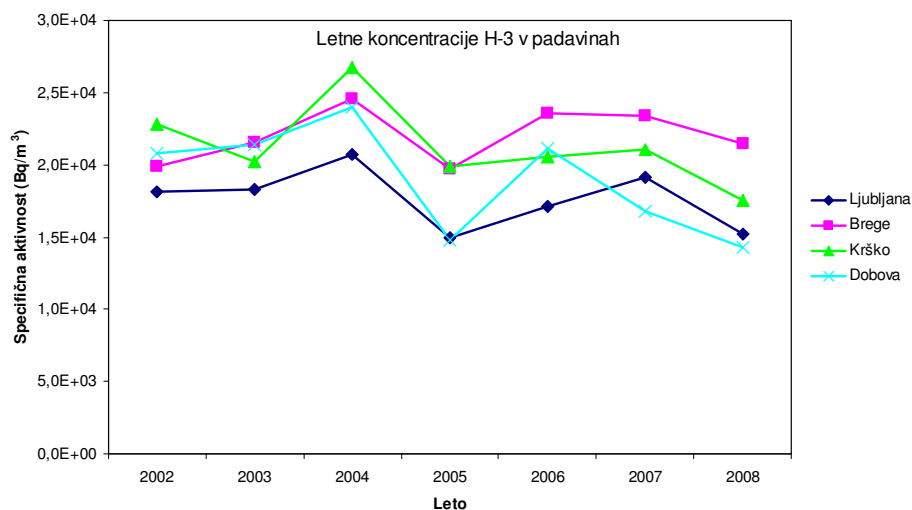
Mesečne koncentracije H-3 v padavinah ne izkazuje nekih posebnosti, ne glede na vzorčevalna mesta ne glede na časovni potek. Največja koncentracija H-3 je bila izmerjena decembra v Bregah. Primerjava z drugimi evropskimi državami in mesti (Hrvaška, Avstrija, Madžarska, Poljska) v zadnjih letih kaže nekoliko nižje vrednosti; povprečne letne koncentracije v teh državah so se gibale v območju med 1000 Bq/m³ in 1300 Bq/m³ [10–14].

Na sliki 3.3, ki prikazuje mesečni padavinski used H-3 (Bq/m²) za vsa štiri vzorčevalna mesta, je opaziti višje aktivnosti v poletnih mesecih in v decembru, kar se ujema z večjimi količinami padavin. S slike 3.3 je tudi razvidno, da vrednosti H-3 v padavinskem usedu lahko le delno pripišemo izpustom H-3 v zrak iz NEK, saj so bile vrednosti H-3 v padavinskem usedu v oktobru in novembru med nižjimi v tem letu, izpusti H-3 iz NEK pa med višjimi. Padavine v teh dveh mesecih so bile blizu letnega povprečja.

Letni padavinski used H-3 od leta 2002 naprej prikazuje slika 3.4. Najvišje vrednosti so bile izmerjene leta 2004. Leto 2008 spada med leta z nizkim padavinskim usedom H-3.



Slika 3.3: Mesečni padavinski used H-3 (Bq/m^2) v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi v primerjavi z izpusti H-3 v zrak

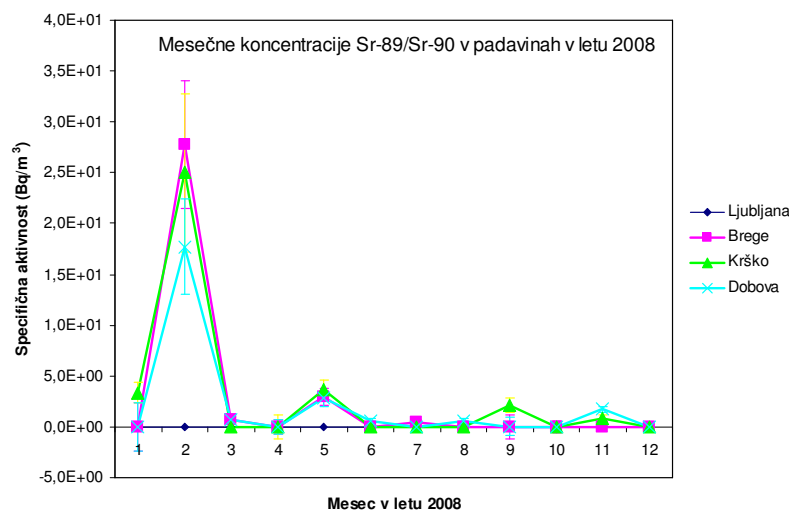


Slika 3.4: Letne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej

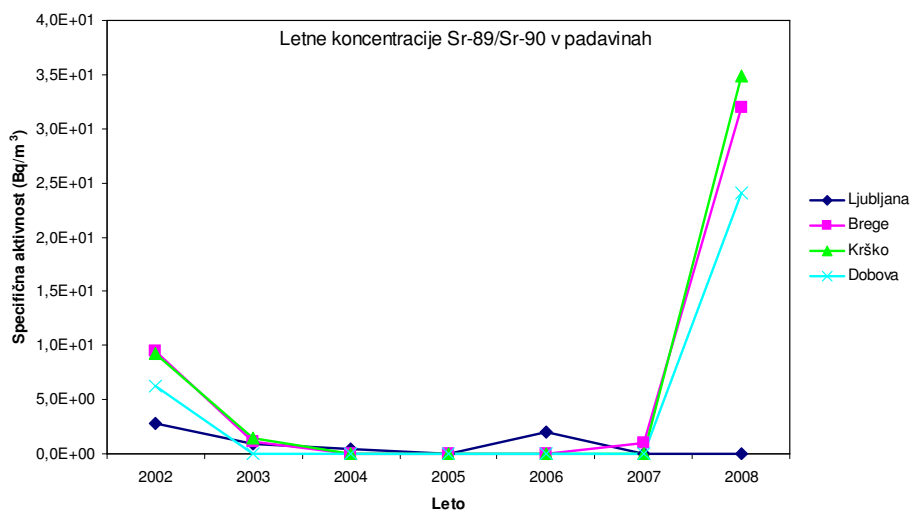
Stroncij Sr-90/Sr-89 v usedu 2008

Slika 3.5 prikazuje mesečne koncentracije stroncija v padavinskih usedih v tem letu. Omembe vredna koncentracija je bila izmerjena le v februarju v Bregah, Krškem in Dobovi. V Ljubljani so bile koncentracije pod mejo kvatifikacije.

Letne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah od leta 2002 naprej prikazuje slika 3.6. Najvišje vrednosti so bile izmerjene na vseh lokacijah v tem letu, vključno v Ljubljani. Omembe vredno je le še leto 2002. V ostalih letih je bil Sr-90/Sr-89 v padavinah pod ali blizu meje določljivosti.



Slika 3.5: Mesečne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi

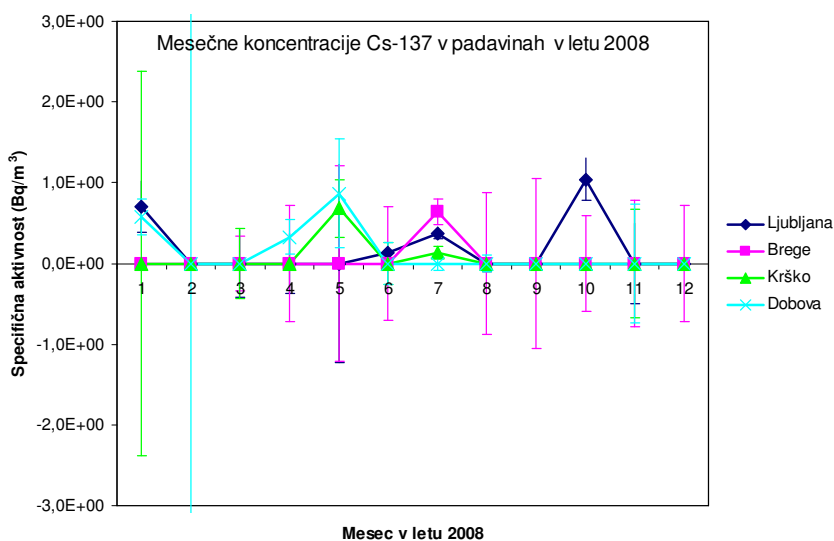


Slika 3.6: Letne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej

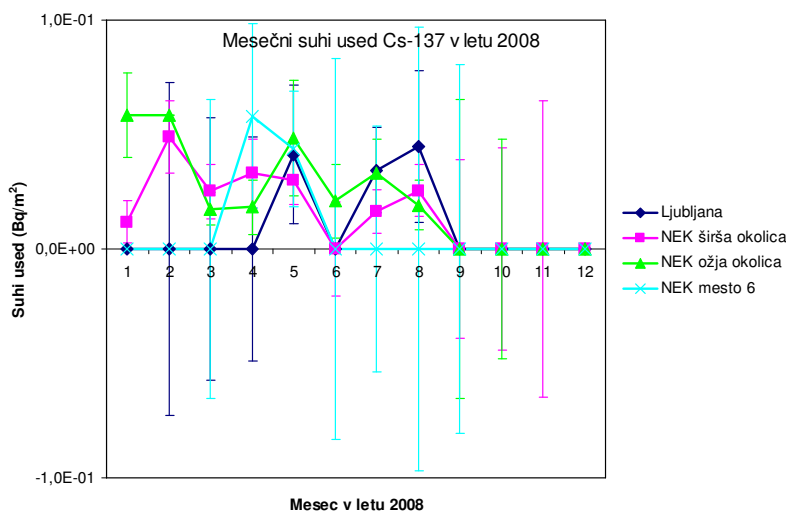
Cezij Cs-137 v usedu 2008

Mesečne koncentracije Cs-137 v padavinah v Bregah, Krškem, Dobovi in v Ljubljani so prikazane na sliki 3.7, na sliki 3.8 pa suhi usedi v Ljubljani in okolici NEK. Najvišja koncentracija Cs-137 v padavinah je bila izmerjena oktobra v Ljubljani, v suhem usedu pa januarja in februarja v ožji okolici NEK (vzorčevalna mesta 1, 7 in 8).

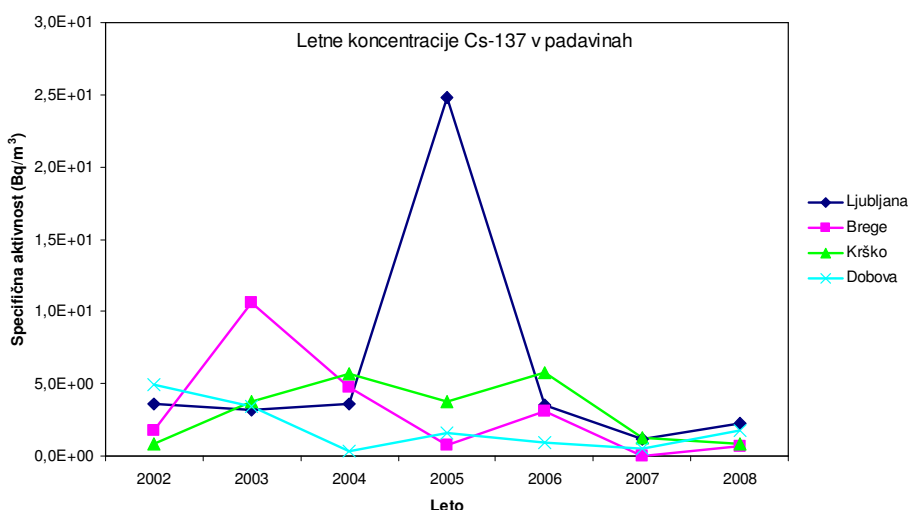
Letne koncentracije Cs-137 v padavinah od leta 2002 naprej prikazuje slika 3.9. Najvišja vrednost je bila izmerjena leta 2005 v Ljubljani, v okolici NEK pa v Dobovi leta 2003.



Slika 3.7: Mesečne koncentracije Cs-137 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



Slika 3.8: Mesečni suhi used Cs-137 v Ljubljani, v širši in ožji okolici NEK ter na vzorčevalnem mestu 6

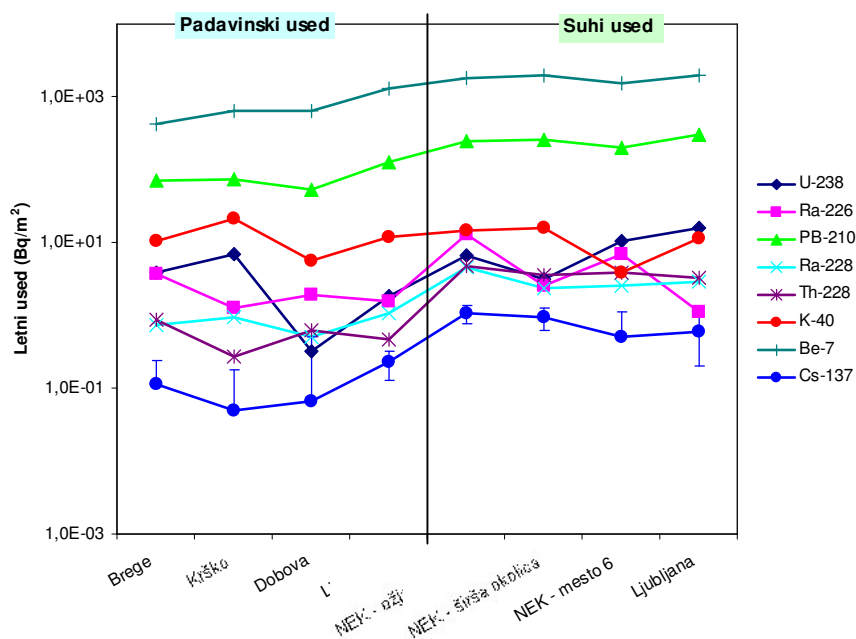


Slika 3.9: Letne koncentracije Cs-137 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej

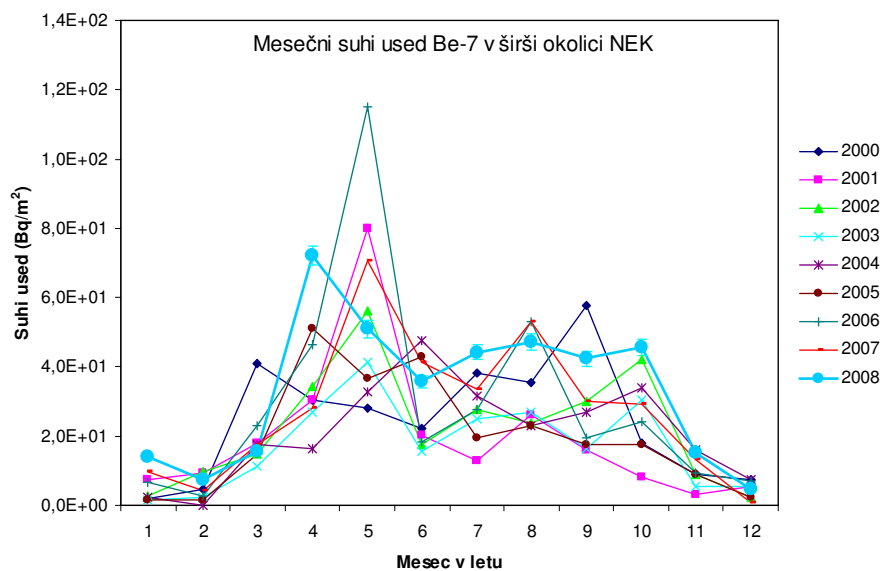
Na sliki 3.10 so prikazane količine letnih padavinskih in suhih usedov Cs-137 in naravnih radionuklidov v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi ter na vzorčevalnih mestih okrog NEK. S slike je razvidno, da je potek useda v grobem enak za vse radionuklide in za vsa vzorčevalna mesta.

Na sliki 3.11 so za primerjavo prikazane sezonske vrednosti suhega useda Be-7 od leta 2000 naprej (širša okolica NEK). Sz slike je razvidno, da je v zimskem času znatno manj suhega useda.

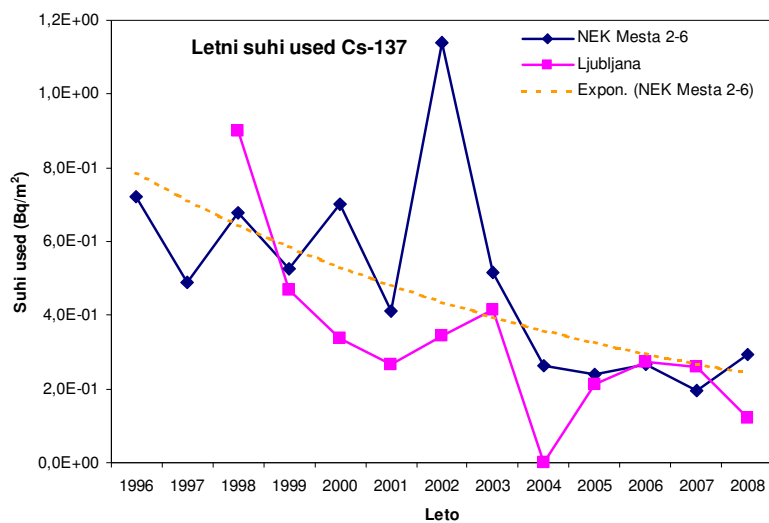
Slika 3.12 prikazuje letni suhi used Cs-137 v okolici NEK in v Ljubljani od leta 1996 do 2008. Lepo je razvidno padanje usedov z leti (približno eksponentno). To kaže na dejstvo, da je glavi prispevek k usedu resuspenzija Cs-137 iz černobilskega onesnaženja (izjema je le leto 2002).



Slika 3.10: Letni usedi Cs-137 in naravnih radionuklidov na različnih lokacijah okrog NEK in v Ljubljani v letu 2008



Slika 3.11: Mesečni suhi used Be-7 v širši okolici NEK v letih 2000–2008



Slika 3.12: Letni suhi used Cs-137 (Bq/m²) v širši okolici NEK (vzorčevalna mesta 2–6) in v Ljubljani v letih 1996–2008



Tabela 3.4: Največje izmerjene mesečne koncentracije, letna povprečja in razmerja med največjo mesečno koncentracijo in povprečno letno vrednostjo za H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin v Bregah, Krškem, Dobovi in Ljubljani v letu 2008

Radionuklid	BREGE			KRŠKO			DOBOVA			LJUBLJANA		
	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija
H-3	1,8E+03 ± 2E+02	3,0E+03 ± 3E+02	1,7	1,5E+03 ± 1E+02	2,2E+03 ± 1E+02	1,6	1,2E+03 ± 8E+01	1,5E+03 ± 1E+02	1,3	1,2E+03 ± 1E+02	1,8E+03 ± 4E+02	1,5
Sr-90/Sr-89	2,7E+00 ± 2E+00	2,8E+01 ± 6E+00	10,4	2,9E+00 ± 2E+00	2,5E+01 ± 8E+00	8,6	2,0E+00 ± 1E+00	1,8E+01 ± 5E+00	8,8	–	–	–
Cs-137	5,4E-02 ± 1E-01	6,4E-01 ± 2E-01	12,0	6,9E-02 ± 1E-01	6,8E-01 ± 4E-01	9,9	1,5E-01 ± 4E-01	8,7E-01 ± 7E-01	5,9	1,9E-01 ± 1E-01	1,0E+00 ± 3E-01	5,5
Be-7	6,0E+02 ± 3E+02	3,6E+03 ± 2E+02	6,1	6,8E+02 ± 1E+02	2,0E+03 ± 1E+02	3,0	6,1E+02 ± 7E+01	1,2E+03 ± 6E+01	2,0	7,9E+02 ± 2E+02	2,2E+03 ± 1E+02	2,8
K-40	9,3E+00 ± 2E+01	2,4E+01 ± 2E+01	2,6	2,2E+01 ± 1E+01	6,0E+01 ± 1E+01	2,8	7,8E+00 ± 6E+00	2,8E+01 ± 1E+01	3,6	9,3E+00 ± 3E+00	2,9E+01 ± 6E+00	3,1
Pb-210	1,8E+02 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	9,7	1,3E+02 ± 8E+01	9,6E+02 ± 1E+02	7,2	6,1E+01 ± 1E+01	1,7E+02 ± 6E+01	2,7	9,0E+01 ± 2E+01	2,3E+02 ± 4E+01	2,5



Tabela 3.5: Zunanja doza zaradi usedov v letu 2008 (meritve IJS)

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov na talnih površinah zaradi letnega padavinskega useda (Bq/m²)

"Doza" Efektivna zunanja doza ob predpostavki zadrževanja 4 ure na prostem

VSI		EFEKTIVNA ZUNANJA DOZA ZARADI USEDA V LETU 2008											
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK										LJUBLJANA – IJS		
Lokacija	BREGE		KRŠKO		DOBOVA		POVPREČJE LOKACIJ				Republiški program		
IZOTOP	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	
Na-22	2,2E-01 ± 4E-02	1,0E-03 ± 2E-04	1,5E-01 ± 5E-02	7,1E-04 ± 3E-04	1,3E-01 ± 4E-02	5,8E-04 ± 2E-04	1,7E-01 ± 3E-02	7,7E-04 ± 1E-04	2,2E-01 ± 5E-02	9,9E-04 ± 2E-04	2,2E-01 ± 5E-02	9,9E-04 ± 2E-04	
U-238	3,9E+00 ± 2E+00	2,5E-04 ± 1E-04	7,1E+00 ± 3E+00	4,5E-04 ± 2E-04	3,2E-01 ± 1E+00	2,0E-05 ± 9E-05	3,8E+00 ± 2E+00	2,4E-04 ± 1E-04	1,9E+00 ± 1E+00	1,2E-04 ± 9E-05	1,9E+00 ± 1E+00	1,2E-04 ± 9E-05	
Ra-226	3,8E+00 ± 1E+00	1,6E-02 ± 4E-03	1,2E+00 ± 8E-01	5,4E-03 ± 4E-03	1,9E+00 ± 8E-01	8,3E-03 ± 4E-03	2,3E+00 ± 8E-01	1,0E-02 ± 3E-03	1,6E+00 ± 6E-01	6,8E-03 ± 3E-03	1,6E+00 ± 6E-01	6,8E-03 ± 3E-03	
Pb-210	7,1E+01 ± 4E+00	4,5E-04 ± 3E-05	7,4E+01 ± 4E+00	4,7E-04 ± 2E-05	5,4E+01 ± 2E+00	3,4E-04 ± 1E-05	6,6E+01 ± 6E+00	4,2E-04 ± 4E-05	1,3E+02 ± 3E+00	8,3E-04 ± 2E-05	1,3E+02 ± 3E+00	8,3E-04 ± 2E-05	
Ra-228	7,4E-01 ± 9E-01	1,7E-03 ± 2E-03	9,6E-01 ± 9E-01	2,2E-03 ± 2E-03	5,0E-01 ± 3E-01	1,1E-03 ± 7E-04	7,3E-01 ± 4E-01	1,7E-03 ± 1E-03	1,1E+00 ± 6E-01	2,4E-03 ± 1E-03	1,1E+00 ± 6E-01	2,4E-03 ± 1E-03	
Th-230									1,7E+00 ± 2E+01	3,4E-06 ± 4E-05	1,7E+00 ± 2E+01	3,4E-06 ± 4E-05	
Th-228	8,8E-01 ± 2E-01	6,1E-04 ± 2E-04	2,8E-01 ± 3E-01	1,9E-04 ± 2E-04	6,3E-01 ± 2E-01	4,3E-04 ± 2E-04	5,9E-01 ± 2E-01	4,1E-04 ± 1E-04	4,7E-01 ± 3E-01	3,2E-04 ± 2E-04	4,7E-01 ± 3E-01	3,2E-04 ± 2E-04	
K-40	1,1E+01 ± 6E+00	4,2E-03 ± 2E-03	2,1E+01 ± 3E+00	8,2E-03 ± 1E-03	5,8E+00 ± 2E+00	2,3E-03 ± 7E-04	1,2E+01 ± 4E+00	4,9E-03 ± 2E-03	1,2E+01 ± 2E+00	4,8E-03 ± 8E-04	1,2E+01 ± 2E+00	4,8E-03 ± 8E-04	
Be-7	4,2E+02 ± 8E+00	4,6E-02 ± 8E-04	6,3E+02 ± 1E+01	6,9E-02 ± 1E-03	6,4E+02 ± 1E+01	6,9E-02 ± 1E-03	5,6E+02 ± 7E+01	6,1E-02 ± 8E-03	1,3E+03 ± 3E+01	1,4E-01 ± 3E-03	1,3E+03 ± 3E+01	1,4E-01 ± 3E-03	
I-131													
Cs-134													
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	1,7E-04 ± 2E-04	5,0E-02 ± 6E-02	7,6E-05 ± 1E-04	6,8E-02 ± 1E-01	1,0E-04 ± 2E-04	7,7E-02 ± 6E-02	1,2E-04 ± 9E-05	2,3E-01 ± 1E-01	3,5E-04 ± 2E-04	2,3E-01 ± 1E-01	3,5E-04 ± 2E-04	
Co-58													
Co-60													
Mn-54													
Zn-65													
Nb-95													
Ru-106													
Sb-125													
Sr-90/Sr-89	9,0E-01 ± 2E-01	6,6E-07 ± 1E-07	9,2E-01 ± 2E-01	6,7E-07 ± 1E-07	8,3E-01 ± 1E-01	6,1E-07 ± 9E-08	8,8E-01 ± 1E-01	6,5E-07 ± 7E-08					
H-3	1,7E+03 ± 8E+01		1,4E+03 ± 7E+01		1,1E+03 ± 8E+01		1,4E+03 ± 2E+02		1,7E+03 ± 2E+02		1,7E+03 ± 2E+02		
Doza - umetni radionuklidi		1,7E-04 ± 2E-04		7,7E-05 ± 1E-04		1,0E-04 ± 2E-04		1,2E-04 ± 9E-05		3,5E-04 ± 2E-04		3,5E-04 ± 2E-04	
Doza - VSI radionuklidi		7,0E-02 ± 5E-03		8,7E-02 ± 5E-03		8,2E-02 ± 4E-03		8,0E-02 ± 9E-03		1,6E-01 ± 5E-03		1,6E-01 ± 5E-03	



Tabela 3.6a: Ingestijska doza zaradi usedov v letu 2008 (meritve IJS) – odrasli

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov na talnih površinah zaradi letnega padavinskega useda (Bq/m²)

"Doza" Efektivna **ingestijska doza** (committed effective dose) za odrasle, otroke (7–12 let) in dojenčke (do 1 leta)

ODRASLI		INGESTIJSKA DOZA ZARADI USEDA V LETU 2008										
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK										LJUBLJANA – IJS Republiški program	
Lokacija	BREGE		KRŠKO		DOBOVA		POVPREČJE LOKACIJ		A	Doza		
IZOTOP	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)		
Na-22	2,2E-01 ± 4E-02	2,7E-04 ± 5E-05	1,5E-01 ± 5E-02	1,9E-04 ± 7E-05	1,3E-01 ± 4E-02	1,5E-04 ± 4E-05	1,7E-01 ± 3E-02	2,0E-04 ± 3E-05	2,2E-01 ± 5E-02	2,6E-04 ± 6E-05		
U-238	3,9E+00 ± 2E+00	7,5E-02 ± 4E-02	7,1E+00 ± 3E+00	1,4E-01 ± 6E-02	3,2E-01 ± 1E+00	6,1E-03 ± 3E-02	3,8E+00 ± 2E+00	7,2E-02 ± 4E-02	1,9E+00 ± 1E+00	3,6E-02 ± 3E-02		
Ra-226	3,8E+00 ± 1E+00	4,2E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 8E-01	1,4E-01 ± 9E-02	1,9E+00 ± 8E-01	2,1E-01 ± 9E-02	2,3E+00 ± 8E-01	2,5E-01 ± 8E-02	1,6E+00 ± 6E-01	1,7E-01 ± 7E-02		
Pb-210	7,1E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 1E+00	7,4E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 1E+00	5,4E+01 ± 2E+00	1,4E+01 ± 6E-01	6,6E+01 ± 6E+00	1,8E+01 ± 2E+00	1,3E+02 ± 3E+00	3,5E+01 ± 9E-01		
Ra-228	7,4E-01 ± 9E-01	2,0E-01 ± 2E-01	9,6E-01 ± 9E-01	2,6E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 3E-01	1,4E-01 ± 8E-02	7,3E-01 ± 4E-01	2,0E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 6E-01	2,9E-01 ± 2E-01		
Th-230									1,7E+00 ± 2E+01	1,4E-01 ± 2E+00		
Th-228	8,8E-01 ± 2E-01	1,3E-01 ± 3E-02	2,8E-01 ± 3E-01	4,0E-02 ± 4E-02	6,3E-01 ± 2E-01	9,0E-02 ± 3E-02	5,9E-01 ± 2E-01	8,6E-02 ± 3E-02	4,7E-01 ± 3E-01	6,8E-02 ± 5E-02		
K-40	1,1E+01 ± 6E+00	2,6E-02 ± 1E-02	2,1E+01 ± 3E+00	5,1E-02 ± 8E-03	5,8E+00 ± 2E+00	1,4E-02 ± 4E-03	1,2E+01 ± 4E+00	3,0E-02 ± 1E-02	1,2E+01 ± 2E+00	2,9E-02 ± 5E-03		
Be-7	4,2E+02 ± 8E+00	3,1E-03 ± 6E-05	6,3E+02 ± 1E+01	4,7E-03 ± 9E-05	6,4E+02 ± 1E+01	4,7E-03 ± 9E-05	5,6E+02 ± 7E+01	4,2E-03 ± 5E-04	1,3E+03 ± 3E+01	9,6E-03 ± 2E-04		
I-131												
Cs-134												
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	5,7E-04 ± 7E-04	5,0E-02 ± 6E-02	2,6E-04 ± 3E-04	6,8E-02 ± 1E-01	3,4E-04 ± 5E-04	7,7E-02 ± 6E-02	3,9E-04 ± 3E-04	2,3E-01 ± 1E-01	1,2E-03 ± 5E-04		
Co-58												
Co-60												
Mn-54												
Zn-65												
Nb-95												
Ru-106												
Sb-125												
Sr-90/Sr-89	9,0E-01 ± 2E-01	9,8E-03 ± 2E-03	9,2E-01 ± 2E-01	1,0E-02 ± 2E-03	8,3E-01 ± 1E-01	9,0E-03 ± 1E-03	8,8E-01 ± 1E-01	9,6E-03 ± 1E-03				
H-3	1,7E+03 ± 8E+01	1,2E-02 ± 5E-04	1,4E+03 ± 7E+01	9,7E-03 ± 5E-04	1,1E+03 ± 8E+01	7,9E-03 ± 5E-04	1,4E+03 ± 2E+02	9,9E-03 ± 1E-03	1,7E+03 ± 2E+02	1,2E-02 ± 1E-03		
Doza - umetni radionuklidi		2,2E-02 ± 2E-03		2,0E-02 ± 2E-03		1,7E-02 ± 2E-03		2,0E-02 ± 2E-03		1,3E-02 ± 1E-03		
Doza - VSI radionuklidi		2,0E+01 ± 1E+00		2,1E+01 ± 1E+00		1,5E+01 ± 6E-01		1,8E+01 ± 2E+00		3,6E+01 ± 2E+00		



Tabela 3.6b: Ingestijska doza zaradi usedov v letu 2008 (meritve IJS) – otroci

OTROCI		INGESTIJSKA DOZA ZARADI USEDA V LETU 2008									
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK									LJUBLJANA – IJS Republiški program	
Lokacija	BREGE		KRŠKO		DOBOVA		POVPREČJE LOKACIJ				
IZOTOP	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	
Na-22	2,2E-01 ± 4E-02	2,8E-04 ± 6E-05	1,5E-01 ± 5E-02	1,9E-04 ± 7E-05	1,3E-01 ± 4E-02	1,6E-04 ± 4E-05	1,7E-01 ± 3E-02	2,1E-04 ± 4E-05	2,2E-01 ± 5E-02 #	2,7E-04 ± 6E-05	
U-238	3,9E+00 ± 2E+00	1,4E-01 ± 7E-02	7,1E+00 ± 3E+00	2,5E-01 ± 1E-01	3,2E-01 ± 1E+00	1,1E-02 ± 5E-02	3,8E+00 ± 2E+00	1,3E-01 ± 7E-02	1,9E+00 ± 1E+00 #	6,6E-02 ± 5E-02	
Ra-226	3,8E+00 ± 1E+00	7,1E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 8E-01	2,3E-01 ± 2E-01	1,9E+00 ± 8E-01	3,6E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 8E-01	4,3E-01 ± 1E-01	1,6E+00 ± 6E-01 #	3,0E-01 ± 1E-01	
Pb-210	7,1E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 2E+00	7,4E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 2E+00	5,4E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 9E-01	6,6E+01 ± 6E+00	2,9E+01 ± 3E+00	1,3E+02 ± 3E+00 #	5,8E+01 ± 2E+00	
Ra-228	7,4E-01 ± 9E-01	6,7E-01 ± 8E-01	9,6E-01 ± 9E-01	8,8E-01 ± 8E-01	5,0E-01 ± 3E-01	4,6E-01 ± 3E-01	7,3E-01 ± 4E-01	6,7E-01 ± 4E-01	1,1E+00 ± 6E-01 #	9,7E-01 ± 6E-01	
Th-230									1,7E+00 ± 2E+01 #	9,7E-02 ± 1E+00	
Th-228	8,8E-01 ± 2E-01	1,4E-01 ± 4E-02	2,8E-01 ± 3E-01	4,5E-02 ± 4E-02	6,3E-01 ± 2E-01	1,0E-01 ± 4E-02	5,9E-01 ± 2E-01	9,7E-02 ± 3E-02	4,7E-01 ± 3E-01 #	7,7E-02 ± 5E-02	
K-40	1,1E+01 ± 6E+00	3,2E-02 ± 2E-02	2,1E+01 ± 3E+00	6,4E-02 ± 1E-02	5,8E+00 ± 2E+00	1,8E-02 ± 5E-03	1,2E+01 ± 4E+00	3,8E-02 ± 1E-02	1,2E+01 ± 2E+00 #	3,7E-02 ± 6E-03	
Be-7	4,2E+02 ± 8E+00	3,5E-03 ± 6E-05	6,3E+02 ± 1E+01	5,4E-03 ± 1E-04	6,4E+02 ± 1E+01	5,4E-03 ± 1E-04	5,6E+02 ± 7E+01	4,8E-03 ± 6E-04	1,3E+03 ± 3E+01 #	1,1E-02 ± 3E-04	
I-131											
Cs-134											
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	2,6E-04 ± 3E-04	5,0E-02 ± 6E-02	1,2E-04 ± 1E-04	6,8E-02 ± 1E-01	1,6E-04 ± 2E-04	7,7E-02 ± 6E-02	1,8E-04 ± 1E-04	2,3E-01 ± 1E-01 #	5,3E-04 ± 2E-04	
Co-58											
Co-60											
Mn-54											
Zn-65											
Nb-95											
Ru-106											
Sb-125											
Sr-90/Sr-89	9,0E-01 ± 2E-01	1,3E-02 ± 2E-03	9,2E-01 ± 2E-01	1,3E-02 ± 3E-03	8,3E-01 ± 1E-01	1,2E-02 ± 2E-03	8,8E-01 ± 1E-01	1,2E-02 ± 1E-03			
H-3	1,7E+03 ± 8E+01	9,2E-03 ± 4E-04	1,4E+03 ± 7E+01	7,5E-03 ± 4E-04	1,1E+03 ± 8E+01	6,0E-03 ± 4E-04	1,4E+03 ± 2E+02	7,6E-03 ± 9E-04	1,7E+03 ± 2E+02 #	9,3E-03 ± 8E-04	
Doza - umetni radionuklidi		2,2E-02 ± 2E-03		2,0E-02 ± 3E-03		1,8E-02 ± 2E-03		2,0E-02 ± 2E-03		9,9E-03 : 9E-04	
Doza - VSI radionuklidi		3,3E+01 ± 2E+00		3,4E+01 ± 2E+00		2,5E+01 ± 1E+00		3,1E+01 ± 3E+00		5,9E+01 : 2E+00	



Tabela 3.6c: Ingestijska doza zaradi usedov v letu 2008 (meritve IJS) – dojenčki

DOJENČKI		INGESTIJSKA DOZA ZARADI USEDA V LETU 2008																			
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK											LJUBLJANA – IJS Republiški program									
Lokacija	BREGE				KRŠKO				DOBOVA				POVPREČJE LOKACIJ								
IZOTOP	A		Doza		A		Doza		A		Doza		A		Doza		A		Doza		
	(Bq/m ²)		(μSv)		(Bq/m ²)		(μSv)		(Bq/m ²)		(μSv)		(Bq/m ²)		(μSv)		(Bq/m ²)		(μSv)		
Na-22	2,2E-01 ± 4E-02	1,1E-03 ± 2E-04	1,5E-01 ± 5E-02	7,4E-04 ± 3E-04	1,3E-01 ± 4E-02	6,0E-04 ± 2E-04	1,7E-01 ± 3E-02	1,3E-04 ± 2E-05	2,2E-01 ± 5E-02	#	1,7E-04 ± 4E-05										
U-238	3,9E+00 ± 2E+00	3,8E-01 ± 2E-01	7,1E+00 ± 3E+00	6,8E-01 ± 3E-01	3,2E-01 ± 1E+00	3,0E-02 ± 1E-01	3,8E+00 ± 2E+00	6,0E-02 ± 3E-02	1,9E+00 ± 1E+00	#	3,0E-02 ± 2E-02										
Ra-226	3,8E+00 ± 1E+00	4,2E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 8E-01	1,4E+00 ± 9E-01	1,9E+00 ± 8E-01	2,1E+00 ± 9E-01	2,3E+00 ± 8E-01	4,3E-01 ± 1E-01	1,6E+00 ± 6E-01	#	2,7E-01 ± 1E-01										
Pb-210	7,1E+01 ± 4E+00	1,4E+02 ± 8E+00	7,4E+01 ± 4E+00	1,5E+02 ± 7E+00	5,4E+01 ± 2E+00	1,1E+02 ± 4E+00	6,6E+01 ± 6E+00	2,2E+01 ± 2E+00	1,3E+02 ± 3E+00	#	4,2E+01 ± 1E+00										
Ra-228	7,4E-01 ± 9E-01	5,2E+00 ± 6E+00	9,6E-01 ± 9E-01	6,8E+00 ± 6E+00	5,0E-01 ± 3E-01	3,5E+00 ± 2E+00	7,3E-01 ± 4E-01	8,6E-01 ± 5E-01	1,1E+00 ± 6E-01	#	1,2E+00 ± 7E-01										
Th-230									1,7E+00 ± 2E+01	#	2,8E-01 ± 3E+00										
Th-228	8,8E-01 ± 2E-01	2,5E+00 ± 7E-01	2,8E-01 ± 3E-01	7,7E-01 ± 7E-01	6,3E-01 ± 2E-01	1,8E+00 ± 6E-01	5,9E-01 ± 2E-01	2,8E-01 ± 8E-02	4,7E-01 ± 3E-01	#	2,2E-01 ± 1E-01										
K-40	1,1E+01 ± 6E+00	1,5E-01 ± 9E-02	2,1E+01 ± 3E+00	3,0E-01 ± 5E-02	5,8E+00 ± 2E+00	8,4E-02 ± 2E-02	1,2E+01 ± 4E+00	3,0E-02 ± 1E-02	1,2E+01 ± 2E+00	#	2,9E-02 ± 5E-03										
Be-7	4,2E+02 ± 8E+00	1,2E-02 ± 2E-04	6,3E+02 ± 1E+01	1,8E-02 ± 4E-04	6,4E+02 ± 1E+01	1,8E-02 ± 3E-04	5,6E+02 ± 7E+01	2,7E-03 ± 3E-04	1,3E+03 ± 3E+01	#	6,2E-03 ± 2E-04										
I-131																					
Cs-134																					
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	5,5E-04 ± 7E-04	5,0E-02 ± 6E-02	2,5E-04 ± 3E-04	6,8E-02 ± 1E-01	3,3E-04 ± 5E-04	7,7E-02 ± 6E-02	6,3E-05 ± 5E-05	2,3E-01 ± 1E-01	#	1,9E-04 ± 8E-05										
Co-58																					
Co-60																					
Mn-54																					
Zn-65																					
Nb-95																					
Ru-106																					
Sb-125																					
Sr-90/Sr-89	9,0E-01 ± 2E-01	4,8E-02 ± 9E-03	9,2E-01 ± 2E-01	4,9E-02 ± 1E-02	8,3E-01 ± 1E-01	4,5E-02 ± 6E-03	8,8E-01 ± 1E-01	7,9E-03 ± 9E-04													
H-3	1,7E+03 ± 8E+01	2,6E-02 ± 1E-03	1,4E+03 ± 7E+01	2,1E-02 ± 1E-03	1,1E+03 ± 8E+01	1,7E-02 ± 1E-03	1,4E+03 ± 2E+02	3,5E-03 ± 4E-04	1,7E+03 ± 2E+02	#	4,7E-03 ± 4E-04										
Doza - umetni radionuklidi		7,5E-02 ± 9E-03		7,0E-02 ± 1E-02		6,2E-02 ± 7E-03		1,1E-02 ± 1E-03			4,9E-03 ± 5E-04										
Doza - VSI radionuklidi		1,5E+02 ± 1E+01		1,6E+02 ± 1E+01		1,1E+02 ± 5E+00		2,3E+01 ± 2E+00			4,4E+01 ± 3E+00										



d) OCENA VPLIVOV

Oceno vplivov radioaktivnega useda ovrednotimo z zunanjo in ingestijsko dozo.

Efektivna zunanja doza

Efektivne zunanje doze izračunamo/ocenimo s produktom letnega useda in doznega faktorja za posamezen radionuklid ob predpostavki štiriurnega zadrževanja na prostem. Rezultati računov za posamezni radionuklid so zbrani v tabeli 3.5. V tabeli 3.7 pa so povzete sumarne vrednosti zunanjih doz.

Tabela 3.7: Zunanje doze zaradi letnega useda v letu 2008 pri predpostavki zadrževanja na prostem 4 ure na dan

Doza [μ Sv]	Radionuklidi	Okolica NEK	Ljubljana
ODRASLI OTROCI DOJENČKI	UMETNI	0,0001	0,0003
	VSI	0,08	0,16

Iz tabele 3.7 je razvidno, da je zunanja doza za umetne radionuklide višja za prebivalce Ljubljane (referenčna lokacija) kot za prebivalce v okolici NEK. Iz tega izhaja, da prebivalci, ki živijo v okolici NEK, zaradi usedov umetnih radionuklidov iz NEK ne prejmejo dodatne zunanje doze.

Efektivna ingestijska doza

Efektivne ingestijske doze (committed effective dose) zaradi useda radionuklidov na rastlinje ocenimo z naslednjim izrazom:

$$Doza = C_{v,d} \cdot f_d \cdot m$$

kjer oznake pomenijo:

$C_{v,d}$ / (Bq/kg)	koncentracija radionuklidov v masi 1 kg sveže rastline, ki jo zaužije človek
f_d / (Sv/Bq)	dozni faktor za posamezen radionuklid
m / kg	masa zaužitega rastlinja

V izračunu ingestijske doze smo za maso rastlinja, ki ga človek zaužije letno, privzeli vrednosti

Odrasli	25 kg
Otroci (7–12 let)	15 kg
Dojenčki (do 1 leta)	2,5 kg

Vsebnost radionuklidov v rastlinju zaradi useda radionuklidov v primeru dolgotrajnega odlaganja ocenimo z izrazom [16]:

$$C_{v,d} = \frac{\dot{d} \cdot \alpha \cdot [1 - \exp(-\lambda_e \cdot t_e)]}{\lambda_e} \exp(-\lambda \cdot t_h) \quad (1)$$



kjer oznake pomenijo:

$C_{v,d}$ / (Bq/kg)	koncentracija radionuklidov v masi 1 kg sveže rastline, ki jo zaužije človek
\dot{d} / (Bq m ⁻² d ⁻¹)	hitrost depozicije
α / (m ² /kg)	delež površine, ki jo zavzema 1 kg pridelka
λ_e / d ⁻¹	efektivna razpadna konstanta za zmanjševanje aktivnosti v pridelku, ki je enaka $\lambda_e = \lambda + \lambda_w$
t_e / d	čas izpostavitve rastline depoziciji
λ / d ⁻¹	razpadna konstanta izotopa
λ_w / d ⁻¹	hitrost zmanjševanja radioaktivnosti na površini zaradi raznih efektov
t_h / d	čas med pobiranjem rastline in njenim zaužitjem

Izhodiščne vrednosti parametrov so:

Parameter	Vrednosti parametrov [15]
α	0,3 m ² /kg
λ_w	0,05 d ⁻¹
t_e	60 d
t_h	14 d

Rezultati izračunanih ingestivskih doz zaradi usedov radionuklidov na rastlinje so zbrani v tabeli 3.6. V tabeli 3.8 pa so povzete sumarne vrednosti.

Tabela 3.8: Ingestivske doze zaradi letnega useda v letu 2008 za odrasle, otroke in dojenčke

Doza (μ Sv)]	Radionuklidi	Okolica NEK	Ljubljana
ODRASLI (od 17 leta)	UMETNI	0,02	0,01
	VSI	18	36
OTROCI (od 7 do 12 let)	UMETNI	0,02	0,01
	VSI	31	59
DOJENČKI (do 1 leta)	UMETNI	0,01	0,005
	VSI	23	44

Iz tabele 3.8 je razvidno, da sta dozi za umetne radionuklide, ki ju odrasli in otroci v okolici NEK prejmejo zaradi uživanja rastlinja, višji za 0,01 μ Sv od tistih, ki ju odrasli in otroci prejmejo v Ljubljani. Pri dojenčkih je ta razlika nekoliko manjša.

K skupni ingestivski dozi v okolici NEK največ prispeva used Pb-210, ki je naravni radionuklid.

Skupna doza (vsota zunanje in ingestivske doze⁴) zaradi umetnih radionuklidov v usedu za prebivalce v okolici NEK je v letu 2008 tako ocenjena na (0,02 \pm 0,002) μ Sv za odrasle in otroke in (0,01 \pm 0,005) μ Sv za dojenčke.

⁴ Zunanja doza je v tej vsoti zanemarljiva.



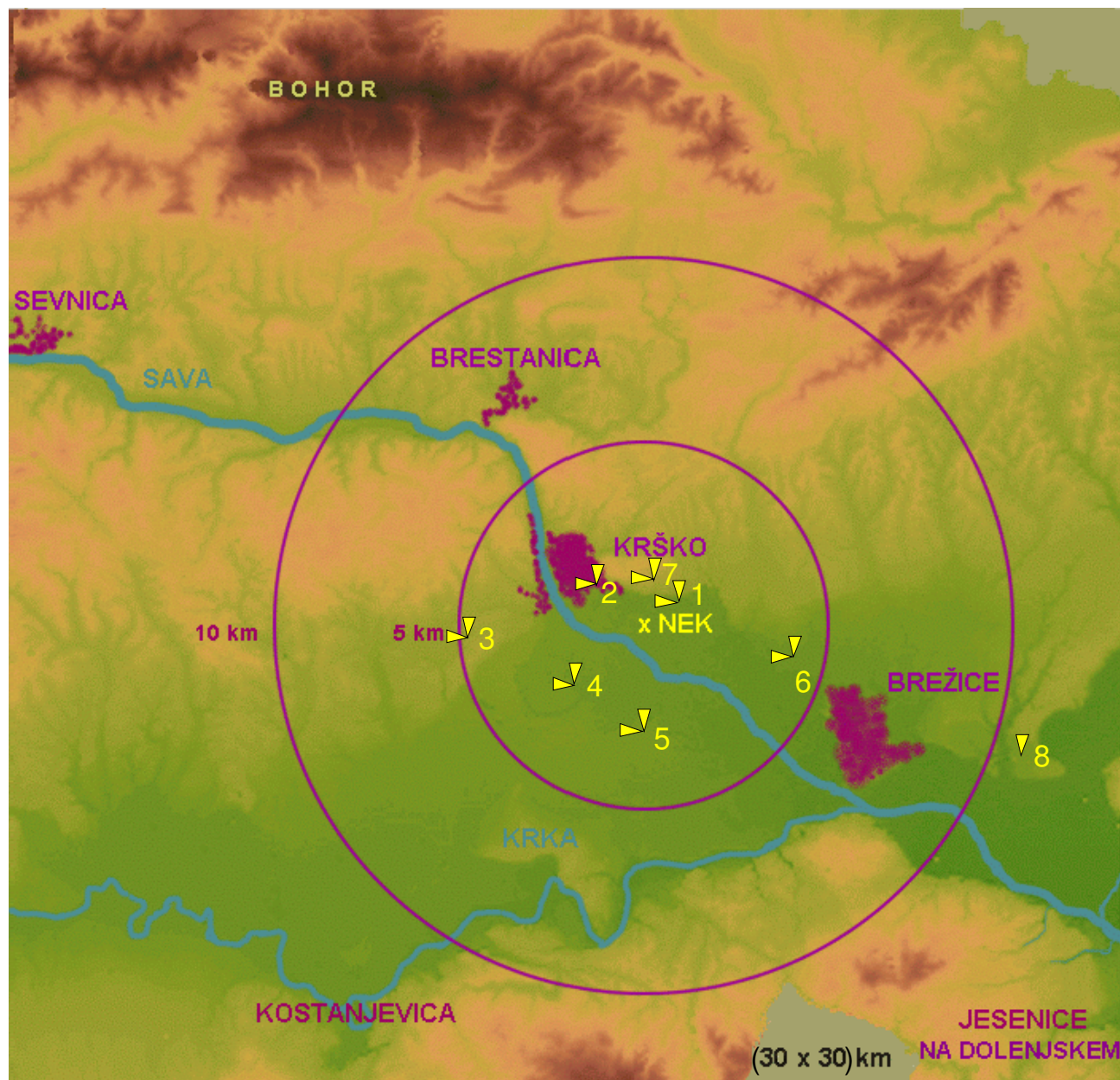
Analiza ocenjenih doz zaradi radionuklidov v usedu⁵ pokaže, da prispevki umetnih radionuklidov v usedu ne vplivajo pomembno na skupno letno dozo prebivalcev v okolici NEK. Ker je avtorizirana meja za prebivalstvo 50 μSv na leto, lahko sklepamo, da je ocenjeni prispevek doze zaradi delovanja elektrarne Krško na okoliško prebivalstvo zanemarljiv.

e) LITERATURA

- [10] F. Palcsu, E. Svingor, Z. Szanto et al., Isotopic composition of precipitation in Hungary in the last three years, Ger. Inst. Erdwissenschaften K.-F.-Univ. Graz, Bd. 8, ISSN 1608-8166, Gradec, 2004
- [11] International Atomic Energy Agency, Isotopic composition of precipitation in the Mediterranean Basin in relation to air circulation patterns and climate, IAEA-TECDOC-1453, Dunaj, 2005
- [12] Stamoulis k., Ioannides K., Kassomenos P. et al., Tritium concentrations in rainwater samples in northwestern Greece, Fusion Science and Technology 48 (1), 512–515, 2005
- [13] P. Vreča, I. Krajcar Bronić, N. Horvatinčić, Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations, Journal of Hydrology 330, 457–469, 2006
- [14] Z. Szanto, E. Svingor, I. Futo et al., A Hydrochemical and isotopic case study around a near surface radioactive waste disposal, Radiochimica Acta 95(1), 55–65, 2007
- [15] F. Keith, Eckerman and Jeffrey C. Ryman, External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil, Federal Guidance Report No. 12, EPA– 402–R-93-081, Washington, 1993
- [16] International Atomic Energy Agency, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, IAEA Safety Reports Series No. 19, Dunaj, 2001

⁵ Glej tabeli 3.5 in 3.6 oziroma povzetek sumarnih doz v tabelah 3.7 in 3.8.





ZRAK

- ▼ ZRAČNE ČRPALKE ZA JOD IN AEROSOLE
- ▼ ZRAČNE ČRPALKE ZA AEROSOLE

- 1 - SPODNJI STARI GRAD
- 2 - STARA VAS
- 3 - LESKOVEC
- 4 - BREGE
- 5 - VIHRE
- 6 - GORNJI LENART
- 7 - SPODNJA LIBNA
- 8 - DOBOVA



Z R A K

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Zadnja štiri leta je vzorčevanje zraka potekalo na osmih lokacijah, kar pomeni glede na stanje pred letom 2005, povečanje za eno lokacijo. Od teh osmih lokacij sta dve novi oziroma drugačni kot pred letom 2005, ena lokacija iz obdobja pred 2005 pa je bila opuščena. Novi lokaciji sta bili izbrani na mestih, kjer je v preteklih letih potekalo samo vzorčevanje joda. Za spremenjeno porazdelitev merilnih mest lahko ugotovimo, da je bolj enakomerna in reprezentativna, ker je staro porazdelitev dopolnila v smeri južno oziroma jugovzhodno od NEK, kjer v preteklosti ni potekalo vzorčevanje aerosolov. Pri tem je pomembno, da so v okolici NEK pogoste spremembe smeri vetra tudi večkrat na dan in da meteorološke meritve ne kažejo izrazito prevladujoče smeri vetra.

Vzorčevanje za specifično meritev Sr-90/Sr-89 je v zadnjem triletnem obdobju prav tako potekalo na spremenjeni lokaciji glede na pretekla leta, število in lokacije vzorčevalnih mest za plinski I-131 pa so ostale enake kot v preteklih letih.

Aerosole smo vzorčili na naslednjih osmih mestih v okolici NEK, ki so v zračni oddaljenosti od 1,4 km do 12 km od NEK: Spodnji Stari Grad (ZR = 1,8 km), Krško - Stara vas (ZR = 1,8 km), Leskovec (ZR = 3 km), Brege (ZR = 2,3 km), Vihre (ZR = 2,9 km), Gornji Lenart (ZR = 5,9 km), Spodnja Libna (ZR = 1,4 km) in Dobova (ZR = 12 km). Novi lokaciji glede na leta pred letom 2005 sta Spodnji Stari Grad in Vihre, z uvajanjem novih lokacij pa sta bili leta 2005 preseljeni tudi vzorčevalni mesti Libna v Spodnjo Libno in Šentlenart v Gornji Lenart.

Vzorčevanje za specifično meritev **Sr-90/Sr-89** je potekalo v Dobovi (pred letom 2005 je vzorčevanje potekalo v Libni).

Kontrolne meritve za aerosole so bile opravljene na vzorcih, ki so bili pridobljeni z vzorčevanjem v Reaktorskem centru Podgorica pri Ljubljani. Vzorčevanje **I-131** je potekalo na sedmih mestih v okolici NEK v zračni oddaljenosti od 1,4 km do 5,9 km od NEK: Spodnja Libna (ZR = 1,4 km), Spodnji Stari Grad (ZR = 1,8 km), Stara vas (ZR = 1,8 km), Leskovec (ZR = 3,0 km), Brege (ZR = 2,3 km), Vihre (ZR = 2,9 km) in Gornji Lenart (ZR = 5,9 km), pri čemer vzorčevanje v Spodnji Libni poteka od leta 2005.

Vzorčevanje **emisij** je potekalo na glavnem oddušniku NEK, kjer se pripravljajo vzorci za meritve jodov, tritija (H-3), ogljika C-14, partikulatov ter opravljajo meritve žlahtnih plinov.

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Vzorčevanje zračnih emisij in imisij je v letu 2008 potekalo na podoben način kot v preteklih letih, kar zagotavlja primerljivost z rezultati iz prejšnjih poročil.

Vzorčevanje **aerosolov** je potekalo s kontinuirnim prečrpavanjem zraka skozi aerosolne filtre. Filtri se menjajo vsakih 15 dni, pri čemer se skozi filtre prečrpa najmanj 10.000 m³ zraka mesečno. V Dobovi in na Reaktorskem centru poteka vzorčevanje z zračnimi črpalkami, ki skozi filtre prečrpajo približno 100 000 m³ do 150 000 m³ zraka. Izotopska analiza partikulatov se izvaja z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Vzorčevanje in meritve vzorcev na vseh osmih mestih ter vzorčevanje in meritve v Reaktorskem centru Podgorica pri Ljubljani (republiški/državni program) je opravil IJS.

Zaradi specifičnih lastnosti **I-131** in njegovih spojin je vzorčevanje **I-131** potekalo ločeno s črpalkami z manjšim pretokom in posebnimi filtri (iz steklenih mikrovlaknen, aktivno oglje, prepojeno s TEDA – trietilendiaminom). Filtri zbirajo atomski in molekulski jod (I, I₂), metiljodid (CH₃I), HI, HOI in jod, vezan na aerosole. Črpanje je kontinuirno, filtri se menjajo vsakih 15 dni, pri



čemer se skozi filtre prečrpa od 1000 m³ do 1400 m³ zraka. Specifična meritev adsorbiranega I-131 in izotopska analiza partikulatov se izvaja z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Vzorčevanje in specifične meritve joda je opravil IJS.

Vzorčevanje **emisij** NEK se opravlja na glavnem oddušniku z odvzemom reprezentativnega vzorca, ki se črpa skozi več sevalnih monitorjev in vrača v oddušnik. Posebej se vzorčuje tritij (H-3), ogljik C-14, Sr-90/Sr-89 (specifične analize s scintilacijskim spektrometrom beta) ter partikulate za izotopsko analizo sevalcev s spektrometrijo gama. Meritev žlahtnih plinov poteka kontinuirno v posebnem merilnem zbiralniku. Specifične analize vzorčevanja tritija (H-3) in ogljika C-14 je opravil IJS, meritve vzorcev filtrov za vzorčevanje partikulatov na ventilacijskem kanalu pa NEK in IJS. NEK je opravil tudi meritve emisij joda ter žlahtnih plinov.

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Iz meritev spektrometrije gama na aerosolnih in jodovih filterih ter na osnovi znanih podatkov o volumnu prečrpanega zraka je bilo možno določiti **povprečne vsebnosti posameznih radionuklidov** v prečrpanem zraku.

Podatki o izmerjenih vsebnostih joda I-131 za sedem vzorčevalnih mest so zbrani v tabeli T-43.

Podatki o izmerjenih vsebnostih aerosolov za vseh osem vzorčevalnih mest v okolici NEK so v tabelah od T-44 do T-51, podatki o izmerjenih vsebnostih radionuklidov v aerosolih v Reaktorskem centru Podgorica pa so v tabeli T-52. Za vsa vzorčevalna mesta in vse merjene radionuklide so določena letna povprečja, ki so zbrana v preglednici 4.1. V preglednici so tudi povprečne vsebnosti posameznih radionuklidov za vseh osem krajev v okolici NEK, kjer je potekalo vzorčevanje, ter vsebnosti posameznih radionuklidov za vzorčevalno mesto v Reaktorskem centru Podgorica.

Iz povprečnih vsebnosti za okolico NEK ter vsebnosti za Ljubljano so določene **predvidene efektivne doze E(50) in E(70)** za referenčnega posameznika iz prebivalstva za tri starostne skupine: odrasle, starejše od 17 let, otroke, stare od 7 do 12 let, in dojenčke, stare do 1 leta. Pri tem so bili upoštevani dozni pretvorbeni faktorji $h(g)_{j,inh}$ (predvidena efektivna doza na enoto vnosa) iz reference [4] in hitrosti dihanja 17 L/min (9000 m³ na leto) za odraslega posameznika, 10,6 L/min za otroka (5585 m³ na leto) in 2,0 L/min (1044 m³ na leto) za dojenčka[#]. S seštevanjem predvidenih efektivnih doz za posamezne radionuklide dobimo predvideno efektivno dozo E(50) oziroma E(70) za inhalacijo umetnih radionuklidov ter za inhalacijo vseh radionuklidov v aerosolih, vključno z naravnimi.

Iz podatkov o meritvah vsebnosti plinov v izpuhu NEK, ki sta jih opravila NEK in IJS, ter iz podatka o nominalnem dnevnem izpuhu skozi oddušnik (42 m³/s oziroma 3.628.800 m³ na dan) so določene mesečne emisije ter **letne vsote emisij posameznih radionuklidov**. Podatki o mesečnih emisijah ter letne vsote so podane v **preglednici 4.2a, delu A1** ter **preglednici 4.2b, delu A2**. Radioaktivne snovi se od mesta nastanka oziroma izpusta širijo v okolje. Z modeli lahko napovemo koncentracije radioaktivnih snovi na različnih točkah od mesta izpusta.

Modeliranje širjenja emitiranih snovi v zraku je postopek, s katerim z ustreznimi modeli, realiziranimi v obliki programske opreme, rekonstruiramo koncentracije emitirane snovi v zunanjem zraku nad območjem vrednotenja obravnavanega vira emisije. S tem ugotavljamo vpliv emisije na koncentracije emitiranih snovi v okolju.

V tem poglavju uporabljamo model kot orodje, s katerim lahko izračunamo koncentracije radionuklidov, izpuščenih iz NEK, v njeni okolici. Z modelom izračunamo razredčitvene koeficiente χ/Q (s/m³). Razredčitveni koeficient je normirano merilo za redčenje v ozračju in nam pove kolikšna je koncentracija emitirane snovi v obravnavani točki okolja, če je emisija enotska (enaka 1).

[#] ICRP 71, stran 11, tabela 6



Razredčitveni koeficient se za podano mrežo celic nad obravnavano domeno izračuna za vsak polurni interval v obravnavanem letu posebej. Časovno povprečenje pa se izvrši nad vsako celico posebej. Metodologija privzema, da je emisija znotraj obravnavanih intervalov za povprečenje konstantna.

Za zahtevne razmere, kakršne nastopajo v okolici NE Krško, so primernejši Lagrangeevi modeli širjenja emitiranih snovi v zraku, saj ti upoštevajo konfiguracijo tal in dejanske meteorološke razmere. Pred letom 2007 smo za opis širjenja izpuščenih snovi v ozračju uporabljali le konservativni Gaussov model, kjer smo predpostavili talni izpust, za izračun širjenja emitiranih snovi pa smo uporabili razredčitvene koeficiente, ki ji je izračunal in posredoval ARSO. V letu 2007 pa smo za izračun širjenja prvič uporabili Lagrangeev model z izpustom na višini 60 m in primerjali razredčitvene koeficiente iz obeh modelov. Oba modela in razlike med njima smo podrobno opisali v poročilu za leto 2007, zato jih v poročilu za leto 2008 ne ponavljamo.

Podobno kot v letu 2007 smo tudi v letu 2008 naredili izračune širjenja emitiranih snovi z Lagrangeevim in Gaussovim modelom.

Iz podatkov o meritvah mesečnih emisij posameznih radionuklidov, ki sta jih opravila NEK in IJS, ter iz **izračunanih povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov** $\chi Q / (s/m^3)$ (tabela 4.1a in 4.1b), ki jih je za posamezne mesece ter mesta v okolici NEK pripravilo podjetje MEIS, je bilo mogoče izračunati **povprečne mesečne vsebnosti posameznih radionuklidov** na posameznih mestih. Ker smo v letu 2008 razredčitvene koeficienti izračunali z uporabo Lagrangeevega modela in Gaussovega modela, zaradi primerjave podajamo v tabeli izračunane razredčitvene koeficiente z obema modeloma.

Ob upoštevanju dogovorjenih hitrosti dihanja za določeno starostno skupino nam podatki o povprečnih mesečnih emisijah posameznih radionuklidov v preglednici 4.2a omogočajo oceno vnosa posameznega radionuklida v telo. Ko te podatke pomnožimo z ustreznimi **doznimi pretvorbeni faktorji** $h(g)_{j,inh} / (Sv/Bq)$ [4] za posamezne radionuklide in ustrezno starostno skupino, dobimo oceno za **mesečni prispevek posameznega izotopa k letni dozi**. Preglednica 4.2a, del B1, podaja oceno mesečnih prispevkov inhalacijski dozi ter ocenjeni **letni inhalacijski prispevek k letni predvideni efektivni dozi** odraslega človeka (starost >17 let), narejeno na osnovi meritev mesečnih izpustov tritija (H-3), ogljika C-14 ter meritev partikulatov. Izračun v preglednici je narejen ob upoštevanju povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov χQ izračunanih na podlagi Lagrangeevega modela za naselje Spodnji Stari Grad, ki je na podlagi mesečnih izračunov izbrano kot referenčno naselje z najvišjo izračunano dozo.

Iz podatkov o povprečnih mesečnih vsebnostih žlahtnih plinov na posameznih mestih in doznih pretvorbenih faktorjev, ki podajajo hitrost efektivne doze zaradi zunanje obsevanosti iz polneskončnega oblaka žlahtnih plinov, so bili ocenjeni mesečni prispevki k dozi zaradi imerzije. Preglednica 4.2b, del B2, podaja oceno imerzijskih mesečnih prispevkov efektivni dozi ter ocenjeni **imerzijski prispevek k letni efektivni dozi** zaradi izpusta žlahtnih plinov za naselje Spodnji Stari Grad.

Ocene inhalacijskih in imerzijskih doz za odrasle (starost >17 let), otroke (starost od 7 do 12 let) in dojenčke (starost do 1 leta), ki so posledica izpustov jodov, tritija (H-3), ogljika C-14, partikulatov ter žlahtnih plinov za mesta v okolici NEK, so zbrane v preglednici 4.2c. V preglednici 4.2d so ocenjene inhalacijske in imerzijske doze za vse tri starostne skupine z uporabo Gaussovega modela, v preglednici 4.2e pa primerjava skupnih doz (inhalacijska + imerzijska) iz Lagrangeevega in Gaussovega modela.

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

V letu 2008 v NEK ni bilo rednega remonta. Navadno so izpusti med remontom večji kot med rednim obratovanjem, predvsem zaradi jodov in žlahtnih plinov.



Zračni I-131: Tabela T-43 (IJS)

Rezultati meritev vseh zbranih vzorcev so bili pod vrednostjo $1E-4 \text{ Bq/m}^3$, ki jo privzemamo kot potrebno merilno mejo za izračun doz. Zato lahko sklenemo, da jod ni bil detektiran na nobenem od sedmih merilnih mest.

Aerosoli: Tabele od T-44 do T-51 in T-52 (IJS RCP - republiški program)

Zbirni podatki vseh meritev so podani v preglednici 4.1. Meritve naravnih radionuklidov na posameznih mestih kažejo dokaj dobro ujemanje, kar velja še posebej za kozmogeni Be-7, za katerega ugotovljamo, da je v okviru merilne negotovosti na vseh vzorčevalnih mestih v okolici NEK in Ljubljani izmerjena enaka vrednost. Podobno velja tudi za meritve Pb-210 v okolici NEK.

Pri drugih radionuklidih so razlike med posameznimi merilnimi mesti v okolici NEK večje, kar posebej velja za U-238, kjer se povprečja posameznih krajev razlikujejo približno za faktor deset, izmerjeno povprečje v okolici NEK pa je približno za faktor 2 višje od povprečja, izmerjenega v Ljubljani.

Zelo velike, za faktor 20, so razlike med okolico NEK in Ljubljano pri Th-228. Ker so vrednosti za U-238 in Ra-226 večinoma blizu meje detekcije ali pod njo, se to izraža v velikem sipanju, to je v veliki relativni negotovosti povprečij. Obenem je treba upoštevati, da zračna črpalka na vzorčevalnem mestu v Ljubljani prečrpa približno desetkrat več zraka kot črpalke v okolici NEK (sprememba pretoka od junija 2006 dalje), kar zniža mejo detekcije. Ob upoštevanju teh dejstev lahko sklenemo, da so vrednosti naravnih radionuklidov v zraku okolici NEK podobne tistim, ki jih izmerimo v okviru nadzornih meritev radioaktivnosti v Republiki Sloveniji. V letu 2008 je bila koncentracija Th-228 6-krat nižja kot leta 2007 in približno trikrat nižja kot leta 2006. Dokaj visoka vrednost Th-228 v zraku v okolici NEK, navedena v poročilu za leto 2007, je bila posledica napačnega merskega postopka pri vzorcih, zbranih v mesecih februar in avgust na lokacijah Stara Vas, Leskvec, Libna, Brege in Gornji Lenart. Ocenjene visoke vrednosti so posledica prisotnosti kratkoživih potomcev Rn-220 v zračnem filtru. V letu 2008 je izvajalec počakal z meritvijo najmanj 5 dni po koncu vzorčevanja, da so potomci Rn-220 razpadli in se je vzpostavilo ravnotežje med dolgoživim Th-228 in njegovimi kratkoživimi razpadnimi produkti. Aktivnosti K-40 letu 2008 (preglednica 4.1) so v okviru negotovosti nič, kar kaže, da K-40 v vzorcih izvira iz materiala, iz katerega so narejeni filtri. Prispevek materialov, ki se uporabljajo pri izdelavi vzorca, se namreč v analizni proceduri odštevajo.

Izvajalec meritev je med izmerjenimi radionuklidi poročal tudi o Na-22. Podobno kot Be-7 je Na-22 kozmogeni radionuklid, njegove koncentracije pa so navadno več 1000-krat nižje od koncentracij Be-7. Izvajalec meritev je v letu 2008 povečal občutljivost meritev in poročal tudi o Na-22. Radionuklid je bil občasno zaznan tudi v preteklih letih, a se vrednosti v tabelah niso navajale.

Izmed **umetnih radionuklidov** v aerosolih sta bila v letu 2008 zaznana le Cs-137 in Sr-90. Prisotnost Cs-137 v okolju je posledica globalne kontaminacije in le v zelo majhni meri izpustov iz NEK, medtem ko je prisotnost Sr-90 vezana le na globalno kontaminacijo.

Izmerjene povprečne vsebnosti Cs-137 na posameznih merilnih mestih v okolici NEK ne kažejo bistvenih odmikov od letnega povprečja ($1,4 \mu\text{Bq/m}^3$). Povprečna koncentracija Cs-137 v zraku na lokacijah v okolici NEK je okoli $1,5 \mu\text{Bq/m}^3$, kar je primerljivo z vrednostmi v okviru republiškega nadzora radioaktivnosti na lokacijah Ljubljana, Predmeja in Jareninski Vrh.

Specifične meritve **Sr-90/Sr-89** so potekale v Dobovi. Izmerjen vrednosti so nizke.

V letu 2008 je bil od umetnih radionuklidov v Ljubljani v okviru nacionalnega programa izmerjen le Cs-137. Mesečne koncentracije so se gibale med $0,6 \mu\text{Bq/m}^3$ in $4 \mu\text{Bq/m}^3$, kar je v okviru pričakovanih vrednosti. Podobne vrednosti je izvajalec meritev nacionalnega programa ZVD izmeril tudi na lokacijah Jareninski Vrh in Predmeja.



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Preglednica 4.1: -1: AEROSOLNI FILTRI V LETU 2008 – meritve IJS

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov (Bq/m³) v aerosolih prefiltriranega zraka
 "Doza" Predvidena efektivna doza E(50) za odrasle za aerosole (*)

Vzorc.mesto	SP. STARI GRAD	STARA VAS	LESKOVEC	BREGA	VIHRE	GORNJI LENART	LIBNA	DOBOVA	POVPREČJE KRAJEV	LJUBLJANA (Republiški program)
IZOTOP	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)
	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)	Doza (µSv)
Nu-22	1,4E-07 ± 1E-07	1,6E-07 ± 2E-07	3,2E-07 ± 2E-07	2,2E-06 ± 7E-06	2,4E-06 ± 6E-06	4,0E-06 ± 5E-06	8,5E-08 ± 8E-08	3,8E-07 ± 1E-07	1,4E-07 ± 5E-08	2,9E-07 ± 1E-07
U-238	4,8E-06 ± 4E-06	3,6E-06 ± 5E-06	5,1E-06 ± 5E-06	5,2E-06 ± 8E-06	3,8E-06 ± 8E-06	2,5E-06 ± 5E-06	9E-06	3,9E-07 ± 1E-06	2,8E-06 ± 2E-06	1,2E-06 ± 8E-07
Ra-226	<	2,7E-06 ± 9E-06	7,9E-06 ± 7E-06	7,2E-04 ± 7E-05	9,2E-04 ± 9E-05	8,5E-04 ± 9E-05	1E-05	5,7E-07 ± 2E-06	2,8E-06 ± 3E-06	7,9E-07 ± 2E-06
Pb-210	7,0E-04 ± 8E-05	7,2E-04 ± 7E-05	7,0E-04 ± 7E-05	8,7E-07 ± 1E-06	2,1E-06 ± 1E-06	8,5E-04 ± 9E-05	7E-05	6,6E-04 ± 8E-05	7,4E-04 ± 3E-05	6,4E-04 ± 7E-05
Ru-228	7,5E-07 ± 2E-06	5,7E-07 ± 1E-06	1,1E-06 ± 2E-06	8,7E-07 ± 1E-06	2,1E-06 ± 1E-06	1E-06	1E-06	7,9E-07 ± 5E-07	7,9E-07 ± 5E-07	1,2E-07 ± 2E-07
Th-230	<	9E-06	2E-05	<	<	<	<	2,3E-07 ± 2E-06	1,1E-01 ± 7E-02	1,2E-07 ± 2E-07
Th-228	1,0E-06 ± 1E-06	2,9E-06 ± 2E-06	4,3E-07 ± 6E-07	1,3E-06 ± 9E-07	2,2E-05 ± 2E-05	1,5E-05 ± 1E-05	5E-06	9,6E-07 ± 7E-07	6,0E-06 ± 3E-06	3,1E-07 ± 3E-06
K-40	<	3E-05	3E-05	<	3E-05	3E-05	3E-05	2,2E-05 ± 2E-05	2,8E-06 ± 1E-05	1,9E-05 ± 2E-05
Be-7	4,5E-03 ± 4E-04	4,7E-03 ± 4E-04	4,6E-03 ± 4E-04	4,3E-03 ± 4E-04	5,7E-03 ± 5E-04	5,2E-03 ± 5E-04	4,7E-03 ± 4E-04	4,2E-03 ± 4E-04	4,7E-03 ± 2E-04	4,0E-03 ± 4E-04
I-131										
Cs-134										
Cs-137	1,5E-06 ± 6E-07	1,3E-06 ± 4E-07	1,7E-06 ± 5E-07	2,1E-06 ± 7E-07	2,1E-06 ± 5E-07	1,5E-06 ± 4E-07	4E-07	1,2E-06 ± 2E-07	1,4E-06 ± 2E-07	1,6E-06 ± 3E-07
Co-58										
Co-60										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
St-89/Sr-90										
Doza za umešne radionuklide (µSv na leto)								4,8E-07 ± 3E-07	4,8E-07 ± 3E-07	5,6E-04 ± 1E-04
Doza za umešne in naravne radionuklide (µSv na leto)								1,2E-03 ± 4E-04	1,2E-03 ± 4E-04	5,6E-04 ± 1E-04
Doza za umešne in naravne radionuklide (µSv na leto)								4,7E-01 ± 6E-00	4,7E-01 ± 6E-00	3,3E-01 ± 4E-00

(*) Predvidene efektivne doze so izračunane iz predpostavke, da odrasel referenčni posameznik vdahne 9000 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 17 L/min), otrok (7–12 let) vdahne 5585 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 10,6 L/min) in da dojenček (do 1 leta) vdahne 1044 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 2,0 L/min)



**POVZETEK VSOT PREDVIDENIH EFEKTIVNIH DOZ (*)
ZA ODRASLE, OTROKE (7–12 LET) IN DOJENČKE (do 1 LETA),**

izračunane iz merskih podatkov preglednice 4.1 ter doznih pretvorbenih faktorjev iz reference [4]

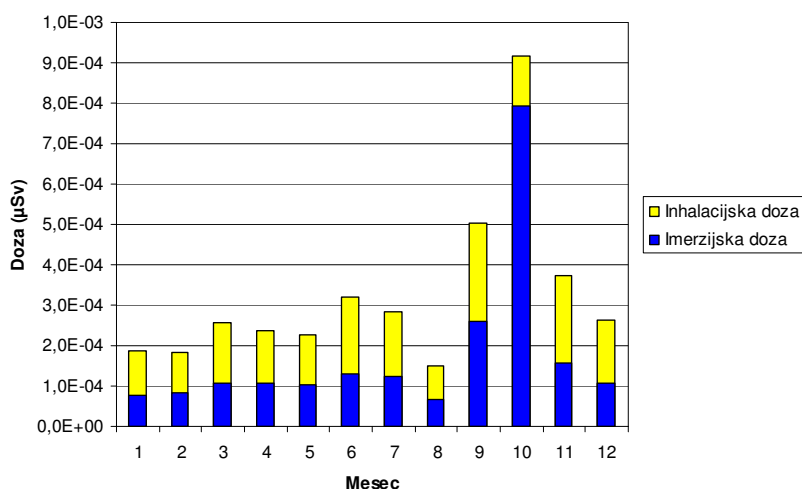
Preglednica 4.1 (povzetek): AEROSOLNI FILTRI v letu 2008

STAROSTNA SKUPINA	VRSTA VSOTE (μSv na leto)	AEROSOLNI FILTRI – POVPREČJE (μSv na leto)	
		OKOLICA NEK	LJUBLJANA
ODRASLI <i>E(50)</i>	umetni radionuklidi	0,00119 ± 0,0004	0,0006 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	46 ± 6	33 ± 4
OTROCI 7–12 let	umetni radionuklidi	0,0009 ± 0,0003	0,0004 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	37 ± 4	26 ± 3
DOJENČKI do 1 leta <i>E(70)</i>	umetni radionuklidi	0,0004 ± 0,0001	0,00018 ± 0,00004
	umetni in naravni radionuklidi	17 ± 2	12 ± 1

(*) Predvidene efektivne doze so izračunane iz predpostavke, da odrasel referenčni posameznik vdahne 9000 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 17 L/min), da otrok (7–12 let) vdahne 5585 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 10,6 L/min) in da dojenček (do 1 leta) vdahne 1044 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 2,0 L/min).

**KONSERVATIVNO OCENJENE MESEČNE DOZE IZ ZRAKA (OBLAKA)
za referenčno skupino prebivalcev za leto 2008
(smer VSV, razdalja 0,8 km)**

Vir: - mesečni emisijski podatki NEK
- IJS-analize mesečnih sestavljenih emisijskih vzorcev H-3, C-14 in partikulatov
- povprečni mesečni koncentracijski faktorji χ/Q , Agencije RS za okolje za prizemni izpust



Slika 4.1: Največji prispevek k inhalacijski dozi daje H-3 (v obliki tritirane pare), k imerzijski pa Ar-41



Tabela 4.1a: Povprečni mesečni razredčitveni koeficienti $\chi Q / (s/m^3)$ v letu 2008 za naselja v okolici NEK, ki jih je pripravila Agencija RS za okolje z uporabo Gaussovega modela.

2008	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brežice	Vihre	Mrtvice	Brege	Žadovinek	Leskovec	Krško-Stara vas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
januar	2,9E-05	2,8E-05	1,7E-06	2,1E-06	1,2E-05	6,6E-06	6,2E-06	1,1E-06	9,8E-06	5,1E-06	2,5E-07	1,5E-04
februar	3,4E-05	2,1E-05	1,9E-06	2,1E-06	1,2E-05	5,7E-06	3,4E-06	4,5E-07	4,1E-06	6,3E-06	2,6E-07	1,5E-04
marec	3,5E-05	2,2E-05	1,1E-06	2,6E-06	9,6E-06	4,4E-06	2,2E-06	2,8E-07	8,2E-06	3,4E-06	3,1E-07	1,2E-04
april	3,5E-05	2,1E-05	2,1E-06	3,7E-06	9,7E-06	2,1E-06	2,8E-06	8,4E-07	3,5E-06	6,7E-06	4,5E-07	1,2E-04
maj	2,4E-05	1,3E-05	1,7E-06	5,3E-06	8,1E-06	1,4E-06	1,6E-06	7,8E-07	3,0E-06	5,4E-06	6,5E-07	1,0E-04
junij	1,4E-05	1,3E-05	1,6E-06	4,8E-06	4,8E-06	2,1E-06	1,6E-06	7,9E-07	1,7E-06	3,4E-06	5,8E-07	6,0E-05
julij	1,4E-05	7,5E-06	1,8E-06	5,4E-06	7,0E-06	1,9E-06	2,3E-06	1,2E-06	7,7E-07	4,4E-06	6,7E-07	8,7E-05
avgust	2,2E-05	1,4E-05	2,1E-06	6,5E-06	1,0E-05	1,9E-06	4,2E-06	1,1E-06	1,7E-06	3,8E-06	8,0E-07	1,3E-04
september	1,8E-05	1,7E-05	3,3E-06	1,0E-05	1,3E-05	1,7E-06	4,8E-06	1,2E-06	4,5E-06	4,7E-06	1,3E-06	1,6E-04
oktober	2,2E-05	1,6E-05	3,7E-06	1,2E-05	2,1E-05	2,2E-06	9,8E-06	4,8E-06	3,4E-07	8,8E-06	1,4E-06	2,7E-04
november	2,5E-05	1,6E-05	1,7E-06	5,3E-06	5,8E-06	4,3E-06	5,1E-06	1,9E-06	2,1E-06	3,3E-06	6,5E-07	7,0E-05
december	1,4E-05	1,1E-05	1,0E-06	1,6E-06	5,0E-06	6,9E-06	4,4E-06	3,2E-07	2,5E-06	3,2E-06	2,0E-07	6,2E-05

Tabela 4.1b: Povprečni mesečni razredčitveni koeficienti $\chi Q / (s/m^3)$ v letu 2008 za naselja v okolici NEK, ki jih je pripravilo podjetje MEIS z uporabo Lagrangevega modela.

2008	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brežice	Vihre	Mrtvice	Brege	Žadovinek	Leskovec	Krško-Stara vas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
januar	2,7E-07	2,1E-07	2,3E-08	1,9E-08	2,8E-08	7,5E-08	2,4E-07	2,0E-07	2,1E-07	2,0E-07	8,1E-09	2,6E-07
februar	2,6E-07	1,5E-07	2,3E-08	3,6E-08	5,0E-08	1,4E-07	1,6E-07	1,4E-07	1,7E-07	1,6E-07	1,7E-08	2,5E-07
marec	2,9E-07	1,1E-07	3,0E-08	3,7E-08	6,0E-08	8,7E-08	1,2E-07	7,8E-08	7,1E-08	1,9E-07	1,3E-08	1,6E-07
april	2,7E-07	1,1E-07	4,0E-08	3,6E-08	5,2E-08	9,1E-08	9,3E-08	6,0E-08	6,9E-08	2,4E-07	2,3E-08	1,3E-07
maj	2,6E-07	2,3E-07	6,8E-08	4,9E-08	5,6E-08	1,4E-07	1,8E-07	1,3E-07	1,2E-07	2,6E-07	3,8E-08	3,4E-07
junij	2,8E-07	4,4E-07	9,5E-08	1,0E-07	1,4E-07	1,8E-07	2,7E-07	1,2E-07	1,7E-07	2,4E-07	4,9E-08	1,1E-06
julij	2,9E-07	4,8E-07	1,3E-07	1,0E-07	1,5E-07	2,1E-07	2,1E-07	1,9E-07	1,7E-07	2,3E-07	5,0E-08	1,5E-06
avgust	1,9E-07	6,5E-07	1,7E-07	1,2E-07	1,4E-07	2,7E-07	3,8E-07	2,1E-07	4,1E-07	1,2E-07	7,8E-08	1,8E-06
september	5,6E-07	5,1E-07	1,2E-07	8,4E-08	7,7E-08	1,7E-07	3,0E-07	1,5E-07	4,5E-07	2,5E-07	5,1E-08	7,8E-07
oktober	7,3E-07	3,0E-07	7,4E-08	4,6E-08	4,9E-08	8,1E-08	1,9E-07	1,3E-07	1,9E-07	4,5E-07	6,4E-08	4,6E-07
november	3,4E-07	1,6E-07	4,1E-08	3,6E-08	4,2E-08	7,4E-08	1,8E-07	1,4E-07	1,0E-07	2,0E-07	3,0E-08	2,5E-07
december	2,6E-07	1,5E-07	1,7E-08	1,8E-08	2,1E-08	4,9E-08	1,4E-07	1,3E-07	1,3E-07	1,5E-07	1,2E-08	1,9E-07



Preglednica 4.2a: ZRAČNE EMISIJE 2008

A1) Podatki NEK(*) oz. IJS (**) o mesečnih plinskih emisijah NEK (Bq)																												
Izotop	Hlapi, plini								Partikulati																	As-76	Br-82	Sr-90 (#)
	I-131	I-132	I-133	I-135	HTO	HT + CHT	¹⁴ CO ₂	¹⁴ CH ₄	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-57	Co-58	Co-60	Zr-95	Nb-95	Sn-113	Te-123m	Te-125m	Sb-125	Cs-134	Cs-137	Ce-141	Fe-55	Se-75			
januar					1,3E+11	2,7E+09	3,5E+09	3,7E+09					1,7E+03	2,0E+03					2,5E+02			1,8E+03		5,1E+04				
februar	5,4E+00				1,4E+11	2,7E+09	8,9E+08	1,1E+09		1,1E+03			1,9E+03	2,2E+03							1,1E+03	6,0E+05		1,3E+04				
marec	2,1E+01		3,2E+01		1,7E+11	7,8E+08	2,4E+09	2,6E+09					1,3E+03	2,7E+03					1,1E+03			3,4E+04		1,5E+04				
april	2,0E+01				1,7E+11	2,3E+09	2,3E+09	2,5E+09					1,3E+03	7,1E+03								7,1E+03		1,2E+05				
maj	6,2E+01		1,8E+02		1,7E+11	4,8E+09	1,1E+09	1,4E+09						1,3E+03								7,0E+03		1,4E+04				
junij	2,2E+02				2,2E+11	1,5E+10	1,9E+09	2,4E+09					1,0E+04	3,1E+03					8,7E+02			8,6E+03		4,0E+04				
julij	1,1E+01				1,9E+11	2,4E+10	2,5E+09	3,0E+09					8,6E+03									1,4E+03		2,5E+04	9,4E+04	2,7E+02	4,0E+03	
avgust					1,6E+11	2,1E+10	1,4E+09	1,8E+09														4,4E+03				9,5E+02	1,6E+04	
september					1,8E+11	2,8E+10	9,3E+08	1,3E+09														8,5E+03		8,8E+03	1,9E+02	2,0E+04		
oktober					2,3E+11	3,0E+10	1,4E+09	1,8E+09														9,9E+02			4,1E+02	2,2E+04		
november					2,2E+11	3,5E+10	2,1E+09	2,7E+09						3,4E+03								2,1E+04						
december					2,0E+11	1,6E+10	6,0E+08	8,8E+08														1,4E+03						
Letna vsota (Bq)	3,4E+02		2,2E+02		2,2E+12	1,8E+11	2,1E+10	2,5E+10		1,1E+03			2,5E+04	2,2E+04						1,4E+03	8,7E+02	1,1E+03	6,9E+05		2,7E+05	1,0E+05	1,8E+03	6,2E+04



Preglednica 4.2a: ZRAČNE EMISIJE 2008 – nadaljevanje

B1) Prispevki izotopov k letni inhalacijski dozi $E(50)$ (μSv) (***)																													
Izotop	Hlapi, plini								Partikulati																	Sešteta doza (μSv)			
	I-131	I-132	I-133	I-135	HTO	HT + CHT	$^{14}\text{CO}_2$	$^{14}\text{CH}_4$	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-57	Co-58	Co-60	Zr-95	Nb-95	Sn-113	Te-123m	Te-125m	Sb-125	Cs-134	Cs-137	Ce-141	Fe-55	Se-75		As-76	Br-82	Sr-90 (#)
januar					1,8E-04	3,7E-08	1,7E-06	1,8E-06					2,7E-10	4,6E-09					8,1E-11			5,2E-09		3,0E-09					1,9E-04
februar	2,8E-12				1,8E-04	3,5E-08	3,9E-07	5,0E-07		1,1E-10			2,9E-10	4,9E-09							1,6E-09	1,7E-06		7,3E-10					1,9E-04
marec	1,3E-11		4,0E-12		2,5E-04	1,2E-08	1,2E-06	1,3E-06					2,2E-10	7,0E-09					3,9E-10			1,1E-07		9,3E-10					2,6E-04
april	1,1E-11				2,4E-04	3,2E-08	1,1E-06	1,2E-06					2,0E-10	1,7E-08								2,1E-08		6,8E-09					2,4E-04
maj																													
junij	3,3E-11		2,0E-11		2,2E-04	6,1E-08	5,0E-07	6,0E-07						2,9E-09								1,9E-08		7,7E-10					2,3E-04
julij	1,3E-10				3,2E-04	2,1E-07	9,1E-07	1,2E-06					1,7E-09	7,5E-09							8,2E-10	2,6E-08		2,4E-09					3,2E-04
avgust	6,4E-12				2,8E-04	3,5E-07	1,2E-06	1,5E-06					1,4E-09									4,4E-09	1,6E-09	9,8E-09	1,6E-11	2,0E-10			2,8E-04
september					1,5E-04	2,0E-07	4,5E-07	5,8E-07														8,9E-09				3,6E-11	5,1E-10		1,5E-04
oktober					5,0E-04	7,9E-07	9,1E-07	1,3E-06														5,2E-08		1,8E-09	2,2E-11	2,0E-09			5,0E-04
november					8,4E-04	1,1E-06	1,7E-06	2,3E-06														7,9E-09			6,2E-11	2,8E-09			8,4E-04
december					3,7E-04	5,9E-07	1,2E-06	1,6E-06					1,0E-08									7,8E-08							3,7E-04
Leta doza (μSv)	2,0E-10		2,4E-11		3,8E-03	3,6E-06	1,2E-05	1,4E-05	6,1E-11	1,1E-10			4,1E-09	5,4E-08					4,7E-10	8,2E-10	1,6E-09	2,0E-06		1,6E-08	1,2E-08	1,4E-10	5,5E-09		3,8E-03
Skupna letna inhalacijska doza $E(50) = 3,8E-03 \mu\text{Sv}$																													
Skupna letna inhalacijska in imerzijska doza $E(50) = 4,0E-03 \mu\text{Sv}$																													

(*) NEK kontinuirno meri jod in žlahtne pline ter opravlja analize vzorcev filtrov za partikulate na izpuhu.

(**) IJS opravlja analize vsebnosti tritija in ogljika C-14 v mesečnih sestavljenih vzorcih ter analizo VLG mesečnih sestavljenih vzorcev aerosolnih filtrov za partikulate. Ocena mesečnih emisij je narejena na podlagi mesečnih meritev in nominalnega dnevnega izpuha skozi dimnik $3\ 628\ 800\ \text{m}^3$.

(***) Ocena doz, narejena na podlagi inhalacijskih in imerzijskih doznih pretvorbenih faktorjev iz ref. [4] in predpostavke o hitrosti dihanja $17\ \text{L}/\text{min}$ ter mesečnih prizemnih razredčitvenih koeficientih χ/Q izračunanih na podlagi Lagrangeevega modela za razdaljo $1,5\ \text{km}$ okoli smeri VSV – naselje Spodnji Stari Grad. To naselje je bilo na podlagi mesečnih izračunov doz po 11 naseljih za leto 2008 izbrano kot referenčno z najvišjo izračunano dozo.



Preglednica 4.2b: ZRAČNE EMISIJE 2008 – nadaljevanje

A2) Podatki NEK (*) oz. IJS (**) o mesečnih plinskih emisijah NEK (Bq)											
IZOTOP	Žlahtni plini										
	Xe-131m	Xe-133	Xe-133m	Xe-135	Xe-135m	Xe-138	Ar-41	Kr-85	Kr-85m	Kr-87	Kr-88
januar	6,3E+10						2,7E+08				
februar	5,8E+10						5,2E+08				
marec							8,1E+08				
april		3,0E+05					8,6E+08	2,4E+07			
maj							7,1E+08				
junij		8,5E+07					7,1E+08				
julij		3,2E+07					3,1E+08				
avgust		8,0E+07					7,5E+08				
september	4,8E+10	1,6E+07					4,2E+08				
oktober		3,6E+07					6,4E+08				
november		1,5E+07					3,7E+08				
december	9,6E+10	7,5E+07					6,0E+08				
Letna vsota (Bq)	2,6E+11	3,4E+08					7,0E+09	2,4E+07			

B2) Prispevki radionuklidov k letni imerzijski dozi E (μSv) (***)												
IZOTOP	Žlahtni plini											Sešteta doza (μSv)
	Xe-131m	Xe-133	Xe-133m	Xe-135	Xe-135m	Xe-138	Ar-41	Kr-85	Kr-85m	Kr-87	Kr-88	
Januar	6,6E-06						4,7E-06					1,1E-05
Februar	5,7E-06						8,5E-06					1,4E-05
Marec							1,5E-05					1,5E-05
April		1,2E-10					1,5E-05	1,7E-09				1,5E-05
Maj							1,1E-05					1,1E-05
Junij		3,4E-08					1,3E-05					1,3E-05
Julij		1,3E-08					5,6E-06					5,6E-06
Avgust		2,1E-08					8,9E-06					8,9E-06
september	1,0E-05	1,3E-08					1,5E-05					2,5E-05
Oktober		3,8E-08					3,0E-05					3,0E-05
november		7,4E-09					8,0E-06					8,0E-06
december	9,6E-06	2,8E-08					1,0E-05					2,0E-05
Leta doza (μSv)	3,2E-05	1,6E-07					1,4E-04	1,7E-09				1,8E-04
Skupna letna imerzijska doza $E =$								1,8E-04	μSv			
Skupna letna inhalacijska in imerzijska doza $E(50) =$								4,0E-03	μSv			

(*) NEK kontinuirno meri jod in žlahtne pline ter opravlja analize vzorcev filtrov za partikulate na izpuhu.

(**) IJS opravlja analize vsebnosti tritija in ogljika C-14 v mesečnih sestavljenih vzorcih ter analizo VLG mesečnih sestavljenih vzorcev aerosolnih filtrov za partikulate. Ocena mesečnih emisij je narejena na podlagi mesečnih meritev in nominalnega dnevnega izpusta skozi dimnik 3 628 800 m³.

(***) Ocena doz, narejena na podlagi inhalacijskih in imerzijskih doznih pretvorbenih faktorjev iz ref [4] in predpostavke o hitrosti dihanja 17 L/min ter mesečnih prizemnih razredčitvenih koeficientih χ/Q izračunanih na podlagi Lagrangeevega modela za razdaljo 1,5 km okoli smeri VSV – naselje Spodnji Stari Grad. To naselje je bilo na podlagi mesečnih izračunov doz po 11 naseljih za leto 2008 izbrano kot referenčno z najvišjo izračunano dozo.


Preglednica 4.2c: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK V LETU 2008

Ocena je narejena z emisijskimi podatki z uporabo Lagrangeevega modela za najbližja naselja. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke.

PREGLED SKUPNIH LETNIH DOZ – ODRASLI IN OTROCI							
Naselje	Razdalja od NEK (km)*	Inhalacija (μSv)			Imerzija (μSv)		
		Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)	Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)
Spodnji Stari Grad	1,5	3,8E-03	3,9E-03	1,8E-03	1,8E-04	1,8E-04	1,8E-04
Vrbina	0,8	3,3E-03	3,3E-03	1,6E-03	1,5E-04	1,5E-04	1,5E-04
Brežice	7,1	7,9E-04	8,0E-04	3,7E-04	3,5E-05	3,5E-05	3,5E-05
Vihre	3,1	6,5E-04	6,6E-04	3,1E-04	2,9E-05	2,9E-05	2,9E-05
Mrtvice	2,8	8,2E-04	8,3E-04	3,9E-04	3,6E-05	3,6E-05	3,6E-05
Brege	2,3	1,4E-03	1,5E-03	6,8E-04	6,8E-05	6,8E-05	6,8E-05
Žadovinek	1,7	2,3E-03	2,3E-03	1,1E-03	1,1E-04	1,1E-04	1,1E-04
Leskovec	2,9	1,5E-03	1,6E-03	7,3E-04	7,4E-05	7,4E-05	7,4E-05
Krško – Stara vas	1,7	1,9E-03	2,0E-03	9,2E-04	9,4E-05	9,4E-05	9,4E-05
Pesje	3,0	2,6E-03	2,6E-03	1,2E-03	1,2E-04	1,2E-04	1,2E-04
Dobova	12,1	4,1E-04	4,2E-04	2,0E-04	1,8E-05	1,8E-05	1,8E-05
Ograja NEK (zahod)	0,2	6,8E-03	6,9E-03	3,2E-03	2,9E-04	2,9E-04	2,9E-04

* razdalja med točko izpusta in središčem vasi

Preglednica 4.2d: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK V LETU 2008 – GAUSSOV MODEL

Ocena je narejena z emisijskimi podatki z uporabo Gaussovega modela za najbližja naselja. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke.

PREGLED SKUPNIH LETNIH DOZ – ODRASLI IN OTROCI							
Naselje	Razdalja od NEK (km)	Inhalacija (μSv)			Imerzija (μSv)		
		Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)	Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)
Spodnji Stari Grad	1,5	2,6E-01	2,6E-01	1,2E-01	1,3E-02	1,3E-02	1,3E-02
Vrbina	0,8	1,8E-01	1,8E-01	8,6E-02	9,2E-03	9,2E-03	9,2E-03
Brežice	7,1	2,2E-02	2,3E-02	1,1E-02	1,1E-03	1,1E-03	1,1E-03
Vihre	3,1	5,9E-02	6,0E-02	2,8E-02	2,6E-03	2,6E-03	2,6E-03
Mrtvice	2,8	1,1E-01	1,1E-01	5,2E-02	5,4E-03	5,4E-03	5,4E-03
Brege	2,3	3,7E-02	3,8E-02	1,8E-02	2,0E-03	2,0E-03	2,0E-03
Žadovinek	1,7	4,6E-02	4,6E-02	2,2E-02	2,2E-03	2,2E-03	2,2E-03
Leskovec	2,9	1,5E-02	1,5E-02	6,9E-03	5,9E-04	5,9E-04	5,9E-04
Krško – Stara vas	1,7	2,9E-02	3,0E-02	1,4E-02	1,6E-03	1,6E-03	1,6E-03
Pesje	3,0	5,4E-02	5,5E-02	2,6E-02	2,7E-03	2,7E-03	2,7E-03
Dobova	12,1	7,3E-03	7,4E-03	3,5E-03	3,2E-04	3,2E-04	3,2E-04
Ograja NEK (zahod)	0,2	2,6E-01	1,4E+00	1,2E-01	1,3E-02	1,3E-02	1,3E-02


Preglednica 4.2e: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK V LETU 2008

Primerjava skupnih inhalacijskih in imerzijskih doz za Lagrangeev in Gaussov model. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke.

PREGLED SKUPNIH LETNIH DOZ – ODRASLI IN OTROCI							
Naselje	Razdalja od NEK (km)	Lagrangeev model (μSv)			Gaussov model (μSv)		
		Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)	Odrasli	Otroci (7–12 let)	Dojenčki (do 1 leta)
Spodnji Stari Grad	1,5	4,0E-03	4,1E-03	2,0E-03	2,7E-01	2,8E-01	1,4E-01
Vrbina	0,8	3,4E-03	3,5E-03	1,7E-03	1,9E-01	1,9E-01	9,5E-02
Brežice	7,1	8,2E-04	8,4E-04	4,1E-04	2,3E-02	2,4E-02	1,2E-02
Vihre	3,1	6,8E-04	6,9E-04	3,4E-04	6,2E-02	6,3E-02	3,1E-02
Mrtvice	2,8	8,5E-04	8,7E-04	4,3E-04	1,1E-01	1,2E-01	5,8E-02
Brege	2,3	1,5E-03	1,5E-03	7,5E-04	3,9E-02	4,0E-02	2,0E-02
Žadovinek	1,7	2,4E-03	2,4E-03	1,2E-03	4,8E-02	4,9E-02	2,4E-02
Leskovec	2,9	1,6E-03	1,6E-03	8,1E-04	1,5E-02	1,5E-02	7,5E-03
Krško – Stara vas	1,7	2,0E-03	2,0E-03	1,0E-03	3,1E-02	3,1E-02	1,5E-02
Pesje	3,0	2,7E-03	2,7E-03	1,4E-03	5,7E-02	5,8E-02	2,8E-02
Dobova	12,1	4,3E-04	4,4E-04	2,2E-04	7,6E-03	7,7E-03	3,8E-03
Ograja NEK (zahod)	0,2	7,1E-03	7,2E-03	3,5E-03	1,4E+00	1,4E+00	7,1E-01

e) OCENA VPLIVOV

Meritve I-131 v zraku (tabela T-43) kažejo, da merilna meja $1E-4 \text{ Bq/m}^3$ v letu 2008 ni bila presežena na nobenem od vzorčevalnih mest. Zato lahko dobimo samo oceno za zgornjo mejo prispevka I-131 tako, da za koncentracijo privzamemo merilno mejo $1E-4 \text{ Bq/m}^3$. Letne učinkovite doze, ki jih tako izračunamo, so za **odraslega človeka** (starost >17 let) in **dojenčka** (do 1 leta) **7 nSv na leto** ter **11 nSv na leto**, kar ustreza ekvivalentni ščitnični dozi 140 nSv na leto za odraslega in 220 nSv na leto za dojenčka. Iz omenjenih števil lahko sklepamo, da **prispevek I-131 k celotni dozi ni bistven**.

Meritve na **aerosolnih filtrih** v okolici NEK (preglednica 4.1) kažejo, da je med naravnimi radionuklidi najpomembnejši prispevek k letni učinkoviti dozi za **odraslega človeka** prispevek naravnega izotopa Pb-210, in sicer $(37 \pm 2) \mu\text{Sv}$ na leto, kar je zelo podobno dozam iz preteklih let (2005 $(38 \pm 1) \mu\text{Sv}$ na leto, 2006 $(44 \pm 2) \mu\text{Sv}$ na leto, 2007 $(37 \pm 1) \mu\text{Sv}$ na leto). Prispevek Pb-210 je največji, ker ima radionuklid zelo visok dozni pretvorbni faktor. K celotni dozi zaradi inhalacije Pb-210 prispeva 78 %. Drugi po prispevku k dozi je bil v 2008 Th-228 $(8,3 \pm 4,6) \mu\text{Sv}$. Manjša doza zaradi inhalacije Th-228 glede na pretekla leta je posledica nižje izmerjene koncentracije. Novi postopek zahteva vsaj petdnevni časovni interval med koncem vzorčevanja in začetkom meritve, da razpadejo kratkoživi potomci Rn-220. Prispevka izmerjenih umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 sta zanemarljiva v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov. Izračunana predvidena učinkovita doza za Cs-137 je $(0,50 \pm 0,08) \text{ nSv}$. Izotop Sr-90/Sr-89 je k predvideni letni učinkoviti dozi v okolici NEK prispeval $(0,69 \pm 0,46) \text{ nSv}$, kar je sicer več kot v letu 2007, vendar je treba opozoriti na veliko negotovost določitve doze zaradi velike merilne negotovosti.

Doza umetnih radionuklidov je predvsem zaradi prispevka Sr-90/Sr-89 v letu 2008 večja kot v letu 2007 ($1,19 \text{ nSv}$ – $0,75 \text{ nSv}$), v letu 2006 pa Sr90/Sr-89 ni bil detektiran. Doza zaradi inhalacije



Cs-137 v letu 2008 je bila podobna kot v 2007 ($0,50 \text{ nSv} - 0,46 \text{ nSv}$), kar je enako dozam na drugih lokacijah v Sloveniji, ki jih spremljamo v okviru nadzora radioaktivnosti v Sloveniji.

Celotna **predvidena efektivna doza** vseh detektiranih radionuklidov v letu 2008 za **odraslega človeka v okolici NEK** je **$(47 \pm 6) \mu\text{Sv}$ na leto**, prispevek umetnih radionuklidov pa je **$(1,2 \pm 0,4) \text{ nSv}$** . Izračunana celotna efektivna doza je nižja kot v letu 2007 ($84 \pm 10) \mu\text{Sv}$, v letu 2006 ($76 \pm 3) \mu\text{Sv}$ ali 2005 ($66 \pm 4) \mu\text{Sv}$. Razlika je predvsem posledica nižjih izmerjenih vrednosti Th-228.

Celotna **predvidena efektivna doza za otroka (7–12 let)** za celotni prispevek vseh radionuklidov v okolici NEK je ocenjena na **$(37 \pm 4) \mu\text{Sv}$ na leto**, prispevek umetnih radionuklidov pa na **$(0,9 \pm 0,3) \text{ nSv}$ na leto**. Podobno kot za odrasle je tudi za otroke ocenjena predvidena efektivna doza nižja kot v letu 2007.

Celotna **predvidena efektivna doza za dojenčka (do 1 leta)** je za celotni prispevek vseh radionuklidov v okolici NEK ocenjena na **$(17 \pm 2) \mu\text{Sv}$ na leto**, prispevek umetnih radionuklidov pa na **$(0,4 \pm 0,1) \text{ nSv}$ na leto**.

Meritve **aerosolnih filtrov** v Ljubljani in v okolici NEK (preglednica 4.1) kažejo, da je med naravnimi radionuklidi pomemben samo prispevek Pb-210, ki je za odraslo osebo ($32 \pm 4) \mu\text{Sv}$ na leto. Rezultat je podoben prispevkom v preteklih letih: 2007 ($31 \pm 3) \mu\text{Sv}$; 2006 ($35 \pm 3) \mu\text{Sv}$ in manjši kot 2005 ($49 \pm 7) \mu\text{Sv}$. Pb-210 prispeva celotno dozo k skupni dozi zaradi vdihavanja naravnih in umetnih radionuklidov.

V letu 2008 je bil prispevek izmerjenega umetnega radionuklida Cs-137 za odraslo osebo v Ljubljani ($0,6 \pm 0,1) \text{ nSv}$ na leto. Obremenjenost prebivalstva zaradi vdihavanja Cs-137 je nizka in večinoma konstantna: 2007 ($0,5 \pm 0,1) \text{ nSv}$; 2006 ($0,5 \pm 0,1) \text{ nSv}$, 2005 ($0,8 \pm 0,3) \text{ nSv}$ na leto, 2004 ($0,5 \pm 0,1) \text{ nSv}$ na leto.

Izračunana **predvidena efektivna doza** zaradi inhalacije za prebivalca v okolici NEK za leto 2008 je večja kot za prebivalca v Ljubljani, in sicer za približno faktor 1,4. Razlika je posledica večjih izmerjenih koncentracij naravnih radionuklidov v zraku, in nikakor ne umetnih izotopov, katerih prispevek je zanemarljiv. Podobno smo ugotavljali tudi v preteklih letih.

Meritve emisij na izpuhu NEK (preglednica 4.2, dela A1 in A2) in podatki o **izračunanih povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientih " χ/Q " / (s/m^3) za posamezna mesta v okolici NEK** (tabela 4.1) nam omogočajo, da izračunamo inhalacijski in imerzijski prispevek k letni efektivni dozi zaradi zračnih emisij NEK. V preglednici 4.2, v delih B1 in B2, so zbrani prispevki posameznih radionuklidov, izračunani za odraslega človeka v naselju Spodnji Stari Grad, kjer so stopnje razredčitve najnižje (oz. koeficienti χ/Q največji).

Iz preglednice je razvidno, da je **praktično vsa inhalacijska doza posledica zračnih emisij tritija**. Tritij prispeva k skupni inhalacijski dozi $3,8 \text{ nSv}$ na leto (predvsem v obliki emisij HTO), ogljik C-14 pa še $0,03 \text{ nSv}$ na leto (predvsem emisije $^{14}\text{CO}_2$). Ocenjeni prispevek k skupni inhalacijski dozi vseh drugih radionuklidov je bistveno manjši. V letu 2008 je bilo zelo malo izpustov jodov, kar kaže na dobro integriteto goriva.

Ocenjena **predvidena efektivna letna inhalacijska doza za odraslo osebo za Spodnji Stari Grad za leto 2008 je $3,8 \text{ nSv}$** . Pri tem niso upoštevane posledice prehoda radionuklidov iz zraka v druge prenosne poti (voda, hrana, sevanje useda), ki povzročijo še dodatno izpostavljenost. Ocenjena efektivna doza zaradi inhalacije v letu 2007 je bila $1,7 \text{ nSv}$. Večja doza v letu 2008 ni posledica večjih izpustov iz NEK, plinski izpusti v 2008 so bili namreč nižji kot v 2007, temveč posledica vremenskih razmer in manjšega redčenja izpustov v okolju. K letni efektivni dozi prispeva največ mesečna efektivna doza v oktobru 2008, čeprav izpust tritija v oktobru 2008 ni bil bistveno večji od drugih mesečnih izpustov tritija v letu 2008.



Z uporabo Lagrangeevega modela, ki sicer bolje opisuje razširjanje radionuklidov v zraku kot klasični Gaussov model, so ocenjene učinkovite doze po letu 2006 več kot 100-krat manjše kot pred letom 2006, ko Lagrangeevega modela nismo uporabljali za oceno doz. Tako je ocenjena učinkovita doza zaradi inhalacije z Gaussovim modelom v letu 2006 **0,22 μSv** , v letu 2007 **0,19 μSv** in v letu 2008 **0,26 μSv** . Pri Gaussovem modelu k letni učinkoviti dozi v letu 2008 največ prispeva učinkovita doza meseca aprila, čeprav je bil april glede izpustov tritija povsem povprečen mesec.

Zunanje obsevanje zaradi radioaktivnih izotopov v zraku (imerzijska doza) je predvsem posledica izpustov žlahtnega plina Ar-41 (0,14 nSv na leto), kar je sicer značilnost let, ko v NEK ni remonta. Precej manj je k dozi prispeval Xe-133m (0,032 nSv). V letu 2008 je NEK poročal tudi o izpustih Xe-133 in Kr-85, ki pa k imerzijski dozi prispevata zanemarljivo malo.

V letih 2006 in 2007, ko je bil v NEK remont, je k imerzijski dozi največ prispeval Xe-133, in sicer okoli 70 %.

Celotna letna imerzijska doza za Spodnji Stari Grad za leto 2008 je 0,18 nSv, kar velja za **odraslo osebo in tudi za otroka**. Imerzijska doza je nižja kot v 2007 (0,35 nSv), saj je bilo v letu 2008 manj izpustov ksenonov oziroma so izostali izpusti, povezani s preprihovanjem zadrževalnega hrama med remontom.

Z uporabo Lagrangeevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov je tudi imerzijska doza, podobno kot inhalacijska doza, za okoli 100-krat nižja, kot če bi uporabili Gaussov model.

Imerzijska doza v letu 2008 je podobno za približno 100-krat nižja kot v preteklih letih. Seveda je tudi tu razlog uporaba drugačnega modela za izračun razredčitvenih koeficientov. V primeru uporabe Gaussovega modela bi bila letna imerzijska doza 0,013 μSv , kar je manj kot leta 2007 (0,047 nSv) ali 2006 (0,046 nSv). Razlog je seveda tudi v tem primeru manj izpustov, ker v 2008 ni bilo remonta.

Celotna letna doza za odraslega človeka v Spodnjem Starem Gradu, ki je posledica inhalacije in imerzije v letu 2008 je bila 4,0 nSv.

V preglednici 4.2c so zbrani izračuni za odraslega človeka, otroka (7–12 let) in dojenčka (do 1 leta), pripravljene na osnovi emisij in povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov λ/Q za različna mesta v okolici NEK. Skupne letne doze za odraslega človeka v naseljih se gibljejo od 0,43 nSv (Dobova) do 4,0 nSv (Spodnji Stari Grad), za otroka od 0,44 nSv (Dobova) do 4,1 nSv (Spodnji Stari Grad), za dojenčka (do 1 leta) pa od 0,22 nSv (Dobova) do 2,0 nSv (Spodnji Stari Grad). Ocenjene doze otroka so večje od ocenjenih doz odraslega prebivalca predvsem zaradi večjih doznih pretvorbenih faktorjev za to starostno skupino.

f) DISKUSIJA

PRIMERJAVA S PREJŠNJIMI LETI

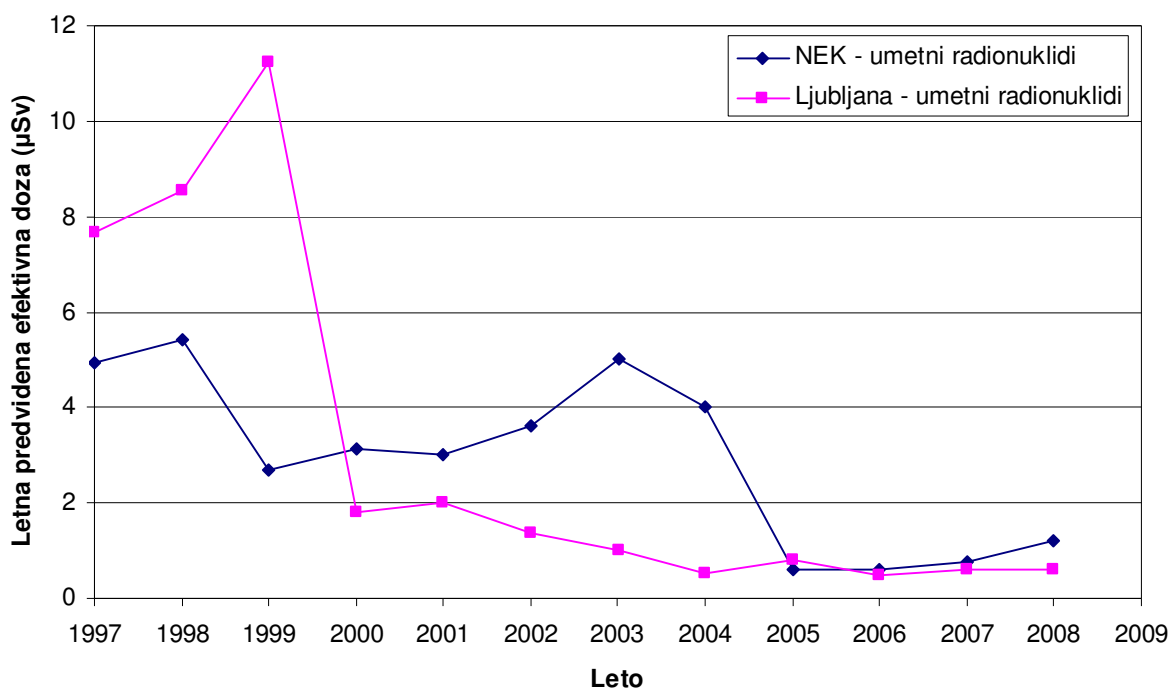
Na sliki 4.2 so predstavljene **predvidene letne učinkovite doze zaradi umetnih radionuklidov** ($\mu\text{Sv}/\text{leto}$) za odraslega človeka, izračunane iz meritev aerosolnih filtrov v **okolici NEK** in v **Ljubljani v letih od 1997 do 2008**.

Kot je razvidno s slike 4.2, je prispevek umetnih radionuklidov v Ljubljani in okolici NEK zelo podoben in je zadnja leta okoli ali manj od 1 μSv . Visoka doza umetnih radionuklidov v letu 2003 je posledica upoštevanega prispevka Sr-90, ki je to leto prispeval k dozi kar $\frac{3}{4}$ doze, vendar pa poročilo o meritvah radioaktivnosti v okolici NEK ugotavlja, da prispevek ni posledica izpustov iz NEK, temveč resuspenzije iz zemlje. Podobno velja za celotno obdobje 2000–2004. Prispevek Sr-90 k dozi v Ljubljani ni ovrednoten, ker se v zračnih filterih v okviru nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije v Ljubljani ne določa vsebnost Sr-90. Z upoštevanjem tega dejstva lahko sklenemo,

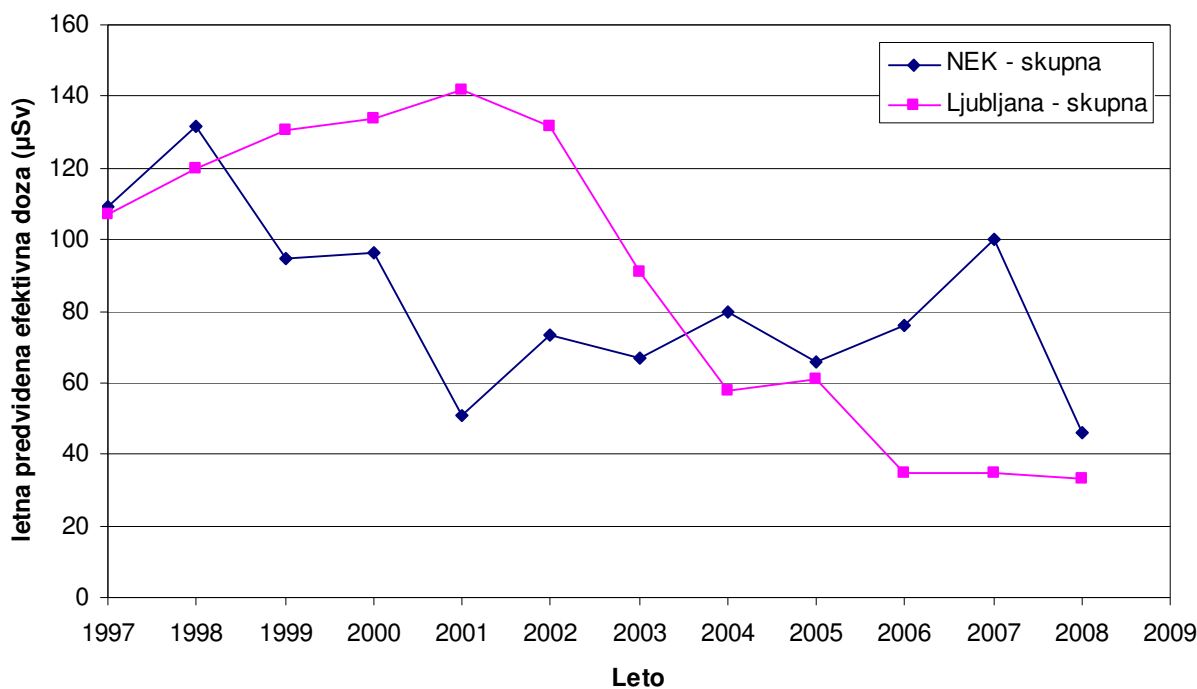


da so doze umetnih radionuklidov v Ljubljani in okolici NEK podobne oziroma praktično enake, vsekakor pa zanemarljive v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov (slika 4.3).

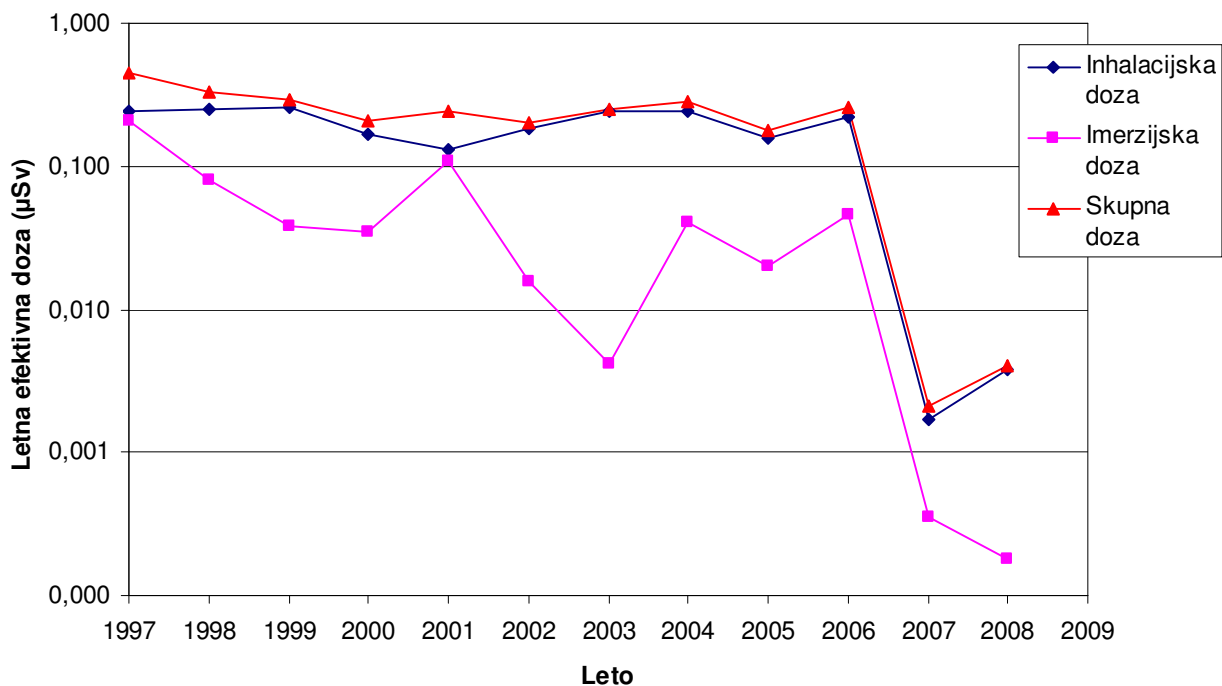
Za doze naravnih radionuklidov je značilno, da močno variirajo po letih, kar velja tako za lokacije v okolici NEK kot za lokacijo v Ljubljani. Poleg tega je bil v letu 2006 v Ljubljani spremenjen način vzorčevanja. Nekaj višja doza v letu 2007 je bila posledica previsoko ocenjenih koncentracij Th-228. Le-te so bile določene iz meritev kratkoživih razpadnih produktov Rn-220, ki niso bili v ravnovesju s Th-228. V splošnem lahko rečemo, da so v okolici NEK učinkovite doze zaradi inhalacije naravnih radionuklidov enake kot drugod po Sloveniji in so nekaj 10 μSv na leto [20].



Slika 4.2: Primerjava predvidenih učinkovnih doz v okolici NEK in Ljubljani za odrasle osebe iz meritev aerosolov za umetne radionuklide (μSv na leto)



Slika 4.3: Primerjava predvidenih efektivnih doz v okolici NEK in Ljubljani za odrasle osebe iz meritev aerosolov za naravne in umetne radionuklide (μSv na leto)



Slika 4.4: Ocena inhalacijskih, imerzijskih in skupnih doz za odrasle za Spodnji Stari Grad v letih 1997–2008 (μSv na leto). Ordinarna os je v logaritemski skali.

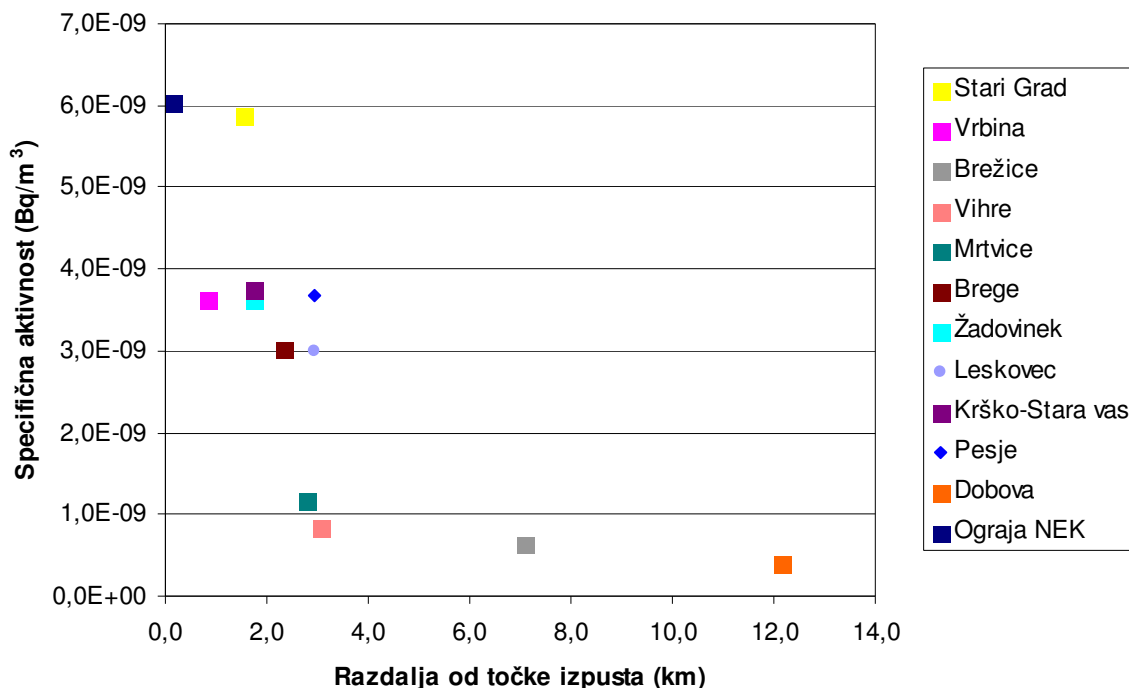


Na sliki 4.4 je povzetek ocen inhalacijskih in imerzijskih doz od leta 1997 dalje, izračunanih iz podatkov o emisijah NEK in iz povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov χ/Q , ki so jih za Spodnji Stari Grad izračunali na Agenciji RS za okolje (do vključno leta 2006) in MEIS (od leta 2007 dalje). Razvidno je, da se z uporabo Lagrangevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov oziroma razširjanja radioaktivnosti v zraku, izračunana doza bistveno zmanjša. Do sedaj uporabljeni Gaussov model je pogojno sprejemljiv predvsem za preproste ravninske geometrije in kratke razdalje z močnimi stalnimi vetrovi, ko je zagotovljena homogenost vetrovnega polja na celotni obravnavani domeni in je zelo verjetno, da so bile dosedanje vrednosti efektivnih doz za inhalacijo in submerzijo zaradi emisij NEK v določeni meri precenjene. Iz povedanega sledi, da je bilo boljše ujemanje merskih rezultatov z rezultati, izračunanimi iz Gaussovega modela v letu 2007, osamljen primer, ki se nanaša na krajše časovno obdobje in ga ne moremo posplošiti na daljše intervale povprečenja. Doza za leto 2008, ocenjena na podlagi Lagrangevega modela, je za približno faktor 100 manjša od tistih iz prejšnjih let; največ prispeva inhalacija, submerzijska doza je v primerjavi z inhalacijsko približno petkrat nižja.

PRIMERJAVE PODATKOV O KONCENTRACIJAH, IZRAČUNANIH IZ EMISIJ NEK IN POVPREČNIH MESEČNIH RAZREDČITVENIH KOEFICIENTOV χ/Q ZA LETO 2008

Na sliki 4.5 so podane izračunane povprečne mesečne koncentracije Cs-137 za različna naselja v odvisnosti od razdalje od NEK. Iz predstavljenih podatkov na grafu je razvidno, da so izračunane povprečne koncentracije Cs-137 tudi v primeru najvišje izračunane mesečne koncentracije več velikostnih razredov pod orientacijsko detekcijsko mejo (približno $1E-6$ Bq/m³). Iz tega lahko sklenemo, da izmerjeni Cs-137 na aerosolnih filterih v okolici NEK ni posledica izpustov iz NEK, temveč posledica resuspenzije Cs-137 iz zemlje, ki je posledica černobilske nesreče in bombnih poskusov v 50-ih in 60-ih letih dvajsetega stoletja. Tudi v primeru, da bi uporabili Gaussov model, bi bile izračunane povprečne vrednosti Cs-137 v naseljih okoli NEK pod orientacijsko detekcijsko mejo, razen za naselje Stari Grad v mesecu februarju, ko je Gaussov model napovedal $8 \mu\text{Bq/m}^3$, izvajalec pa je izmeril $3 \mu\text{Bq/m}^3$.

Na sliki 4.6 so v logaritemskem merilu predstavljeni povprečni letni razredčitveni koeficienti χ/Q / (s/m³) za izpust na 60 m za okolico elektrarne. Porazdelitev je narejena na osnovi izračunanih mesečnih koeficientov χ/Q , ki ga je naredil MEIS.



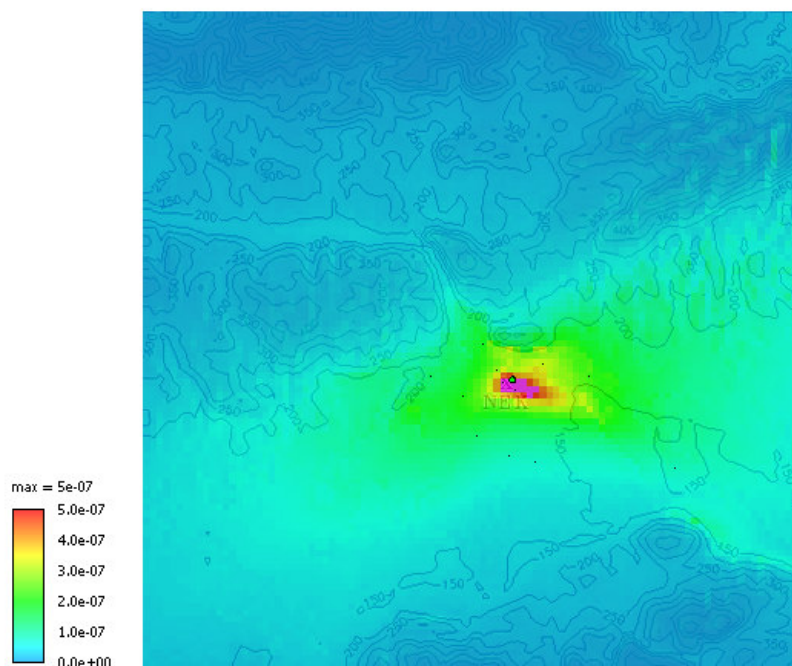
Slika 4.5: Primerjava izračunanih letnih povprečnih koncentracij Cs-137 v različno oddaljenih naseljih

S slike 4.6 je razvidno, da sta prevladujoči smeri, v katere se v poprečju gibljejo izpusti NEK, proti jugozahodu in proti severovzhodu. Tako so tudi izračunane koncentracije radionuklidov v naseljih severovzhodno in jugozahodno od NEK od tistih v smeri severozahodno in jugovzhodno od NEK na približno isti oddaljenosti višje za faktor štiri ali več. Iz predstavljenih podatkov in podatkov o emisijah lahko ocenimo tudi povprečno koncentracijo v posameznih naseljih ter te ocene primerjamo z našimi merskimi podatki. Za primerjavo podajamo na sliki 4.7 tudi povprečne letne razredčitvene koeficiente za leto 2007. Razvidno je, da so bile vremenske razmere v letu 2008 bolj neugodne glede redčenja izpustov v okolici NEK, zato so ocenjene modelske doze zaradi zračnih izpustov višje, čeprav so bili plinski izpusti v letu 2008 manjši kot v 2007. Za obdelavo podatkov za leto 2008 je podjetje MEIS uporabilo izmerjene podatke EIS NEK. Med letom je postopno začel slabše delovati SODAR (bistveno več je bilo intervalov brez meritve in z nizkim dosegom po višini), jeseni pa ga je uničila strela. NEK je ukrepala, naročen je nov SODAR, ki bo predvidoma instaliran spomladi 2009. Zaradi problemov s SODAR-jem je posledično slabša kvaliteta rezultatov modela.

Iz podatka o letnem izpustu I-131 v preglednici 4.2a ocenimo povprečno letno koncentracijo I-131 v zraku v Starem Spodnjem Gradu $3,0E-12$ Bq/m³. Vendar, kot je bilo omenjeno že prej, je merilna meja $1E-4$ Bq/m³, kar več velikostnih redov večja številka in nam onemogoča, da bi lahko zaznali I-131 iz NEK.

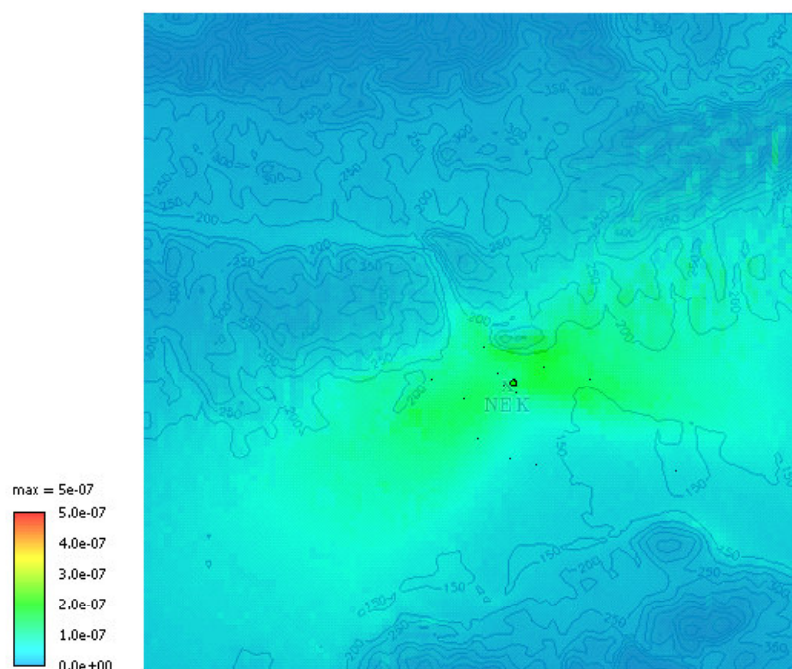


01-01-08, 00:00, NEK LGM, Letni, X/Q, Povp.



Slika 4.6: Povprečni letni razredčitveni koeficienti χ/Q / (s/m³) za izpust na 60 m za okolico NEK, leto 2008, Lagrangeev model

01-01-07, 00:00, NEK LGM, Letni, X/Q, Povp.



Slika 4.7: Povprečni letni razredčitveni koeficienti χ/Q / (s/m³) za izpust na 60 m za okolico NEK, leto 2007, Lagrangeev model



PRIMERJAVA Z DRUGIMI EVROPSKIMI TLAČNOVODNIMI ELEKTRARNAMI (PWR)

V preglednici 4.3 je primerjava podatkov o povprečnih letnih emisijah (GBq na leto) tritija, žlahtnih plinov, joda I-131, ogljika C-14 ter preostalih pomembnih sevalcev beta in gama posameznih PWR-elektrarn v EU za obdobje od leta 1999 do 2003 in podatkov za NEK. Podatki za tlačnovodne elektrarne EU so iz reference [17], podatki za NEK pa so izmerjeni emisijski podatki za leto 2008.

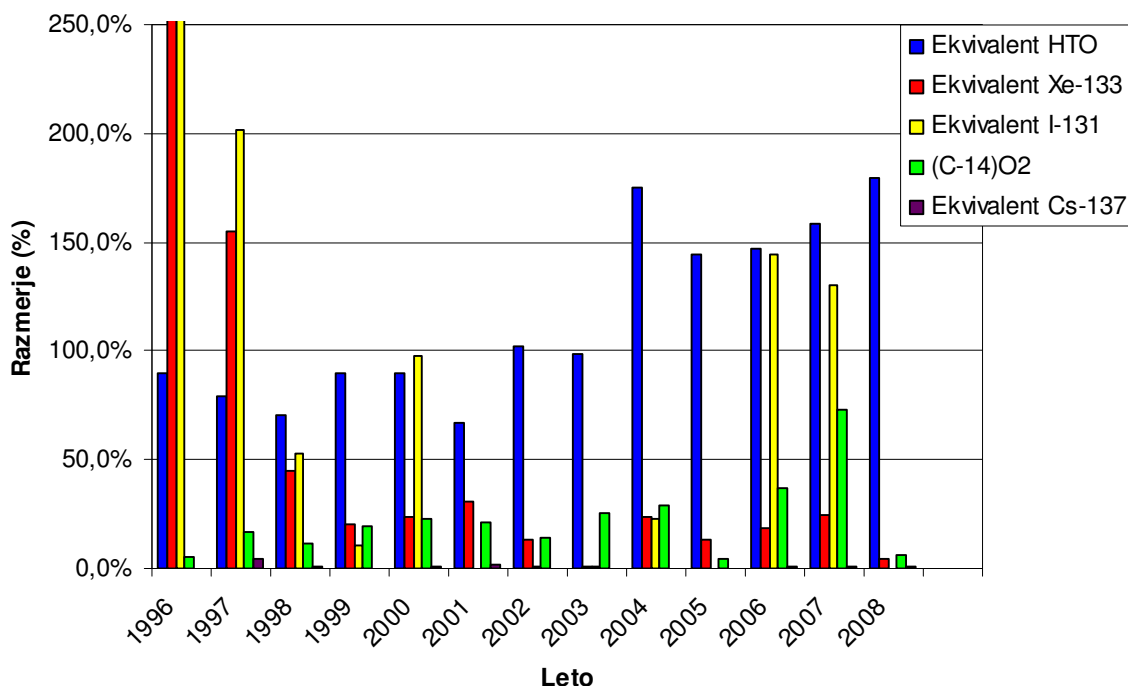
Na sliki 4.8 je primerjava podatkov o emisijah iz preglednice 4.3 za leta od 1996 do 2008. S slike je razvidno, da so emisije NEK nižje ali primerljive z emisijami drugih tlačnovodnih elektrarn. Emisije tritija so višje od povprečja, kar je posledica prehoda na 18 mesečni gorivni cikel.

Emisije I-131 so bile prav tako primerljive s povprečjem do leta 2000 in ponovno v letu 2006, v letih od 2001 do 2005 pa so bile minimalne. Povečane emisije I-131 v letu 2006 in 2007 glede na pretekla leta so zaradi nekoliko slabše integritete goriva ob koncu 21. in 22. cikla. Med menjavo goriva med remontom 2007 so v sredico vložili le pregledane in povsem nepoškodovane jedrske gorivne elemente. Iz preglednice 4.2a je razvidno, da je bilo nekaj izpustov I-131 v prvi polovici leta 2008, vendar so ti izpusti več velikostnih redov nižji, kot so bili v preteklosti.

Emisije C-14 so bile v letu 2008 nekajkrat nižje od dolgoletnega povprečja NEK in mnogo manjše kot emisije C-14 v drugih elektrarnah EU.

Preglednica 4.3: Podatki o povprečnih letnih zračnih emisijah (GBq na leto) za PWR-reaktorje v EU (povprečje 1999–2003) in primerljivi podatki za NEK v letu 2008.

	EU (GBq na leto)	NEK (GBq na leto)	Razmerje NEK/EU	Opomba za NEK
Tritij	1,22 E+03	2,19E+03	179,5	Ekvivalent HTO
Žlahtni plini	6,79 E+03	3,06E+02	0,045	Ekvivalent Xe-133
I-131	3,62 E-02	3,86E-07	1e-6	Ekvivalent I-131
C-14	3,33 E+02	2,10E+01	0,063	¹⁴ CO ₂
Beta-gama	5,64 E-02	7,10E-04	0,013	Ekvivalent Cs-137



Slika 4.8: Razmerje emisij NEK in povprečje EU (1999–2003)

INGESTIJSKE DOZE ZARADI ATMOSFERSKIH IZPUSTOV C-14

V poročilu o meritvah radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško za leto 2008 je podrobno obdelan prispevek atmosferskih izpustov izotopa C-14 k ingestijski dozi. Prispevek C-14 k inhalacijski dozi je majhen, le nekaj desetink odstotka skupne inhalacijske doze, v letu 2008 tako le 0,026 nSv ali le 0,7 % celotne inhalacijske doze.

C-14 se vgrajuje v rastline, ki jih uživajo ljudje in živali. Pri prispevku k dozi zaradi izpustov C-14 je tako treba upoštevati tudi ingestijsko dozo. Ocenjena efektivna doza zaradi ingestije C-14 iz izpustov NEK (ref. [21]) je ocenjena na 1 μ Sv na leto. Ker so bili izpusti C-14 v letu 2008 manjši kot v letu 2007 je tudi ocenjena doza zaradi ingestijske doze C-14 ustrezno manjša. Izpusti C-14 so bili v letu 2008 približno 5-krat manjši kot v 2007, ocenjena inhalacijska doza zaradi C-14 pa približno 2,5-krat manjša kot v 2007. Če privzamemo, da je ingestijska doza zaradi C-14 za enak faktor 2,5 v letu 2008 nižja kot v 2007, je prispevek k efektivni dozi okoli 0,5 μ Sv na leto v Spodnjem Starem Gradu in okoli 1 μ Sv na ograji NEK.

Pripomniti je tudi treba, da kaže polje, ki opisuje geografsko odvisnost koncentracije C-14 v rastlinah v okolici NEK izrazito sploščenost v smeri jugovzhod-severozahod, podobno kot povprečni letni razredčitveni koeficienti. Vendar pa to polje ne kaže upadanja na majhnih razdaljah od NEK, kot kažejo razredčitveni koeficienti, izračunani z Lagrangevim modelom.



g) UGOTOVITVE

Sedanji program vzorčevanja in meritev omogoča primeren vpogled in nadzor zračnih emisij NEK in koncentracij radionuklidov v okolici NEK. Tako merilne kot tudi evalvacijske metode dajejo konsistentne in zanesljive podatke, ki omogočajo primerjavo za vrsto let nazaj.

V letu 2008 smo za izračun doz zaradi atmosferskih izpustov uporabili Lagrangeev model, ki bolje opisuje razširjanje radioaktivnosti od točke izpusta ter upošteva lokalne vremenske razmere, vendar pa smo doze izračunali tudi z Gaussovimi modelom. NEK uporablja Lagrangeev model že od leta 2002 za potrebe ukrepanja ob jedrski nesreči, saj upošteva dejansko morfologijo in značilnosti objektov v NEK in okolici.

Z uporabo tega modela so izračunane predvidene učinkovite doze zaradi inhalacije in imerzije skoraj stokrat nižje kot v preteklih letih.

V letu 2008 je Evropska komisija izdala publikacijo [22], v kateri so izračunane doze zaradi izpustov iz jedrskih elektrarn in obratov za predelavo jedrskega goriva v Evropi. Doze so izračunane za kritični skupino prebivalstva za vse objekte ob enakih predpostavkah in na enakih razdaljah 500 m in 5000 m od objekta. Pri ocenjevanju doze zaradi plinskih izpustov je učinkovita doza za 75 % objektov manjša od 1,4 μSv na leto na razdalji 500 m in manjša od 0,24 μSv na leto na razdalji 5000 m. Naselje Stari Grad se nahaja na razdalji 1,5 km od točke izpusta iz NEK. Ocenjena letna učinkovita doza za leto 2008 je 0,5 μSv in je predvsem posledica ingestije zaradi C-14. Podobna ugotovitev velja tudi za druge jedrske objekte v Evropi.

h) SKLEPI

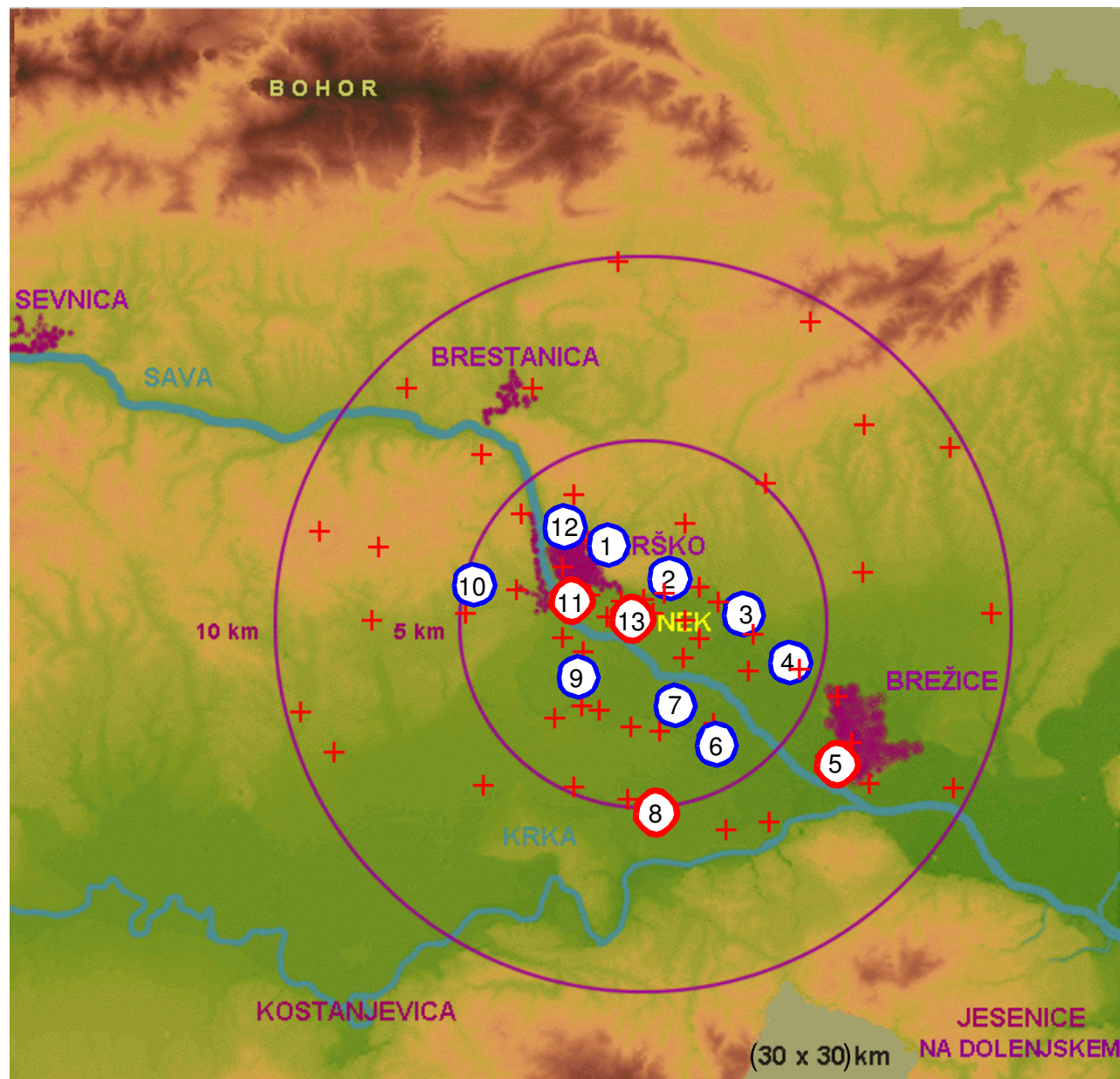
Ovrednotenje emisij na osnovi evalvacije meritev aerosolnih filtrov ter atmosferskih emisij z modelskimi izračuni razredčitvenih koeficientov, ki temeljijo na realnih vremenskih podatkih, je za leto 2008 pokazalo naslednje:

- predvidena učinkovita doza zaradi **inhalacije aerosolov** v okolici NEK je predvsem posledica inhalacije dolgoživih naravnih radionuklidov in je za odraslega posameznika **(46 ± 6) μSv na leto**;
- predvidena učinkovita doza zaradi **inhalacije umetnih radionuklidov** v aerosolih v okolici NEK je posledica radionuklidov, ki so del globalne kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in je za odraslega posameznika **(0,00119 ± 0,00040) μSv na leto**;
- vsebnost **žlahtnih plinov** v zraku povzroča glavno zunanjo sevanja, ki je za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva (naselje Stari Spodnji Grad) **0,2 nSv na leto**;
- izpusti hlapov in plinov, ki vsebujejo **tritij**, povzročajo največjo učinkovito dozo zaradi inhalacije; ta je za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva na leto **3,8 nSv**; prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, vendar pri tem niso upoštevane posledice prehoda radionuklidov iz zraka v druge prenosne poti;
- ocena posledic, narejena na osnovi meritev C-14 v vzorcih hrane, ki so bile opravljene v letu 2006, potrjuje pomembnost te prenosne poti; ocenjeni prispevek NEK k letni učinkoviti dozi za posameznika, ki bi užival samo hrano, pridelano ob ograji NEK z največjo izmerjeno vsebnostjo C-14, je v letu 2006 ocenjena na **2 μSv na leto** (poročilo o nadzoru radioaktivnosti v okolici NEK za leto 2006 [24]); pripomniti je treba, da je to nerealna predpostavka, postavljena zaradi določitve zgornje meje vpliva na ljudi; zaradi manjših izpustov C-14 v letu 2008 dozo zaradi ingestije C-14 ocenjujemo na **0,5 μSv** ;
- **skupna letna učinkovita doza** za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva, ki je posledica inhalacije in imerzije, je **4,0 nSv v letu 2008**.



i) REFERENCE

- [17] Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999–2003, Radiation Protection 143, European Commission, Bruselj, 2005
- [18] C. E. Tarrant, Mathematical modelling methods for assessing radiation doses received by populations in the vicinity of nuclear site from atmospheric discharges, Radiation Protection Dosimetry, Oxford, 35 (1991) 24, 211–214
- [19] UNITED NATIONS, Sources and effects of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (UNSCEAR), YN, New York, 2000
- [20] Poročila o obsevanosti prebivalcev Slovenije, ZVD, 2000 – 2006
- [21] B. Obelić, Izvještaj o rezultatima mjerenja BO-5/09, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, februar 2009
- [22] Implied doses to the population of the EU arising from reported discharges from EU nuclear power stations and reprocessing sites in the years 1997 to 2004, Radiation Protection 153, European Commission, Bruselj, 2008
- [23] Izvještaj o rezultatima mjerenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 6. 2. 2008
- [24] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161



DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

+ TL DOZIMETRI

KONTINUIRNI MERILNIKI
HITROSTI DOZE ZUNANJEGA
SEVANJA

① Z METEOROLOŠKO POSTAJO

① IN BREZ NJE

- 1 - LIBNA
- 2 - SPODNJI STARI GRAD
- 3 - PESJE
- 4 - GORNJI LENART
- 5 - BREŽICE
- 6 - SKOPICE
- 7 - VIHRE
- 8 - CERKLJE
- 9 - BREGE
- 10 - LESKOVEC
- 11 - KRŠKO
- 12 - KRŠKO
- 13 - NEK



DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

a) ZNAČILNOSTI MERILNIH MEST

Termoluminiscenčni dozimetri TLD

V okviru nadzora radioaktivnosti v okolici NEK se zunanje doze sevanja (sevanje gama in ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja) merijo s 57 termoluminiscenčnimi dozimetri (TLD) v okolici NEK in z devetimi TLD na ograji NEK. Dozimetri se uporabljajo za več namenov, in sicer za:

- spremljanje doze zunanjega naravnega sevanja zaradi ugotavljanja lokalnih posebnosti in razponov;
- oceno vplivov NEK zaradi atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi oziroma za preverjanje modelskih ocen na podlagi emisij;
- oceno izpostavitve zunanjemu sevanju ob neizgodi po prehodu radioaktivnega oblaka;
- oceno izpostavitve zunanjemu sevanju zaradi nelokalnih vplivov (kot je bila npr. černobilska kontaminacija).

Dozimetri so nameščeni radialno okoli NEK na razdaljah do 10 km. Postavljeni so na lokacijah, ki vključujejo tako urbano kot ruralno okolje z obdelanim in neobdelanim zemljiščem. Seznam dozimetrov zunaj in na ograji NEK z osnovnimi podatki je v tabelah T-53/a, razmestitev pa je razvidna s slike na prejšnji strani.

V Sloveniji dodatno poteka v okviru republiškega nadzornega programa meritev doze zunanjega sevanja s TLD na 50 lokacijah po vsej državi (podatki so v tabeli T-54).

V okviru nadzornega programa NEK je na Hrvaškem postavljenih 10 TLD (podatki v tabeli T-55).

Kontinuirni merilniki sevanja

V okolici NEK je postavljenih 14 kontinuirnih merilnikov MFM-203, 13 jih nadzira NEK, enega pa URSJV (prav tako so označeni na sliki na predhodni strani). Namenjeni so za:

- sprotno spremljanje zunanjega sevanja in
- zgodnje opozarjanje.

Poleg teh je po vsej Sloveniji še 66 kontinuirnih merilnikov. Na Hrvaškem je devet kontinuirnih merilnikov. Podatki o lokacijah kontinuirnih merilnikov so v tabeli T-56/a.

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Vsi TLD se odčitavajo polletno, in sicer v obdobju junij–julij in december–januar. Odčitavanje TLD v Sloveniji poteka na sistemu IJS MR 200 (C) v *Laboratoriju za termoluminiscenčno dozimetrijo* na IJS. Pred namestitvijo TLD se opravi individualna kalibracija tabletk po postopku *Umerjanje (kalibracija) dozimetrov IJS TLD-05 (TLD-KP-02)*.



c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Talni usedi zaradi atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi in posledične zunanje doze so bili v okviru nadzornega programa NEK ocenjeni z računalniškim programom RASCAL 3.0.3 [27].

Izpostavljenosti zunanjemu sevanju iz oblaka (imerzija) so bile ocenjene v poglavju "Zrak" z uporabo podatkov o atmosferskih izpustih iz NEK in z modelskima izračunoma, ki upoštevata realne meteorološke podatke. V preteklosti so bile ocene narejene z Gaussovimi modelom, od leta 2007 pa še z Lagrangeevim.

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merilnimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **ZunanjeSevanje2008.pdf**.

TERMOLUMINISCENČNI DOZIMETRI

Leto 2008

Rezultati meritev zunanjega sevanja (sevanja gama in ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja) za leto 2008 so v tabelah T-53/b in T-53/c za okolico NEK in za TLD na ograji NEK. V tabeli 5.1 so povzete letne doze TLD za okolico NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem.

Tabela 5.1: Letne doze TLD (H_x)[#] v okolici NEK, stanovanjih v okolici NEK (leto 1998), na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem ($H_p(10)$) v letu 2008

Lokacija	št. TLD	Letna doza \pm SD* (mSv)	Razpon letnih doz (mSv)
okolica NEK	57	$0,769 \pm 0,083$	0,577–0,949
stanovanja (1998)	100	$0,774 \pm 0,202$	0,338–1,49
na ograji NEK	9	$0,563 \pm 0,053$	0,472–0,636
Slovenija	50	$0,811 \pm 0,143$	0,576–1,31
Hrvaška**	10	$0,997 \pm 0,169$	0,80–1,25

* SD - disperzija populacije izmerkov

** po navedbi izvajalca merijo letno ekvivalentno dozo $H_p(10)$

Povprečna letna doza v **okolici NEK** je bila **(0,769 \pm 0,083) mSv na leto** z razponom od 0,577 mSv do 0,949 mSv na leto. Pri 50 TLD v **Sloveniji**, ki jih je izvajal IJS, je bila v letu 2008 povprečna letna doza **(0,811 \pm 0,143) mSv na leto** z razponom od 0,576 mSv do 1,31 mSv na leto.

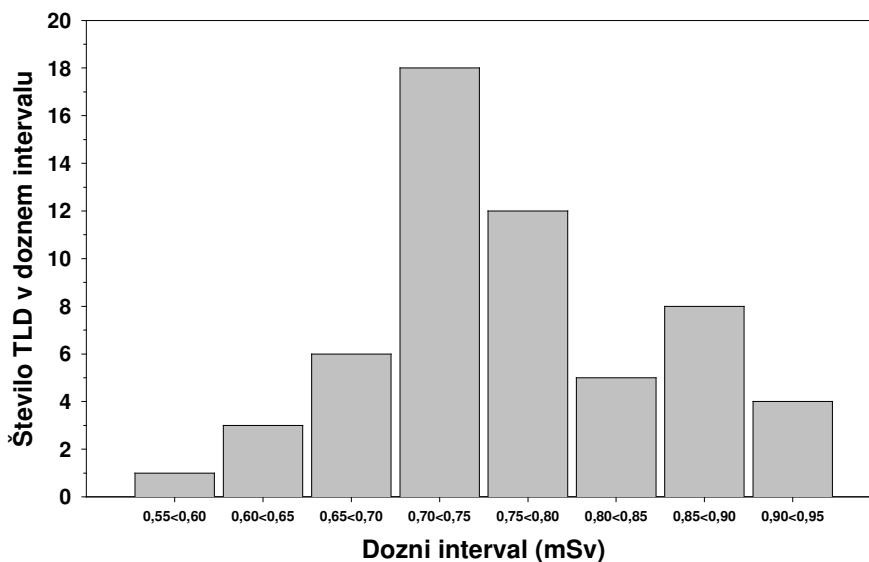
[#] Za spekter sevanja v naravnem okolju velja zveza $H^*(10) = 1,07 H_x$. Fotonsko ekvivalentno dozo H_x smo obdržali zaradi kontinuitete meritev v preteklosti.



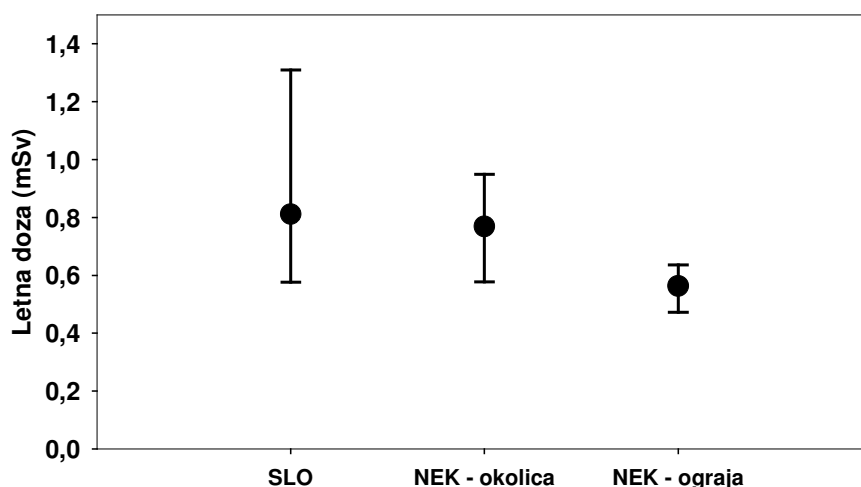
Tako v okolici NEK kot drugje po Sloveniji variacije med letnimi dozami na različnih lokacijah izvirajo iz lokalnih posebnosti, kot so različne vsebnosti naravnih radionuklidov v zemljišču, konfiguracija zemljišča in objekti, kot so zgradbe in asfaltirane ali betonirane površine, ki slabijo sevanje gama naravnih radionuklidov iz zemljišča.

Za devet dozimetrov na ograji NEK je značilna nižja letna doza, ki je bila $(0,563 \pm 0,053)$ mSv na leto z razponom od 0,472 mSv do 0,563 mSv na leto. Tako je povprečna letna doza v okolici NEK za tretjino višja od tiste na ograji NEK. Razliko pripisujemo prodatim tlem (odstranjena plast zemlje) in zaščitnemu delovanju zgradb ter asfaltiranih površin znotraj ograje NEK, ki slabijo zunanje sevanje naravnih izotopov iz zemljišča. Neposredni vpliv sevanja iz elektrarniških objektov na ograji ni merljiv. Ta sklep so v preteklosti potrjevale meritve sevanja z ionizacijsko celico na krožni poti znotraj ograje ob rednih obhodih mobilne enote v NEK (ROMENEK). Nekoliko povišane vrednosti so bile opazne le v bližini skladišča RAO in rezervoarja RWST, drugod pa so bile nižje od tistih v navadnem okolju. Za leto 2007 in 2008 s tem podatkom ne razpolagamo, saj je bil program meritev v okviru ELME močno okrnjen in so odpadle vse meritve znotraj ograje NEK.

Na sliki 5.1 je prikazana pogostost doz po doznih intervalih za okolico NEK v letu 2008. Na sliki 5.2 so za leto 2008 prikazane še povprečne letne doze TLD in njihov razpon v Sloveniji, v okolici NEK in na ograji NEK. Značilno je, da se povprečni letni dozi za Slovenijo in okolico NEK neznatno razlikujeta. Pri dozimetrih v Sloveniji je razpon doz nekoliko večji kot pri dozimetrih v okolici NEK. Lokacije TLD v Sloveniji so nekoliko bolj raznolike, kot je to pri tistih v okolici NEK. Za dozimetre na ograji NEK pa je poleg nižjih vrednosti značilna še manjša disperzija izmerkov na različnih mestih, kar kaže na dokaj uniformno sevalno okolje.



Slika 5.1: Pogostost doz TLD po doznih intervalih za okolico NEK v letu 2008



Slika 5.2: Povprečne vrednosti letnih doz TLD (IJS) in njihovi razponi za Slovenijo, okolico NEK in na ograji NEK v letu 2008

KONTINUIRNI MERILNIKI

V okolici NEK je 14 kontinuirnih merilnikov hitrosti doze. Rezultati so v tabeli T-56/b. Pri rezultatih meritev s temi merilniki je lastno ozadje merilnikov upoštevano in odšteto od izmerka. V letu 2008 je bila izmerjena povprečna letna doza ($0,64 \pm 0,06$) mSv v razponu od 0,52 mSv do 0,72 mSv. Povprečna letna doza iz teh meritev je za okrog 20 % manjša, kot je povprečna letna doza, izmerjena s TLD v istem letu. Omeniti je treba, da je 20 % sicer pod relativno negotovostjo posamezne meritve, vendar kaže na sistematski vpliv pri nizkih hitrostih doze.

Povprečna letna doza pri 66 kontinuirnih merilnikih v Sloveniji je bila v letu 2008 ($0,76 \pm 0,27$) mSv v razponu od 0,39 mSv do 1,4 mSv. Povprečna letna doza je primerljiva s tisto, ki jo kažejo meritve s TLD na območju Slovenije.

Rezultati v preteklosti

Na sliki 5.3 so za vsa obdobja meritev povzeti rezultati letnih doz s TLD v okolici NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem. Za leti 2006 in 2007 je dodano povprečje meritev s TLD za Slovenijo, ki jih je izvajal ZVD.

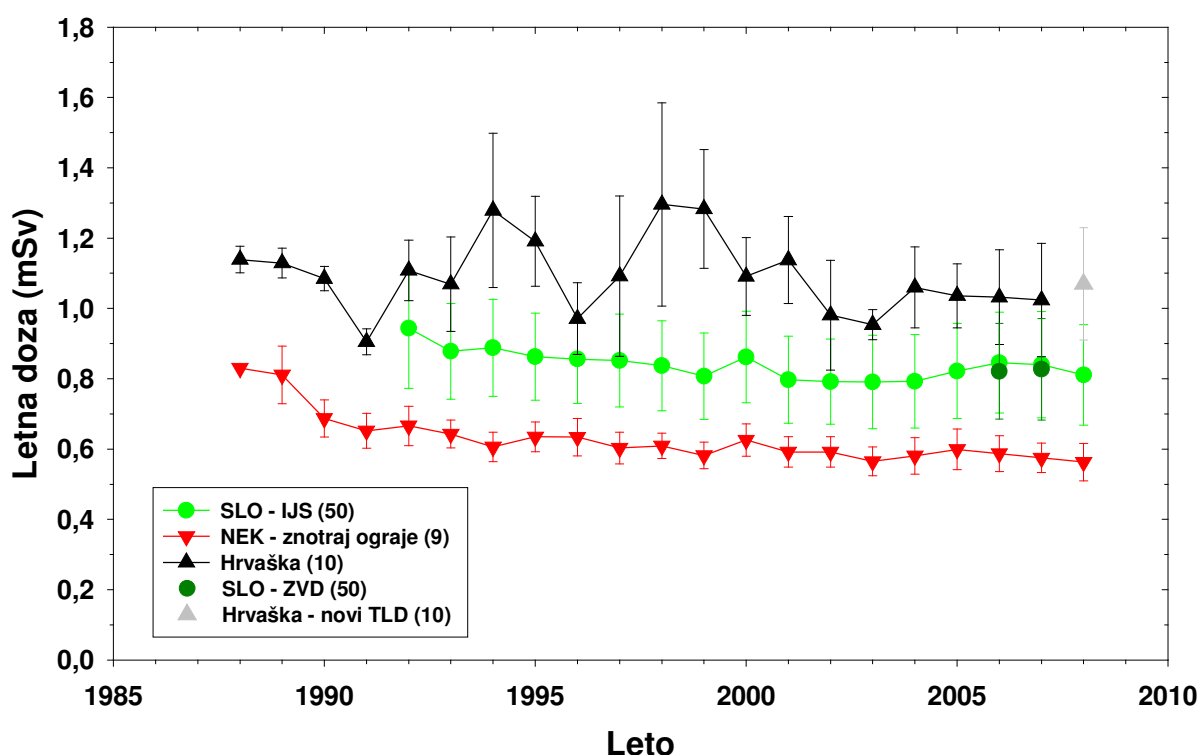
Za meritve v Sloveniji je v vseh primerih značilno zmanjševanje letne doze, predvsem v prvih letih po črnbilski nesreči, ki se je zgodila leta 1986. Vzrok je razpad usedlih kratkoživih sevalcev gama, ki so v začetnem obdobju največ prispevali k zunanjemu sevanju, in prodiranje dolgoživega Cs-137 v globino. V zadnjih desetih letih, ko je v okolju le še Cs-137, upadanje ni več opazno, saj se zaradi radioaktivnega razpada njegova aktivnost zmanjšuje le za 2,3 % na leto. Neposrednega prispevka Cs-137 k zunanjemu sevanju iz meritev s TLD ni mogoče oceniti, ker ne razpolagamo s primerljivimi podatki iz predčrnbilskega obdobja. Zato smo ga ocenili iz meritev vsebnosti Cs-137 v zemlji za ruralno okolje in s spektrometrija gama in-situ za urbano okolje. Ugotovitve so v podpoglavju e3.



V vsem obdobju so doze v Sloveniji neznatno višje od tistih v okolici NEK. Razlog je najverjetnejše v večji pestrosti točk republiškega programa, ki vključuje tudi lokacije, kjer zaradi konfiguracije zemljišča ali večje nadmorske višine pričakujemo višje ravni sevanja. Doze na ograji NEK so bile v vsem obdobju za okrog tretjino nižje od tistih v okolici.

V letu 1998 je bila s TLD izmerjena doza v 100 prostorih 27 stanovanjskih enot v okolici NEK. Opravljene so bile nekajmesečne meritve in ekstrapolirane na celo leto. Povprečna vrednost je bila **(0,774 ± 0,202) mSv na leto** v razponu od 0,338 mSv do 1,49 mSv na leto.

Vrednosti letnih doz TLD na Hrvaškem so bile v preteklosti sistematično višje od tistih v Sloveniji. V letu 2008 so bili uvedeni novi TLD drugega izvajalca in vrednosti v tem letu se za manj kot 10 % razlikujejo od povprečne vrednosti v Sloveniji.



Slika 5.3: Povprečne letne doze TLD v okolici NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem

e) OCENA VPLIVOV

Prebivalstvo v okolici NEK je izpostavljeno različnim virom zunanega sevanja:

- sevanju gama zaradi naravnih izotopov v okolju;
- kozmičnemu sevanju;
- sevanju gama zaradi černobilske kontaminacije in kontaminacije ob poskusnih jedrskih eksplozijah;
- zunanjemu sevanju zaradi vplivov NEK;
- medicinskim izpostavitvam, zlasti rentgenskim pregledom (teh izpostavitve ne obravnavamo, saj ne razpolagamo s podatki).



e1) PRISPEVKI NEK

Prispevek NEK k zunanji izpostavljenosti prebivalstva je mogoč po treh prenosnih poteh:

- neposredno sevanje žarkov gama in nevtronov iz objektov znotraj ograje NEK;
- sevanje gama ob prehodu oblaka pri atmosferskih izpustih radioaktivnih snovi iz NEK;
- sevanje gama zaradi usedlih radioaktivnih snovi iz oblaka pri atmosferskih izpustih.

Neposredno sevanje iz objektov znotraj ograje NEK

V poglavju o rezultatih meritev TLD je bilo ugotovljeno, da je prispevek sevanja gama iz objektov znotraj ograje NEK k dozi na ograji zanemarljiv.

V preteklosti so bili nekajkrat izmerjeni počasni in hitri nevtroni v bližini odprtine za vnos in iznos opreme na zadrževalnem hramu ("*equipment hatch*"). Rezultati so v poročilih *ROMENEK 2/98*, *ROMENEK 3/99* in *ROMENEK 3/00*. V letu 1995 je bila opravljena tudi meritev zunaj ograje NEK. Meritev za oceno prispevka nevtronov k spektru žarkov gama je bila opravljena z visokoločljivostnim spektrometrom gama z ustreznimi konverterji na desnem bregu Save na razdalji 450 m od zadrževalnega hrama. Izmerjeno je bilo le naravno ozadje kozmičnih nevtronov [26].

Ugotavljamo, da je prispevek sevanj iz objektov znotraj ograje NEK k zunanji dozi zunaj ograje zanemarljiv.

Sevanje iz oblaka (imerzija)

Letne doze zunanjega sevanja ob prehodu oblaka (imerzijske doze) pri atmosferskih izpustih iz NEK so ocenjene v poglavju "*Zrak*" na podlagi podatkov o izpuščenih aktivnostih in ob upoštevanju razredčitvenih faktorjev, dobljenih iz modelov in merjenih vremenskih podatkov. Glavnina izpostavitve je zaradi izpustov žlahtnih plinov (predvsem Ar-41).

Tabela 5.2: Letne efektivne doze zunanjega sevanja iz oblaka (leto 2008)

Lokacija	Gaussov model		Lagrangeev model	
	Razdalja (km)	Letna doza (mSv)	Razdalja (km)	Letna doza (mSv)
Spodnji Stari Grad	0,8	1,3 E-5	1,5	1,8 E-7
Vrbina	0,8	9,2 E-6	0,8	1,5 E-7
Brežice	5,6	1,1 E-6	7,1	3,5 E-8
Vihre	2,5	2,6 E-6	3,1	2,9 E-8
Mrtvice	2,4	5,4 E-6	2,8	3,6 E-8
Brege	2,1	2,0 E-6	2,3	6,8 E-8
Žadovinec	1,6	2,2 E-6	1,7	1,1E-7
Leskovec	2,3	5,9 E-7	2,9	7,4 E-8
Krško – Stara vas	1,8	1,6 E-6	1,7	9,4 E-8
Pesje	2,6	2,7 E-6	3,0	1,2 E-7
Dobova	12,0	3,2 E-7	12,1	1,8 E-8
ograja NEK	0,5	6,7 E-5	0,2	2,9 E-7



V preteklosti je bil v uporabi Gaussov model, za leto 2007 in 2008 pa so bile narejene tudi ocene z uporabo Lagrangeevega modela. Rezultati so v tabeli 5.2. Iz tabele je razvidno, da so bile ocene za nekatera referenčna mesta narejene za različne razdalje od izpustnega mesta, zato rezultati niso popolnoma primerljivi. Kljub temu je očitno, da so rezultati Lagrangeevega modela sistematično in znatno nižji kot rezultati Gaussovega modela. Največje so razlike pri manjših razdaljah, medtem ko z razdaljo pojemajo.

Po Gaussovem modelu so letne imerzijske doze precej odvisne od oddaljenosti od izpustnega mesta in segajo od velikostnega reda E-7 mSv do E-4 mSv (razmerje med največjo in najmanjšo vrednostjo je 200). Po Lagrangeevem modelu so vrednosti tipično velikostnega reda 1 E-7 mSv, razpon pa je bistveno manj izrazit (faktor 16).

Vsekakor pa je mogoče skleniti, da so imerzijske doze zaradi izpustov radioaktivnih žlahtnih plinov iz NEK popolnoma nepomebne, saj je celo v skrajnem primeru (ograja NEK – Gaussov model) letna doza manj kot 0,01 % izpostavitve naravnemu ozadju, medtem ko je ob uporabi Lagrangeevega modela letna doza le okrog E-7 naravne doze.

Used radioaktivnih snovi iz oblaka

Izpostavitvev zunanjemu sevanju zaradi usedlih radioaktivnih snovi iz oblaka je bila ocenjena z uporabo računalniškega programa RASCAL 3.0.3 [27]. Iz podatkov o izpustih radioaktivnih izotopov v ozračje so bili ocenjeni talni usedi posameznih radionuklidov in njihov prispevek k zunanji dozi. Program je namenjen kratkoročnim vplivom ob izrednih dogodkih, zato neposredno ne omogoča ocene celoletnega vpliva zaradi atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi v okolje. Zaradi tega smo privzeli, da se celoletna izpuščena aktivnost sprosti v kratkem času (privzeta 1 ura), in s programom ocenili dozo zaradi useda v obdobju štirih dni po izpustu. Tako dobljene doze smo ekstrapolirali na vse leto z upoštevanjem radioaktivnih razpadov posameznih radionuklidov. Štiridnevne doze smo zato pomnožili s faktorjem ft :

$$ft = \frac{1}{4\lambda} (1 - e^{-\lambda t})$$

λ razpadna konstanta (d^{-1})

$t = 365$ d

V oceno niso vključeni radioaktivni žlahtni plini, ker se ne usedajo iz oblaka [28]. Ocene so bile narejene za razne vremenske razmere, ki jih generično vključuje program. Pokazalo se je, da konservativno oceno dobimo z naslednjimi vremenskimi razmerami: zimsko jutro, razred stabilnosti E, hitrost vetra 6,4 km/h, brez padavin*. Končna ocena je bila narejena za razdaljo 500 m od NEK. Za izpuščene aktivnosti so bile privzete emisijske vrednosti. Rezultati za leto 2008 so v tabeli 5.3. Ocena je skrajno konservativna, saj vključuje predpostavko, da gre ves letni izpust zgolj v eni smeri, ne upoštevajoč "rože vetrov", s čimer najmanj za velikostni red precenjuje realne vrednosti. Več kot 80 % letne doze zunanlega sevanja zaradi useda je v letu 2008 povzročil Cs-137.

Rezultati kažejo, da gre za dozo velikostnega reda 100 nSv na leto, kar je primerljivo z izpostavitvijo naravnemu sevanju v eni uri. Tega prispevka NEK ni mogoče izmeriti s TLD in kontinuirnimi merilniki v okolici NEK. Poleg tega pa tudi variacije letnih doz na posameznih lokacijah zaradi različnosti naravnega sevanja daleč presegajo prispevek NEK.

Na sliki 5.4 so ocenjene efektivne zunanje doze zaradi useda za nekaj zadnjih let. Letne variacije se pojavljajo predvsem zaradi različnih izpuščenih aktivnosti.

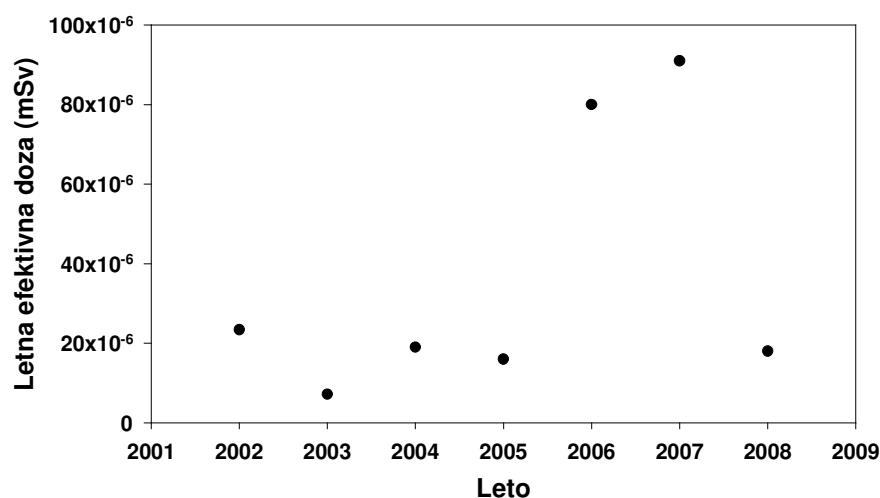
* Občasne atmosferske izpuste NEK praviloma izvaja v obdobju brez padavin.



Tabela 5.3: Ocena letne zunanje doze zaradi useda radioaktivnih snovi za leto 2008 (500 m od NEK)

Izotop	$t_{1/2}$ / d	Bq na leto	Bq/m ²	$(E/t)/A$ (Sv/d)/Bq	ft / d	Sv na leto
Cr-51	27,7			1,45E-17	9,990	
Mn-54	312	1,1 E3	1,6 E-3	3,98E-16	62,515	2,7 E-11
Fe-55	1003	2,7 E5	3,9 E-1	0	80,483	
Fe-59	44,5			5,36E-16	15,995	
Co-57	271,8			5,64E-17	59,315	
Co-58	70,86	2,5 E4	3,6 E-2	4,59E-16	24,819	2,8 E-10
Co-60	1925	2,2 E4	3,1 E-2	1,16E-15	85,505	2,2 E-9
Zr-95	64			3,63E-16	22,640	
Nb-95	35,0			3,54E-16	12,650	
Te-123m	119,5			6,97E-17	38,025	
Te-125m	58	1,4E3	2,0 E-3	1,74E-17	20,652	9,0 E-13
Te-127m	109			6,81E-18	35,454	
Sb-125	1007,5	8,7 E2	1,2 E-3	2,09E-16	80,728	1,5 E-11
I-131	8,023	3,4 E2	4,9 E-4	1,57E-16	2,900	1,5 E-13
I-132	0,096			3,94E-17	0,035	
I-133	0,867	2,2 E2	3,1 E-4	8,9 E-17	0,313	6,1 E-15
Cs-134	753,5	1,1 E3	1,6 E-3	7,47E-16	77,486	6,4 E-11
Cs-137	10990	6,9 E5	1,0 E0	2,39E-16	90,204	1,5 E-8
					VSOTA:	1,8 E-8

$$\text{Used (Bq/m}^2\text{)} = 1,43 \text{ E-6} * \text{Izpust (Bq)}$$



Slika 5.4: Doze zunanjega sevanja zaradi useda pri atmosferskih izpustih



Sklep o prispevkih NEK k zunanji izpostavitvi

Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so zanemarljivi in nemerljivi z mrežo TLD in s kontinuirnimi merilniki. Posredno konservativno ocenjujemo, da je letna učinkovita doza manjša od 0,0001 mSv na leto.

Primerjava s podobnimi objekti

V oceni izpostavitve prebivalstva v okolici švicarskih jedrskih elektrarn za leto 1995 so navedeni prispevki posameznih prenosnih poti [25]. Za primerjavo smo izbrali tri elektrarne tipa PWR: lokacijo Beznau z dvema blokoma po 364 MW (skupaj 730 MW) električne moči in elektrarno Goesgen z 965 MW. V obeh primerih **letno dozo zaradi izpustov žlahtnih plinov ocenjujejo na manj kot 0,0001 mSv na leto**, kar se ujema z zgoraj navedeno oceno za NEK v letu 2008.

e2) NARAVNO SEVANJE

V poglavju e1 je ugotovljeno, da prispevkov NEK k zunanji dozi ni mogoče neposredno meriti. Mreža TLD zato prikazuje dozo sevanja gama naravnih radionuklidov v okolju, ionizirajoče komponente in sevanja gama kozmičnega porekla ter prispevka globalne in regionalne kontaminacije s Cs-137 (atmosferski jedrski poskusi in nesreča v Černobilu). Ker pa je sedanji prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju v povprečju na ravni enega odstotka naravnega ozadja, meritve dejansko kažejo doze naravnega sevanja in njihove lokalne variacije. Povprečna doza v okolici NEK v letu 2008 je bila 0,87 mSv na leto in je bila enaka letni dozi v zaprtih prostorih v okolici NEK, izmerjeni leta 1998 (povprečno 0,82 mSv na leto). Povprečna letna doza v letu 2008 je bila za bivanje na prostem in v zaprtih prostorih v okolici NEK **0,83 mSv na leto**[#].

Dozimetri TLD ne merijo doze nevtronske komponente kozmičnega sevanja, zato smo le-to privzeli iz poročila [19]. Pri izpostavitvi svetovnega prebivalstva poročilo ocenjuje po prebivalstvu uteženo povprečje, upoštevajoč nadmorsko višino in geografsko širino. Tako je ocenjena letna doza za kozmične nevtrone 0,100 mSv na leto. Ker leži območje Krškega le okrog 200 m nad morsk gladino, smo privzeli podatek iz poročila [19], kjer za gladino morja na geografski širini 50° ocenjujejo letno nevtronsko dozo na 0,080 mSv na leto. Upoštevajoč zaščitni faktor 0,8 v zgradbah in faktor bivanja v bivališčih 0,8 ter na prostem 0,2, je letna učinkovita doza E_n kozmičnih nevtronov za prebivalstvo okolice NEK:

$$E_n = (0,080 \cdot 0,2 + 0,080 \cdot 0,8 \cdot 0,8) \text{ mSv} = 0,070 \text{ mSv}$$

Celotna letna doza naravnega ozadja zaradi naravnih sevalcev gama, ionizirajoče komponente in sevanja gama kozmičnega porekla, kozmičnih nevtronov in prispevka černobilskega Cs-137 v okolici NEK je 0,84 mSv na leto in se dobro sklada z oceno iz poročila [19] za svetovno prebivalstvo (0,87 mSv na leto).

[#] Upoštevali smo $H^*(10)$, ki je konservativna ocena za učinkovito dozo. Pri rezultatih starih meritev v zgradbah, ko je bila merjena ftonska ekvivalentna doza, smo upoštevali zvezo $H^*(10) = 1.07 H_x$



e3) PRISPEVEK KONTAMINACIJE OKOLJA S Cs-137

V poglavju "*Zemlja*" je bila iz meritev vsebnosti Cs-137 v zemlji v okolici NEK ocenjena letna efektivna doza na vrednosti od 1,1 μSv do 10 μSv , upoštevajoč 80-odstotno zadrževanje v hiši in 20-odstotno na prostem. To je od 0,1 % do 1,2 % povprečne celotne letne zunanje doze v okolici NEK (0,84 mSv na leto iz meritev s TLD in ocene nevtronske komponente). Ocenjena vrednost se dobro ujema z rezultati prejšnjih let.

V letu 2004 je bila ob obhodu *ROMENEK 3/04* v urbanem okolju (ploščad pred kulturnim domom v Krškem) opravljena meritev in situ z visokoločljivostnim spektrometrom gama. Iz meritve je bil ocenjen depozit Cs-137. Ob konservativni predpostavki, da gre za površinsko kontaminiranost neskončne površine, je hitrost doze ocenjena na 0,37 nSv/h oziroma 0,0032 mSv na leto (0,4 % povprečne letne doze v okolici NEK).

Prispevek Cs-137 k celotni zunanji dozi v letu 2008 konservativno ocenjujemo na velikostni red odstotka naravne doze.

f) POVZETEK LETNIH ZUNANJIH DOZ ZA PREBIVALSTVO V OKOLICI NEK

V tabeli 5.4 so povzete ocenjene letne efektivne doze zunanjega sevanja za prebivalstvo v okolici NEK. Prevladuje izpostavitve zaradi naravnega sevanja (praktično 100 %), used Cs-137 zaradi atmosferskih jedrskih poskusov in černobilske nesreče prispeva le kak odstotek, medtem ko je prispevek NEK pod 0,01 %.

Tabela 5.4: Letne efektivne doze zunanjega sevanja v letu 2008 za prebivalstvo v okolici NEK

Vir	Podatki	Letna efektivna doza (mSv)
sevanje gama + ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja	TLD ($H^*(10)$)	0,83 (92 %)
kozmični nevtroni	[19]	0,070 (8 %)
naravno sevanje - skupaj		0,90 (100 %)
kontaminacija zaradi černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij	Cs-137 v zemlji ali na urbani površini + model	<0,01 (<1 %)
NEK – atmosferski izpusti	oblak + used (model)	<0,0001 (<0,01 %)
Skupaj		0,94



g) SKLEPI

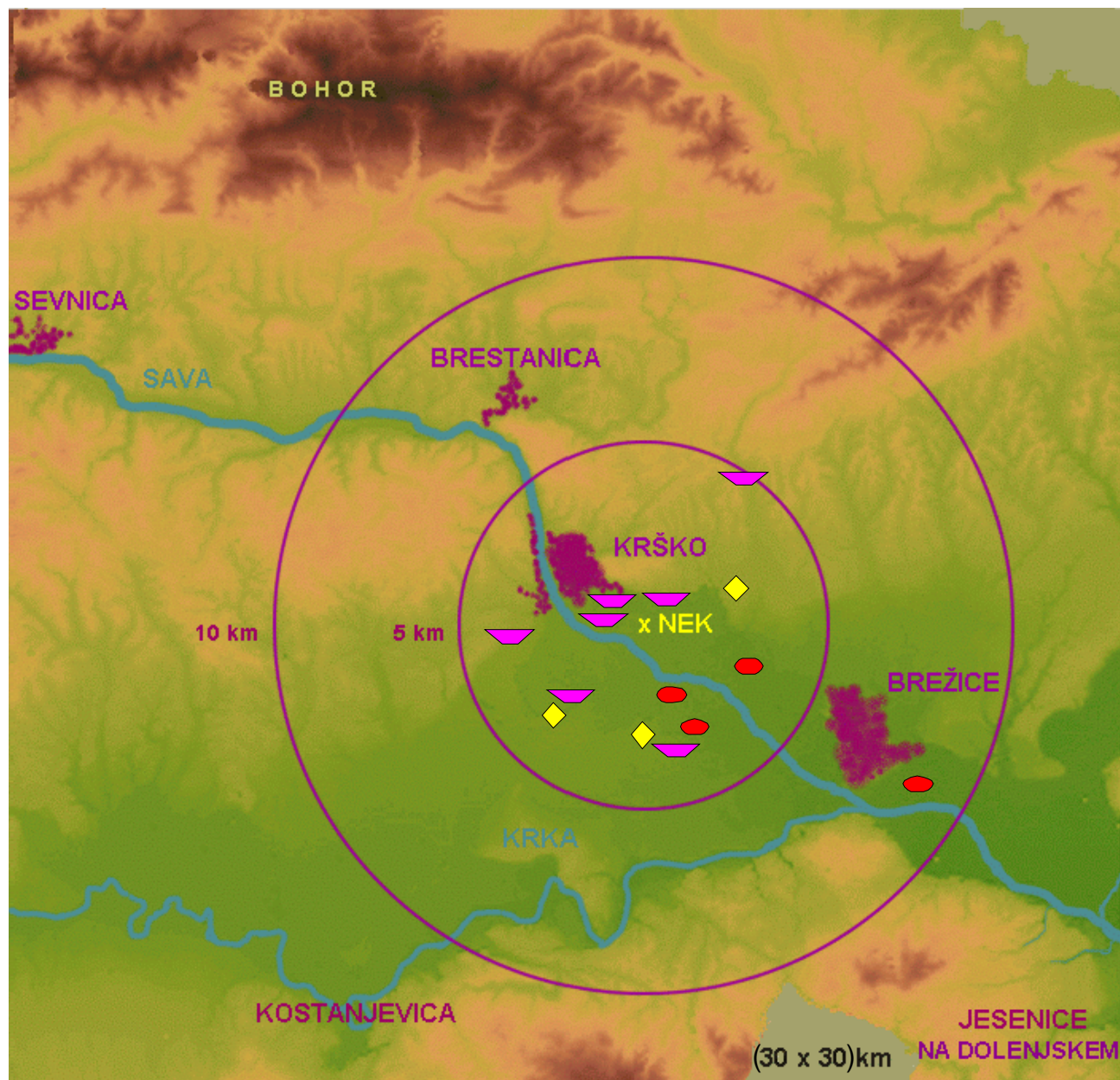
- Celotna letna doza naravnega ozadja zaradi naravnih sevalcev gama, ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja in kozmičnih nevtronov v letu 2008 je bila za prebivalstvo v okolici NEK 0,90 mSv na leto in je primerljiva z oceno za svetovno prebivalstvo.
- Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so zanemarljivi in jih neposredno ni mogoče izmeriti. Posredno konservativno ocenjujemo, da je letna efektivna doza manjša od 0,0001 mSv na leto.
- Ocena zunanje izpostavitve prebivalstva zaradi atmosferskih izpustov NEK v letu 2008 se ujema z ocenami treh primerljivih švicarskih jedrskih elektrarn in je manjša od 0,0001 mSv na leto.
- Prispevek kontaminacije zemljišča in urbanih površin s Cs-137 (černobilska nesreča in poskusne jedrske eksplozije) k letni dozi v letu 2008 je velikostnega reda enega odstotka naravnega ozadja oziroma največ okrog 0,01 mSv na leto.

h) REFERENCE

- [25] HSK – Annual Report 1995 Tables 1-5
(<http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/annual-report1995.pdf>)
- [26] Matjaž Korun, osebno sporočilo, 2003
- [27] PC program: Radiological Assessment System for Consequence Analysis RASCAL 3.0.3, NRC, June 2002
- [28] Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, Radiation Protection 72, European Commission, Report EUR 15760 EN, 1995

ZEMLJA IN HRANA

- SEZONSKO VZORČEVANJE HRANIL
- MESEČNO VZORČEVANJE MLEKA
- SEZONSKO VZORČEVANJE POPLAVNE ZEMLJE





Z E M L J A

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Vzorci zemlje se jemlje na treh lokacijah poplavnih zemljišč sotočno od NEK, kjer so vzorčevalna mesta po letu 1986, torej po jedrski nesreči v Černobilu: Amerika (oznaka točke 5D, levi breg, sotočna obrežna razdalja od NEK 3,2 km, tip zemlje rjava naplavina), Kusova Vrbina – Trnje (6E, levi breg, sotočna razdalja od NEK 8,5 km, mivkasta borovina) in Gmajnice (7D, desni breg, razdalja 2,6 km, njiva: rjava naplavina). Prvi dve lokaciji sta neobdelani površini, na tretji lokaciji se vzame vzorca obdelane in neobdelane površine. Poplavljanje lokacij se navadno pripeti vsaj enkrat na leto in je najpogostejše na lokaciji Kusova Vrbina – Trnje.

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Na vseh treh stalnih lokacijah se vzorci zemlje dvakrat letno, in sicer po posameznih plasteh do globine 30 cm za neobdelano in do globine 50 cm za obdelano površino. Meritve se opravi s spektrometrijo gama v vzorcih s premerom 90 mm in debelino 54 mm po predhodni pripravi vzorca (predvsem sušenje in mletje, homogenizacija), ki je podrobno opisana v delovnem navodilu *Zbiranje in priprava vzorcev zemlje (LMR-DN-07)*. Posebej se zbere, pripravi in izmeri vzorce trave. Meritve potekajo na osmih izmed devetih spektrometrov v laboratoriju, od katerih so štirje s širokim energijskim območjem zaznavanja žarkov gama in trije z ožjim območjem. Koncentracijo stroncija v vzorcih se nato določi z destruktivno radiokemijsko analizo.

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Pri ovrednotenju meritev smo določili prispevek naravnih in umetnih radionuklidov k zunanji dozi sevanja, ki je edina neposredna izpostavitvev sevanju radionuklidov v zemlji (izpostavitvev z vnosom preko prehranske verige obravnavamo v poglavju "Hrana"). Razmerje med obema prispevkoma bi lahko bilo pokazatelj vpliva NEK na okolje, če bi umetni radionuklidi izvirali iz NEK, sicer pa nekaj pove o splošni obremenjenosti okolja z umetnimi radionuklidi.

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele: T-57 do T-60 (IJS)

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **Zemlja2008.pdf**.

Glavna ugotovitev obdelave rezultatov je, da poleg pričakovanega prispevka umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89, ki ju najdemo v okolju zaradi atomskih poskusov v ozračju v petdesetih in šestdesetih letih ter nesreče v Černobilu, v letu 2008 v vzorcih ni bilo mogoče zaznati povišanih vrednosti umetnih radionuklidov, ki bi lahko izvirali iz NEK, kot sta Cs-137 in Sr-90/Sr-89, kot tudi prisotnosti Co-60 ali Cs-134. V letu 2008 radionuklida Co-60 in Cs-134 v vzorcih zemelj nista bila izmerjena nad detekcijsko mejo, res pa je, da so bili skupni tekoči izpusti Cs-134 v letu 2008 kar 37-krat manjši kot izpusti Cs-137 in kar 4-krat manjši kot skupni tekoči izpusti Cs-134 v letu 2007.

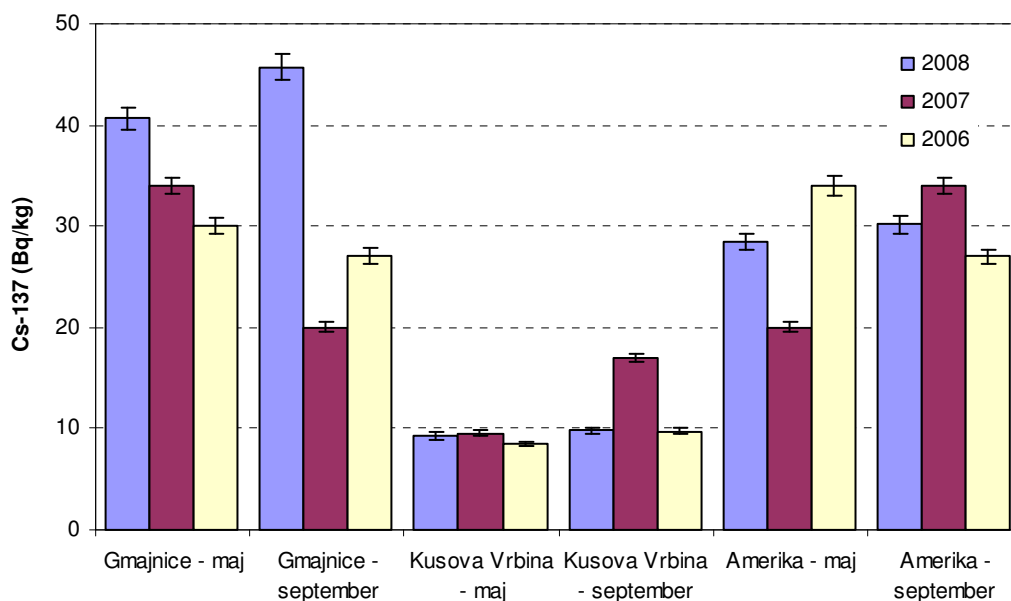
Poplavljanje reke Save in odlaganje iz zraka sta glavni prenosni poti za oba radionuklida iz NEK do območij, kjer se jemlje vzorcev zemelj. Skupni zračni izpusti Co-60 so bili v letu 2008 sicer veliko



manjši kot prejšnje leto (le $5,2 \text{ E}+3 \text{ Bq}$ v primerjavi z $4,3 \text{ E}+5 \text{ Bq}$ v letu 2007), skupni zračni izpusti Cs-137 pa kar 15-krat večji ($6,8\text{E}+5 \text{ Bq}$ v primerjavi z $4,5\text{E}+4 \text{ Bq}$ v letu 2007, 88 % aktivnosti izpuščene v februarju 2008). Skupni tekoči izpusti Co-60 so bili leta 2008 1,4-krat večji od skupnih tekočih izpustov Cs-137. V letu 2008 so bili skupni tekoči izpusti Co-60 2,7-krat manjši kot v letu 2007, skupni tekoči izpusti Cs-137 pa 4,9-krat manjši kot v letu 2007.

Specifične aktivnosti radionuklida Sr-90/Sr-89, utežene po globini zemlje do 15 cm^* , so v razponu ($0,45\text{--}2,1$) Bq/kg, s povprečno vrednostjo ($1,3 \pm 0,7$) Bq/kg. V letu 2007 je bila povprečna vrednost le-te za Sr-90/Sr-89 je ($0,6 \pm 0,3$) Bq/kg. Specifične aktivnosti radionuklida Cs-137, utežene po globini zemlje do 15 cm , so v razponu ($7,2\text{--}77,9$) Bq/kg, s povprečno vrednostjo (35 ± 27) Bq/kg. Leta 2007 je bilo v vzorcih zemlje iz Ljubljane povprečje specifičnih aktivnosti, uteženih po globini zemlje do globine 15 cm , enako $111,5 \text{ Bq/kg}$ za Cs-137 in $2,1 \text{ Bq/kg}$ za Sr-90 [31]. Specifične aktivnosti radionuklida Cs-137, utežene po globini zemlje do 30 cm , so v razponu ($9,3\text{--}45,7$) Bq/kg, s povprečno vrednostjo (27 ± 15) Bq/kg, primerljivo z leti 2007 in 2006, ko je bila povprečna vrednost za Cs-137 (22 ± 10) Bq/kg oziroma (23 ± 11) Bq/kg.

Površinska kontaminacija tal s Sr-90/Sr-89 v vzorcih neobdelane zemlje do globine 15 cm je v razponu ($72\text{--}305$) Bq/m² s povprečno vrednostjo (183 ± 96) Bq/m². Površinska kontaminacija tal s Cs-137 v vzorcih neobdelane zemlje do globine 15 cm je v razponu ($1181\text{--}11092$) Bq/m² s povprečno vrednostjo (4986 ± 3797) Bq/m². Leta 2007 je bilo v vzorcih zemlje iz Ljubljane, Kobarida in Murske Sobote izmerjeno 127 Bq/m^2 , 400 Bq/m^2 in 150 Bq/m^2 Sr-90, ter 6889 Bq/m^2 , 8302 Bq/m^2 in 3666 Bq/m^2 Cs-137 [31]. Površinska kontaminacija tal s Cs-137 v vzorcih neobdelane zemlje do globine 30 cm je v razponu ($3231\text{--}14383$) Bq/m², s povprečno vrednostjo (8737 ± 4664) Bq/m².

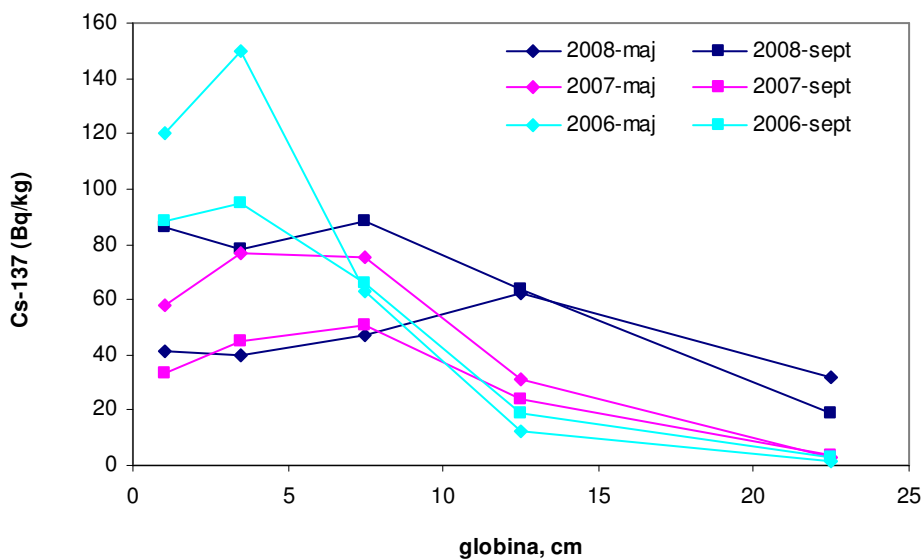


Slika 6.1: Primerjava specifičnih aktivnosti Cs-137 v neobdelani zemlji, uteženih po globini zemlje do 30 cm , na 3 lokacijah, vzorčenih v maju in septembru 2006, 2007 in 2008

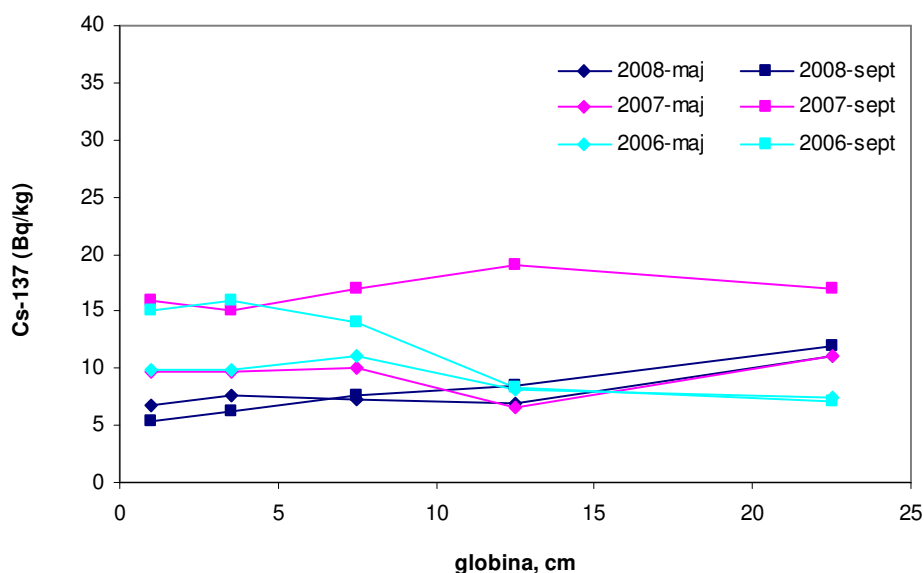
* Iz specifičnih aktivnosti radionuklida v posameznih plasteh in mase vzorcev v tej plasteh izračunana povprečna specifična aktivnost vzorca do podane globine (v tabelah navedeno kot tako imenovano uteženo povprečje).



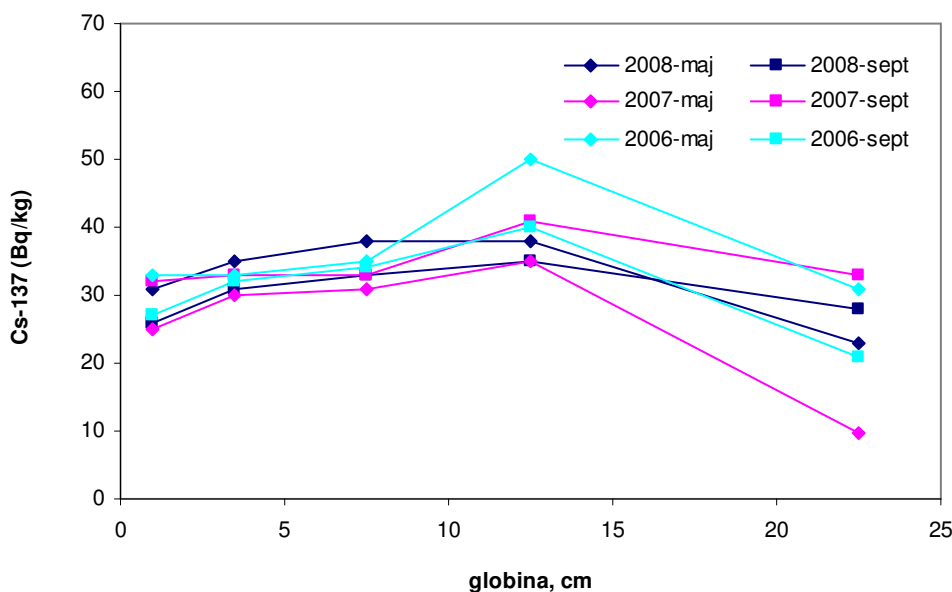
Na lokaciji Gmajnice – neobdelana zemlja so meritve Cs-137 v letih od 1996 do 2005 v globinah od 0 cm do 30 cm pokazale višjo odvisnost specifične aktivnosti Cs-137 od globine kot na drugih lokacijah (Kusova Vrbina in Amerika). Tipični profil na tej lokaciji je razviden s slike 6.1, Poročilo NEK 2005 [32]. Iz profilov specifične aktivnosti Cs-137, izmerjene v letih 2006, 2007 in 2008 lahko sklepamo, da postaja tudi porazdelitev Cs-137 po globini na lokaciji Gmajnice – neobdelana zemlja, vedno bolj podobna karakterističnim profilom, ki jih je mogoče najti na lokacijah Kusova Vrbina in Amerika, v obeh primerih gre prav tako za neobdelane površine (slike 6.2, 6.3 in 6.4).



Slika 6.2: Primerjava specifičnih aktivnosti Cs-137 na lokaciji Gmajnice – neobdelana zemlja, vzorčenih v maju in septembru 2006, 2007 in 2008



Slika 6.3: Primerjava specifičnih aktivnosti Cs-137 na lokaciji Kusova Vrbina – neobdelana zemlja, vzorčenih v maju in septembru 2006, 2007 in 2008



Slika 6.4: Primerjava specifičnih aktivnosti Cs-137 na lokaciji Amerika – neobdelana zemlja, vzorčenih v maju in septembru 2006, 2007 in 2008

Razpon specifičnih aktivnosti naravnih radionuklidov, uteženih po globini zemlje do 30 cm, je (303–432) Bq/kg za K-40 s povprečno vrednostjo 357 Bq/kg, (24–34) Bq/kg za U-238 s povprečno vrednostjo 29 Bq/kg in (24–34) Bq/kg za Th-228 s povprečno vrednostjo 29 Bq/kg, kar je primerljivega velikostnega reda, kot jih za svet navaja poročilo UNSCEAR 2000 [19].

e) OCENA VPLIVOV

i) NARAVNI RADIONUKLIDI

Doza zunanega sevanja, h kateri prispevajo radionuklidi v zemlji, je odvisna od aktivnosti radionuklidov in njihove globinske porazdelitve. Naravni radionuklidi so v zemlji porazdeljeni enakomerno. Ravno tako so enakomerno porazdeljeni radonovi potomci iz uranove verige, saj radon, ki nastaja v globini in izhaja proti površju, nadomesti radon iz večje globine. Koncentracija naravnih radionuklidov v zemlji se ne spreminja, razen tistih, ki se izpirajo iz ozračja. To so kozmogeni radionuklidi in Pb-210, ki v ozračju nastaja zaradi razpada radona.

Povprečni prispevek naravnih radionuklidov iz razpadnih verig U-238, Th-232 ter K-40 k hitrosti absorbirane doze zunanega sevanja v zraku v letu 2008 je (47 ± 7) nGy/h. Hitrosti doze na posameznih lokacijah se razlikujejo od povprečja za največ 19 %, sezonske spremembe so majhne.

Ocenjena povprečna letna efektivna doza zunanega sevanja na prostem, ki jo naravni radionuklidi v zemlji povzročajo v okolici NEK, je 58 μ Sv. Ocenjena povprečna letna efektivna doza sevanja v notranjosti prostorov (v hiši), ki jo naravni radionuklidi v zemlji povzročajo v okolici NEK, je 326 μ Sv. Pri izračunu je upoštevan pretvorbeni faktor med Sv in Gy (0,7 Sv/Gy) ter temelji na oceni da se prebivalec zadržuje 80 % časa v hiši in 20 % na prostem ter da je hitrost absorbirane doze zunanega sevanja v hiši 1,4-krat večja kot na prostem [19].



ii) GLOBALNA KONTAMINACIJA

Umetni radionuklidi, ki izvirajo iz kontaminacije okolja zaradi človekove dejavnosti, se izpirajo iz ozračja in njihova porazdelitev v zemlji ni homogena. Vendar to deloma drži za neobdelano zemljo, medtem ko lahko v obdelani zemlji pričakujemo, da bo globinska porazdelitev zaradi mešanja (oranje, drobljenje) enakomerna. Edini pomembni prispevek umetnih radionuklidov k letni učinkoviti dozi zaradi zunanjega sevanja povzročata Cs-137, ki ga v okolju najdemo predvsem zaradi nesreče v Černobilu in poskusnih jedrskih eksplozij. Zaradi migracije Cs-137 v globlje plasti in radioaktivnega razpada je prispevek poskusnih jedrskih eksplozij v primerjavi s prispevkom černobilske nesreče majhen. Prispevek NEK k dodatni kontaminaciji zemljišča zaradi nizke izpuščene aktivnosti Cs-137 ni opazen. Dobrih 60 m² velika površina neobdelane zemlje v Gmajnicah, z najvišjo izmerjeno površinsko kontaminacijo tal s Cs-137 (11092 Bq/m² do globine 15 cm) namreč vsebuje toliko černobilskega Cs-137, kolikor so bili skupni zračni izpusti Cs-137 iz NEK v letu 2008.

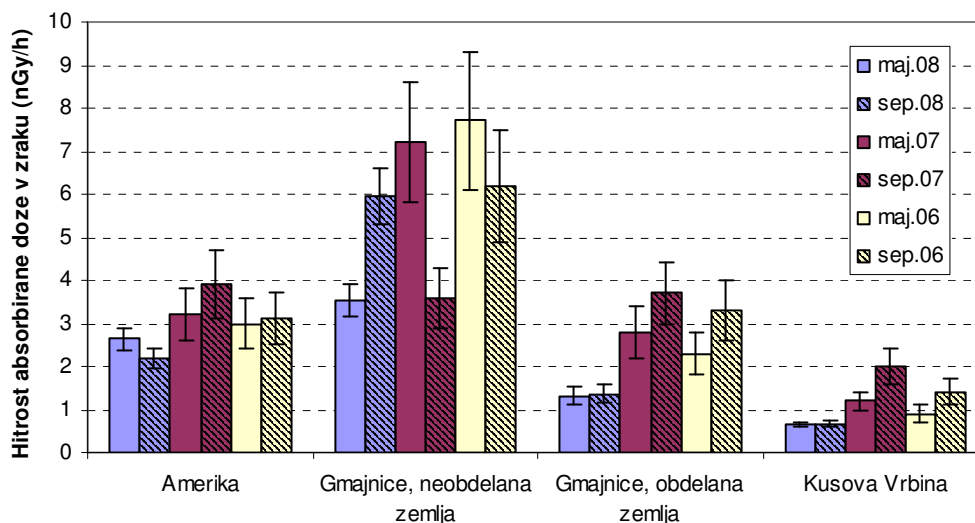
Povprečne hitrosti absorbirane doze zunanjega sevanja zaradi Cs-137 v zemlji v okolici NEK so navedene v tabeli 6.1 za posamezne lokacije v maju in septembru 2008. Izračunali smo jih tako, da smo upoštevali izmerjene porazdelitve depozita po plasteh zemlje na posameznih lokacijah. Pretvorbene količnike med depozitom Cs-137 in hitrostjo doze zunanjega sevanja smo povzeli po [30] ob predpostavki, da je sestava zemlje v masnih deležih 56 % kisika, 32 % silicija, 7 % aluminija, 3 % železa, 1 % ogljika in 1 % vodika, za gostoto zemlje pa smo vzeli vrednost 1,5 g/cm³. Negotovosti hitrosti doz smo ocenili iz relativne negotovosti depozita (7 %) ter iz relativne negotovosti pretvorbene faktorja zaradi negotove gostote in sestave zemlje (20 %). Relativna negotovosti depozita po posameznih plasteh je precej manjša in ne vpliva pomembno na negotovost hitrosti doze.

Tabela 6.1: Povprečne hitrosti absorbirane doze zunanjega sevanja v zraku zaradi Cs-137 v zemlji v nGy/h v maju in septembru 2008

Lokacija / Čas vzorčevanja	Maj	September
	Hitrost absorbirane doze (nGy/h)	
Amerika	2,6 ± 0,3	2,2 ± 0,2
Gmajnice, neobdelana površina	3,5 ± 0,4	5,9 ± 0,7
Gmajnice, njiva	1,3 ± 0,2	1,4 ± 0,2
Kusova vrbina – Trnje	0,65 ± 0,06	0,67 ± 0,07

Tabela 6.2: Ocenjena letna učinkovita doza zunanjega sevanja kot posledica Cs-137 v zemlji v maju in septembru 2008

Lokacija / Čas vzorčevanja	Maj	September
	Letna doza zunanjega sevanja (μSv)	
Amerika	4,5 ± 0,5	3,8 ± 0,4
Gmajnice, neobdelana površina	6,1 ± 0,6	10,2 ± 1,1
Gmajnice, njiva	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4
Kusova vrbina – Trnje	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,1



Slika 6.5: Primerjava izračunane hitrosti absorbirane doze v zraku zaradi Cs-137 v zemlji v okolici NEK v letih 2008, 2007 in 2006

Hitrosti doze zunanjega sevanja v zraku zaradi Cs-137 v zemlji v letu 2008 so podobne tistim iz leta 2007 oziroma 2006. So v razponu (0,65–5,9) nGy/h s povprečno vrednostjo (2,3 ± 1,8) nGy/h. Najvišja je na neobdelani zemlji (Gmajnice), kar je bilo značilno tudi v preteklih letih.

Ocenjena letna doza zunanjega sevanja (tabela 6.2) za odraslega prebivalca v okolici NEK zaradi prisotnosti Cs-137 v zemlji v letu 2008 se giblje od 1,1 μSv (Kusova Vrčina) do 10,2 μSv (Gmajnice, neobdelana zemlja). Povprečna letna doza zunanjega sevanja, ki jo umetni radionuklidi v zemlji povzročajo v okolici NEK, je (3,9 ± 3,0) μSv. Pri oceni je upoštevan pretvorbeni faktor med Sv in Gy (0,7 Sv/Gy), da se prebivalec zadržuje 80 % časa v hiši in 20 % na prostem ter da je faktor ščitenja zaradi zadrževanja v hiši 0,1.

f) SKLEPI IN PRIPOROČILA

Pri meritvah specifičnih aktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v vzorcih zemelj vpliva NEK bilo mogoče zaznati. V okviru visokih, a omejenih občutljivosti uporabljenih merskih metod je mogoče pripisati prisotnost umetnih radionuklidov v okolju posledicam nesreče v Černobilu. Specifične aktivnosti Cs-137 se med lokacijami razlikujejo zaradi različnih difuzijskih lastnosti zemlje, ki vplivajo na migracijo Cs-137, nagnjenosti in kotanjavosti terena ter mikrolokacij padavin v času Černobilske nesreče. Pri obdelani zemlji je vpliv mešanja zaradi obdelave prevladujoč in je zato porazdelitev Cs-137 v zgornjem oranem sloju po globini enakomerna; torej enaka kot za naravne radionuklide. Tudi v neobdelani zemlji na lokaciji Gmajnice ni več mogoče zaznati značilnega globinskega profila Cs-137, vrh pa se je v zadnjih letih pomaknil v globlje plasti.

Povprečni prispevek naravnih radionuklidov iz razpadnih verig U-238, Th-232 ter K-40 k hitrosti absorbirane doze zunanjega sevanja v zraku v letu 2008 je 47 nGy/h, v letu 2007 je bila ocenjena vrednost 46 nGy/h, v letu 2006 pa 50 nGy/h. Hitrost doze zunanjega sevanja na Krškem polju je za 20 % nižja od povprečne vrednosti 59 nGy/h, kot jo za svet navaja poročilo UNSCEAR 2000 [20].



Ocenjena letna doza sevanja zunanjega sevanja za prebivalce v okolici NEK zaradi naravnih radionuklidov v zemlji, je $(0,384 \pm 0,053)$ mSv, k čemur prispeva 58 μ Sv izpostavljenost na prostem in 326 μ Sv izpostavljenost naravnim radionuklidom v hiši. Povprečna doza zunanjega sevanja zaradi naravnih radionuklidov v zemlji, kot jo za svet navaja poročilo UNSCEAR 2000, je 0,48 mSv, z razponom (0,3–0,6) mSv v posameznih državah, h kateri 70 μ Sv in 410 μ Sv prispevata izpostavljenosti na prostem in v hiši [19].

Povprečne hitrosti absorbirane doze zunanjega sevanja v zraku zaradi Cs-137 v zemlji v okolici NEK so v razponu (0,65–5,9) nGy/h, vrednosti so podobne tistim iz leta 2007 ((1,2–7,2) nGy/h) oziroma leta 2006 ((0,9–7,7) nGy/h).

Letna efektivna doza zunanjega sevanja zaradi Cs-137 v zemlji v okolici NEK, je v razponu (1,1–10,2) μ Sv, kar je primerljivo z oceno iz leta 2007, ko je bila ocenjena doza v razponu (2,7–9,2) μ Sv. Vrednosti so primerljive z ocenjeno letno dozo zunanjega sevanja iz meritev Cs-137 v zemlji v Ljubljani, ki je bila v letu 2006 4,8 μ Sv [31].

g) REFERENCE

- [29] ICRU Report 53, Gamma-ray Spectrometry in Environment, ICRU, Bethesda, Maryland, 1994
- [30] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, Health Physics, 75 (1998), 2
- [31] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2007 (LMSAR-28/2008-GO), marec 2008
- [32] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2005, Ljubljana, april 2006, interna oznaka 14/2006, ISSN 1318-2161
- [33] ICRU Report 57, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, International Commission on Radiation Units, ICRU, Bethesda, Maryland, 1998





H R A N A

Namen določanja radioaktivnosti v hrani je, da se preveri vpliv izpustov NEK na koncentracije radionuklidov v vzorcih iz prehranske verige. Pri izračunu obremenitev prebivalstva zaradi vsebnosti radionuklidov v hrani smo predpostavili, da prebivalci uživajo le hrano, pridelano na krško-brežiškem področju. Ocenili smo, da je bila učinkovita doza zaradi kontaminacije hrane z naravnimi radionuklidi Pb-210, U-238, Ra-226, Ra-228, Th-228 ter umetnima radionuklidoma Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v letu 2008 (100 ± 38) μSv in da je bila obremenitev prebivalstva v okolici NEK zaradi kontaminacije hrane z umetnima radionuklidoma Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v letu 2008 ($1,6 \pm 0,11$) μSv ali 1,6 % celotne učinkovite prejete doze, kar je v primerjavi z dozo, ki jo prebivalci prejmejo zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani z biološkega vidika zanemarljivo. Cs-137 in Sr-90 izvirata iz kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu, medtem ko je C-14 merljiv v izpustih NEK. Poudariti pa je treba, da prebivalci poleg doze, prejete zaradi omenjenih radionuklidov, z uživanjem hrane prejmejo letno še okoli 170 μSv zaradi prisotnosti naravnega radionuklida K-40, ki je tako največji delež skupne obremenitve zaradi uživanja radionuklidov v hrani.

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Na več kot polovici kmetijskih zemljišč na krško-brežiškem polju se prideluje hrana (žito, sadje in zelenjava), poleg tega pa se kmetje v okolici ukvarjajo tudi z živinorejo, perutninarstvom in pridelavo mleka. Vzorcevanje živil poteka na mestih, ki imajo podobno sestavo tal kot tista pri vzorcevanju zemlje. Za zemljo je značilna pedološka raznolikost (obrečni peščeni aluvij, diluvialna ilovica s kremenovimi produkti, apnenec). Zaradi odvisnosti prenosnih faktorjev od vrste tal se vzorci hrane odzemajo vedno na istem mestu. Odzemna mesta vzorcev hrane v letu 2008, ki so označena na priloženem zemljevidu na koncu poročila, so bila: sadovnjak ob NEK (sadje), Pesje (mleko, žito), Spodnja in Zgornja Pohanca (sadje), Brege (zelenjava, žito, mleko, meso), Vihre (mleko, žito, zelenjava), Vrbina (jajca), Spodnji Stari Grad (zelenjava, žito, meso, jajca), Stari Grad (zelenjava), Leskovec (vino, meso, zelenjava), Žadovinec (zelenjava) Trnje (zelenjava), Drnovo (zelenjava).

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

V vzorcih živil so bile izmerjene vsebnosti sevalcev gama z visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG) in vsebnost Sr-90/Sr-89 z radiokemijsko metodo. Vzorcevanje, meritve in analize vseh vzorcev živil so bile opravljene na IJS in ZVD. Rastlinski vzorci živil so bili pred analizami oprani pod tekočo vodo, saj je poleg vnosa radionuklidov v rastline iz tal preko koreninskega sistema del kontaminacije zelenjave in sadja z radionuklidi tudi površinska kontaminacija, sploh če so deli rastlin med gojenjem v neposrednem stiku z zemljo.

c) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščeni v datotekah **Hrana2008.pdf**.

Rezultati meritev vzorcev hrane so prikazani v tabelah T-61 (Mleko – Pesje), T-62 (Mleko – Vihre), T-63 (Mleko – Brege), T-64 (I-131 v vzorcih mleka), T-65, T-66 (Jajca in meso; kokošja jajca; kokošje, svinjsko in goveje meso), T-67 do T-70 (Povrtnine in poljščine – solata, zelje, čebula,



krompir, peteršilj, korenje, paradižnik, paprika, ohrovt, rdeča pesa, bučke, malancani, pšenica, ječmen, koruza, radič, repa, por, koleraba, cvetača), T-75, T-76, T-77 (Sadje – jabolka, hruške, jagode), T-78 (vino).

V vzorcih hrane so bili detektirani naravni radionuklidi iz razpadnih vrst radionuklidov U-238 in Th-232 (Pb-210, U-238, Ra-226, Ra-228 in Th-228) ter K-40 in Be-7, med umetnimi pa le Cs-137 in Sr-90/Sr-89. Vsebnosti Be-7 so bile 1,25 Bq/kg, efektivna doza zaradi kontaminacije hrane z Be-7 pa je bila ($10^{-2} \pm 10^{-3}$) μSv , kar je zanemarljivo, zato smo ga izključili iz nadaljnje predstavitve rezultatov.

Radionuklidi prehajajo v rastline večinoma preko koreninskega sistema, in sicer preko transportnih sistemov za esencialne elemente, kot sta npr. K in Ca, lahko pa se absorbirajo v rastline tudi s površine listov, kamor se odložijo kot usedline iz zraka. Stopnja privzema radionuklidov v rastline preko koreninskega sistema je v največji meri odvisna od biodostopnosti posameznih radionuklidov v tleh. Na biodostopnost radionuklidov v tleh pa poleg topnosti radionuklidov v talni raztopini, vplivajo še številni talni dejavniki, kot so npr. pH tal, kationska izmenjevalna kapaciteta tal, vsebnost esencialnih elementov in fizioloških analogov nekaterih radionuklidov (npr. K in Ca), s katerimi posamezni radionuklidi tekmujejo za privzem, poleg tega pa še vsebnost organske snovi v tleh, struktura in tekstura tal ter prisotnost različnih talnih mikroorganizmov, kot so bakterije in simbiotske glive [34]. Na absorpcijo radionuklidov v rastline preko listne površine pa vplivajo predvsem morfološke značilnosti rastline (npr. velikost površine, dlakavost listov) in okoljski dejavniki, kot je npr. količina padavin in vetrovnost. Rastlinski organi se lahko z radionuklidi površinsko kontaminirajo tudi zaradi neposrednega stika z zemljo, kar velja predvsem za gomolje, korenike, čebule in pa plodove, ki uspevajo pri tleh, kot npr. jagode [35].

Na translokacijo radionuklidov iz korenin v nadzemne dele rastlin oz. nadaljnji transport iz listov v semena, plodove in založne organe poleg fizioloških lastnosti posamezne rastlinske vrste vpliva predvsem mobilnost radionuklidov. Radionuklidi, kot so npr. U-238, Th-228, Pb -210, Ra-226, Ra-228 in Be-7, se v rastlinskih tkivih navadno vedejo podobno kot neesencialne težke kovine (npr. Pb) in se tako v rastlinah vežejo večinoma v apoplastu (celična stena) korenin in se le slabo transportirajo po prevodnih elementih v nadzemne vegetativne organe rastlin (listi, poganjki) in naprej v reproduktivne dele, kot so semena in plodovi oz. v založne organe (npr. gomolji, korenike). Pričakovane koncentracije manj mobilnih radionuklidov, ki v rastlinske organe pridejo s transportom preko koreninskega sistema, torej padajo v smeri korenine \gg listi, poganjki $>$ semena, plodovi, založni organi [36, 37]. Pričakovane koncentracije radionuklidov, kot sta npr. Sr-90/Sr-89, ki sta funkcionalni analog Ca, so v listih in poganjkih relativno višje od radionuklidov razpadnih vrst U-238 in Th-232, pričakovane koncentracije Cs-137, ki je funkcionalni analog K in zato v rastlinah zelo mobilni, pa so relativno višje v listih plodovih, semenih, in založnih organih [37, 38].

Vsebnost radionuklidov v hranilih živalskega izvora je povezana predvsem z uživanjem z radionuklidi kontaminirane hrane in vode. Na stopnjo kontaminacije živalskega organizma, predvsem herbivorov, v veliki meri vpliva preferenca prehranjevanja z določenimi vrstami rastlinske hrane [35]. Poleg rastlinske hrane pa je vnos radionuklidov v živalski organizem tudi z zaužito prstjo in inhalacija. Končno koncentracijo radionuklidov v živalskem organizmu določa razmerje med asimilacijo in ekskrecijo.

Tudi v živalskem organizmu se radionuklidi prerazporejajo neenakomerno. Kopičenje v posameznih organih oziroma tkivih je v veliki meri odvisno od fizikalnih in kemijskih značilnosti posameznega radionuklida, vrste hrane in vsebnosti elementov, ki s posameznim radionuklidom tekmujejo za privzem, ter fiziološkega stanja živali, predvsem stopnje metabolizma. Tako se radionuklidi, kot so npr. Sr-90/Sr-89 in Pb-210, kopičijo večinoma v kostni masi, radioizotopi, kot je Cs-137, pa v mišičnih tkivih. Na vnos radionuklidov v človeški organizem vplivajo podobni faktorji kot na vnos v živalski organizem, le da ljudje s predhodno pripravo in čiščenjem hrane (pranje, lupljenje) lahko dodatno zmanjšajo koncentracijo radionuklidov v njej [35]. Merilo za prenos radionuklidov iz tal v



živila je prenosni faktor, ki je definiran kot kvocient med specifično aktivnostjo radionuklida v hranilu in specifično aktivnostjo istega radionuklida v zemlji.

Za primerjavo doznih obremenitev prebivalstva v okolici NEK pri uživanju hrane, ki jih povzročajo posamezni radionuklidi, specifično aktivnost posameznega radionuklida v hrani pomnožimo z doznim pretvorbenim faktorjem. Za izračun doze pri uživanju hrane, kjer upoštevamo še letno porabo posamezne vrste hrane m_i , velja enačba (glej postopek *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*):

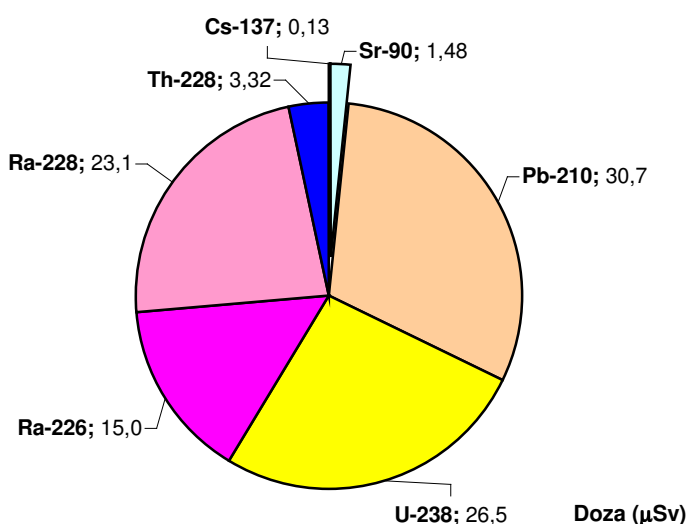
$$E_{50-70,i} / \mu\text{Sv} = a_i f_i m_i$$

kjer sta a_i specifična aktivnost posameznega radionuklida in f_i dozni pretvorbeni faktor istega radionuklida.

Celotna efektivna doza pri uživanju hrane je vsota posameznih prispevkov doz ob zaužitju posamezne vrste hrane. Podatke za letno porabo posamezne vrste hrane smo ocenili iz tabele 7.1, ki temelji na povprečni količini nabavljenih živil in pijač na člana gospodinjstva, ki jo je pripravil Statistični urad Republike Slovenije [39].

Na ta način smo ocenili, da je efektivna doza odrasle osebe ob zaužitju vseh vrst hrane za radionuklide Cs-137, Sr90/89, Pb-210, U-238, Ra-226, Ra-228 in Th-228 (100 ± 38) μSv . V letu 2007 je bila prejeta efektivna doza (62 ± 75) μSv , v letu 2006 pa (205 ± 96) μSv , predvsem zaradi povišanih vsebnosti Pb-210 v nekaterih hranilih, česar pa pri letošnji analizi rezultatov meritev nismo opazili.

Prispevki posameznih radionuklidov k efektivni dozi v letu 2008 so prikazani na sliki 7.1 Največji delež k skupni efektivni dozi zaradi kontaminacije hrane prispevajo naravni radionuklidi, kot so Pb-210 (30,7%), sledijo U-238 (26,4%) Ra-228 (23%), Ra-226 (15%), in Th-228 (3,3%). Deleža letnih efektivnih doz glede na celotno prejeta efektivno dozo zaradi umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pri uživanju hrane sta bila 0,1 % in 1,5 %, kar je z biološkega vidika zanemarljivo.



Slika 7.1: Prispevki posameznih radionuklidov k skupni efektivni dozi zaradi kontaminacije hrane z radionuklidi v letu 2008. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane je bila v letu 2008 (100 ± 38) μSv .



Kontaminacija z umetnimi radionuklidi

Radionuklida Cs-137 in Sr-90/Sr-89 se pojavljata kot kontaminacija v vrhnji plasti zemlje zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu. Specifična aktivnost radionuklida Sr-90/Sr-89 je nekaj Bq/kg, Cs-137 pa nekaj deset Bq/kg [40]. Specifične aktivnosti (vsebnosti) radionuklidov v hranilih se navaja na enoto sveže količine snovi.

Tabela 7.1: Letne porabe posamezne vrste živil po podatkih, ki jih je pripravil Statistični urad Republike Slovenije [39], in mejne vrednosti kontaminacije Cs-137 in Sr-90/Sr-89 za različne vrste hrane (Bq/kg) za odrasle [4].

Živilo	Poraba živil odraslega (kg na leto)	Mejna vrednost kontaminacije (Bq/kg) Cs-137 za odrasle	Mejna vrednost kontaminacije (Bq/kg) Sr-90/Sr-89 za odrasle
Kokošja jajca	10	7,7E+03	3,6E+03
Kokošje meso	11	7,0E+03	3,2E+03
Svinjsko meso	14,8	5,2E+03	2,4E+03
Goveje meso	10	7,7E+03	3,6E+03
Mleko	95,8	1,1E+03	5,1E+02
Krompir	33,4	2,1E+04	9,7E+03
Koleraba	2	3,8E+04	1,8E+04
Repa	6	8,5E+03	4,0E+03
Rdeča pesa	3	9,5E+03	4,4E+03
Korenje	3	1,3E+04	6,0E+03
Čebula	6	2,3E+04	1,1E+04
Por	1,5	1,5E+04	7,1E+03
Zelena solata	9	3,8E+04	1,8E+04
Radič	3	2,6E+04	1,2E+04
Zelje	3,4	3,8E+04	1,8E+04
Ohrovt	2	3,8E+04	1,8E+04
Peteršilj	0,5	2,6E+04	1,2E+04
Paprika	3,7	1,3E+04	6,0E+03
Paradižnik	8,1	2,7E+04	1,3E+04
Bučke	2	2,6E+04	1,2E+04
Jajčevci	2	4,9E+03	2,3E+03
Cvetača	2	5,1E+04	2,4E+04
Pšenica	70	2,3E+03	1,1E+03
Koruza	5	2,6E+04	1,2E+04
Ječmen	2	1,5E+05	7,1E+04
Jabolka	17	3,8E+04	1,8E+04
Hruške	2,8	4,5E+03	2,1E+03
Jagode	3	3,8E+04	1,8E+04
Vino	15,8	8,0E+02	3,7E+02

Povprečna izmerjena specifična aktivnost beta in gama sevalca Cs-137 v hrani v letu 2008 je bila $(0,03 \pm 0,04)$ Bq/kg. Iz tabel z rezultati meritev lahko ugotovimo, da je se je koncentracija Cs-137 v vzorcih hrane živalskega izvora gibala od $(0,03 \pm 0,01)$ Bq/kg v mleku do $(0,16 \pm 0,05)$ Bq/kg v svinjskem mesu, pri kokošjih jajcih pa je bila, kot navadno, pod mejo kvantifikacije. Relativno nižje specifične aktivnosti so bile izmerjene v hrani rastlinskega izvora, in sicer najmanjša v vinu $(0,004 \pm 0,004)$ Bq/kg in največja v cvetači $(0,08 \pm 0,005)$ Bq/kg). Specifična aktivnost Cs-137 v vzorčenih živilih v letu 2008 so prikazane na sliki 7.2, izračunane efektivne doze zaradi uživanja s Cs-137 kontaminiranih živil pa na sliki 7.3. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 je bila v letu 2008 $(0,13 \pm 0,01)$ μ Sv, kar je sicer v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov k celotni efektivni dozi z biološkega vidika zanemarljivo.



K letni efektivni dozi, i prejeti zaradi kontaminacije hrane s Cs-137, je največ prispevalo prehranjevanje z mesom (49,2 %) in mlekom (33,5 %), le manjši delež pa je k efektivni dozi prispevalo prehranjevanje z zelenjavo in sadjem. Atomi Cs-137 se v črevesju ljudi zelo učinkovito absorbirajo v kri, v telesu pa se nato nalagajo predvsem v mehkih tkivih, večji del v mišicah (40 %), deloma pa tudi v kosteh (10 %) in maščevju [41]. Zato ni presenetljivo, da smo največje koncentracije Cs-137 našli v hrani živalskega izvora (mleko, meso), saj se Cs-137 v živalskem organizmu prav tako nalaga v mehkih tkivih, kamor pride iz rastlin, ki jih živali zaužijejo.

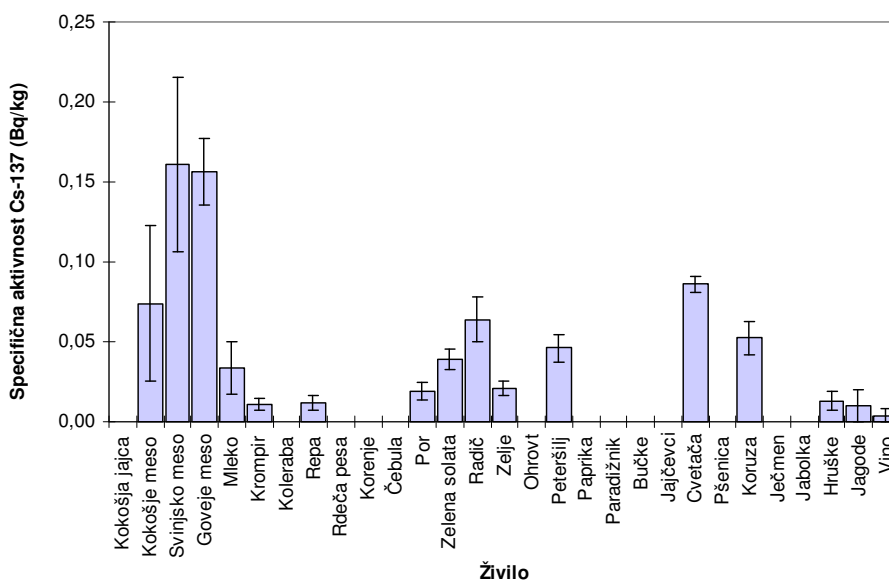
V plinastih izpušnih, ki jih v okolje spušča NEK, je tudi Cs-137. Celoletni izpust v letu 2008 je bil $6,9E+05$ Bq. Iz enačbe (1) na strani 66 lahko izračunamo vsebnost cezija v rastlinju (hrani), pridelanem ob ograji NEK, na področju Spodnjega Starega Gradu in Pesja zaradi depozita omenjenega radionuklida v primeru dolgotrajnega odlaganja. V računu smo upoštevali redčitvene faktorje, izračunane z Gaussovimi modelom, za omenjene lokacije, hitrost usedanja 1000 m/d in 30-odstotni delež useda, ki ga prestreže užitni del rastline. Izračunane koncentracije Cs-137 za ograjo NEK (sadovnjak ob ograji) so $1,63E-02$ Bq/kg, za Spodnji Stari Grad $3,00E-03$ Bq/kg in za Pesje $6,25E-04$ Bq/kg. V bližini prve lokacije, ki jo obravnavamo, smo vzorčili hruške in jabolka. Povprečna koncentracija Cs-137 v hruškah je bila $(1,3E-02 \pm 6E-03)$ Bq/kg, v jabolkih pa je bila pod mejo kvantifikacije. Za Spodnji Stari Grad smo med vzorčenimi živili upoštevali repo in krompir, v katerih je bila izmerjena koncentracija Cs-137 $(1,2E-02 \pm 4,8E-03)$ Bq/kg in $(1,1E-02 \pm 4E-03)$ Bq/kg. Za Pesje lahko obravnavamo ječmen, kjer pa je bila koncentracija Cs-137 pod mejo kvantifikacije. Za obravnavane lokacije lahko rečemo, da izpusti Cs-137 iz NEK nimajo neposrednega vpliva na koncentracijo v živilih, z izjemo hrušk, kar pa bi lahko pripisali tudi vplivu škropiv, ki se uporabljajo. Kljub temu dejstvu pa so izmerjene in izračunane vrednosti kontaminacije Cs-137 v hrani krepko pod mejnimi vrednostmi za splošno populacijo (od 4 do 6 velikostnih redov) (tabela 7.1), ki jih določa Uredba o radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2). Tudi zaradi dejstva, da je za NEK predpisana avtorizirana meja $200 \mu\text{Sv}$, lahko ocenimo, da so izmerjene doze pod to mejno vrednostjo do 4 velikostne rede. Mejne vrednosti kontaminacije hrane s Cs-137 se izračunajo iz enačbe (2) iz prve alineje 29. člena [4]:

$$IK_h = \frac{E_m}{h(g)_{j,ing} \cdot m_h} \quad (2)$$

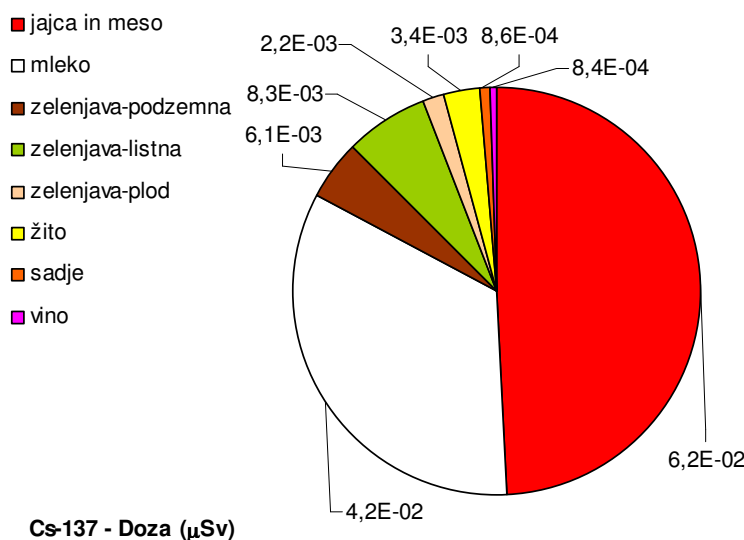
kjer so: E_m mejna efektivna doza za posameznike iz prebivalstva (1 mSv), m_h masa hrane, zaužite v enem letu, $h(g)_{j,ing}$ dozni faktor (Sv/Bq), g oznaka za referenčno skupino prebivalstva in j oznaka za posamezni radionuklid.

Prenosni faktorji za Cs-137 so se v počernobilskem času v različnih vrstah hranil približno eksponentno zmanjševali s časom. Od sredine 90-ih let pa so konstantni, pri čemer so v posameznih letih opazna nihanja pri posameznih vrstah hrane. To variabilnost lahko pripišemo fiziološkim značilnostim posameznih rastlinskih vrst ter uporabi različnih vrst gnojil, bogatih s kalijem, ki s Cs-137 tekmuje za transport preko koreninskih sistemov. Povišane koncentracije K v tleh namreč močno zmanjšajo privzem cezija v rastline [42]. Značilne vrednosti prenosnih faktorjev vzorčenih živil so bile v letu 2008 za Cs-137 med 0,0003 (sadje, vino, mleko) in 0,005 (meso).

Povprečna izmerjena specifična aktivnost beta sevalca Sr-90/Sr-89 v hrani v letu 2008 je bila $(0,22 \pm 0,22)$ Bq/kg. Najvišje izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 so bile izmerjene v zelenjavi, predvsem peteršilju $(0,7 \pm 0,05)$ Bq/kg, najnižje pa so bile izmerjene v živilih živalskega izvora. V vinu je bil Sr-90/Sr-89 pod mejo detekcije (slika 7.4). Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Sr-90/Sr-89 je bila v letu 2008 $(1,48 \pm 0,1)$ μSv , kar je v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov k celotni efektivni dozi, podobno kot v primeru Cs-137, z biološkega vidika zanemarljivo.

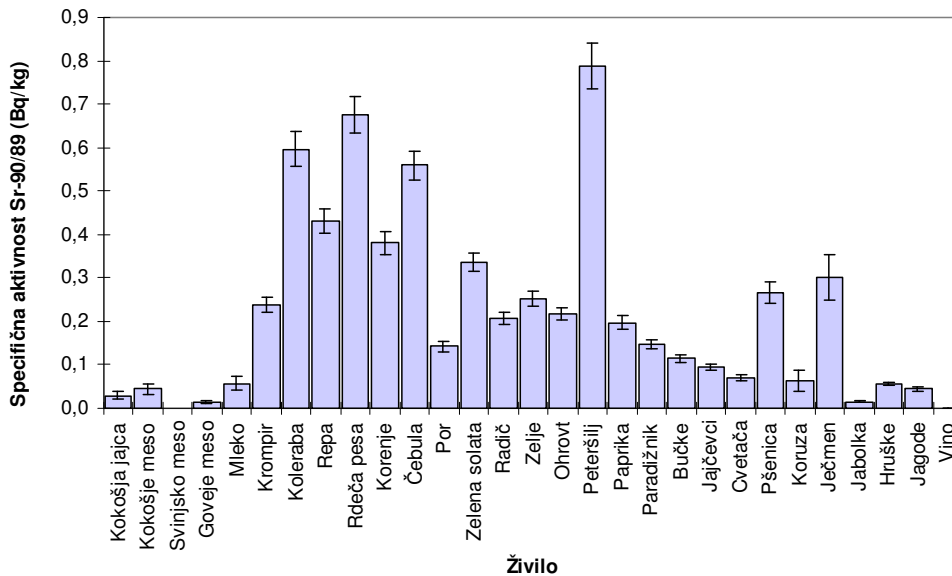


Slika 7.2: Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 v različnih vrstah živil v letu 2008

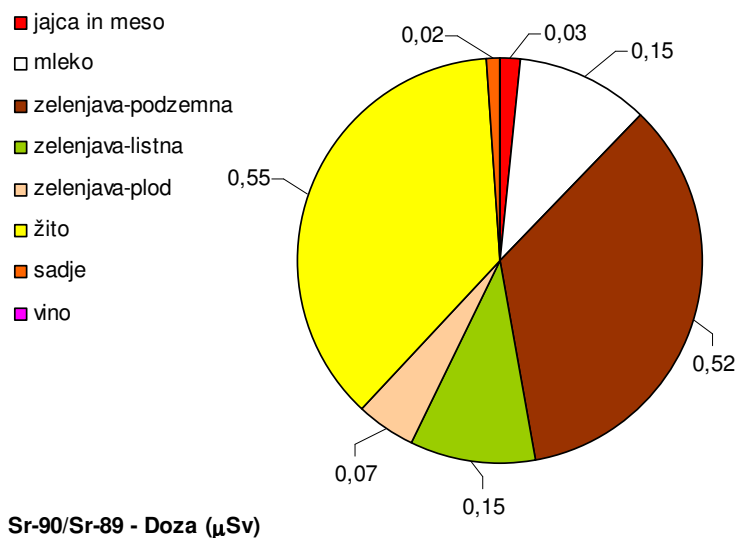


Slika 7.3: Izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 je bila v letu 2008 $(0,13 \pm 0,01) \mu\text{Sv}$.

K letni efektivni dozi zaradi kontaminacije hrane Sr-90/Sr-89 je najbolj prispevalo uživanje žit in podzemne zelenjave (slika 7.5). Ker pa v prehrani namesto polnozrnatih žit, ki so bila analizirana v našem primeru, pogosteje uporabljamo moko, je prispevek k letni efektivni Sr-90/Sr-89 dozi zaradi prehranjevanja z žiti dejansko še manjši, saj se stroncij v žitih kopiči večinoma v semenski ovojnici tj. otrobih. V nasprotju od Cs-137 se Sr90/Sr-89 v črevesju človeka le deloma absorbira v kri (do 30 %), nato pa se v 99 % nalaga v kosteh [41]. Enako velja tudi za živalski organizem, zato smo v živilih živalskega izvora našli le nizke vsebnosti Sr-90/Sr-89. Prenosni faktorji za Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah živil so bili značilno večji kot v primeru tistih za Cs-137. Značilne vrednosti za Sr-90/Sr-89 so se torej gibale med 0,02 (meso) in 0,3 (gomolji, korenin in listna zelenjava).



Slika 7.4: Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah živil v letu 2008

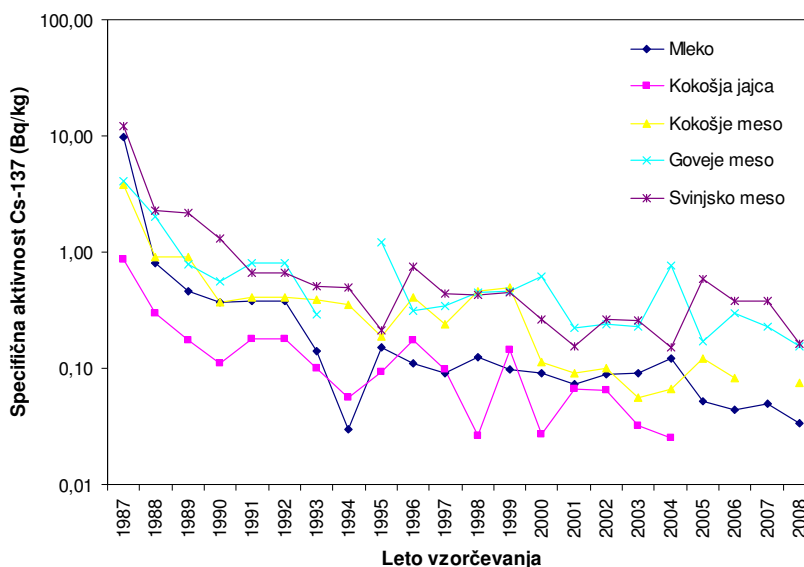


Slika 7.5: Izračunane učinkovite doze zaradi kontaminacije hrane s Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna učinkovita doza zaradi kontaminacije hrane s Sr-90/Sr-89 je bila v letu 2008 ($1,48 \pm 0,1$) µSv.

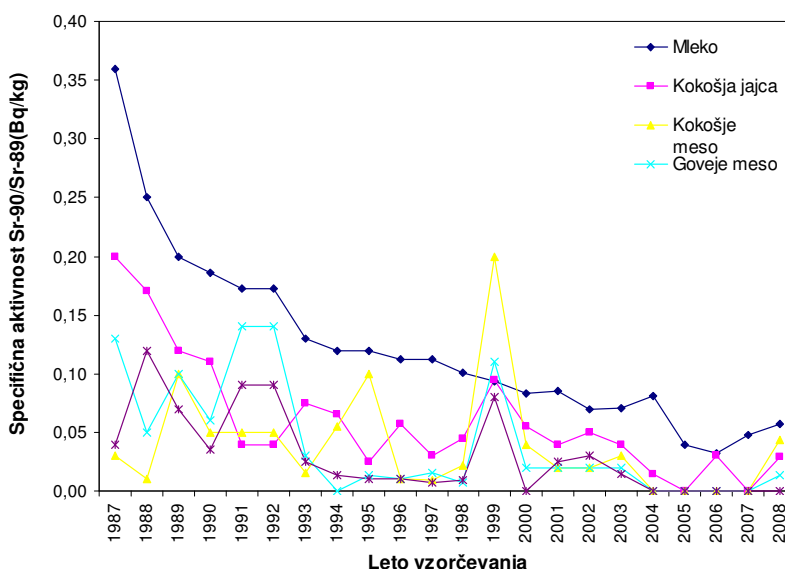
Vsebnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hrani z leti nihajo, vendar je opazno zmanjševanje. Tako je s slike 7.6 razvidno, da se je specifična aktivnost Cs-137 v mleku od černobilske nesreče do danes znižala za približno 200-krat, specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 pa se je v enakem obdobju v mleku znižala za faktor 10 (slika 7.7). Izmerjena specifična aktivnost Cs-137 v mleku je tako že nekaj let na ravni izpred černobilskega obdobja (1984, 1985), specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 pa je tudi za faktor 2 nižja, kot pred černobilsko nesrečo. Za druga hranila tako rastlinskega kot živalskega izvora (sliki 7.6 in 7.7) lahko prav tako ugotovimo opazna znižanja vsebnosti umetnih radionuklidov. Znižanje vsebnosti Cs-137 lahko razložimo s tem, da je v trenutku kontaminacije prišlo do močnega



listnega (foliarnega) vnosa radionuklida v rastline. Na kultiviranih površinah pa privzem Cs-137 v rastline preko koreninskega sistem omejuje predvsem vezava Cs-137 atomov v tleh (na glinene in organske delce) ter povišane vsebnosti kalija iz gnojil, ki močno zmanjšajo privzem Cs-137 v korenine [42].



Slika 7.6: Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu za različna leta vzorčevanja. Vrednosti Cs-137 so prikazane v logaritemski skali. V kokošjih jajcih je bila specifična aktivnost v letih 2005, 2006, 2007 in 2008 pod mejo detekcije, prav tako pa tudi v kokošjem mesu leta 2007. Leta 1994 svinjsko meso ni bilo vzorčevano.

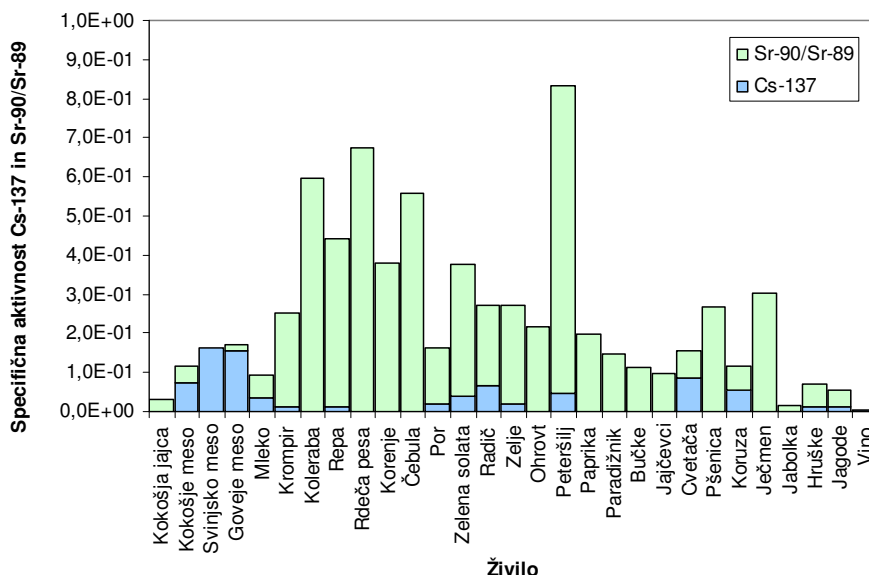


Slika 7.7: Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu za različna leta vzorčevanja. V letih 2004–2007 so bile izmerjene specifične aktivnosti v kokošjem in govejem mesu pod mejo detekcije, v svinjskem mesu pa tudi leta 2008. V kokošjih jajcih pa je bila izmerjena specifična aktivnost Sr90/Sr-89 pod mejo detekcije v letih 2005 in 2007.



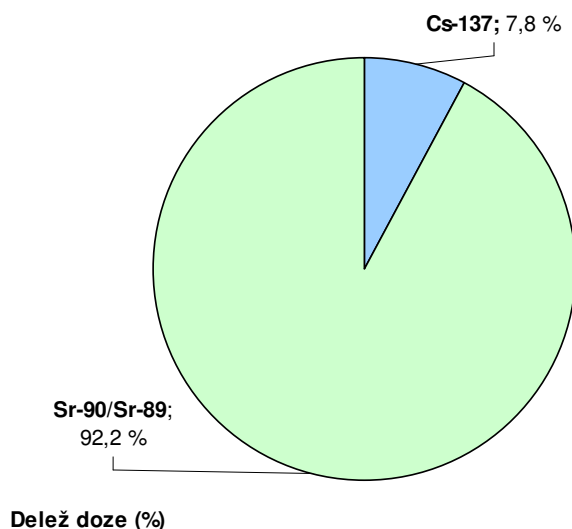
Razmerje med specifično aktivnostjo Cs-137 in Sr-90/Sr-89 prikazuje slika 7.8. Tako lahko glede na prisotnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 živila razdelimo v skupine:

- živalskega izvora, kjer je vsebnost Cs-137 najvišja in vsebnost Sr-90/Sr-89 najnižja, razen mleka, kjer sta koncentraciji obeh radionuklidov primerljivi, in jajc, kjer je bil detektiran le Sr-90/Sr-89;
- zelenjava, kjer je vsebnost Cs-137 nizka (največja je v radiču, peteršilju in zeleni solati), vsebnost Sr-90/Sr-89 pa za red velikosti višja kot vsebnost Cs-137;
- zelenjava, kjer sta vsebnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 primerljivi (cvetača, koruza);
- zelenjava, kjer so bile detektirane le višje vsebnosti Sr-90/Sr-89 (večina podzemne zelenjave, plodovk in žita);
- sadje, kjer sta vsebnosti Sr-90/Sr-89 in Cs-137 najnižji, vendar je vsebnost Sr-90/Sr-89 višja kot vsebnost Cs-137;
- vino, kjer so bile detektirane le nizke vsebnosti Cs-137.



Slika 7.8: Razmerje med specifično aktivnostjo Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v živilih, vzorčevanih v letu 2008

Efektivna doza zaradi prehranjevanja s hrano, kontaminirano s Cs-137 in Sr-90/Sr-89, je bila skupaj $(1,61 \pm 0,11)$ μSv . Prispevek posameznega radionuklida k skupni dozi zaradi kontaminacije s Cs-137 in Sr-90/Sr-89 prikazuje slika 7.9. Podobna razdelitev hranil glede na vsebnost Sr-90/Sr-89 in Cs-137 v hranilih je bila uporabljena tudi v japonski študiji [43]. Analiziranih je bilo 939 vzorcev hrane v letih od 1989 do 1994. Povprečna izmerjena vsebnost Cs-137 v hranilih je bila nižja od 1 Bq/kg, razen v primeru posušene hrane in eni vrsti gob. Vsebnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hranilih je primerljiva z vsebnostmi obeh radionuklidov, izmerjenih v hranilih v okviru nadzornih meritev okolice NEK v enakem časovnem obdobju.

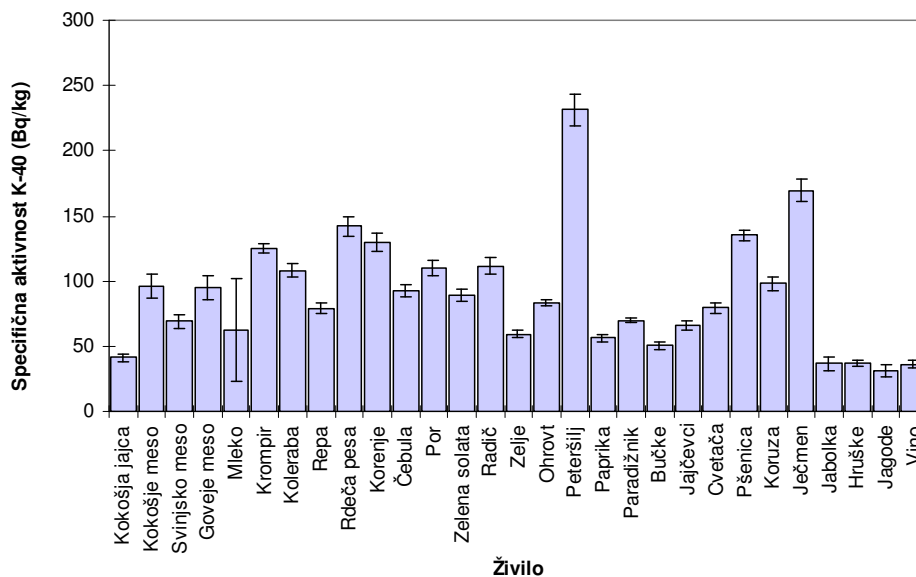


Slika 7.9: Prispevek posameznega radionuklida k efektivni dozi zaradi kontaminacije hrane Cs-137 in Sr-90/Sr-89. Efektivna doza zaradi prehranjevanja s hrano, kontaminirano s Cs-137 in Sr-90/Sr-89, je bila skupaj ($1,61 \pm 0,11$) μSv .

Naravni radionuklidi

Med naravnimi radionuklidi, ki jih najdemo v hrani, kamor pridejo po različnih prenosnih poteh iz zemlje in umetnih gnojil, je najbolj zastopan K-40, prisotni pa so tudi radionuklidi iz razpadnih verig U-238 in Th-232, kot so Pb-210, U-238, Ra-226, Ra-228 in Th-228.

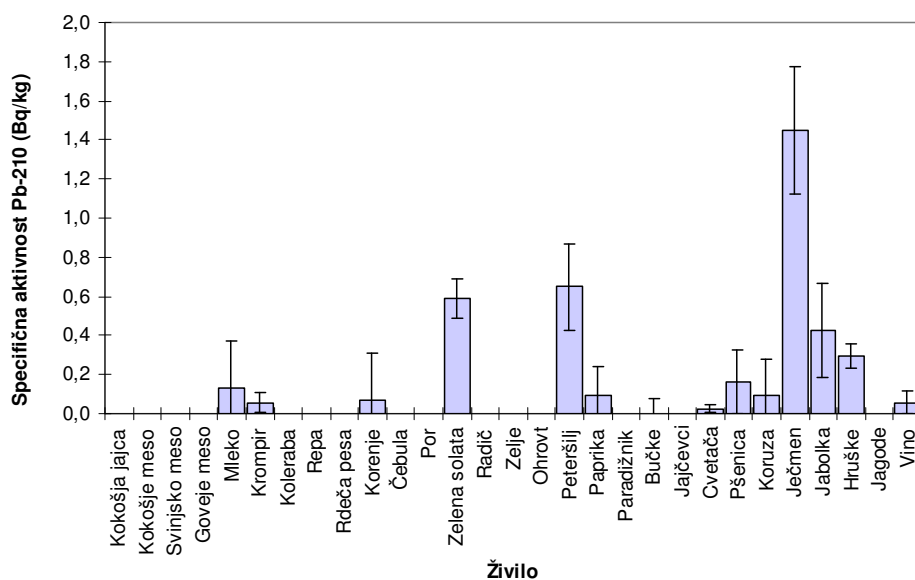
K-40 je naravni sevalec beta in gama. Razmerje med stabilnim K-39 in K-40 v hrani je bolj ali manj konstantno, kjer K-40 pomeni 0,012 % skupnega kalija [44]. Delež K-40 pa je enak tudi v človeškem organizmu. Količina kalija se v telesu homeostatsko uravnava, kar pomeni, da se kalij v telesu ne akumulira, saj se presežek izloči iz telesa. Po zaužitju hrane se kalij iz prebavnega trakta preko krvnega obtoka hitro prerazporedi po celem telesu, biološki razpolovni čas K-40 pa je 30 dni. Kalij se v telesu nahaja predvsem v mišičnem tkivu, zelo malo pa ga najdemo v maščobnem tkivu [44]. Ker telo samo uravnava koncentracijo kalija v telesu, sam vnos kalija v telo (hrana, zemlja) ne vpliva na njegovo koncentracijo v telesu, vplivajo pa značilnosti metabolizma, predvsem pa razmerje med mišično maso in maščobnim tkivom, saj z večanjem maščobnega tkiva v telesu koncentracija kalija pada. V telesu odrasle osebe je v povprečju 140 g kalija. S hrano v telo vnesemo od 2,5–5 g kalija dnevno, pri čemer se presežki izločijo. Za 70 kg težko osebo lahko izračunamo, da je specifična aktivnost K-40 v telesu 63 Bq/kg. Gonade in druga mehka tkiva tako na leto prejmejo konstantno dozo 0,2 mSv, medtem ko kosti prejmejo 0,15 mSv [19]. Po UNSCEAR (2000) je letna efektivna doza zaradi prisotnosti K-40 v telesu 170 μSv [19]. Povprečna specifična aktivnost K-40 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je ($89,4 \pm 49,5$) Bq/kg. Specifične aktivnosti K-40 v posameznih živilih, pa so prikazane na sliki 7.10. Največ K-40 najdemo v podzemni zelenjavi in žitih, ki imajo tako tudi večje vsebnosti stabilnega K-39, najmanj kalija pa v sadju in jajcih. Ker se torej vsebnost kalija v telesu metabolno uravnava in je doza, ki jo prejmemo zaradi prisotnosti K-40 v hrani, bolj ali manj konstantna, prispevki k efektivni dozi zaradi K-40 niso prikazani.



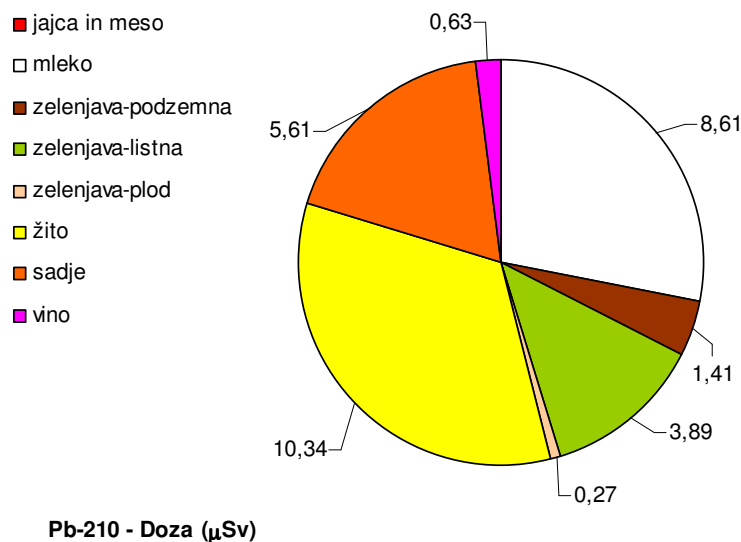
Slika 7.10: Izmerjene specifične aktivnosti K-40 v različnih vrstah živil v letu 2008

Od naravnih radioizotopov je k letni efektivni dozi zaradi uživanja hrane največ prispeval beta in gama sevalec Pb-210 in sicer 30,7%. Svinec Pb-210 je razpadni produkt Rn-222. Radon izhaja iz zemeljske skorje v ozračje, kjer razpade v trdni Pb-210, ki se nato nalaga na površini zemlje in rastlinah. Zato je redno spremljanje koncentracij Pb-210 lahko dober pokazatelj morebitnih povišanih koncentracij Rn-222, kar bi bilo lahko povezano tudi z občasnimi seizmičnimi aktivnostmi na tem področju. Z mehanizmom črpanja snovi preko koreninskega sistema atomi Pb-210 preidejo tudi v živila in krmo ter posledično s hrano v človeški organizem. Zaradi visokega doznega faktorja je lahko Pb-210 pomembna obremenitev prebivalstva. Povprečna specifična aktivnost vzorčenih živil je bila $(0,14 \pm 0,31)$ Bq/kg. Specifična aktivnost Pb-210 v živilih je prikazana na sliki 7.11. in je bila najvišja v ječmenu ($1,5 \pm 0,33$ Bq/kg), detektirana pa je bila še v nekateri listni zelenjavi in sadju. V jajcih in mesu je bila aktivnost Pb-210 pod mejo detekcije. Efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Pb-210 je bila v letu 2008 $(30,8 \pm 2,3)$ μ Sv, kar je primerljivo z referenčno vrednostjo UNSCEAR (2000) [19]. K letni dozi zaradi kontaminacije hrane s Pb-210 je največ prispevalo uživanje žita, mleka in sadja (slika 7.12).

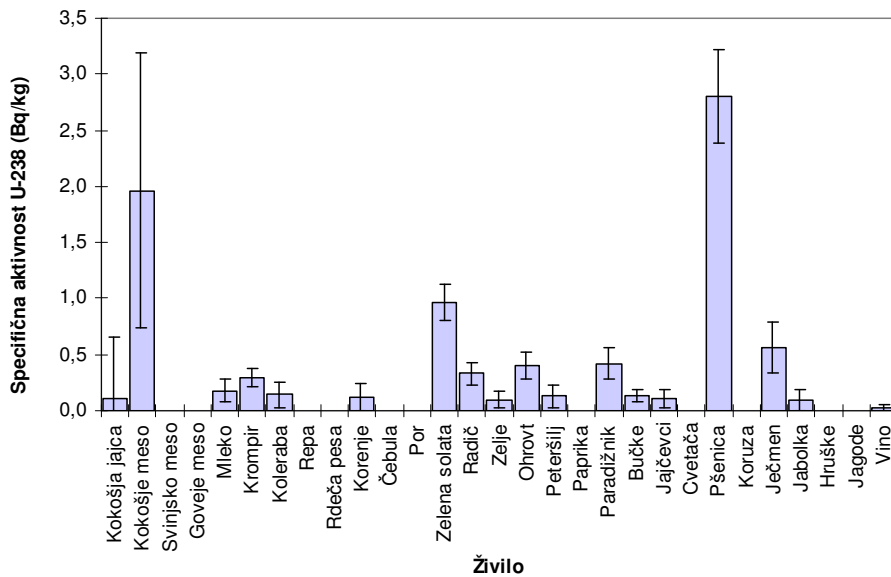
Največji delež U-238 odrasli zaužijejo s pitno vodo, otroci pa tudi z uživanjem zemlje. Naravno prisotni alfa in gama sevalec U-238 se v telesu akumulira večinoma v kosteh in ledvicah. U-238 se v telesu slabo absorbira in večji del ga že v nekaj dneh po zaužitju hrane izločimo z urinom [45]. Povprečna specifična aktivnost U-238 v hrani je bila v letu 2008 $(0,31 \pm 0,62)$ Bq/kg. Največja specifična aktivnost U-238 je bila izmerjena v pšenici in kokošnjem mesu, pri veliko živilih pa je bila specifična aktivnost U-238 pod mejo kvantifikacije (slika 7.13). Efektivna doza zaradi vsebnosti z U-238 v hrani je $(26,5 \pm 3,6)$ μ Sv, pri čemer je k letni efektivni dozi največ prispevalo prehranjevanje z žiti (slika 7.14).



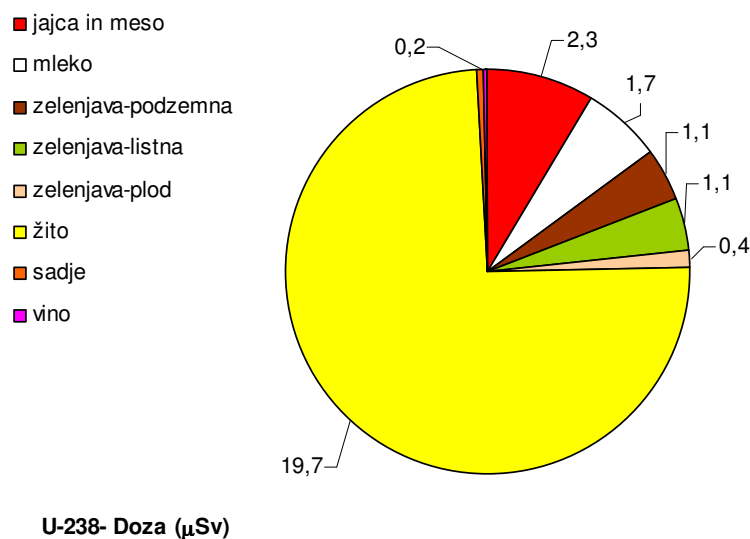
Slika 7.11: Izmerjene specifične aktivnosti Pb-210 v različnih vrstah živil v letu 2008



Slika 7.12: Izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane s Pb-210 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Pb-210 je bila v letu 2008 $(30,8 \pm 2,3) \mu\text{Sv}$.



Slika 7.13: Izmerjene specifične aktivnosti U-238 v različnih vrstah živil v letu 2008

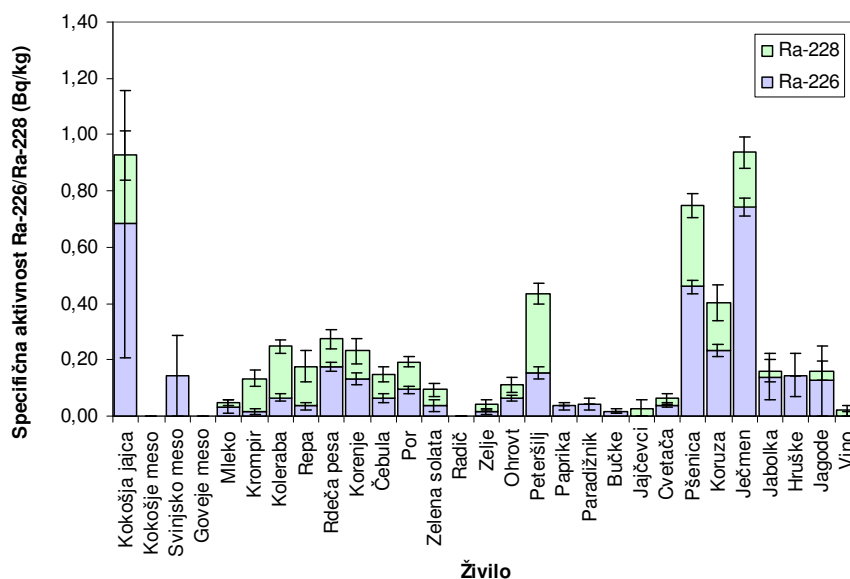


Slika 7.14: Izračunane učinkovite doze zaradi kontaminacije hrane z U-238 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna učinkovita doza zaradi kontaminacije hrane z U-238 je bila v letu 2008 $(26,5 \pm 3,6) \mu\text{Sv}$.

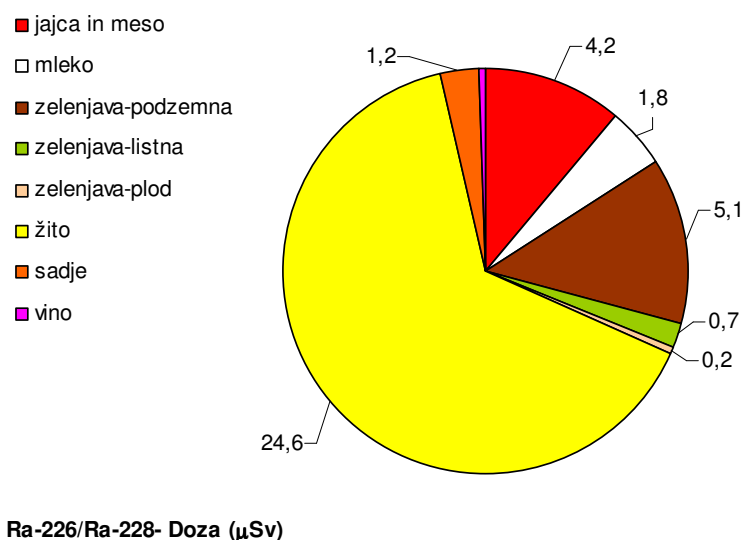
V normalnih razmerah je uživanje hrane glavna pot vnosa Ra-226 ter Ra-228, sevalcev beta in gama, v človeški organizem. Podobno kot kalij se tudi Ra-226 in Ra-228 hitro izločita iz telesa. Količina zaužitega Ra-226 v telesu se zniža za dve tretjini začetne vrednosti že v treh dneh, preostanek pa se adsorbira na površini kosti. Sčasoma atomi migrirajo v sredico kosti, kjer lahko ostanejo. Po



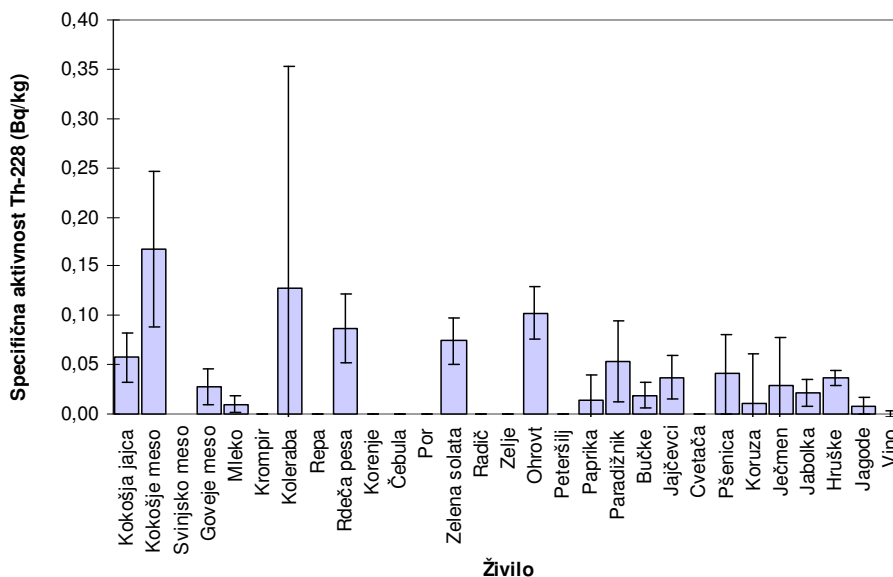
podatkih iz reference [46] je specifična aktivnost Ra-226 v telesu zaradi uživanja hrane $0,017 \text{ Bq/kg}$. Povprečna specifična aktivnost Ra-226 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je bila v letu 2008 $(0,12 \pm 0,19) \text{ Bq/kg}$, Ra-228 pa $(0,08 \pm 0,09) \text{ Bq/kg}$. Najvišja specifična aktivnost Ra-226 in Ra-228 je bila detektirana v žitih in kokošjih jajcih, najmanjša pa v zelenjavi - plodovkah (slika 7.15). Efektivna doza zaradi vsebnosti Ra-226 in Ra-228 v hrani je $(38,1 \pm 2,2) \mu\text{Sv}$. Največji delež k efektivni dozi pa je v letu 2008 prispevalo prehranjevanje z žiti (slika 7.16). Tako Ra-226 kot Ra-228 sta bila skoraj v vseh hranilih nad mejo kvantifikacije, kar je v skladu z radiološkimi nadzornimi meritvami NEK v letih 2004 in 2005.



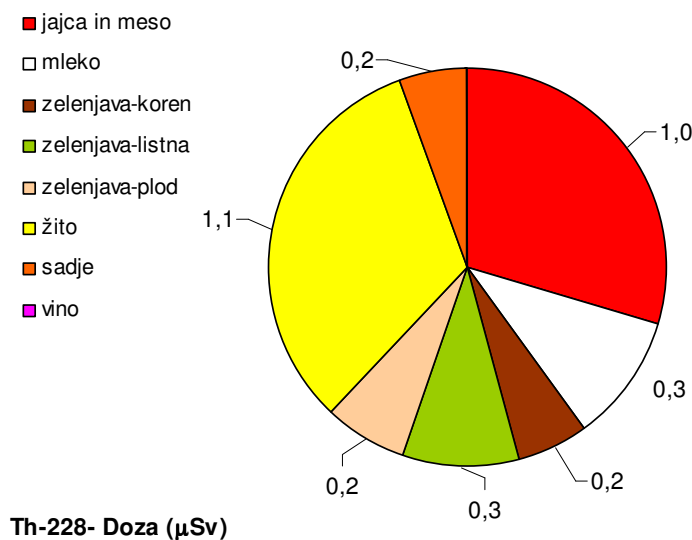
Slika 7.15: Izmerjene specifične aktivnosti Ra-226 in Ra-228 v različnih vrstah živil v letu 2008



Slika 7.16: Izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane z Ra-226 in Ra-228 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s obema radionuklidoma je bila letu 2008 $(38,1 \pm 2,2) \mu\text{Sv}$.



Slika 7.17: Izmerjene specifične aktivnosti Th-228 v različnih vrstah živil v letu 2008



Slika 7.18: Izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane z Th-228 v različnih vrstah živil v letu 2008. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s obema radionuklidoma je bila v letu 2008 $(3,32 \pm 0,23) \mu\text{Sv}$.

Zadnji od detektiranih radionuklidov v živilih je bil alfa sevalec Th-228, ki je v zemeljski skorji sicer trikrat bolj pogost kot U-238. Podobno kot U-238 se tudi Th-228 v telesu slabo absorbira, večinoma pa se izloči iz telesa preko ledvic [47]. Povprečna specifična aktivnost vzorčenih živil je bila $(0,031 \pm 0,04) \text{ Bq/kg}$. Najvišja aktivnost je bila izmerjena v kokošjem mesu, v večini vzorcev zelenjave pa je bila pod mejo detekcije (slika 7.17). Efektivna doza zaradi vsebnosti Th-228 v hrani je bila $(3,32 \pm 0,23) \mu\text{Sv}$, največji delež k dozi pa je prispevalo prehranjevanje z mesom in žiti (slika 7.18), vendar je prispevek Th-228 k skupni efektivni dozi zaradi kratkega razpolovnega časa in izjemno nizkih vsebnosti z biološkega vidika zanemarljiv.



Poleg omenjenih radionuklidov ima pri vnosu naravnih radionuklidov v organizem pomembno težo tudi sevalec alfa Po-210. Iz poročila UNSCEAR lahko razberemo, da je prispevek tega izotopa k celotni dozi zaradi uživanja hrane 64-odstoten ali (70 ± 40) μSv na leto. Pri tem pa je treba poudariti, da je največ Po-210 v hranilih morskega izvora. Prispevka Po-210 k učinkovni dozi zaradi uživanja živil s krško-brežiškega polja ni mogoče oceniti, saj se le-ta v okviru rednega radiološkega nadzora NEK ne določa.

Izpusti iz NEK

Zračni izpusti NEK so vsebovali naslednje umetne radionuklide, ki niso del globalne kontaminacije: Mn-54, Co-58, Co-60, Te-125m in Fe-55. Koncentracije teh radionuklidov so v okolju tako nizke, da niso bile detektirane v prehrabni verigi. C-14 se pojavlja tudi v izpustih NEK. Atomi C-14 v rastlino vstopijo preko fotosinteze, v človeški organizem pa z ingestijo. V letih od 2006 do 2008 so potekale meritve C-14 v izpustih in bioloških vzorcih, zbranih v okolici NEK [21]. V tej študiji je ocenjena dodatna letna doza, ki bi jo prejel posameznik, ki bi užival le hrano z najvišjo izmerjeno vsebnostjo C-14, na 3 μSv . Pri predpostavki, da bi pa užil letno 100 kg zelenjave in sadja [39] in bi tako vnesel približno 2 kg ogljika, to je 17 % celotnega letnega vnosa ogljika, bi prejel dozo 0,5 μSv .

Modelna ocena za ingestijo hrane zaradi atmosferskih izpustov radionuklida C-14 je podana v poglavju "Zrak", podpoglavje f) *Diskusija*. Ocenjena vrednost ingestijske doze za leto 2008 znaša 0,5 μSv .

d) OCENA VPLIVOV IN SKLEPI

V letu 2008 je bilo opravljenih 29 meritev različnih vrst hrane in 36 vzorcev mleka iz okolice NEK. Zelenjavo, žita in sadje smo vzorčili od junija do oktobra, odvzem mesa je bil v novembru in decembru, mleko pa je bilo vzorčeno mesečno.

Ocenili smo, da je bila učinkovna doza zaradi kontaminacije hrane z naravnimi radionuklidi, pridelane na krško-brežiškem polju v letu 2008, (100 ± 38) μSv . Največji delež k skupni učinkovni dozi zaradi kontaminacije hrane prispevajo naravni radionuklidi, kot so Pb-210 (30,7 %), sledijo U-238 (26,4 %) Ra-228 (23,0%), Ra-226 (15,0 %), in Th-228 (3,3 %). Deleža letnih učinkovnih doz glede na celotno prejeto učinkovno dozo zaradi umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pri uživanju hrane sta bila 0,13 % in 1,5 %, kar je z biološkega vidika zanemarljivo. Iz grafov, predstavljenih v tem poglavju, lahko ugotovimo, da se koncentraciji obeh radionuklidov v vseh hranilih, ki se vzorčijo na krško-brežiškem polju, še naprej manjšata.

Glavni vir vnosa Cs-137 sta v letu 2008 sta meso in mleko, Sr-90/Sr-89 podzemna zelenjava in žita, Pb-210 žita, mleko in sadje, U-238, Ra-226 in Ra-228 žita ter Th-228 meso in žita. Omenjeni rezultati se povezujejo z izmerjenimi relativno višjimi specifičnimi aktivnostmi radionuklidov v omenjenih živilih in pa z relativno večjo porabo kot v primeru pšenice.

V podatkih o zračnih izpustih NEK lahko najdemo tudi druge umetne radionuklide, ki pa jih v hrani v letu 2008 nismo detektirali, kar pomeni, da vpliv zračnih izpustov NEK v hrani ni neposredno določljiv. UNSCEAR [19] v svojem poročilu navaja svetovno povprečje za dozo zaradi vnosa naravnih radionuklidov z uživanjem hrane iz uranove in torijeve verige (120 ± 60) μSv , pri čemer sta všteta tudi prispevka rib in vode. Pri računu učinkovne doze zaradi uživanja hrane s krško-brežiškega polja teh prispevkov ne upoštevamo, ampak se obravnavata ločeno. Iz podatkov poročila UNSCEAR lahko še ugotovimo, da imata pri celotni dozi zaradi uživanja hrane zelo visok delež učinkovni dozi izotopov Pb-210 in Po-210. Ker sta koncentraciji omenjenih radionuklidov največji v hrani morskega izvora, splošnega povprečja UNSCEAR v tej evalvaciji ne moremo vzeti kot merilo, lahko pa se rabi kot vodilo za ugotavljanje v primeru povišanja doz zaradi uživanja hrane. Prav tako je treba pripomniti, da koncentracij Po-210 v hranilih v okviru radiološkega nadzora ne določamo. Izračuni učinkovnih doz zaradi uživanja hrane, ki vsebuje umetne in naravne radionuklide, so



pokazali, da je delež učinkovite doze zaradi umetnih radionuklidov v hrani 1,6-odstoten glede na celotno učinkovito dozo zaradi vseh radionuklidov v hrani, kar je z biološkega vidika zanemarljivo. Od tod izhaja, da je prejeta učinkovita doza zaradi uživanja hrane v glavnini posledica vnosa naravnih radionuklidov. Posebej je očitno prispevek Pb-210, ($30,8 \pm 2,32$) μSv , ki pa je nasprotno od leta 2006, ko je bil ta prispevek nekajkrat večji, v okviru vrednosti nadzornih meritev v okolici NEK v letih 2004, 2005 in 2007.

Različne študije v Evropi [48, 49, 50], [19] so pokazale, da je treba v prehranski verigi upoštevati tudi Po-210 [51], ki je sevalec alfa (potomec v verigi U-238), ki k obremenitvi odraslih oseb dejansko prispeva največ [19]. Podobna ugotovitev velja tudi za druge aktinide, ki so pretežno sevalci alfa in težke kovine, kar ima lahko z vidika zdravstvenega varstva pomembno težo. Posebej Po-210 in Pu-239 sta kot sevalca alfa lahko s stališča jedrske varnosti še posebej aktualna pri predstavitvi splošne radiološke slike na področju lokacije NEK, katerih koncentracije v hrani pri rednem nadzoru pa ne določamo. C-14 se pojavlja tudi v plinastih izpušnih NEK. Atomi C-14 v rastlino vstopijo z asimilacijo v listih med procesom fotosinteze, v človeški organizem pa z uživanjem hrane.

e) REFERENCE

- [34] S. Ehlken, G. Kirchner, Environmental process affecting plant root uptake of radioactive trace elements and variability of transfer factor data: a review. *Journal of environmental radioactivity*, 58 (2002), 97–112
- [35] F. W. Whicker. Radionuclide transport processes in terrestrial ecosystems. *Radiation research* 94 (1983), 135–150
- [36] N. Akhtar, M. Tufail, Natural radioactivity intake into wheat grown on fertilized farms in two districts of Pakistan. *Radiation Protection Dosimetry*, 123 (2007), 103–112
- [37] F. Carini. Radionuclide transfer from soil to fruit. *Journal of Environmental Radioactivity*, 52, (2001), 237–279
- [38] F. Carini, Lombi E. Foliar and soil uptake of ^{134}Cs and ^{85}Sr by grape vines, *The science of the total environment*, 207 (1997), 157–164
- [39] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 5, 30. julij 2002
- [40] Human Health Fact Sheet, ANL, October 2001
- [41] J. E. Turner, Atoms, radiation and radiation protection, WILEY-VCH Verlag GmbH, 2007
- [42] Y. G. Zhu, E. Smolders, Plant uptake and radiocaesium: a review of mechanisms, regulation and application. *Journal of experimental Botany*, 51 (2000), 1635–1645
- [43] J. Abukawa, C. Tsubuku, K. Hayano & K. Hirano, A Survey of ^{90}Sr and ^{137}Cs Activity Levels of Retail Foods in Japan, *J. Environ. Radioactivity*, 41 (1998) 3, 287–305
- [44] T. P. Lynch, J. W. Rivard, S. Garcia, Estimated potassium content in Hanford workers, *Radiation Protection Dosimetry* 111, (2004), 319–322
- [45] A. Bleise, P. R. Danesi, W. Burkart, Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview, *Journal of environmental Radioactivity*, 64 (2003), 93–112
- [46] NCRP 94, stran 12 (1987)
- [47] J., Al-Jundi, E. Werner, P. Roth, V. Höllriegl, I. Wendler, P. Schramel, Thorium and uranium contents in human urine: influence of age and residential area. *Journal of Environmental Radioactivity*, 71 (2004), 61–70
- [48] Z. Ould-Dada, I. Fairlie, C. Read, Transfer of radioactivity to fruit: significant radionuclides and speciation, *Journal of Environmental Radioactivity*, 52 (2001), 159–174
- [49] K. Mueck, Sustainability of radiologically contaminated territories, *Journal of Environmental Radioactivity*, 65 (2003), 109–130



- [50] J. T. Zerquera, M. P. Alonso, I. M. F. Gomez, G. V. R. Castro, N. M. Ricardo, G. Lopez Bejerano, J. O. A. Lopez, N. A. Rodriguez, J. C. Gonzales, O. B. Flores, A. H. Perez, O. D. Rizo, Studies on internal exposure doses received by Cuban population due to the intake of radionuclides from the environmental sources, *Radiation Protection Dosimetry* (2006), 1–7
- [51] M. J. Fulker, The role of fruit in the diet, *Journal of Environmental Radioactivity*, 52 (2001), 147–157



OCENA LETNIH DOZ REFERENČNE SKUPINE ZA SAVSKE PRENOSNE POTI ZA LETO 2008

Pri normalnem obratovanju NEK imamo navadno majhne izpuščene aktivnosti, ki so zaradi redčenja z savsko vodo večinoma pod detekcijsko mejo meritev v okolju. Vplive v okolju je zato mogoče ocenjevati le posredno. V tekočinskih vzorcih iz okolja je večinoma mogoče izmeriti le tritij, ki ga deloma zagotovo lahko pripišemo vplivu NEK. **Izpostavitev prebivalstva se zato ocenjuje na podlagi neposrednih meritev izpustov (emisij) in z uporabo ustreznih modelov.** V poglavju "Reka Sava" je narejena ocena prejetih doz iz meritev v okolju, ki se uporablja le za dodatno primerjavo.

V letu 2003 je bila izdelana metodologija za oceno doz pri izpostavitvi prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NE Krško v reko Savo (*Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočih izpustov NE Krško v reko Savo (IJS-DP-8801)* [7]). V metodologiji so identificirane glavne prenosne poti, načini izpostavitve in referenčne skupine za Slovenijo in Hrvaško.

Za modelno oceno obremenitev, ki bi jih lahko prinesle zgolj prenosne poti, ki potekajo prek Save, je bila izbrana kot referenčna (to je tista, ki potencialno prejme najvišje doze) skupina brežiških športnih ribičev in članov njihovih družin. Mednarodni standardi in smernice Evropske unije pri podrobni oceni notranje izpostavitve delijo prebivalstvo na šest starostnih skupin z različnimi doznimi pretvorbenimi faktorji. Za oceno vplivov izpuščenih radioaktivnosti v okolje ob normalnem obratovanju jedrskega objekta smo upoštevali tri starostne skupine: <1 leto, 7–12 let in odrasli > 17 let, ki smo jih privzeli tudi v novi metodologiji.

Metodologija je omejena izključno na tekočinske izpuste v reko Savo. Metodologija je uporabna le za celoletno vrednotenje vplivov, ne pa za primer akcidentalnega tekočinskega izpusta ali pri ocenjevanju večletnega vpliva (večletni depozit in radioaktivni razpad nista upoštevana).

Prvotno je bilo predpostavljeno, da so referenčna skupina ribiči, ki ribarijo pri Brežicah, kjer naj bi bilo popolno mešanje izpuščene radioaktivnosti v reko Savo. Kasneje je bilo ugotovljeno, da ribiči pogosto ribarijo znatno bliže NEK, kjer je mešanje še nepopolno. Zato je bila v začetku leta 2009 opravljena revizija modela z naslovom *Izpostavitve referenčne skupine prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NEK v reko Savo – Nova referenčna lokacija, IJS-DP-10114 (2009)*[8].

V revidiranem podelu je dodana nova referenčna lokacija za ribiče (levi del struge, 350 m pod jezom NEK), ki je prikazana na sliki 8.1. Za to skupino se upošteva drugo razredčitveno razmerje (*DR-Dilution Ratio*), saj na tem mestu ne prihaja do popolnega mešanja s savsko vodo. V študiji je ocenjeno, da je koncentracija izpuščenih radionuklidov na tem mestu trikrat večja ($DR = 3 \pm 2$) od koncentracije v točki popolnega mešanja reke. Študija prav tako ugotavlja, da tudi na stari referenčni lokaciji v Brežicah še ne pride do popolnega mešanja Save. Te ugotovitve so podkrepljene tudi v poglavju REKA SAVA, kjer je izračunano dolgoletno razredčitveno razmerje (od 2002 do 2008) na vzorčevalni lokaciji ob levem bregu v Brežicah ($DR = 1,5 \pm 0,5$). Slednje ugotovitve so upoštewane pri oceni letnih doz.

V tabeli 8.1 so prikazani letni izpusti NEK v obdobju zadnjih šestih let. Iz tabele je razvidno, da je največ izpuščenega H-3 (tritija). Z vidika radiotoksičnosti sta pomembna aktivacijska produkta Co-60 in Co-58 in fizijski produkti Cs-134, Cs-137 in Sr-90.



VHODNI PODATKI ZA OCENO PREJETIH DOZ RAZŠIRJENI INVENTAR LETNIH IZPUSTOV od 2008

Tabela 8.1: Emisijske vrednosti so vzete iz meritev NEK. V tabeli so vsi pomembni radionuklidi, ki bi potencialno bili lahko v izpustnih vodah.

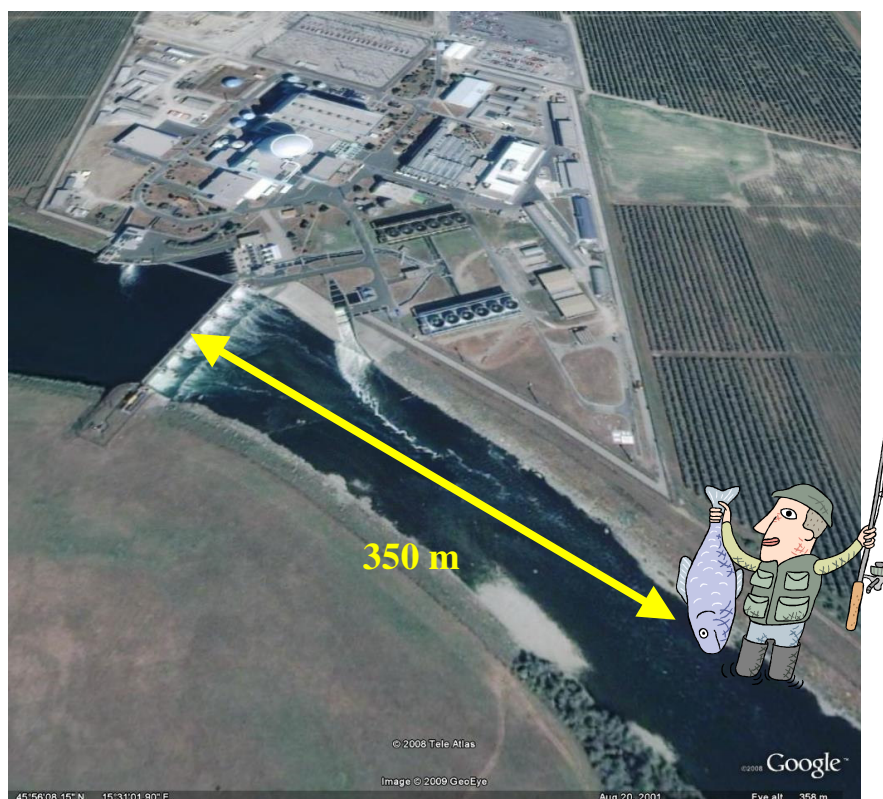
Radiouklid	2003 (Bq na leto)	2004 (Bq na leto)	2005 (Bq na leto)	2006 (Bq na leto)	2007 (Bq na leto)	2008 (Bq na leto)
H-3	1,03E+13	1,1E+13	1,9E+13	1,27E+13	2,18E+13	7,03E+12
Na-24	-	-	-	-	-	-
Cr-51	-	-	-	-	-	6,72E+04
Mn-54	5,62E+5	7,2E+04	-	1,11E+06	1,13E+06	2,51E+06
Fe-55	1,03E+8	7,0E+07	3,9E+06	2,48E+06	1,39E+07	1,66E+06
Fe-59	-	-	-	-	-	-
Co-57	-	-	-	-	-	-
Co-58	7,16E+7	1,3E+08	1,3E+07	1,26E+08	5,24E+07	5,29E+07
Co-60	1,27E+8	3,6E+07	3,5E+07	3,99E+07	2,29E+07	8,44E+06
Zn-65	-	-	-	-	-	-
Se-75	-	-	-	-	-	-
Sr-85	-	-	-	-	-	-
Sr-89	-	-	-	-	-	-
Sr-90	2,46E+5	1,1E+05	1,4E+05	1,09E+05	1,56E+05	8,50E+03
Y-92	-	-	-	-	-	-
Zr-95	2,84E+6	7,0E+05	-	1,26E+06	1,55E+06	1,50E+05
Nb-95	2,84E+6	7,0E+05	5,9E+04	1,26E+06	1,55E+06	-
Nb-97	2,00E+6	-	-	-	-	-
Mo-99	-	-	-	-	-	-
Tc-99m	-	-	-	-	-	-
Kr-85	-	-	-	-	-	-
Kr-85m	-	-	-	-	-	-
Kr-87	-	-	-	-	-	-
Kr-88	-	-	-	-	-	-
Rb-88	-	-	-	-	-	-
Ru-103	-	-	-	-	-	-
Ru-106	-	-	-	-	-	-
Ag-110m	2,77E+6	-	2,8E+05	8,02E+05	1,03E+07	1,74E+06
Sn-113	-	-	-	-	-	-
Sb-124	-	-	-	-	-	-
Sb-125	3,35E+7	1,5E+05	5,3E+05	-	-	-
Te-123m	-	-	-	-	-	-
Te-125m	-	-	-	-	-	-
Te-127m	-	-	-	-	-	-
Te-129m	-	-	-	-	-	-
Te-132	-	-	-	-	-	-
I-129	-	-	-	-	-	-
I-131	-	6,6E+05	-	-	1,67E+06	8,43E+04
I-132	-	-	-	-	-	-
I-133	-	-	-	-	8,42E+04	5,00E+05
I-134	-	-	-	-	-	-
Cs-134	1,91E+5	-	7,9E+04	2,79E+05	6,73E+05	1,58E+05
Cs-137	1,49E+7	7,7E+07	6,0E+06	1,89E+07	2,89E+07	5,90E+06
Cs-136	-	-	-	-	-	-
Cs-138	-	-	-	-	-	-
Xe-131m	-	-	-	-	-	-
Xe-133	-	2,5E+08	2,4E+07	4,95E+08	1,92E+08	6,79E+05
Xe-133m	-	-	-	-	-	-
Xe-135	-	-	-	-	-	1,20E+06
Xe-135m	-	-	-	-	-	-
Ba-140	-	-	-	-	-	-
La-140	-	-	-	-	-	-
Ce-141	-	-	-	-	-	-
Ce-144	-	-	-	-	-	-
Hg-203	-	-	-	-	-	-



Od naštetih radionuklidov v izračunih doz po tej metodologiji žlahtni plini Xe-131m, Xe-133, Xe-133m, Xe-135 in Kr-85m in drugi zelo kratkoživi radionuklidi niso bili upoštevani, ker pri ingestiji niso pomembni.

Za izračun doz v letu 2008 so bili uporabljeni naslednji vhodni podatki:

- podatki o letnih izpustih radionuklidov iz poročil NEK (tabela 8.1);
- povprečni pretok Save v Brežicah v tem obdobju ($222 \text{ m}^3/\text{s}$);
- razredčitveno razmerje na novi referenčni lokaciji (350 m sotočno od jezga NEK) $DR = 3$ in v Brežicah $DR = 1,5$;
- povprečna koncentracija suspendirane snovi ($2,0\text{E}-2 \text{ kg}/\text{m}^3$);
- zaradi konzervativnosti smo predpostavili maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremno porabo).



Slika 8.1: Nova referenčna lokacija na robu izključitvene cone

f) PRENOSNE POTI IN FAKTORJI PORABE

Od številnih možnih prenosnih poti so za prebivalce v okolici NEK kot najverjetnejše evidentirane tiste, ki so navedene v tabeli 8.2. Po dostopnih informacijah napajanje živine in zalivanje pridelkov z rečno vodo nista značilnosti tega področja, zato ju nismo podrobneje analizirali. Direktno pitje rečne vode prav tako ni realno zaradi onesnaženosti reke. Ocenjena je tudi izpostavitvev pri plavanju v reki Savi, vendar se ta prenosna pot zdi malo verjetna, saj je savski breg pod NEK težko dostopen in neprijazen. Mnogo verjetnejše je kopanje v reki Krki.



Analiza izpostavitve je pokazala, da do najvišjih izpostavitve pride zaradi **zadrževanja na bregu in uživanja rečnih rib**. Oboje je značilno za ribiče, ki so v našem primeru referenčna (kritična) skupina.

Podrobni podatki o navadah ribičev so bili dobljeni od gospodarja Ribiške družine Brestanica-Krško. Ta družina šteje 150 članov, od tega je bilo v letu 2002 aktivnih 120. Po informacijah gospodarja ribiške družine morda tretjina ribičev uživa ujete ribe. Ti ribiči so referenčna skupina, ki šteje 36 ljudi. V tabeli 8.3 so podane značilnosti referenčne skupine, ki so bile uporabljene v metodologiji.

Za oceno izpostavljenosti pri pitju savske vode (malo verjetna prenosna pot) so uporabljeni podatki za porabo Evropske unije in slovenske zakonodaje na leto: 260 L (<1 leto), 350 L (mladinci 7–12 let) in 750 L (odrasli >17 let).

Tabela 8.2: Načini in poti izpostavitve v okolici NEK - savska prenosna pot

Način izpostavitve	Pot izpostavitve	Verjetnost izpostavitve
zunanje obsevanje	zadrževanje na bregu plavanje	zelo verjetno malo verjetno
ingestija	ribe rečna voda pitna voda iz Save (Zagreb) napajanje živine (meso, mleko) zalivanje pridelkov	zelo verjetno malo verjetno malo verjetno ni značilnost področja

Tabela 8.3: Značilnosti referenčne skupine in maksimalno izpostavljenega posameznika za Slovenijo in Hrvaško, uporabljene v novi metodologiji

	Referenčna skupina		Maksimalno izpostavljeni posameznik	
	Slovenija	Hrvaška	Slovenija	Hrvaška
čas, ki ga ribič preživi na bregu	200 h	200 h	500 h	500 h
čas, ki ga ob ribiču preživi njegov otrok (7–12 let)	100 h	100 h	250 h	250 h
letna poraba rib iz Save – ribič	10 kg	36 kg	45 kg	45 kg
letna poraba rib iz Save – otrok (7–12 let)	3 kg	5 kg	10 kg	10 kg
letna poraba rib iz Save – novorojenček (<1 leto)	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg
velikost referenčne (kritične) skupine	36 ljudi	–	–	–



g) SKLEPI

Model prejetih doz, narejenih na podlagi realnih izpustov NEK in ob predpostavkah največje porabe (ekstremna poraba in maksimalni čas zadrževanja na obrežju iz preglednice 8.3), dajo vrednosti do **(0,008 ± 0,002) μSv na leto** na stari referenčni lokaciji v Brežicah. Na novi referenčni lokaciji (350 m sotočno od NEK) z modelom dobimo vrednosti do **(0,016 ± 0,011) μSv na leto**. Negotovosti smo ocenili iz negotovosti razredčitvenega razmerja.

Doza za standardno prenosno pot (preglednica 8.4 in 8.5) je nižja, kot smo jo ocenili v letu 2007, zaradi bistveno nižjih izpustov tritija, cezija in kobalta. Na slikah 8.1 in 8.2 so deleži prispevkov posameznih radionuklidov, ki največ prispevajo k prejeti dozi pri standardni prenosni poti. Pri zadrževanju na bregu je praktično celotna obremenitev zaradi Co-60 in Co-58 (slika 8.2). K prejeti dozi pri ingestiji rib največ prispeva Cs-137 (52 %), medtem ko je prispevek H-3 39 % (slika 8.3). V primeru upoštevanja prenosne poti pitja savske vode postane dominanten prispevek H-3 (100 %). V poročilih *IJS-DP-8801* [7] in *IJS-DP-10114* [8] je bilo ugotovljeno, da je prenosna pot pitja rečne vode malo verjetna.

Preglednica 8.4: EFEKTIVNA LETNA DOZA POSAMEZNIKA IZ REFERENČNE SKUPINE PREBIVALSTVA V BREŽICAH (μSv) ZA LETO 2008

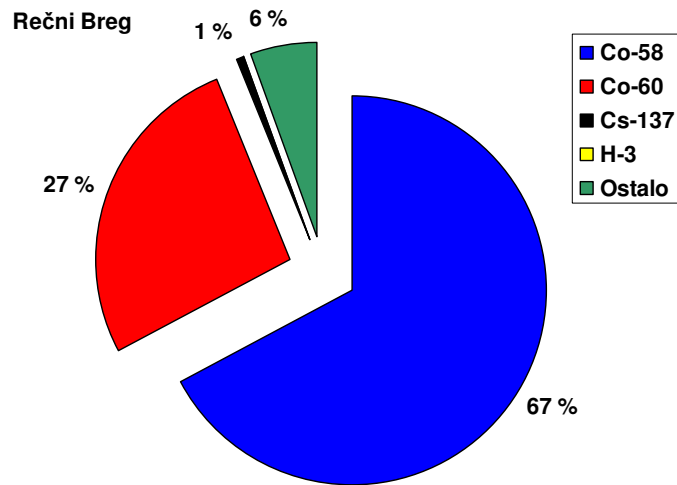
Upoštevamo maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremna poraba).

Starostna skupina	Prenosna pot	
	Standardna Brežice (rečni breg in ingestija rib)	Pitje savske vode Brežice
odrasli (>17 let)	0,008	0,02
mladinci (od 7 do 12 let)	0,003	0,01
dojenčki (od 1 do 2 let)	0	0,03

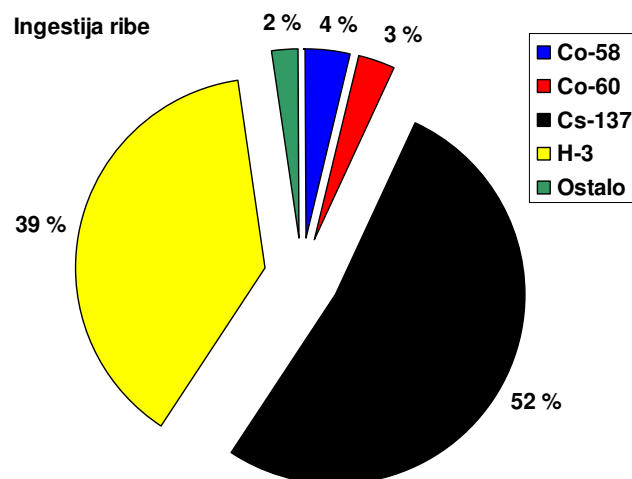
Preglednica 8.5: EFEKTIVNA LETNA DOZA POSAMEZNIKA IZ REFERENČNE SKUPINE PREBIVALSTVA NA NOVI REFERENČNI LOKACIJI 350 M POD JEZOM (μSv) ZA LETO 2008

Upoštevamo maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremna poraba).

Starostna skupina	Prenosna pot	
	Standardna 350 m pod jezom (rečni breg in ingestija rib)	Pitje savske vode Brežice
odrasli (>17 let)	0,016	0,04
mladinci (od 7 do 12 let)	0,006	0,02
dojenčki (od 1 do 2 let)	0	0,05



Slika 8.2: Prispevki posameznih radionuklidov k prejeti dozi pri zadrževanju na rečnem bregu. Največ prispevata Co-58 in Co-60.



Slika 8.3: Prispevki posameznih radionuklidov k prejeti dozi pri ingestiji rib. Največ prispeva Cs-137.

Pri oceni letnih doz referenčne skupine v Brežicah, narejenih na podlagi izpustov, dobimo nižje doze kot z metodologijo, narejeno na podlagi primerjave meritev v okolju (poglavje "Reka Sava"), kjer je bila prejeta doza zaradi pitja savske vode okrog 0,1 μSv na leto. Slednja metodologija ne da realnih vrednosti vpliva NEK, saj ne loči med vplivi NEK in drugih dejavnikov (globalne kontaminacije zaradi poskusnih jedrskih eksplozij in černobilske nesreče).

Na podlagi izmerjenih izpustov NEK za leto 2008 lahko sklepamo, da prejeta doza referenčne skupine na novi lokaciji 350 m sotočno od NEK zaradi savske prenosne poti ne presega 0,02 μSv na leto.



MERITVE EFLUENTOV

a) OBSEG PRIMERJALNIH IN NADZORNIH MERITEV

Meritve nadzornega dela programa meritev efluentov so namenjene dodatnemu preverjanju oziroma dopolnjevanju emisijskih meritev na izviru, ki jih stalno opravljajo službe NEK, in jih razvrščamo na:

- nadzorne specifične meritve elementov, ki jih NEK rutinsko ne opravlja:
 - Sr-90/Sr-89 in Fe-55 v alikvotno sestavljenih mesečnih vzorcih tekočinskih izpustov iz WMT in SGBD; meritve je opravil IRB;
 - H-3 in C-14 v zračnih izpustih dimnika, štirinajstdnevni kontinuirano zbirani vzorci za analize H-3 (T) v vodnih hlapih (HTO), vodiku (HT) ter tritiranih ogljikovodikih (CH_3T) in analize C-14 v ogljikovem dioksidu ($^{14}\text{CO}_2$) ter ogljikovodikih ($^{14}\text{CH}_4$) oziroma neoksidiranem ogljiku so na IJS analizirali mesečno;
 - Sr-90/Sr-89 v sestavljenih vzorcih partikulatnih filtrov, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 na sestavljenih trimesečnih vzorcih; meritve je opravil IJS; določanje povprečnih mesečnih tekočinskih izpustov na podlagi analiz z visokoločljivostno spektrometrijo gama, analize karakterističnih rentgenskih žarkov ter specifičnih analiz H-3 alikvotno sestavljenih reprezentančnih mesečnih vzorcev iz izpustnih tankov (WMT) in kaluže uparjalnikov (SGBD); meritve je opravil IRB; meritve na izviru zračnih izpustov, visokoločljivostna spektrometrija gama v partikulatnih filtrih; meritve je opravil IJS.

Vse meritve iz druge, tretje in četrte alinee so bile v letu 2008 redno izvedene. Rezultati meritev NEK in IJS za zračne izpuste pa so v preglednici 4.2a, b. Rezultati meritev NEK tekočinskih izpustov pa so predstavljeni na slikah od 9.1 do 9.5. Podrobni rezultati so v zbirnem poročilu *Poročilo o radioaktivnih emisijah iz NE Krško za leto 2008*, ki ga je pripravil NEK.

b) OBRAVNAVA REZULTATOV

Obravnavanje rezultatov meritev je podana v ustreznih predhodnih poglavjih o zračnih in tekočinskih emisijah.

Vzporedne primerjalne meritve izpustnih tankov (WMT) in kaluže uparjalnikov (SGBD), kot tudi meritve radionuklidov Fe-55 in Sr-90/Sr-89 v WMT in SGBD, je tudi v letu 2008 izvajal IRB. V nadaljevanju podajamo podatke, ki jih je poročal NEK.

c) OCENA VPLIVOV

ZRAČNI IZPUSTI

Nadzor in oceno vplivov zračnih emisij omogočajo podatki, ki jih zbere NEK in jih dopolnjujejo specifične meritve elementov H-3 in C-14, ki ji izvaja IJS na vzorcih, pridobljenih s kontinuirnim zbiranjem na oddušniku elektrarne, ter z meritvami z visokoločljivostno spektrometrijo gama na partikulatnih filtrih, prav tako pridobljenih z vzorčevanjem na oddušniku.

Program meteoroloških meritev v okolici NEK zagotavlja podatke za izračun povprečnih razredčitvenih faktorjev, ki jih za posamezne mesece in mesta v okolici elektrarne pripravi Agencija RS za okolje. Tudi v letošnjem ovrednotenju smo poleg razredčitvenih faktorjev ARSO uporabili še



povprečne razredčitvene faktorje, ki jih je izračunalo podjetje MEIS, d. o. o., z Lagrangeevim modelom širjenja izpustov v atmosferi.

Zbrani podatki o emisijah na oddušniku NEK so podani v preglednici 4.2 a, del A1, in preglednici 4.2 b, del A2. Iz omenjenih podatkov in razredčitvenih faktorjev je možno oceniti prispevka zaradi inhalacije in imerzije k letni efektivni dozi za prebivalstvo v okolici NEK zaradi zračnih emisij NEK. V preglednici 4.2 a, del B1, in preglednici 4.2 b, del B2, so zbrani tako ocenjeni prispevki posameznih radionuklidov k efektivni dozi, izračunani za odraslega človeka v naselju Spodnji Stari Grad.

Iz preglednic 4.2 a, del B1, in 4.2 b, del B2, lahko ugotovimo, da je skoraj celotna inhalacijska doza posledica emisij tritija v obliki tritirane vode (HTO). Imerzijska doza je predvsem posledica emisij Ar-41 (približno 81 %) ter ksenona Xe-131m (približno 18 %). Od drugih radionuklidov, detektiranih v hlapih, plinih in partikulatih, prispevata k skupni letni inhalacijski dozi še (vendar približno tri velikostne razrede manj) ogljik C-14 (v obliki $^{14}\text{CO}_2$ in $^{14}\text{CH}_4$) in Cs-137. K imerzijski dozi pa prispeva še Xe-133, in sicer približno dvestokrat manj od Xe-131m. Prispevki drugih detektiranih radionuklidov k skupni letni dozi so še bistveno manjši od omenjenih. Pri tem je treba omeniti, da je pri ogljiku C-14 upoštevana samo inhalacijska izpostavljenost, ne pa tudi doza, ki je posledica prehoda v ingestijsko prenosno pot.

Prispevek tritija k inhalacijski dozi (v obliki HTO) smo v letu 2008 ocenili na 6,8 nSv z uporabo Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev oziroma na 1,3 μSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO, kar je približno sedemkrat več kot leta 2007, 2006, 2005 in 2004, ko smo to dozo ocenili na 0,19 μSv , 0,21 μSv , 0,16 μSv in 0,19 μSv . Prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, tako da je skupna letna inhalacijska doza v letu 2008 6,9 nSv na leto. Za otroka, starega od sedem do dvanajst let, je bila v letu 2008 celotna inhalacijska efektivna doza 6,9 nSv na leto, za dojenčka, starega do 1 leta, je bila enaka, in sicer 3,2 nSv na leto.

Imerzijski prispevek k skupni letni dozi je enak za odraslo osebo, mladince in otroke in je bil v letu 2008 predvsem posledica izpustov argona Ar-41, ki so bili porazdeljeni čez celo leto 2008, in je 0,26 nSv z uporabo Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev (54 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO). Približno osmino te vrednosti pa je prispeval še ksenon Xe-131m (0,033 nSv na leto). Skupna letna imerzijska doza za odraslo osebo, mladince in otroke v letu 2008 je tako 0,29 nSv na leto (67 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO).

Skupna efektivna doza za odraslega človeka v Spodnjem Starem Gradu, ki je posledica inhalacije in imerzije, je bila v letu 2008 4,1 nSv na leto, za mladince, starega od sedem do dvanajst let, tudi 4,1 nSv na leto, ter za otroke, starega od enega do dveh let, 2,0 nSv na leto (0,28 μSv in 0,14 μSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunala ARSO). V drugih naseljih v okolici NEK so bile te doze še nižje, povzetek vseh ocenjenih skupnih letnih inhalacijskih in imerzijskih doz za okolico NEK v letu 2008 je v preglednici 4.2 c.

Zračni izpusti tritija H-3 in joda I-131 iz NEK v letu 2008 so bili primerljivi s povprečjem emisij jedrskih elektrarn v EU. Emisije žlahtnih plinov, ogljika C-14 in partikulatov so precej nižje od povprečja. Na sliki 4.7 je podano razmerje zračnih emisij NEK za različne radionuklide glede na povprečje EU od leta 1996 naprej. S slike je tudi razvidno, da se emisije tritija v ozračje z leti ne spreminjajo bistveno.



TEKOČINSKI IZPUSTI

NE Krško pri obratovanju kontrolirano mesečno izpušča manjše količine radionuklidov v okolje. Tekočine se izpuščajo iz izpustnih tankov (Waste Monitoring Tank - WMT) in iz kaluž uparjalnikov (Steam Generator Blowdown System Discharge – SGBD).

V reko Savo je bilo izpuščenih 1060 m³ vode iz WMT in 1110 m³ iz SGBD. Primerjava z letom 2007 (3090 m³ vode iz WMT in 838 m³ iz SGBD) kaže zmanjšanje volumna izpustov iz tankov.

Meritve nerazredčenih efluentov v zadrževalnikih WMT in meritve kaluže uparjalnikov (SGBD), ki sta jih opravila NEK in IRB, so v letu 2008 pokazale nižje emisije kot v letu 2007, 2006 in 2005 (slika 9.1). Večji izpusti so bili opravljeni v poletnih mesecih, v juniju in juliju (slika 9.2).

Tekoči izpusti H-3 v letu 2008 so bili na podlagi meritev NEK 7,0 TBq na leto, kar je nižje od izpustov v preteklih letih: 22 TBq (2007), 13 TBq (2006), 19 TBq (2005) 11 TBq (2004), 10,3 TBq (2003), 13 TBq (2002) (slika 9.2).

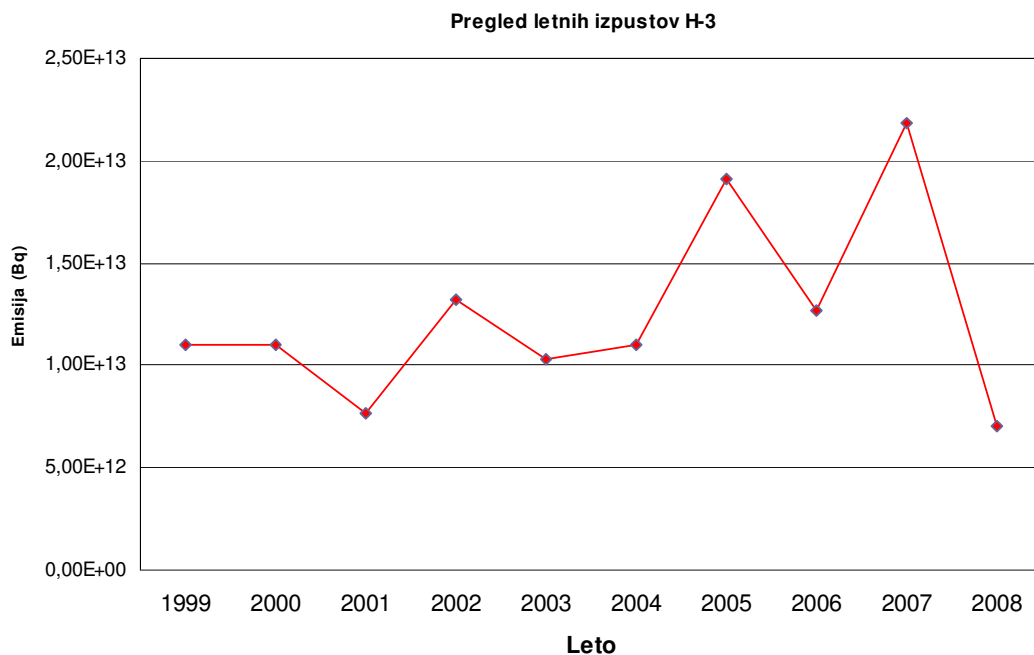
Tekoči izpusti H-3 so bili od leta 2004 dalje nekoliko večji in so v letu 2007 dosegli najvišjo vrednost, saj so presegli nekdanjo letno mejno vrednost 20 TBq, kar lahko pripišemo podaljšanju gorivnega cikla. Vpliv povečanih izpustov se je kazal tudi v povečanih koncentracijah H-3 v Savi in v podtalnici nizvodno od NEK. V letu 2008 je višina izpusta prvič po letu 2001 bila nižja od 10 TBq.

Normaliziran izpust H-3 glede na količino proizvedene električne energije je bil tako 1,2 GBq / (GW h) (letna proizvodnja električne energije 5,972 TW h). Primerjava tekočih izpustov H-3 glede na proizvedeno energijo kaže primerljive vrednosti kot v državah EU z elektrarnami PWR (okrog 2 GBq / (GW h) za reaktorje PWR). Letna omejitev tekočih izpustov H-3 v NEK je (4,5 E+13) Bq na leto. Skupna omejitev za druge radionuklide 100 GBq (beta/gama sevalci) na leto.

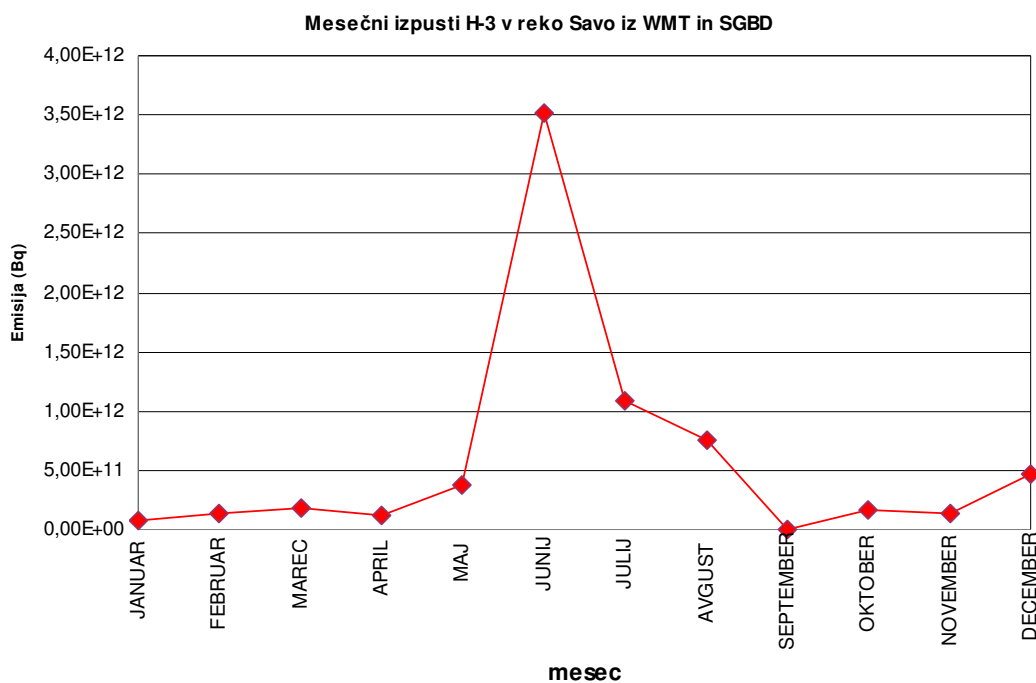
Analize Sr-90 v alikvotnih tekočih vzorcih so dale oceno velikosti emisij (8,5 E+3) Bq na leto (meritve IRB), kar je bistveno nižje v primerjavi z vrednostmi v preteklih letih (slika 9.3). Mesečni izpusti kobalta in cezija so podani na sliki 9.4. Skupna aktivnost izpuščenega Co-60 v reko Savo je bila (8,4 E+6) Bq na leto in aktivnost izpuščenega Cs-137 v Savo (5,9 E+6) Bq na leto. V letu 2008 je količina izpuščenega Co-58 (5,3 E+7) Bq ostala približno enako kot v letu 2007 (5,2 E+7 Bq).

Primerjava letnih izpustov Co-60, Co-58, Cs-134 in Cs-137 z izpusti v preteklih letih je podana na sliki 9.5. Opazna je težnja zmanjševanja izpustov od leta 2001.

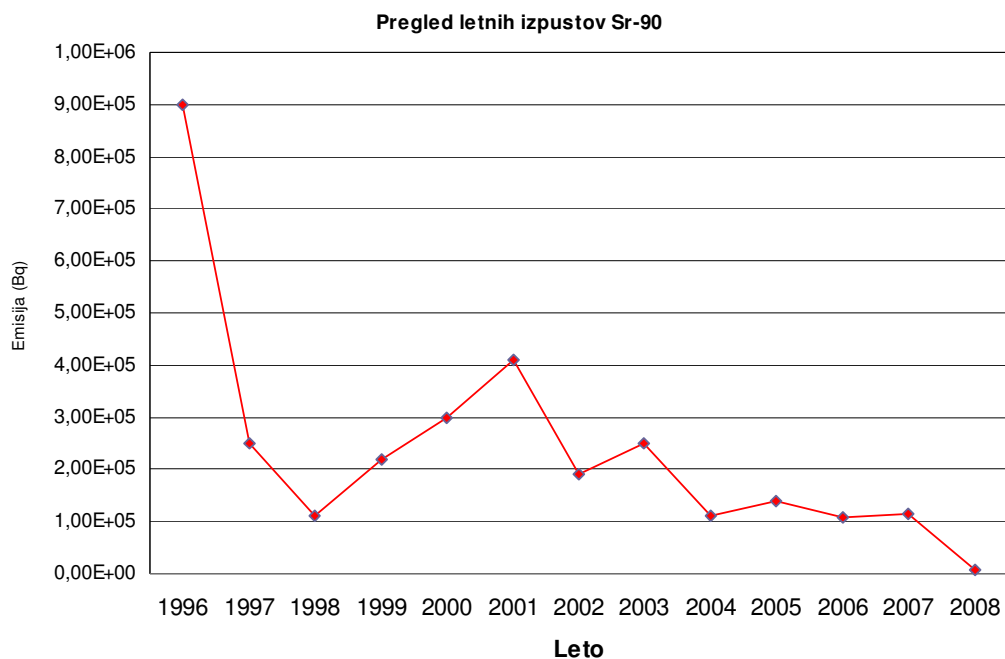
Poleg H-3 je bilo med izpuščenimi radionuklidi največ Co-58 ((5,3 E+7) Bq na leto) ter Co-60 ((8,4 E+6) Bq na leto). V efluentih sta izmerjena tudi I-131 ((8,4 E+4) Bq na leto) in I-133 ((5,0 E+5) Bq na leto).



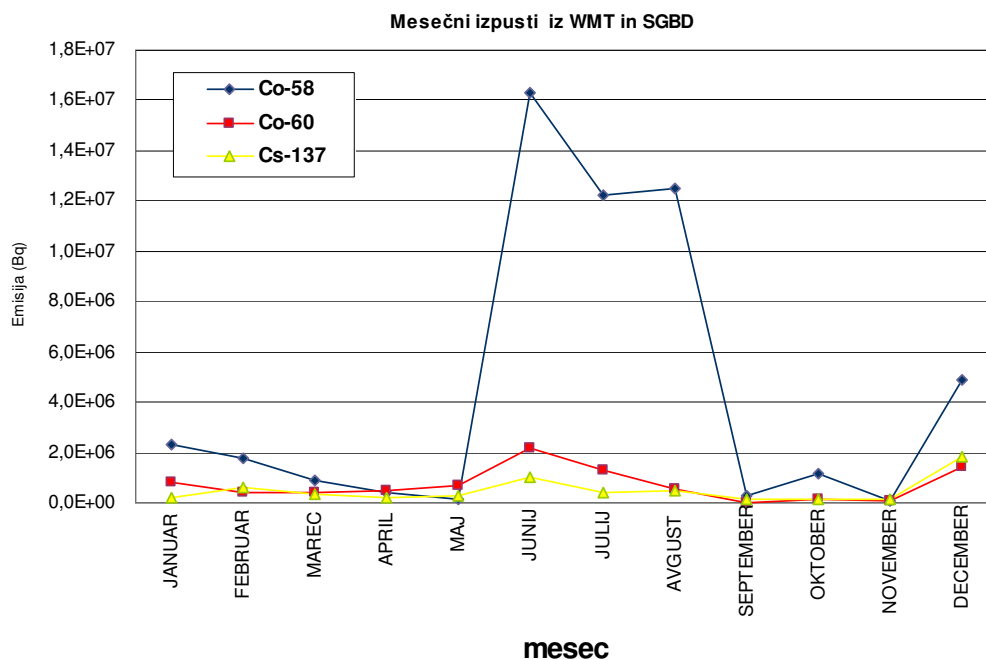
Slika 9.1: Letni izpusti H-3 v reko Savo



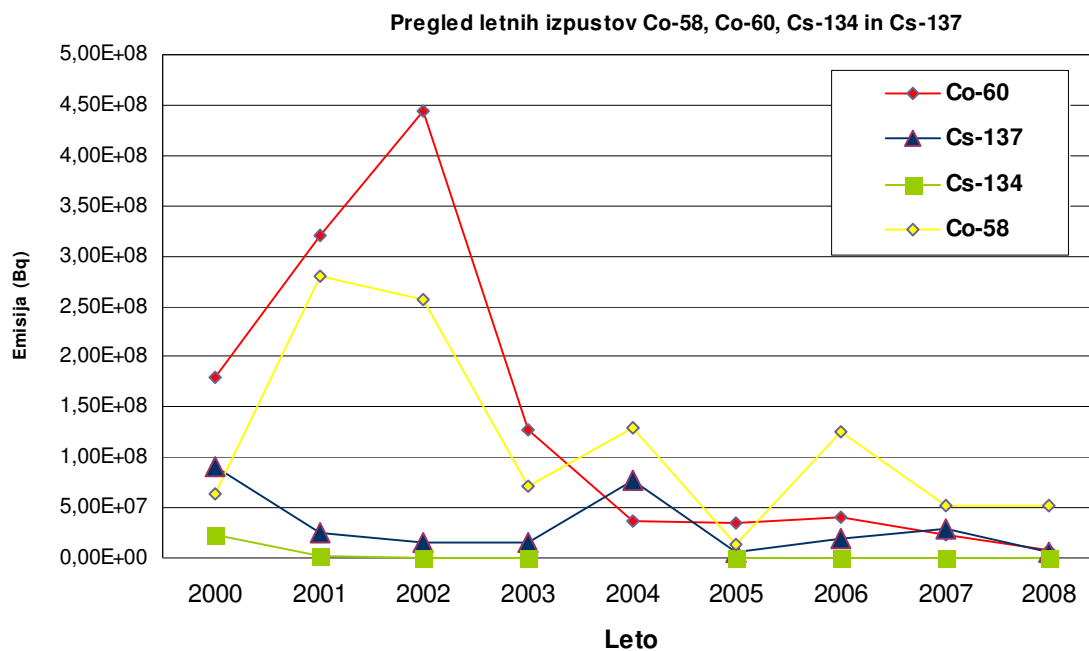
Slika 9.2: Mesečni izpusti H-3 v reko Savo v letu 2008. Največja aktivnosti je bila izpuščena v mesecu juniju.



Slika 9.3: Letni izpusti Sr-90 v reko Savo



Slika 9.4: Mesečni izpusti Co-58, Co-60 in Cs-137 v reko Savo v letu 2008. Največji izpust opravljen v juniju.



Slika 9.5: Letni izpusti Co-60, Co-58, Cs-137 in Cs-134 v reko Savo



MEDLABORATORIJSKE PRIMERJALNE MERITVE POOBLAŠČENIH IZVAJALCEV NADZORA V LETU 2008

Tabele z rezultati mednarodnih primerjalnih meritev in primerjalnih meritev pooblaščenih laboratorijev so na priloženi zgoščenci v datotekah:

MednarodnePrimerjave2008.pdf in **MedsebojnePrimerjave2008.pdf**.

d) MEDNARODNE PRIMERJALNE MERITVE IN PREVERJANJA USPOSOBLJENOSTI LABORATORIJEV

V tabeli 10.1 je prikazano sumarno število medlaboratorijskih primerjav glede na vrsto analiziranih vzorcev, pri katerih so sodelovale posamezne pogodbene organizacije. Odebeljene številke veljajo za udeležbo pri mednarodnih primerjalnih meritvah, ležeče pa za sodelovanje pri domačih (medsebojnih) medlaboratorijskih primerjalnih meritvah. V primerjavi z letom 2006 in še posebej z letom 2007 opazimo, da je IJS zmanjšal število sodelovanj pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah, in sicer iz 26 v letu 2006 in 42 v letu 2007 na 17 sodelovanj v letu 2008. IRB je v letu 2008 sodeloval pri 5 mednarodnih primerjavah, ZVD pa pri 8 mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah. Pri IJS in IRB je bilo v letu 2008 število sodelovanj pri domačih medlaboratorijskih primerjavah zmanjšano iz 6 na 5, medtem ko je ZVD sodeloval pri treh domačih primerjavah, kar je enako kot leta 2007. Pri vrednotenju števila sodelovanj pri medlaboratorijskih primerjavah je treba poudariti, da so vsi sodelujoči laboratoriji sodelovali pri medlaboratorijskih primerjavah, ki obsegajo merjenje in tipe vzorcev, ki jih v programu nadzora okolja NEK rutinsko opravljajo. Poleg tega sodelovanje pri medlaboratorijskih primerjavah ni edina, temveč le vzporedna aktivnost v okviru zagotavljanja kvalitete in poteka skupaj s kontrolo kvalitete in drugimi dejavnostmi v sklopu laboratorijskega sistema kakovosti. Konec leta 2008 so bili vsi trije sodelujoči laboratoriji za svoje dejavnosti akreditirani v skladu z mednarodnim standardom ISO/IEC 17025:2005. Zahteve standarda vključujejo tudi spremljanje in analizo rezultatov sodelovanja pri medlaboratorijskih primerjavah in ustrezno ukrepanje. Rezultati sodelovanja pri medlaboratorijskih primerjavah so tako predmet na letnem pregledu od vodstva laboratorijev, kot tudi notranjih in zunanjih presoj in ocenjevanj akreditacijskih služb. Na podlagi omenjenih parametrov lahko število sodelovanj pri medlaboratorijskih primerjavah v splošnem ocenimo kot zadovoljivo. Uspešnost sodelovanja laboratorijev pri posameznih medlaboratorijskih primerjavah je ocenjena v nadaljevanju poročila.

Program medlaboratorijskih primerjalnih meritev lahko razdelimo na tri področja:

1. Preverjanje usposobljenosti laboratorijev za meritve v okolju (imisij).
2. Preverjanje usposobljenosti laboratorijev za meritve izpustov (emisij). Emisije redno spremljata laboratorija NEK, ki preverjata svojo usposobljenost z meritvami vzorcev, ki jima pošilja Eckert & Ziegler Analytics (ZDA), z aktivnostmi radioizotopov, ki so sledljive do vrednosti nacionalnih standardov NIST (ZDA) in NLP (VB). Te meritve niso vključene v pričujoče ovrednotenje, rezultati teh preverjanj so objavljeni v *Poročilu o radioaktivnih emisijah iz NE Krško za leto 2008*. Laboratoriji pooblaščenih izvajalcev, ki izvajajo kontrolne meritve emisij, izvajajo svoje neodvisne meritve za preverjanje usposobljenosti.
3. Preverjanje usposobljenosti izvajalcev za meritve emisij, ki jih laboratoriji NEK ne izvajajo, zato pa jih NEK naroča pri pooblaščenih izvajalcih. To so meritve koncentracij Fe-55 v odpadnih vodah ter meritve C-14 Sr-90/Sr-89 v aerosolih, ki so v izpuhu NEK.



V tabeli 10.2 je prikazano število meritev po področjih, kot jih obsegajo medlaboratorijske primerjalne meritve. V tej tabeli je podan le pregled mednarodnih primerjalnih meritev, saj program domačih primerjalnih meritev pooblaščenih laboratorijev obsega le primerjalne meritve imisijskih vzorcev.

Tabela 10.1: Sodelovanje pooblaščenih organizacij pri (**mednarodnih/domačih**) medlaboratorijskih primerjalnih meritvah glede na vrsto vzorca

Tip vzorca	SODELUJOČA ORGANIZACIJA		
	IJS	IRB	ZVD
ZRAK	- / -	- / -	2 / -
VODA	6 / 3	3 / 3	2 / -
VEGETACIJA, RIBE	1 /	1 / -	2 / -
ZEMLJA	2 / 1	1 / 1	2 / 1
SEDIMENT	- / -	- / -	- / 1
NaOH	1 / -	- / -	- / -
MLEKO V PRAHU	- / 1	- / 1	- / 1
URIN	7 / -	- / -	- / -
Σ	17 / 5	5 / 5	8 / 3

Tabela 10.2: Sodelovanje pooblaščenih organizacij pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah glede na področje primerjave

Področje	SODELUJOČA ORGANIZACIJA		
	IJS	IRB	ZVD
1	15	5	6
2	-	-	2
3	2	-	-

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA), ZDA

MRAD-009: V septembru 2008 je ERA v okviru primerjalnih meritev MRAD-009 razposlala vzorce vegetacije, zemlje, zračnega filtra in dva vzorca vode. En vzorec vode je bil namenjen določitvi tritija, drugi pa za določitev drugih radionuklidov. Končni rezultati so bili objavljeni v decembru 2008. Medlaboratorijske primerjave sta se udeležila IRB in ZVD, pri čemer je IRB analiziral oba vodna vzorca, vzorec zemlje in vegetacije, ZVD pa vzorce zemlje, vegetacije in zračni filter [52].



V vzorcu zračnega filtra je ZVD določil naslednje radionuklide: Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, U-238 in Zn-65. Rezultati ZVD se zelo dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi in se odmikajo od pripisane vrednosti od 6 % do 5 %. Glede na območje sprejemljivosti, ki ga je postavila ERA in je ± 30 %, lahko rezultate ocenimo kot zelo dobre.

Pri analizi vzorca zemlje je ZVD določil Ac-228, Am-241, Bi-212, Bi-214, Co-60, Cs-134, Cs-137, Pb-212, Pb-214, K-40, Sr-90, Th-234, U-238 in Zn-65. Vsi rezultati so bili sprejemljivi. Pri rezultatih opazimo različne odmike od pripisanih vrednostih. Z izjemo rezultata za Zn-65, ki je popolnoma v skladu s pripisano vrednostjo, je skupna značilnost vseh rezultatov ZVD, da so nižji od pripisane vrednosti. Odmiki so med -2 % in -33 %. Kot je znano že iz prejšnjih medlaboratorijskih primerjav, je v vzorcih zemlje problematično določanje Bi-212, Bi-214 in Pb-214. Problem izhajanja radona iz nezatesnjenih vzorcev je bil omenjen že v prejšnjih poročilih in je tudi tokrat omenjen kot najbolj verjeten razlog za opisani odmik rezultatov. Upravičeno lahko sumimo, da ima organizator medlaboratorijske primerjave tehnične težave pri določitvi pripisane vrednosti za aktivnost Bi-214 in Pb-214 in da so zaradi tega tudi postavljene meje sprejemljivosti precej široke, in sicer ± 40 %.

IRB je pri analizi vzorca zemlje določil Ac-228, Am-241, Bi-214, Co-60, Cs-134, Cs-137, K-40, Sr-90, U-238 in Zn-65. Tudi vsi rezultati IRB so bili sprejemljivi, pri čemer so bili opaženi odmiki od pripisanih vrednosti v območju od 1 % do 27 %, kar je zelo podobno kot pri ZVD.

V vzorcu vegetacije sta tako ZVD kot IRB določila naslednje radionuklide: Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, K-40, Sr-90, U-238 in Zn-65. Pri ZVD je ujemanje rezultatov s pripisanimi vrednostmi v vseh primerih zelo dobro. Opaženi odmiki od pripisanih vrednosti ležijo med $-6,3$ % in 4,8 %. Pri IRB so odmiki za Cs-137 ($-20,5$ %), Co-60 (24,8 %) in K-40 (16 %) nekoliko večji, vendar kljub vsemu ležijo vsi rezultati IRB še vedno močno znotraj meja sprejemljivosti. ERA podaja pri poročanju rezultatov dva podatka, in sicer informacijo o pripisani vrednosti in o mejah sprejemljivosti rezultata, ki so za vzorec vegetacije postavljene na ± 43 %.

V vzorcu vode, namenjenem za analizo mešanice radionuklidov, je IRB določil Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Fe-55, Sr-90 in Zn-65. Rezultati za Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Sr-90 in Zn-65 se izredno dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so med $-1,2$ % v primeru Co-60 in 6,6 % v primeru Cs-137. Rezultat določitve Fe-55 je za 40 % previsok in ni sprejemljiv. Razlog za tak odmik ni znan. Možna je napaka pri določanju kemijskega izkoristka, vendar mora to IRB raziskati sam.

V drugem vzorcu vode, namenjenem za določitev tritija, je bil rezultat IRB ocenjen kot sprejemljiv. Opažen odmik od pripisane vrednosti je bilo -21 %. Poudariti je treba, da je ERA postavila za določitev tritija meje sprejemljivosti ± 40 %. Čeprav je rezultat v mejah sprejemljivosti, priporočamo, da IRB spremlja težnjo pri rutinskih kontrolnih analizah tritija.

RAD-75: Novembra 2008 je ERA organizirala primerjalno meritev radionuklidov Ra-226, Ra-228 in naravnega urana v vzorcu vode RAD-75, ki se je je udeležil IJS. V okviru RAD-75 je IRB določil Sr-89 in Sr-90. Končni rezultati so bili objavljeni v decembru 2008 [53].

Analizo Ra-226, Ra-228 in naravnega urana v vodnih vzorcih je IJS opravil na tri različne načine, in sicer kot meritev vodnega koncentrata, vodne sušine, razredčene na 8 L, in vodne sušine, razredčene na 8 L, z dodatkom aktivnega oglja. Dodatek aktivnega oglja je bil namenjen povišanju izkoristka. Pri treh opisanih načinih priprave vzorca ne najdemo nobene skupne značilnosti. V prvem primeru pri meritvi vodnega koncentrata se odmika rezultat določitve Ra-226 za 15,5 % in za malenkost izstopa iz območja sprejemljivosti. Pri meritvi sušine vode, razredčene na 8 L, izstopa rezultat določitve naravnega urana, ki je za 28 % previsok in tudi ni sprejemljiv, medtem ko so v tretjem primeru vsi rezultati sprejemljivi, pri čemer pa je odmik rezultata določitve Ra-226 (11,2 %) podoben kot v prvem primeru.



Uspešnosti določitve Sr-89 in Sr-90 od IRB se močno razlikujeta. Rezultat določitve Sr-90 je sprejemljiv z odklikom -8% od pripisane vrednosti, medtem ko je rezultat določitve Sr-90 za četrtno prenizek in ni sprejemljiv.

MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO (MAAE = IAEA), Avstrija

IAEA-CU-2007-03: V oktobru 2007 je MAAE organizirala odprt mednarodni preskus usposobljenosti laboratorijev za določanje sevalcev gama v vzorcih zemlje, špinače in vode. Sodelovala sta IJS in ZVD. Končni rezultati so bili objavljeni maja 2008 [54, 55]. MAAE vrednoti rezultate v obliki u -preskusa, kjer se pri oceni upoštevata tudi merilna negotovost izmerjenega rezultata in merilna negotovost pripisane vrednosti. u -preskus je definiran kot:

$$u_{\text{preskus}} = \frac{|Value_{IAEA} - Value_{Analyst}|}{\sqrt{Unc_{IAEA}^2 + Unc_{Analyst}^2}}$$

Meje sprejemljivosti določi organizator vnaprej. V tem specifičnem primeru je rezultat sprejemljiv, če je $u < 2,58$.

Tako IJS kot ZVD sta v vzorcu zemlje (Sample 444) določila Am-241, Cd-109, Co-60, Cs-134, Cs-137, Mn-54, Pb-210 in Zn-65. Vsi rezultati IJS kažejo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi, pri ZVD pa je opažen odklik pri rezultatih določitve aktivnosti Cd-109 in Zn-65. Odmiki so okrog 18% , kar vodi do u -vrednosti $3,28$ za Cd-109 in $-3,49$ za Zn-65. Iz teh podatkov ni možno enostavno poiskati razloga za neskladnje, je pa dejstvo, da so merila MAAE strožji kot prej opisana, postavljena od ERA.

V vzorcu vegetacije (špinača – Sample 330) sta IJS in ZVD določila K-40 in Cs-137. Vsi rezultati so sprejemljivi, pri čemer je odklik rezultatov IJS za K-40 približno $-0,7\%$, za Cs-137 pa približno -4% . Pri ZVD pa je odklik obrnjen, in sicer je za Cs-137 $0,32\%$ in za K-40 $6,99\%$. Kot že rečeno, je ujemanje rezultatov zelo dobro.

V vzorcu vode (Sample 445) sta IJS in ZVD določila aktivnosti naslednjih radionuklidov: Am-241, Cd-109, Co-60, Cs-134, Cs-137, Mn-54, Pb-210 in Zn-65. Praktično pri vseh rezultatih ugotavljamo izredno dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so v okviru največ nekaj odstotkov. Edina izjema je pri ZVD rezultat določitve Cd-109, kjer je odklik 11% , pa tudi v tem primeru je rezultat sprejemljiv, in u -preskus je enak $-1,69$. V primeru določitve aktivnosti radionuklidov v vzorcih zemlje in vode IAEA-CU-2007-03 je treba poudariti, da gre za vzorce, v katere so bile dodane raztopine radionuklidov s točno določeno aktivnostjo. Uporabljene so bile raztopine standardov proizvajalca Amersham. Pripisane vrednosti so metrološko sledljive in kot take omogočajo zanesljivo oceno točnosti rezultatov, poznana pa je tudi merilna negotovost. Dobro ujemanje rezultatov IJS in ZVD torej potrjuje kvaliteto opravljenih meritev v obeh institucijah, kakor tudi ustrezno vrednotenje merilne negotovosti v obeh primerih.

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA

V drugi polovici leta 2007 je IJS sodeloval pri dveh preskusnih meritvah "cross-check", ki jih je organiziral Eckert & Ziegler Analytics, in sicer pri analizi vzorca zemlje in vodne raztopine. Rezultati so bili objavljeni šele decembra 2007 in zato so vključeni v poročilo za leto 2008 [56].

Environmental Cross Check: V okviru programa Environmental Cross Check je IJS letu 2007 sodeloval pri eni primerjalni meritvi sevalcev gama v vzorcu zemlje in eni meritvi radionuklidov v vzorcu vode. Analytics je razposlal vzorec zemlje z naslednjimi radionuklidi (sevalci gama): Ce-141, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Co-58, Mn-54, Fe-59, Zn-65 in Co-60. Vzorec vode pa je vseboval: I-131, Ce-141, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Co-58, Mn-54, Fe-59, Zn-65 in Co-60. Vsebnosti radionuklidov so



bile reprezentativne za vzorce iz okolja. Vodna raztopina je bila pripravljena z dodajanjem znanih količin radionuklidov, katerih vrednosti so metrološko sledljive do vrednosti nacionalnih standardov, in sicer NIST (ZDA) in NPL (VB). Analyticsov način podajanja rezultatov je drugačen kot v primeru ERA oziroma MAAE, in sicer so podana razmerja med vrednostjo, določeno v sodelujočem laboratoriju, in pripisano vrednostjo. Pregled rezultatov kaže, da se večina rezultatov IJS dobro ujema s pripisanimi vrednostmi, in sicer v okviru nekaj odstotkov. Zanimiva je primerjava z rezultati iz prejšnjega preskusa. Namreč, pri prejšnjem preskusu je bila problematična določitev Fe-59, kjer je bil odmik 20 %. Tokrat je odmik rezultata določitve Fe-59 praktično zanemarljivo (3 %), medtem ko je opaziti odstopanje pri določitvi Cr-51, in sicer približno 20 %. Pri analizi vzorca vode pa je nekoliko problematična določitev I-131, ki se odmika za približno 20 %.

Radiochemical Cross Check: V letu 2007 je IJS sodeloval pri eni analizi Fe-55 v 0,1 M HCl (nakisana vodna raztopina), ki jo je Analytics organiziral v okviru programa Radiochemical Cross Check [57]. Rezultati so bili objavljeni januarja 2008, in rezultat IJS je bil sprejemljiv. Opaženega odmika (14 %) ne moremo posebej komentirati, ker niso poznana merila sprejemljivosti od organizatorja.

Nasprotno od leta 2007 IRB v letu 2008 pri teh medlaboratorijskih primerjavah ni sodeloval.

PROCORAD, Francija

Procorad je tudi v letu 2008 organiziral medlaboratorijske primerjave za določitev Sr-90 in sevalcev gama v vzorcih urina. Vzorce so pripravili in razposlali marca 2008, končno poročilo pa je bilo objavljeno v juniju 2008 [58]. Vzorce so v Procoradu pripravili z dodajanjem certificiranih referenčnih materialov s točno znano aktivnostjo posameznih radionuklidov proizvajalca Amersham. Tudi v letu 2008 je pri teh meritvah sodeloval samo IJS, analize pa sta opravila Odseka F-2 in O-2. Analize so bile opravljene v marcu in aprilu 2008. Analizirani so bili vzorci urina B, C, D, E in 'Surprise Urin'. V vzorcu B so bile določene aktivnosti Ba-133, Sn-113 in Co-57; v vzorcu C aktivnosti Sn-113, Co-57, Cs-134 in Eu-152; v vzorcu 'Surprise Urin' pa aktivnosti K-40, Co-60 in Am-241. V vzorcih B, C, D in E je bil določen še tritij, v vzorcih B, C in D, C-14 in v vzorcih B in C Sr-90.

Procorad podaja rezultate uspešnosti sodelovanja pri svojih medlaboratorijskih primerjavah – preskusih usposobljenosti v obliki relativnega odmika (relative bias), in sicer:

$(\text{vrednost IJS} - \text{pripisana vrednost}) / \text{pripisana vrednost} \times 100 \text{ (\%)}$

Organizator ne postavlja meril za sprejemljivost rezultatov, temveč poroča zgolj o omenjenem odkiku. Pozornost je treba nameniti rezultatu določitve Sn-113 v vzorcu B in C. V prvem primeru se rezultat odmika za 49 %, v drugem pa za 37 %. Razlog za tak odmik mora IJS raziskati sam. V primerjavi z letom 2007 pa opazimo izboljšanje rezultatov. Za vse tri koncentracijske nivoje C-14 je odmik manjši kot v letu 2007, in sicer za okrog 5 %. Opaženi odmiki 5 % (vzorec B), 7 % (vzorec C) in 10 % (vzorec D) so v vsakem primeru realno sprejemljivi. Upoštevajoč merilne negotovosti tako pripisanih vrednosti, kot tudi izmerjenih vrednosti od IJS, se rezultati prekrivajo in jih lahko ocenimo kot skladne.

Vsi rezultati določitve H-3 so sprejemljivi. V primerjavi z letom 2007 opazimo pri Odseku O-2 manjše odmike, in sicer med 1 % in 3 %. V letu 2007 so bili odmiki tja do 9 %, kar pomeni v letu 2008 določeno izboljšanje kvalitete meritev. Pri meritvah H-3, opravljenih na F-2, so odmiki okrog 5 %. Kot že rečeno, so vsi rezultati sprejemljivi in tudi ustrezno primerljivi pri obeh sodelujočih odsekih.



BUNDESAMT FÜR STRAHLENSHUTZ (BfS) in PHYSIKALISCH-TECHNISCHE BUNDESANSTALT (PTB), Nemčija

Ringversuch 1/2007 Radionuklidgehaltes in Wasserproben: V letu 2007 je IJS sodeloval pri medlaboratorijski primerjavi določitve radionuklidov v dveh vzorcih vode, ki jo je organiziral nemški državni urad za zaščito pred sevanjem (BfS, Bundesamt für Strahlenschutz) [59]. Pripravljena sta bila dva vzorca vode, in sicer umetno kontaminirana voda in 'realna' voda. Določitve sevalcev gama in tritija je opravil Odsek F-2, meritve skupne aktivnosti alfa pa Odsek O-2. V vzorcu kontaminirane vode so bili naslednji radionuklidi: Na-22, Co-57, Co-60, Cs-134, Cs-137, Am-241, H-3, in skupna aktivnost alfa. V vzorcu 'realne' vode pa: Na-22, Mn-54, Co-57, Co-60, Zn-65, Sr-85, Cs-134, Cs-137, Am-241, H-3 in skupna aktivnost alfa. BfS je rezultate vrednotil kot odmik (bias). Za vse sevalce gama in tritij v vzorcu umetno kontaminirane vode je ujemanje rezultatov izredno dobro, in sicer med 1 % in 6 % za sevalce gama in 12 % za tritij. Pri določitvi skupne aktivnosti alfa pa je opažen odmik -35 %, kar lahko ocenimo kot velik odmik, ki mu mora IJS posvetiti določeno pozornost.

Tudi pri določitvi radionuklidov v vzorcu 'realne' vode je opažena dokaj dobra skladnost rezultatov s pripisanimi vrednostmi, seveda pa gre za nižje aktivnosti radionuklidov in zato tudi večje odmake. Tako je pri določitvi Na-22 odmik 18 %, pri Co-57, Zn-65 in Sr-85 okrog 20 %, Am-241 31 % in pri določitvi skupne aktivnosti alfa -59 %. Pri oceni rezultata določitve skupne aktivnosti alfa pa moramo biti posebej pozorni na dejstvo, da je BfS rezultat v resnici izračunan kot povprečje sodelujočih laboratorijev. Tak način izračuna rezultata ni zanesljiv in ne more biti osnova za oceno pravilnosti rezultata. Edino, kar lahko sklenemo na osnovi te primerjave, je opažena razlika med rezultatom IJS in povprečjem sodelujočih laboratorijev.

Ringversuch 3/2007 Radionuklidgehaltes im Wasser: V letu 2007 je ZVD sodeloval pri medlaboratorijski primerjalni določitvi radionuklidov v vzorcu vode [60]. ZVD je določil naslednje radionuklide: Na-22, Co-57, Co-60, Cs-134, Cs-137 in Am-241. Podati je bilo treba rezultate dveh vzporednih meritev. Merila sprejemljivosti od organizatorja, kakor tudi negotovost pripisanih vrednosti, niso poznane. Vsekakor pa primerjava s pripisanimi vrednostmi kaže dobro ujemanje rezultatov za vse radionuklide, ravno tako pa je ponovljivost dveh vzporednih meritev v vseh primerih zelo dobra.

Abluft 2007: V letu 2008 je BfS izdal tudi poročilo o primerjalnih meritvah radionuklidov v simuliranih aerosolnih fitrih, pri katerih je leta 2007 sodeloval ZVD [61]. Izmerjeni so bili Co-60, Eu-154 in Eu-155. Podati je bilo treba rezultate 6 neodvisnih meritev. Tudi v tem primeru ne poznamo meril sprejemljivosti od BfS. Opazimo sicer, da se povprečne vrednosti določitve Co-60, vključujoč standardno deviacijo, ne prekrivajo s pripisanimi vrednostmi. Vendar so odmiki zelo majhni in ponovljivost meritev zelo dobra. Na tej osnovi lahko rezultate ocenimo kot zadovoljive.

IJS v letu 2008 pri medlaboratorijskih primerjavah, organiziranih od BfS, ni sodeloval.

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (IRSN), Francija

87 DI 300 je bila medlaboratorijska primerjava določitve C-14 v vzorcu NaOH, ki jo je leta 2007 organizirala Environmental and Emergency Division (DEI), IRSN [62]. Sodeloval je IJS, in sicer Odsek O-2. Rezultat u -preskusa je 0,12, kar potrjuje zelo dobro ujemanje rezultata s pripisano vrednostjo, kakor tudi ustrezno ovrednoteno merilno negotovost.



e) MEDLABORATORIJSKI PRESKUSI POOBlašČENIH IZVAJALCEV

V letu 2008 je vzorce za medlaboratorijske preskuse pooblaščenih izvajalcev za visokoločljivostno spektrometrijo gama, radiokemijsko določitev vsebnosti stroncija in določitev tritija pripravil IJS. Pripravljeni so bili vzorec mleka v prahu, vzorec zemlje ter trije vzorci vode.

Pri oceni uspešnosti laboratorijev pri INTNEK–primerjavah moramo upoštevati dejstvo, da ne poznamo 'prave' vrednosti merjenca. Laboratoriji se pri pripravi vzorcev menjavajo, priprava pa ne vključuje karakterizacije vzorca in pripisa vrednosti. Rezultati, ki so vključeni v tabele, so pridobljeni šele med samo primerjavo. Tako so v tabelah podane primerjave (razmerja) rezultatov med vsemi tremi sodelujočimi laboratoriji. Te primerjave omogočajo oceno skladnosti, ne pa tudi ocene pravilnosti rezultatov.

Mleko v prahu (INTNEK 08/1): Sodelovali so IJS, IRB in ZVD. Mleko v prahu je bilo v INTNEK-ove primerjalne meritve nazadnje vključeno leta 2006. Že takrat smo omenili, da je zaradi narave vzorca (normalno mleko v prahu) število prisotnih radionuklidov dokaj omejeno in da so zanesljivo določljivi samo K-40, Cs-137 in Sr-90. Rezultati primerjave, opravljene v letu 2008 za K-40, Cs-137 in Sr-90, kažejo podobno sliko kot leta 2006. Rezultati za K-40 se dobro ujemajo med vsemi tremi sodelujočimi laboratoriji, medtem ko se rezultata določitve Cs-137 med IJS in ZVD razlikujeta za 27 %, kar je podobno kot leta 2006. IRB Cs-137 tokrat ni določal. V letu 2008 opazimo boljše ujemanje rezultatov določitve Sr-90 med IJS in ZVD, in sicer je odmik približno 30 %. V letu 2006 je bila razlika med IJS in ZVD dvakratna. Primerjava rezultatov IRB z IJS in ZVD pa kaže dvakratni oziroma trikratni odmik. Aktivnosti radionuklidov v mleku v prahu so nizke, tako da je težko oceniti tehnične razloge za opažene odmike.

Zemlja (INTNEK 08/2): IJS je pripravil vzorec zemlje iz okolice NEK, in sicer površinski sloj zemlje, odvzet med 0 cm in 10 cm globine. Vsi trije laboratoriji so določili U-238, Ra-226, K-40, Cs-137 in Sr-90. IJS je določil še Ra-228, Th-228, Th-230 in Pb-210. IRB je določil še Th-232 in U-235, ZVD pa Ra-228, Th-228, U-235 in Pb-210. Primerjava rezultatov kaže zelo dobro ujemanje med vsemi tremi laboratoriji za določitev K-40 in Cs-137. Za druge radionuklide je ujemanje slabše. V primerjavi z letom 2006 pa je opazno znatno boljše ujemanje rezultatov določitve Sr-90 med vsemi tremi laboratoriji, saj je največji odmik, in sicer med IJS in ZVD, le 21 %. Ujemanje rezultatov IRB z rezultati IJS in ZVD pa je v okviru 10 %. Leta 2006 smo opazili razlike med 50 % in 100 %.

Voda (INTNEK 08/3, 08/4 in 08/5) Pripravljeni so bili vzorci vode reke Krke, odvzete pri kopalnišču, savske vode, odvzete v Brežicah, in sintetični vodni vzorec. Aktivnost H-3 v treh vodnih vzorcih sta določila IJS (Odsek O-2) in IRB.

V vzorcih INTNEK 08/03 in INTNEK 08/4 so vsebnosti H-3 podobne in za nekaj velikostnih razredov manjše kot v vzorcu INTNEK 08/5. Kljub temu pa je razmerje med rezultati IJS in IRB podobno, in opaženi so odmiki med 20 % in 35 %. Zanimivo je, da je največji odmik (35 %) pri vzorcu z največjo aktivnostjo tritija. V letu 2006 je bilo pri podobnem vzorcu ujemanje znatno boljše, in sicer od 2 % do 5 %. Vendar se iz enkratne primerjave razloga za take odmike ne da določiti. Odmikanje pa je vsekakor dokaj veliko in zahteva pozornost sodelujočih laboratorijev.



f) SKLEPI

Kot prvo opažanje lahko navedemo, da je sodelovanje vseh treh laboratorijev IJS, IRB in ZVD pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah v letu 2008 v splošnem zadovoljivo. Čeprav so vsi trije laboratoriji znižali število sodelovanj pri medlaboratorijskih primerjavah, pa vsi laboratoriji pri svojih interkomparacijah obravnavajo celoten nabor tipov vzorcev, ki jih analizirajo pri rednem delu nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško. Znižanje števila sodelovanj pri medlaboratorijskih primerjavah je najbolj drastično pri IJS, in sicer iz skupno 48 v letu 2007 na 22 v letu 2008. Seveda pa je treba te številke pravilno razumeti. Organizacija medlaboratorijskih primerjav je v večini primerov komercialna dejavnost in za laboratorije pomeni določeno finančno obremenitev. Zato sta ustrezno število in izbira samih medlaboratorijskih primerjav za posamezen laboratorij zelo pomembna. Še bolj pomembna kot visoka udeležba pa je ustrezna vgradnja pridobljene informacije v samo delovanje laboratorijev.

Drugo pomembno dejstvo je, da lahko v letu 2008 prvič povemo, da so vsi trije sodelujoči laboratoriji akreditirani v skladu z mednarodnim standardom ISO/IEC 17025:2005. IJS in ZVD imata z akreditacijo že nekaj let izkušenj, medtem ko je IRB pridobil akreditacijo v novembru 2008. Seveda je to zakonska zahteva, vendar pa je kot samo dejstvo izredno pozitivno, saj vpeljani sistem zagotavljanja kvalitete dodatno utrjuje zaupanje v rezultate meritev. Sama akreditacija ne pomeni, da razlik med rezultati treh sodelujočih laboratorijev ne bo več, vsekakor pa vpeljuje mehanizme, ki povečujejo transparentnost rezultatov in bolje omogočajo sledenje in identifikacijo eventualnih napak, ki lahko pripeljejo do razlik. Glede na sam proces akreditacije, v katerem se laboratoriji akreditirajo za strokovno usposobljenost, vezano na specifične analitske postopke, je treba čim prej zagotoviti, da bodo vse tri sodelujoče inštitucije imele v sklop akreditacije vključene vse analitske postopke, s katerimi sodelujejo pri programu nadzora okolja NEK. Pomembno je tudi poudariti, da so akreditirani merilni postopki v vseh primerih interni, razviti v posameznih laboratorijih. To je lahko enden od razlogov, da laboratoriji ne podajajo vedno rezultatov za iste merjence. Standardizacija na področju merjenja radiaktivnosti, ki je predmet tega poročila tako na nacionalnem kot tudi na mednarodnem nivoju še ni najbolj razvita.

Naj ponovimo, da pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah opažamo tudi težnjo, da se vedno pogosteje uporabljajo vzorci, v katerih so aktivnosti radionuklidov metrološko bolj opisane. Pogosto so vrednosti tudi sledljive do nacionalnih ali mednarodnih standardov oziroma do osnovnih enot mednarodnega sistema enot (SI). V primeru meritev radioaktivnosti je to Bq/L ali Bq/kg. To omogoča organizatorjem tudi oceno pravilnosti rezultatov, laboratorijem pa poda oceno o njihovi celotni usposobljenosti, kar pomeni, da ocena vključuje informacijo o ustreznosti kalibracije in tudi ocene merilne negotovosti. To je posebej pomembno pri natančnejšem pregledu rezultatov, saj lahko pogosto opazimo njihovo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Ker je sodelovanje pri medlaboratorijskih primerjavah zahteven in zamuden proces, ki je lahko tudi znatna finančna obremenitev, je razumljivo, da laboratoriji izbirajo ustrezne primerjalne sheme, pri katerih sodelujejo. Predlagamo, da je kot eden izmed osnovnih meril za izbiro primerjalnih shem postavljena prav povratna informacija, ki jo posredujejo organizatorji. Ta naj bo čim bolj metrološko podkrepjena in zanesljiva. Priporočamo, da so, če je le mogoče, izbrane medlaboratorijske primerjave, kjer je poznana metrološka sledljivost pripisanih vrednosti in podana njihova merilna negotovost.

V podani oceni smo skušali primerjati rezultate sodelovanj pri medlaboratorijskih primerjavah v letu 2008 z rezultati iz prejšnjih let, 2007 in 2006. To je možno le do neke mere, ker vzorci niso povsem enaki tako glede na vsebovane radionuklide kot tudi ne glede na njihovo aktivnost in samo zgradbo vzorca. V splošnem lahko rečemo, da je kvaliteta rezultatov primerljiva, v nekaterih primerih pa tudi izboljšana.



Ukinitvev domačih medlaboratorijskih primerjav v sedanji obliki je smiselna, saj te medlaboratorijske primerjave ne podajajo informacij, ki bi opravičile napor in čas, potreben za njihovo izvedbo. Namesto tega naj laboratoriji redno sodelujejo pri izbranih mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah, saj je njihova ponudba popolnoma zadovoljiva. Laboratoriji naj bi vsaj dvakrat na leto sodelovati pri mednarodnih laboratorijskih primerjavah, ki obsegajo vse tipe vzorcev in merjence, ki se rutinsko določajo pri programu nadzornih meritev v okolici NEK.

g) REFERENCE

- [52] Study MRAD-009, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/15/08, ERA Customer Number: Z495414 (za ZVD) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2008
- [53] Study RAD-75, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/04/08, ERA Customer Number: I494366 (za IJS) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2008
- [54] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 4 (IJS), on the IAEA-CU-2007-03 World-wide open proficiency test, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhairo, Seibersdorf, maj 2008
- [55] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 187 (ZVD), The IAEA-CU-2007-03 World-wide open proficiency test, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhairo, Seibersdorf, maj 2008
- [56] Results of Environmental Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, Third Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 20. december 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama v vodi in zemlji
- [57] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, Third Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 22. januar 2008, primerjava rezultatov za Fe-55
- [58] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2008, Association pour la promotion du controle de qualite des analyses de biologie medical en radiotoxicologie, Villeneuve Lez Avignon, junij 2008
- [59] Ringversuch 1/2007, Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, april 2008
- [60] Ringversuch 3/2007 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, april 2008
- [61] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 29. Ringversuch "Abluft 2007", G. Böhm, A. Deller, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, julij 2008
- [62] IRSN/DEI/STEME Report, Results of the proficiency test 87 DI 300, ¹⁴C Measurements in a NaOH sample, IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Environmental and Emergency Operations Division (DEI), april 2008





PREGLED REFERENC

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2007, Ljubljana, marec 2008, interna oznaka 25/2007, ISSN 1318-2161
- [2] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10), Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007
- [3] ZVISJV – Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradno prečiščeno besedilo UPB-2, Uradni list RS 102/2004, 12306)
- [4] Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2), Uradni list RS 49/2004, 2843
- [5] International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, BSS No. 115, IAEA, Dunaj, 1996
Mednarodni temeljni varnostni standardi za varstvo pred ionizirajočim sevanjem in za varnost virov sevanja, Zbirka o varnosti št. 115, MAAE, Dunaj, 1996
- [6] EU Council Directive 96/29/EUROATOM of May 13, 1996; Official Journal of the European Communities, OJ No. 159, 29. 6. 1996, p.1
- [7] Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NE Krško v reko Savo, IJS-DP-8801 (2003)
- [8] Izpostavitve referenčne skupine prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NEK v reko Savo – Nova referenčna lokacija, IJS-DP-10114 (2009)
- [9] Razširjeno poročilo o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti v Republiki Sloveniji leta 2007, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Ljubljana, avgust 2008
- [10] F. Palcsu, E. Svingor, Z. Szanto et al., Isotopic composition of precipitation in Hungary in the last three years, Ger. Inst. Erdwissenschaften K.-F.-Univ. Graz, Bd. 8, ISSN 1608-8166, Gradec, 2004
- [11] International Atomic Energy Agency, Isotopic composition of precipitation in the Mediterranean Basin in relation to air circulation patterns and climate, IAEA-TECDOC-1453, Dunaj, 2005
- [12] Stamoulis k., Ioannides K., Kassomenos P. et al., Tritium concentrations in rainwater samples in northwestern Greece, Fusion Science and Technology 48 (1), 512–515, 2005
- [13] P. Vreča, I. Krajcar Bronić, N. Horvatinčić, Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations, Journal of Hydrology 330, 457–469, 2006
- [14] Z. Szanto, E. Svingor, I. Futo et al., A Hydrochemical and isotopic case study around a near surface radioactive waste disposal, Radiochimica Acta 95(1), 55–65, 2007
- [15] F. Keith, Eckerman and Jeffrey C. Ryman, External Exposure to Radionuclides in Air, Water and Soil, Federal Guidance Report No. 12, EPA–402–R-93-081, Washington, 1993
- [16] International Atomic Energy Agency, Generic Models for Use in Assessing the Impact of Discharges of Radioactive Substances to the Environment, IAEA Safety Reports Series No. 19, Dunaj, 2001
- [17] Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999–2003, Radiation Protection 143, European Commission, Bruselj, 2005
- [18] C. E. Tarrant, Mathematical modelling methods for assessing radiation doses received by populations in the vicinity of nuclear site from atmospheric discharges, Radiation Protection Dosimetry, Oxford, 35 (1991) 24, 211–214
- [19] UNITED NATIONS, Sources and effects of Ionizing Radiation, Report to the General Assembly with Scientific Annexes, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, (UNSCEAR), YN, New York, 2000
- [20] Poročila o obsevanosti prebivalcev Slovenije, ZVD, 2000 – 2006
- [21] B. Obelić, Izvještaj o rezultatima mjerenja BO-5/09, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, februar 2009
- [22] Implied doses to the population of the EU arising from reported discharges from EU nuclear power stations and reprocessing sites in the years 1997 to 2004, Radiation Protection 153, European Commission, Bruselj, 2008



- [23] Izveštaj o rezultatih mjenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 6. 2. 2008
- [24] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161
- [25] HSK – Annual Report 1995 Tables 1-5
(<http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/annual-report1995.pdf>)
- [26] Matjaž Korun, osebno sporočilo, 2003
- [27] PC program: Radiological Assessment System for Consequence Analysis RASCAL 3.0.3, NRC, June 2002
- [28] Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, Radiation Protection 72, European Commission, Report EUR 15760 EN, 1995
- [29] ICRU Report 53, Gamma-ray Spectrometry in Environment, ICRU, Bethesda, Maryland, 1994
- [30] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, Health Physics, 75 (1998), 2
- [31] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2007 (LMSAR-28/2008-GO), marec 2008
- [32] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2005, Ljubljana, april 2006, interna oznaka 14/2006, ISSN 1318-2161
- [33] ICRU Report 57, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, International Commission on Radiation Units, ICRU, Bethesda, Maryland, 1998
- [34] S. Ehlken, G. Kirchner, Environmental process affecting plant root uptake of radioactive trace elements and variability of transfer factor data: a review. Journal of environmental radioactivity, 58 (2002), 97–112
- [35] F. W. Whicker. Radionuclide transport processes in terrestrial ecosystems. Radiation research 94 (1983), 135–150
- [36] N. Akhtar, M. Tufail, Natural radioactivity intake into wheat grown on fertilized farms in two districts of Pakistan. Radiation Protection Dosimetry, 123 (2007), 103-112
- [37] F. Carini. Radionuclide transfer from soil to fruit. Journal of Environmental Radioactivity, 52, (2001), 237–279
- [38] F. Carini, Lombi E. Foliar and soil uptake of ^{134}Cs and ^{85}Sr by grape vines, The science of the total environment, 207 (1997), 157–164
- [39] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 5, 30. julij 2002
- [40] Human Health Fact Sheet, ANL, October 2001
- [41] J. E. Turner, Atoms, radiation and radiation protection, WILEY-VCH Verlag GmbH, 2007
- [42] Y. G. Zhu, E. Smolders, Plant uptake and radiocaesium: a review of mechanisms, regulation and application. Journal of experimental Botany, 51 (2000), 1635–1645
- [43] J. Abukawa, C. Tsubuku, K. Hayano & K. Hirano, A Survey of ^{90}Sr and ^{137}Cs Activity Levels of Retail Foods in Japan, J. Environ. Radioactivity, 41 (1998) 3, 287–305
- [44] T. P. Lynch, J. W. Rivard, S. Garcia, Estimated potassium content in Hanford workers, Radiation Protection Dosimetry 111, (2004), 319–322
- [45] A. Bleise, P. R. Danesi, W. Burkart, Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview, Journal of environmental Radioactivity, 64 (2003), 93–112
- [46] NCRP 94, stran 12 (1987)
- [47] J., Al-Jundi, E. Werner, P. Roth, V. Höllriegl, I. Wendler, P. Schramel, Thorium and uranium contents in human urine: influence of age and residential area. Journal of Environmental Radioactivity, 71 (2004), 61–70
- [48] Z. Ould-Dada, I. Fairlie, C. Read, Transfer of radioactivity to fruit: significant radionuclides and speciation, Journal of Environmental Radioactivity, 52 (2001), 159–174
- [49] K. Mueck, Sustainability of radiologically contaminated territories, Journal of Environmental Radioactivity, 65 (2003), 109–130



- [50] J. T. Zerquera, M. P. Alonso, I. M. F. Gomez, G. V. R. Castro, N. M. Ricardo, G. Lopez Bejerano, J. O. A. Lopez, N. A. Rodriguez, J. C. Gonzales, O. B. Flores, A. H. Perez, O. D. Rizo, Studies on internal exposure doses received by Cuban population due to the intake of radionuclides from the environmental sources, *Radiation Protection Dosimetry* (2006), 1–7
- [51] M. J. Fulker, The role of fruit in the diet, *Journal of Environmental Radioactivity*, 52 (2001), 147–157
- [52] Study MRAD-009, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/15/08, ERA Customer Number: Z495414 (za ZVD) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2008
- [53] Study RAD-75, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/04/08, ERA Customer Number: I494366 (za IJS) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2008
- [54] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 4 (IJS), on the IAEA-CU-2007-03 World-wide open proficiency test, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, Seibersdorf, maj 2008
- [55] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 187 (ZVD), The IAEA-CU-2007-03 World-wide open proficiency test, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, Seibersdorf, maj 2008
- [56] Results of Environmental Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, Third Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 20. december 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama v vodi in zemlji
- [57] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, Third Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 22. januar 2008, primerjava rezultatov za Fe-55
- [58] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2008, Association pour la promotion du controle de qualite des analyses de biologie medical en radiotoxicologie, Villeneuve Lez Avignon, junij 2008
- [59] Ringversuch 1/2007, Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, april 2008
- [60] Ringversuch 3/2007 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, april 2008
- [61] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 29. Ringversuch "Abluft 2007", G. Böhm, A. Deller, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, julij 2008
- [62] IRSN/DEI/STEME Report, Results of the proficiency test 87 DI 300, 14C Measurements in a NaOH sample, IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Environmental and Emergency Operations Division (DEI), april 2008



MERSKI REZULTATI

PROGRAM REDNEGA NADZORA RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2008

Osnova za izvajanje obratovalnega monitoringa je *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)*, Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007.

- (i) Program obsega **meritve v okolju jedrske elektrarne (imisije – priloga 4, preglednica 3 iz pravilnika JV 10)**

Podroben program meritev je določen v *Tehnični specifikaciji za izvedbo storitve obratovalnega monitoringa, Radiološki monitoring v okolici NEK za leta 2008, 2009 in 2010 v Republiki Sloveniji*, NEK, TO.RZ, 15/2007, revizija: 0, priloga 14.1, NEK-RETS, Rev. 0, poglavje 3.12, strani 43–60.

Poleg imisijskih meritev so v poročilu obravnavane tudi **meritve tekočinskih in atmosferskih izpustov (emisije priloga 4, preglednici 1 in 2 iz pravilnika JV 10)** v obsegu, ki omogoča vrednotenje imisijskih meritev in doz.

- (ii) Oznaka Sr-90/Sr-89 pomeni dodatno selektivno analizo Sr-89 le v primerih, ko je Sr-90 bistveno povišan nad "normalno" vrednostjo in obstaja upravičena domneva, da izvira navedeno povečanje iz prispevkov manj radiotoksičnega Sr-89. V "normalnih" vzorcih se Sr-89 ne analizira.

PROGRAM RADIOLOŠKIH MERITEV V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2008

1. VODA, REKA SAVA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško – 4 km protitočno od NEK	voda + susp. snov filtrski ostanek	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1-krat na 92 dni	4 4
	2. Brežice – 7,8 km sotočno od NEK	voda + susp. snov filtrski ostanek		1-krat na 31 dni	12 12
	3. Jesenice na Dolenjskem, 17,5 km sotočno od NEK	voda + susp. snov filtrski ostanek		1-krat na 31 dni	12 12
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom	1. Krško 2. Brežice 3. Jesenice na Dolenjskem	vodni destilat	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1-krat na 31 dni	12 12 12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza (radiokemična izolacija Sr-90/Sr-89, detekcija s proporcionalnim števcem)	1. Krško	voda + susp. snov filtrski ostanek	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1-krat na 92 dni	4
	2. Brežice	voda + susp. snov filtrski ostanek		1-krat na 92 dni	4
				1-krat na 31 dni	12
3. Jesenice na Dolenjskem	voda + susp. snov filtrski ostanek	1-krat na 31 dni	12		
				1-krat na 92 dni	4

2. REKA SAVA- SEDIMENTI, VODNA BIOTA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Obala 0,5 km protitočno od NEK, levi breg	enkratni sočasno vzeti vzorci (do 6 vzorcev na vsakem mestu)	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	36
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	2. Obala pri Brežicah, 4–7,8 km, sotočno od NEK, levi breg	voda + suspendirana snov sedimenti	enkratni sočasno vzeti vzorci (do 6 vzorcev na vsakem mestu)		36
	3. Obala pri Jesenicah, 17,5 km sotočno od NEK, desni breg	ribe			
Dodatno H-3 v vodi	4. Podsused	vodni destilat	1-krat na 182 dni		12

3. VODOVODI

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško (vodovod)	enkratno vzeti vzorec vode	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	12
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	2. Brežice (vodovod)				12
	3. Vrtina E1 znotraj ograje NEK				
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom	4. Podtalnica v bližini NEK na levem bregu Save (samo H-3)				12

4. ČRPALIŠČA, ZAJETJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Črpališče vod. Krško - Beli breg (Drnovo)	sestavljene vzorci vode	1-krat na dan	1-krat na 31 dni	12 × 5
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom	2. Črpališče vod. Krško - Brege 3. Zajetje Dolenja vas		1-krat na dan	1-krat na 31 dni	12 × 5
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	4. Črpališče vod. Brežice VT1 (novo) 5. Črpališče vod. Brežice 481 (staro)		1-krat na dan	1-krat na 31 dni	12 × 5

Pripomba: V Brežicah se vzorčujejo zgolj aktivna črpališča, ki napajajo vodovodno omrežje.

5. PADAVINE IN USEDI

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Libna ZR = 1,6 km	sestavljen vzorec, kontinuirano zbiranje 31 dni	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3
Tritij (H-3), specifična analiza s scintilacijskim spektrometrom	2. Brege				12 × 3
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	3. Dobova				12 × 3

6. USEDI - VAZELINSKE PLOŠČE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	7 vzorčevalnih mest pri črpalkah za jod in sadovnjak ob NEK, 3 skupine lokacij	sestavljeni mesečni vzorec iz 3 skupin lokacij oz. celomesečni vzorec iz posamezne lokacije pri povišanih vrednostih	kontinuirano zbiranje vzorca 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3

7. ZRAK

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Meritev I-131 (spektrometrija gama)	1. Sp. Stari Grad ZR = 1,8 km, 4C1 2. Stara vas (Krško) Z = 1,8 km, 16C 3. Leskovec ZR = 3 km, 13D 4. Brege ZR = 2,3 km, 10C 5. Vihre ZR = 2 km, 8D 6. Gornji Lenart ZR = 5,9 km, 6E	kontinuirano črpanje skozi filter iz steklenih vlaken in skozi ogljen filter (15 dni)	1-krat na 15 dni	1-krat na 15 dni	24 × 6
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	1. Dobova ZR = 12,0 km, 6F	ostanek na filtru kontinuirno črpanje skozi aerosolni filter	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	4 × 1
Izotopska analiza partikulatov in aerosolov s spektrometrijo gama	1. Sp. Stari Grad ZR = 1,8 km, 4C1 2. Stara vas (Krško) Z = 1,8 km, 16C 3. Leskovec ZR = 3 km, 13D 4. Brege ZR = 2,3 km, 10C 5. Vihre ZR = 2 km, 8D 6. Gornji Lenart ZR = 5,9 km, 6E 7. Spodnja Libna ZR = 1,3 km, 2B 8. Dobova ZR = 12,0 km, 6F	kontinuirano črpanje skozi aerosolni filter (menjava filtra glede na zamašitev oziroma na 31 dni)	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 7

8. DOZA IN JAKOST ZUNANJEGA SEVANJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Doza z okoljskimi TL-dozimetri, v pasu okoli elektrarne	67 merilnih točk razporejenih v krogih v pasu od 1,5–10 km okoli elektrarne v Sloveniji; 10 na Hrvaškem	TL dozimeter, najmanj 2 na merilno mesto	1-krat na 182 dni	1-krat na 182 dni	134 v Sloveniji
					20 na Hrvaškem
Meritev hitrosti doze sevanja gama	najmanj 10 merilnih mest, ki obkrožajo lokacijo NEK	omrežje z avtomatskim delovanjem		stalna meritev	stalni nadzor

Opomba: NEK izvaja meritve doze s TL dozimetri na petih do šestih mestih na ograji objekta.

9. ZEMLJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Amerika, ZR = 3,2 km, poplavno področje, rjava naplavina 2. Trnje (Kusova Vrbina), ZR = 8,5 km, poplavno področje, borovina 3. Gmajnice (Vihre) ZR = 2,6 km, poplavno področje, rjava naplavina	enkratni vzorec zemlje iz 4 globlin 0–5 cm 5–10 cm 10–15 cm 15–30 cm enkratni vzorci: naplavine, pašnik ali obdelovalna zemlja	1-krat v 6 mesecih	1-krat v 6 mesecih	2 × (3 × 4)
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza (radiokemična izolacija Sr-90/Sr-89, detekcija s proporcionalnim števcem)					2 × (3 × 4)

10. HRANA - MLEKO

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Pesje	enkratni vzorec vsakih 31 dni	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3
	2. Drnovo	enkratni vzorec vsakih 31 dni			12 × 3
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	3. Skopice	enkratni vzorec vsakih 31 dni med pašo – 8 mesecev			8 × 3

11. HRANA - SADJE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na krško-brežiškem polju: sadovnjak AKK pri NEK, AKK Sremič, sadovnjak Leskovec	enkratni sezonski vzorci raznega sadja:	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	10
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza		jabolka, hruške, ribez, jagode, vino			10

12. HRANA - POVRTNINE IN POLJŠČINE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na krško-brežiškem polju: Brege, Žadovinek, Vrbina, Spodnji Stari Grad, Trnje	enkratni sezonski vzorci širokolistnatih povrtnin in poljščin:	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	20
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza		solata, zelje, korenje, krompir, paradižnik, peteršilj, fižol, čebula, pšenica, ječmen, koruza, hmelj			20

13. HRANA - MESO, PERUTNINA, JAJCA

VRSTA IN OPIS MERITEV	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na krško-brežiškem polju:	enkratni vzorci raznega mesa in jajc	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	6
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	Žadovinek, Vrbina, Spodnji Stari Grad, Pesje				6

PROGRAM INTERKOMPARACIJSKIH MERITEV V LETU 2008

Program interkomparacijskih meritev, ki ga izvajajo laboratoriji, vključeni v radiološki nadzor za NE Krško, obsega mednarodne ali medsebojne medlaboratorijske primerjave naslednjih vzorcev (vsaj 5 vzorcev letno):

- voda (sevalci gama, H-3, Sr-90)
- zračni filter (sevalci gama)
- zemlja ali sediment (sevalci gama)
- vegetacija ali hrana (sevalci gama)
- mleko (sevalci gama, I-131, Sr-89, Sr-90)

Rezultati vseh interkomparacij in primerjalnih meritev morajo biti vključeni v zbirno letno poročilo. V poročilu mora biti navedeno, kateri laboratoriji so uspešno prestali preskuse in zadoščajo postavljenim merilom. Ustreznost laboratorija se izkazuje s primerjalnim indeksom glede na certificirano vrednost in z ovrednotenjem rezultata (sprejemljivo, sprejemljivo z opozorilom ter nesprejemljivo).



ENOTE IN NAZIVI KOLIČIN

V tabelah so dosledno uporabljene enote in oznake, ki naj bi najbolj neposredno "omogočale izračun" obremenitve človeka in so v skladu z zakonodajnimi podatki (Uradni list).

1 **VODE** (Sava, vodovod, zajetja, vrtine)

1.1 Aktivnost se navaja v enotah: Bq/m^3
($1 \text{ Bq/m}^3 = 1\text{E-3 Bq/kg} = 1\text{E-3 Bq/L}$).

1.2 Izraz "suspendirana snov" velja za ostanek filtracije nad $0,45 \mu\text{m}$:

- aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 prefiltrirane vode;
- izraz "groba suspendirana snov" (filtrski ostanek) velja za filtriranje skozi črni trak oz. velikosti delcev nad $6 \mu\text{m}$;
- aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 prefiltrirane vode, ki je dala ta filtrski ostanek.

1.3 **H-3** iz vode

Aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 vode.

2 **USEDI** (padavine): aktivnost se podaja z dvema podatkom:

- aktivnost se navaja v enotah Bq/m^2 terena (vodoravne prestrezne površine);
- aktivnost se podaja v enotah Bq/m^3 tekočih padavin.

3 **HRANA**

Aktivnost se navaja v Bq/kg sveže snovi oz. snovi v takem stanju, kot se zaužije, z navedbo masnega deleža (%) "suhe snovi" v sveži snovi, kadar se pri meritvah uporablja osušena snov; suha snov se dobi s sušenjem na temperaturi od $60 \text{ }^\circ\text{C}$ do $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

4 **BIOLOŠKI VZORCI**

Aktivnost se navaja v Bq/kg za sveže ribe, navede se tudi procent suhe snovi v sveži ribi; za mahove, ribjo hrano in drugo se podaja aktivnost v Bq/kg suhe snovi z navedbo deleža suhe snovi v trdni snovi (%), kadar je to smiselno.

5 **ZRAK**

Aktivnost se podaja za aerosole in jod v Bq/m^3 (pri približno normalnih pogojih)

6 **ZEMLJA**

Aktivnost se podaja v Bq/kg "osušene zemlje" in v Bq/m^2 .

7 **ZUNANJA DOZA**

se podaja z absorbirano dozo v zraku (približno enaka absorbirani dozi v mehkem tkivu) v Gy (zrak)
Pretvorba obsevne doze v absorbirano:

$100 \text{ R} = 2,58 \text{ E-2 C/kg}$; $1 \text{ Gy (zrak)} = 1 \text{ J/kg}$

Pod pogojem, da k merjeni absorbirani dozi prispeva samo sevanje z nizkim LET, je uporabna relacija:

$1 \text{ Gy (zrak)} = 1 \text{ Sv (mehko tkivo)}$


TABELA RADIONUKLIDOV

Seznam imen radioaktivnih izotopov, ki jih omenja poročilo o meritvah radioaktivnosti v okolici NEK ter njihovih simbolov in razpolovnih časov. Podatki o razpolovnih časih so iz vzeti iz E. Browne, R. B. Firestone, Table of Radioactive isotopes, John Wiley and Sons, 1986.

Element	Simbol izotopa ali izomera	Razpolovni čas
tritij	H-3	12,33 let
berilij	Be-7	53,29 dni
ogljik	C-14	5730 let
natrij	Na-22	2,602 let
natrij	Na-24	14,66 ur
kalij	K-40	$1,277 \cdot 10^9$ let
argon	Ar-41	1,827 ure
krom	Cr-51	27,70 dni
mangan	Mn-54	312,2 dni
železo	Fe-55	2,73 let
kobalt	Co-57	271,77 dni
kobalt	Co-58	70,916 dni
železo	Fe-59	44,47 dni
kobalt	Co-60	5,271 let
cink	Zn-65	244,1 dni
stroncij	Sr-89	50,55 dni
stroncij	Sr-90	28,5 let
itrij	Y-90	2,671 dni
cirkonij	Zr-95	64,02 dni
niobij	Nb-95	34,97 dni
niobij	Nb-97	1,202 ure
molibden	Mo-99	2,748 dni
rutenij	Ru-103	39,254 dni
rutenij	Ru-106	1,020 leto
srebro	Ag-110m	249,76 dni
kositer	Sn-113	115,09 dni
kositer	Sn-117m	13,61 dni
telur	Te-123m	119,7 dni
antimon	Sb-124	60,20 dni
antimon	Sb-125	2,73 let
telur	Te-125m	57,4 dni
jod	I-125	60,14 dni
telur	Te-127m	109 dni
telur	Te-129m	33,6 dni
jod	I-131	8,040 dni
ksenon	Xe-131 m	11,9 dni
telur	Te-132	2,36 dni
ksenon	Xe-133	2,19 dni
jod	I-133	20,8 ur
cezij	Cs-134	2,062 let
ksenon	Xe-135	9,104 dni
cezij	Cs-137	30,0 let
barij	Ba-140	12,746 dni
lantan	La-140	1,678 dni
cer	Ce-141	32,50 dni
cer	Ce-144	284,9 dni
živo srebro	Hg-203	46,60 dni
svinec	Pb-210	22,3 let
radon	Rn-222	3,835 dni
radij	Ra-226	1600 let
radij	Ra-228	5,75 let
torij	Th-228	1,913 let
uran	U-238	$4,468 \cdot 10^9$ let



M E R S K E M E T O D E

Koncentracije radioaktivnih snovi v okolju se merijo s specifičnimi metodami, ki omogočajo določanje njihove izotopske sestave. Uporaba nespecifičnih metod je dopustna le v primeru, da je izotopska sestava dobro znana in se s časom ne spreminja. Metode morajo omogočiti merjenje množine radioaktivnih snovi, ki povzročijo manj kot tretjino avtorizirane mejne doze. Detekcijske meje metod, s katerimi se merijo posamezne specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih iz okolja, morajo biti manjše od aktivnosti, ki povzroči tridesetino avtorizirane dozne meje za posamezne radionuklide.

Seznam radionuklidov, katerih aktivnosti se merijo v okolju, mora ustrezati podatkom o emisiji in mora vsebovati najbolj radiotoksične izotope. Navadno se vzorci iz okolja merijo s spektrometrom gama, kjer se aktivnosti posameznih radionuklidov določi iz energije in intenzitete vrhov v spektru. Aktivnosti radionuklidov, ki ne sevajo žarkov gama, se merijo z metodami, ki vključujejo njihovo radiokemično separacijo. V okviru meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško se po kemični separaciji merijo aktivnosti tritija in stroncijevih izotopov Sr-89 in Sr-90. V emisijah iz jedrske elektrarne pa se taka metoda uporablja še za meritve C-14 in Fe-55.

Pri izvedbi meritev sodeluje več institucij, vsaka institucija izvaja meritve po svojih merskih metodah in postopkih. V nadaljevanju poglavja so opisane merske metode, ki jih uporabljajo posamezni izvajalci pri meritvah.

INSTITUT "JOŽEF STEFAN"



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-022

Institut "Jožef Stefan", Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij (Odsek F-2), *Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti* je od marca 2003 akreditiran pri Slovenski akreditaciji (SA) pod zaporedno številko LP-022 za laboratorijske meritve aktivnosti sevalcev gama in rentgenskih žarkov z visokoločljivostno spektrometrijo gama v energijskem območju od

5 keV do 3000 keV v trdnih in tekočih vzorcih. Vzorci morajo biti cilindrični z največjim premerom 12 cm in največjo debelino 6 cm [v]. Biti morajo homogeni, kar pomeni, da so sevalci gama enakomerno porazdeljeni v vzorcu in da je matrika vzorca homogena. Vzorec se obravnava kot homogen, če je karakteristična dolžina, ki opisuje strukturo vzorca (npr. premer zrn ali debelina plasti), manjša od razdalje, na kateri se izkoristek za točkast vir spremeni za 2 %, ali pa če je najmanj desetkrat manjša od dimenzije vzorca. Obseg emisij iz vzorca je med $0,005 \text{ s}^{-1}$ in $50\,000 \text{ s}^{-1}$.

Laboratorij za tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo je od oktobra 2008 akreditiran pri Slovenski akreditaciji pod zaporedno številko LP-022 za laboratorijske meritve tritija v vzorcih vode in urina po direktni metodi in metodi z elektrolitsko obogatitvijo [v].

Laboratorij za termoluminiscenčno dozimetrijo je od julija 2005 akreditiran pri Slovenski akreditaciji pod zaporedno številko LP-022 za meritve doz $H_p(10)$, $H^*(10)$, air-Kerma in $H_p(0,07)$ s termoluminiscenčnimi dozimetri TLD-400 (CaF₂:Mn) za uporabo v osebni in okoljski dozimetriji v energijskem območju od 40 keV do 1,2 MeV [v].

Celovito poročilo o vseh meritvah, opravljenih v okviru pogodbe POG-3439 na IJS, in napisano v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 smo izdali ločeno pod zaporedno številko 26/2008. En izvod tega poročila smo poslali naročniku, en izvod pa arhivirali na IJS. Rezultate iz celovitega poročila 26/2008 smo v poročilu *Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2008* (ISSN 1318-2161) poročali na način, ki je najbolj ustrezen svojemu namenu. V tem poročilu se ob posameznih rezultatih ne podajata niti znak akreditacije niti besedilo, da je rezultat dobljen v okviru akreditirane metode.



Institut "Jožef Stefan", Odsek za znanosti o okolju (Odsek O-2), je za meritve stroncija, tritija in C-14 v v postopku akreditacije pri Slovenski akreditaciji (SA).

a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA (Odsek F-2)

Aktivnosti sevalcev žarkov gama in rentgenskih žarkov (to so vsi izotopi, navedeni v tabelah, razen H-3, Sr-89, Sr-90) so bile izmerjene s spektrometrijo gama. Vsi spektrometri gama, ki so bili uporabljeni za meritve in razmere v okolju, v katerem delujejo, ustrezajo merilom, ki so navedeni v [i]. Meritve so bile opravljene po postopku, opisanem v [ii]. Rezultati meritev so sledljivi k aktivnostim primarnih standardov v francoskem laboratoriju LPRI. Sistematski vplivi geometrije vzorca, matrike vzorca, gostote vzorca, koincidenčnih korekcij in hitrosti štetja na rezultate, so upoštevani pri računu vseh aktivnosti. Negotovosti rezultatov so ocenjene v skladu z vodilom [iii] in postopkom [iv]. Poleg statistične negotovosti prispevajo k negotovosti rezultatov še negotovosti predpostavk pri računu ploščin vrhov, kalibracije detektorjev, lastnosti vzorca, razpadnih konstant, merjenja količine vzorca in trajanja meritve. Najmanjša negotovost aktivnosti, ki je dosegljiva pri rutinskih meritvah in v ugodnih merskih razmerah, je 5%.

Reference:

- [i] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Uradni list RS 20 (2007) 2509
- [ii] Visokoločljivostna spektrometrija gama v laboratoriju (LMR-DN-10), IJS, Ljubljana
- [iii] Guide on Expression of Uncertainty in Measurement, ISO 1995, Geneva
- [iv] Ocena merilne negotovosti (LMR-RP-05), IJS, Ljubljana
- [v] PRILOGA K AKREDITACIJSKI LISTINI, Annex to the Accreditation Certificate, št./no. LP-022, Slovenska akreditacija, 2. 4. 2007 in 25. 10. 2008

ORIENTACIJSKE SPODNJE DETEKCIJSKE MEJE ZA VLG-SPEKTROMETRIJO

Medij	ZRAK	ZEMLJA	SEDIMENT	VODA	RIBE	GOMOLJ-NICE	MESO	SADJE	SOLATA	MLEKO
Enota	Bq/m ³	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m ³	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Količina vzorca (*)	10.000 m ³	0,5 kg	0,1 kg	0,05 m ³	0,5 kg	2 kg	1 kg	2 kg	4 kg	4 kg
Be-7	6,0 E-4	2,0 E+0	2,0 E+0	2,0 E+0	2,0 E-1	2,0 E-1	4,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	4,0 E-2
Na-22	1,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	5,0 E-2	5,0 E-2	5,0 E-2	2,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2
Cr-51	1,0 E-5	2,0 E+0	2,0 E-0	1,0 E+0	3,0 E-1	2,0 E-1	3,0 E-1	2,0 E-1	8,0 E-2	3,0 E-2
Mn-54	1,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	3,0 E-2	3,0 E-2	5,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2	6,0 E-3
Co-57	2,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	3,0 E-2	1,0 E-2	2,0 E-2	4,0 E-2	6,0 E-2	1,0 E-2	2,0 E-3
Co-58	2,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	3,0 E-2	3,0 E-2	5,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2	6,0 E-3
Fe-59	2,0 E-7	5,0 E-1	5,0 E-1	3,0 E-1	1,0 E-1	1,0 E-1	1,0 E-1	5,0 E-2	2,0 E-2	2,0 E-2
Co-60	1,0 E-6	2,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	5,0 E-2	3,0 E-2	4,0 E-2	2,0 E-2	8,0 E-3	8,0 E-3
Zn-65	2,0 E-6	5,0 E-1	5,0 E-1	3,0 E-1	1,0 E-1	6,0 E-2	1,0 E-1	4,0 E-2	2,0 E-2	2,0 E-2
Zr-95	2,0 E-6	5,0 E-2	5,0 E-2	2,0 E-1	5,0 E-2	5,0 E-2	5,0 E-2	3,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2
Nb-95	1,0 E-6	3,0 E-1	3,0 E-1	2,0 E-1	5,0 E-2	3,0 E-2	5,0 E-2	2,1 E-2	2,0 E-2	6,0 E-3
Ru-103	1,0 E-6	3,0 E-1	3,0 E-1	2,0 E-1	3,0 E-2	3,0 E-2	4,0 E-2	2,0 E-2	2,0 E-2	6,0 E-3
Ru-106	1,0 E-6	2,0 E+0	2,0 E-0	1,0 E+0	2,0 E-1	2,0 E-1	3,0 E-1	1,0 E-1	1,0 E-1	5,0 E-2
Sb-124	2,0 E-6	5,0 E-1	5,0 E-1	5,0 E-1	5,0 E-2	3,5 E-2	1,0 E-1	3,0 E-2	2,0 E-2	8,0 E-3
Sb-125	1,0 E-5	1,0 E-0	1,0 E+0	2,0 E-1	5,0 E-2	3,0 E-1	1,0 E-1	3,0 E-2	3,0 E-2	2,0 E-2
I-131	4,0 E-5	1,0 E-0	1,0 E+2	2,0 E+0	2,0 E-2	5,0 E-2	5,0 E-1	3,0 E-2	3,0 E-2	1,0 E-2
Cs-134	1,0 E-6	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2	3,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2	5,0 E-3
Cs-137	6,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2	3,0 E-2	3,0 E-2	1,0 E-2	5,0 E-3
Ba-140	5,4 E-5	2,0 E+0	2,0 E+0	2,0 E+0	3,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	1,0 E-1	3,0 E-2
Pb-210				1,0 E+1	2,0 E-1	6,0 E-1	6,0 E-1	6,0 E-1	0,5 E-1	5,0 E-2
Ra-226				2,0 E+0	5,0 E-1	5,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2
Ra-228				1,0 E+0	1,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	4,0 E-2	3,0 E-2
Th-228				1,0 E+0	1,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-1	4,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2
U-238				3,0 E+0	3,0 E-1	5,0 E-1	1,0 E+0	2,0 E-0	1,0 E-0	1,0 E-1

(*) Količina vzorca, podana v enotah druge vrstice, velja za sveže vzorce, razen pri zemlji, sedimentih in algah, kjer velja za suhi vzorec.

(**) Zbiranje I-131 se opravlja s posebnimi filtri, opremljenimi z aerosolnim filtrom in filtrom iz aktivnega oglja, impregniranega s TEDA pri volumnu 1000 m³.



Komentar:

Tabelirane spodnje detekcijske meje z intervalom zaupanja 95 % dosegamo:

- z detektorji (spektrometri), ki ustrezajo pogojem, navedenim v [i];
- z vzorci iz navadnega nekontaminiranega materiala; velike koncentracije posameznih radionuklidov dvignejo (poslabšajo) detekcijsko mejo za radionuklide, katerih karakteristične črte ležijo v območju comptonskega praga intenzivnih črt v odvisnosti od vrste detektorja;
- ob predpostavki, da je čas zakasnitve t_n med časom vzorčevanja (postavljenim v sredo vzorčevalnega intervala) in časom meritve pri zraku 0 dni, pri vodi 30 dni in pri drugih vzorcih 60 dni. Kadar je dejanska zakasnitev t_d različna od navedene nominalne t_n , potem se spodnjo detekcijsko mejo dobi, če se tabelirana vrednost pomnoži s faktorjem

$$e^{-0,692 \frac{(t_n - t_d)}{T_{1/2}}}$$

kjer je $T_{1/2}$ razpolovna doba opazovanega radionuklida.

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-90 / Sr-89 (Odsek O-2)

Princip določanja stroncija v okoljskih vzorcih (voda, hrana in krma, tla in sedimenti) temelji na raztapljanju vzorca v ustreznih raztopinah [vi]. Radiokemična separacija temelji na ločitvi stroncija od kalcija s kadečo dušikovo kislino. Izkoristek separacije določimo gravimetrično s tehtanjem oborine SrCO_3 . Aktivnosti beta se izmeri na proporcionalnem števcu beta s pretokom plina. Najbolj pogosto se uporablja mešanica 90 % Ar in 10 % CH_4 . Števec EBERLINE Multi-Low-Level Counter FHT 770 T je umerjen s certificiranim standardom francoskega laboratorija LEA, division de CERCA.

V primerih, ko je potrebna določitev Sr-89, se izvrši separacija stroncija, kot tudi izolacija itrija. Iz prve meritve SrCO_3 izmerimo aktivnost obeh, Sr-89 in Sr-90; iz meritve Y-90 pa določimo aktivnost Sr-90.

Natančni postopek določanja Sr-90/Sr-89 z beta štetjem je opisan v standardnem delovnem navodilu SDN-O2-STC(01) [vii] in v delovnem navodilu DP-O2-STC(01) [viii], izračun merilne negotovosti je opisan v IAEA-TECDOC-1401 [ix].

Reference:

- [vi] B. Vokal, Š. Fedina, J. Burger, I. Kobal, *Ten year Sr-90 survey at the Krško Nuclear Power Plant*, Annali di Chimica, 88 (1998), 731
- [vii] *Določanje stroncija z beta štetjem*, SDN-O2-STC(01)
- [viii] *Navodilo za uporabo proporcionalnega števca*, DP-O2-STC(01)
- [ix] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*, 2004

c) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3 (Odsek O-2)

Tritij določamo v zračnih izpustih in v vodnih vzorcih po postopkih, ki so natančno opisani v [x] in [xi] ter v referencah [xii, xiii, xiv]. Vzorce najprej destiliramo in nato izvedemo elektrolizo. V vzorcih vode tritij elektrolitsko obogatimo po proceduri IAEA [xiii, xiv]. Tako pripravljenim vzorcem dodamo scintilacijski koktajl ULTIMA GOLD LLT. Aktivnost mešanice merimo z instrumentom Tri Carb 3170 TR/SL, Super Low Level Liquid Scintillation Analyzer (Canberra Packard). Števec je umerjen s certificiranim standardom proizvajalca Perkin Elmer.

Reference:

- [x] *Določanje tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem*, SDN-O2-STC(02)



- [xi] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL, DP-O2-STC(02)*
- [xii] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*; K. Rozanski, M. Gröning, *Tritium Assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry*, 2004
- [xiii] *HASL-300*, Procedure Manual, November 1990
- [xiv] Isotope Hydrology lab.; Technical Procedure Note 19, *Procedure and Technique Critique for Tritium Enrichment by Electrolysis at the IAEA Laboratory*, IAEA 1976

d) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3 (Odsek F-2)

Na *Odseku F-2* poteka določitev tritija v vzorcih podzemnih vod z elektrolitsko obogatitvijo in tekočinskoscintilacijskim štetjem.

Vzorci najprej destiliramo, preverimo pH destilata in mu dodamo natrijev peroksid. Pol litra vzorca elektrolitsko obogatimo, preostanku dodamo svinčev klorid in opravimo drugo destilacijo. Priprava vzorca je podrobno opisana v [xvi]. V tekočinskoscintilacijskem števcu Quantulus 1220 (Wallac, PerkinElmer) merimo merjence, pripravljene iz destilata vzorca in scintilacijskega koktajla [xvii]. Za kalibracijo števca in pripravo krivulje dušenja [xv] je bil uporabljen certificiran standard tritijeve vode Perkin Elmerja, za dodatno kontrolo rezultata meritve pa NIST-ov standard.

Reference:

- [xv] *Umeritvene krivulje za tekočinskoscintilacijski spektrometer (LSC-DN-05)*, IJS, Ljubljana
- [xvi] *Vzorčenje in priprava vzorcev za določitev tritija (LSC-DN-06)*, IJS, Ljubljana
- [xvii] *Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07)*, IJS, Ljubljana

e) RADIOKEMIČNA ANALIZA C-14 (Odsek O-2)

Ogljik C-14 določamo v zračnih izpušnih po postopku, ki je opisan v [xviii, xix, xx]. Raztopljeni $^{14}\text{CO}_2$ oborimo z BaCl_2 iz lužne raztopine. Uprašeni oborini BaCO_3 dodamo scintilacijski koktajl Insta-gel in destilirano vodo. Aktivnost C-14 merimo na instrumentu Tri Carb 3170 TR/SL, Super Low Level Liquid Scintillation Analyzer (Canberra Packard). Števec je umerjen s certificiranim standardom proizvajalca Perkin Elmer. Metoda je natančno opisana v standardnem delovnem navodilu [xxi] in v delovnem postopku [xxii].

Reference:

- [xviii] A. Južnič, T. Mohar, Š. Fedina, I. Kobal., *Metoda določevanja C-14 v ozračju*, januar 1992
- [xix] H. J. Woo, S. K. Chun, S. Y. Cho, Y. S. Kim, D. W. Kang, E. H. Kim, *Optimization of liquid scintillation counting techniques for the determination of carbon-14 in environmental samples*, Radional. Nucl. Cem. 239, (1999) 3, 649–655
- [xx] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements* (2004)
- [xxi] *Določanje ^{14}C v bazični raztopini*, SDN-O2-STC(03)
- [xxii] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL, D-O2-STC(02)*

f) TERMOLUMINISCENČNA DOZIMetriJA (Odsek F-2)

Merilni sistem MR 200 (C) za termoluminiscenčno dozimetrijo, pečica za brisanje tablet, vsebnik za shranjevanje tablet, računalnik in jeklenka z dušikom tvorijo celovit sistem, ki omogoča enostavno, hitro in natančno merjenje absolutnih sevalnih doz v okolju in osebni dozimetriji. Dozimetre sestavljajo tabletki $\text{CaF}_2:\text{Mn}$ z odličnimi odzivnimi lastnostmi. Tako lahko merimo zelo nizke doze



pod 20 μSv na mesec. Meritve zunanje doze so bile opravljene po postopku, opisanem v *TLD-DN-02*. V letu 2002 smo posodobili in izboljšali prvi merilni sistem za termoluminiscenčno (TL) dozimetrijo, leta 2007 pa smo posodobili in izboljšali še drugi merilni sistem. Karakteristike merilnih sistemov MR 200 (C) so pregledno zbrane v diplomskem delu D. Jezerška [xxiii] ter v delovnih poročilih IJS [xxiv, xxv]: a) ponovljivost sistema je 5 %, b) ponovljivost tabletk je 2%, c) detekcijski prag je 5,7 μSv , d) bledenje je manjše kot 10 %, e) linearnost sistema je ± 10 %, f) spomin je 0,1 % doze obsevanja, g) samoobsevanje je zanemarljivo. Vse karakteristike sistema, preverjene v letu 2002, so v skladu z standardom CEI/IEC 61066 [xxvi].

Reference:

- [xxiii] D. Jezeršek, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, 2002
[xxiv] Validation of the TLD IJS MR 200C (3) measuring system, IJS-DP-9519, januar 2007
[xxv] Validation of the TLD IJS MR 200C (2) measuring system, IJS-DP-9520, januar, 2007
[xxvi] International standard CEI/IEC 61066; Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring; Second Edition, IEC Central Office Geneva, Switzerland, 2006
[xxvii] Čitanje (merjenje) termoluminiscenčnih dozimetrom (TLD) (*TLD-DN-02*), Institut "Jožef Stefan", Ljubljana

INSTITUT "RUĐER BOŠKOVIĆ"



Institut "Ruđer Bošković", Laboratorij za radioekologijo je novembra 2008 pridobil akreditacijo pri Hrvatski akreditacijski agenciji (HAA) v skladu s standardom HRN EN ISO/IEC 17025:2007 pod zaporedno številko 1162/08 za določanje vsebnosti radionuklidov z visokoločljivostno spektrometrijo gama in za določanje vsebnosti Sr-90 po radiokemijski metodi v vzorcih iz okolja in proizvodih, vključno s hrano in pitno vodo, ter za določanje vsebnosti Fe-55 v vodnih vzorcih (xxviii).

Metoda določanja tritija je še v postopku akreditacije pri Hrvatski akreditacijski agenciji (HAA).

Reference:

- [xxviii] Priručnik sistema upravljanja kvaliteto P SUK (04), Institut "Ruđer Bošković", 2008.

a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Spektre gama merimo na dveh detektorjih, in sicer na germanijevem detektorju BE3830 z ločljivostjo:

- 0,38 keV pri 5,9 keV (Fe-55)
- 0,55 keV pri 59,5 keV (Am-241)
- 0,69 keV pri 122 keV (Co-57)
- 2,05 keV pri 1332,5 keV (Co-60)

in na germanijevem detektorju GR2520 z izkoristkom 28,3 % glede na izkoristek detektorja z natrijevim jodidom, ki ima kristal z dimenzijami (3 × 3) inčev. Germanijev detektor ima ločljivost 0,80 keV pri 122 keV, 1,82 keV pri 1332,5 keV in razmerje vrh/compton 57,6.

Germanijeva detektorja sta povezana z računalnikom s programsko opremo GENIE2000. Ta programska oprema se uporablja za kvalitativno in kvantitativno analizo izmerjenih spektrov. Izkoristke detektorjev merimo s standardi s certifikati proizvajalcev IAEA, Canberra, Oxford in Analytics. Standarde uporabljamo tudi za določitev koincidenčnih korekcij. Meritve so bile



opravljene po postopku, opisanem v PS 5.4/1 [xxix]. Sistematski vplivi geometrije vzorca, matrike vzorca, gostote vzorca, koincidenčnih korekcij in hitrosti štetja na rezultate, so upoštevani pri računu vseh aktivnosti. Negotovosti rezultatov so ocenjene v skladu z vodilom in postopkom [xxx] [xxxi].

Spodnja meja detekcije (*DGD*) in minimalna aktivnost (*MDA*), ki so določene z intervalom zaupanja 95 %, je za izmerjene vzorce (Currie 1968, IAEA 295) [xxxii]:

$$DGD = 2,71 + 4,66\sqrt{B}$$

$$MDA = \frac{2,71 + 4,66\sqrt{B}}{K}$$

$$K = I \cdot t \cdot (V, m) \cdot \varepsilon$$

Kjer je:

- t* - čas merjenja
- V, m* - volumen ali masa vzorca (m³ ali kg)
- ε* - izkoristek
- I* - aktivnost žarkov gama
- B* - ozadje v času meritve *t*

Reference:

- [xxix] SUK PS 5.4/1 (04) Gama spektrometrija, Institut Ruđer Bošković, 2008
- [xxx] SUK PS 5.4/6 (04) Mjerna nesigurnost kod gama spektrometrijskih određivanja, Institut Ruđer Bošković, 2008
- [xxxi] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*, 2004
- [xxxii] IAEA, Technical Reports Series No. 295, *Measurement of radionuclides in food and the environment*, 1989

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-90

Princip določanja stroncija v okoljskih vzorcih (voda, hrana in krma, tla in sedimenti) temelji na raztapljanju vzorca v ustreznih raztopinah in uporabi ionskih izmenjevalcev [xxxiii, xxxiv]. Radiokemična separacija temelji na ločitvi stroncija od kalcija na koloni napolnjeni, z anionskim izmenjevalcem Amberlite CG-400 in raztopino 0,25 M HNO₃ v metanolu [xxxv]. Izkoristek separacije določimo gravimetrično s tehtanjem oborine SrCO₃. Aktivnosti beta se izmeri na proporcionalnem števcu beta s pretokom plina. Najbolj pogosto se uporablja mešanica 90 % Ar in 10 % CH₄. Aktivnost izmerimo s plinskim proporcionalnim števcem (2404 Alpha/Beta System, Canberra).

V primerih, ko je potrebna določitev Sr-89, se izvrši separacija stroncija, kot tudi izolacija itrija. Iz prve meritve SrCO₃ izmerimo aktivnost obeh, Sr-89 in Sr-90; iz meritve Y-90 pa določimo aktivnost Sr-90.

Natančni postopek določanja Sr-90/Sr-89 z beta štetjem je opisan v sistemskem postopku S 5.4/2 [xxxvi] in v delovnih navodilih RU 5.4/2-1/ [xxxvii], izračun merilne negotovosti pa je opisan v PS 5.4/6 in IAEA-TECDOC-1401 [xxxviii, xxxix].

Reference:

- [xxxiii] IAEA, Technical Reports Series No. 295, *Measurement of radionuclides in food and the environment*, 1989



- [xxxiv] Grahek Ž., Košutić K., Rožmarić-Mačefat M., Strontium isolation from natural samples with Sr resin and subsequent determination of Sr-90. *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*, 268 (2006), 179–190
- [xxxv] Grahek Ž et al, Improved methods for the radioactive strontium determination, *Journal Radioanal. Nucl. Chem.*, 242 (1999), 33–40
- [xxxvi] SUK PS 5.4/2 (04) Određivanje ⁹⁰Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xxxvii] SUK RU 5.4/2-1/ (04) Određivanje ⁹⁰Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xxxviii] IAEA-TECDOC-1401, Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements, 2004
- [xxxix] SUK PS 5.4/7 (04) Mjerna nesigurnost kod određivanja ⁹⁰Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008

c) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3

Tritij določamo v zračnih izpustih in v vodnih vzorcih po postopkih, ki so natančno opisani v referencah [xl–xliv]. Vzorec vode se predestilira z dodatkom KMnO₄. 250 mL destilirane vode se elektrolitsko obogati. Koncentracijo H-3 določamo tako, da merimo 7 mL vodne raztopine, ki smo ji dodali 13 mL scintilatorja (ULTIMA GOLD) v polietilenski plastični posodici volumna 20 mL (Low diffusion plastic vial) na scintilacijskem števcu Liquid scintillation Analyser (Tri-Carb, Packard, Model 2770TR/SL). Ozadje je nižje od 1 impulza na minuto. Izkoristek določamo z uporabo "quench-standarda" in certificiranih standardov H-3 (Perkin Elmer).

Reference:

- [xl] Reference Manual TRI-CARB Liquid Scintillation Analyzer, Model 2770 TR/SL Series, Packard a Canberra Company, 1995
- [xli] IAEA, Technical Reports Series No. 295, Measurement of radionuclides in food and the environment, 1989
- [xlii] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*; K. Rozanski, M. Gröning, *Tritium Assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry*, 2004
- [xliii] SUK PS 5.4/3 (04) Određivanje tritija, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xliv] SUK RU 5.4/3-1/ (04) Određivanje tritija, Institut "Ruđer Bošković", 2008

d) DOLOČANJE Fe-55

Fe-55 se določa z izolacijo Fe-55 na koloni, napolnjeni s smolo TRU. Podrobnosti so opisane v sistemskem postopku PS 5.4/4 in delovnem navodilu 5.4/4/1 [xlv, xlvi]. Aktivnost Fe-55 v vzorcih se izmeri na spektrometru Liquid Scintillation Spectrometra Packard TRI-CARB Model 2770TR/SL. Aktivnost se izračuna iz dobljenega neto števila sunkov in izkoristka, ki se določi iz spektralnega indeksa iz "quench krivulje" ter izkoristka izolacije, dobljenega z merjenjem koncentracije Fe na AAS Perkin Elmer 3110. Postopek določanja aktivnosti in merske negotovosti je opisan sistemskih postopkih in delovnih navodilih PS 5.4/4, PS 5.4/9 [xlv, xlvi] ter v referencah [xlviii, xlix].

Reference:

- [xlv] SUK PS 5.4/4 (04) Određivanje ⁵⁵Fe, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xlvi] SUK RU 5.4/2-1/ (04) Određivanje ⁵⁵Fe, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xlvii] SUK RU 5.4/2-1/ (04) Određivanje ⁵⁵Fe, Institut "Ruđer Bošković", 2008
- [xlviii] Ž. Grahek, M. Rožmarić, Extraction chromatographic separation of iron from complex liquid samples and the determination of Fe-55, *Journal of Radioanalytical & Nuclear Chemistry*, 267 (2006) 1, 131–137
- [xlix] Ž. Grahek, M. Rožmarić, Isolation of iron and strontium from liquid samples and the determination of ⁵⁵Fe and ^{89,90}Sr in liquid radioactive waste, *Analytica Chimica Acta*, 511 (2004), 339–348



e) TERMOLUMINISCENČNA DOZIMETRIJA

Termoluminiscenčni dozimetri TLD-100H (po dva dozimetra na vsaki lokaciji) se uporabljajo od 10. 1. 2008. Menjava starih dozimetrov, ki je uporabljal IMI, z novimi je bila izvršena na vseh desetih lokacijah na isti dan.

Dozimetri TLD-100H so iz litijevega fluorida in so dopirani z magnezijem, fosforjem in bakrom. Za odčitavanje dozimetrov smo uporabljali čitalnik TOLEDO 654 (Vinten). Čitalnik je priklopljen na računalnik s programsko opremo TEMES za čitanje dozimetrov, ki je bila razvita v sodelovanju s sodelavci Instituta "Jožef Stefan".

Čitalnik TOLEDO in programski paket TEMES omogočata kontrolo in spreminjanje hitrosti gretja, grafično in numerično obdelavo izmerjenih vrednosti (integrala sevalne krivulje, določanje maksimumov krivulje, računanje doze) ter zbiranje in obdelavo merskih rezultatov iz različnih dozimetrov.

Dozimetri so individualno kalibrirani. Vse dozimetre obsevamo v laboratoriju za sekundarne dozimetrične standarde na IRB. Laboratorij je opremljen skladno s priporočilom madnarodne agencije za atomsko energijo MAAE.

ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-032

Zavod za varstvo pri delu, Laboratorij za merjenje specifičnih aktivnosti radionuklidov je marca 2004 pridobil akreditacijo za izvajanje visokoločljivostne spektrometrije gama v skladu s standardom SIST EN ISO/IEC 17025 pod zaporedno številko LP-032. Akreditacija zajema meritve vzorcev zemlje, sedimentov, zraka, padavin ter živil živalskega in rastlinskega porekla.

V letu 2008 je bila metoda določitve stroncija v postopku akreditacije pri Slovenski akreditaciji (SA), akreditacijska listina je bila podeljena 3. 2. 2009.

a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Omenjena metoda je v našem laboratoriju LMSAR podrobno opisana v dokumentu DP-LMSAR-09, in sicer v petih sklopih: energijska kalibracija, izkoristek detektorja, izračun lokacije in ploščine vrha, identifikacija radionuklida ter izračun specifične aktivnosti in merilne negotovosti rezultata. Vse našete korake izvajamo s programsko opremo GENIE 2000, katere algoritmi so opisani v knjigi GENIE 2000 – Customization Tools Manual. Opora temu programskemu paketu pa so naslednji mednarodni standardi:

- IEC-1452: Nuclear instrumentation - Measurement of gamma-ray emission rates of radionuclides-Calibration and use of germanium spectrometers
- IEC-973: Test procedures for germanium gamma-ray detectors
- IEC-759: Standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers
- IEC-61976: Nuclear instrumentation-Spectrometry - Characterization of the spectrum background in HPGe gamma-ray spectrometry
- ISO-11929-3: Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements

Sledljivost rezultatov dosegamo s kalibracijskimi standardi specifičnih geometrij in matrik, ki so podobne vzorcem, ki jih merimo za naše naročnike. Te standarde naročamo pri organizacijah, ki so



akreditirane za pripravo teh standardov (npr. Analytics iz ZDA in AEA Technology QSA GmbH iz Nemčije).

Vse sistematske vplive, kot so razlike v gostoti vzorcev, parametrov, ki vplivajo na atenuacijo gama sevanja v matriki in odmike od geometrije vzorca glede na standardne vzorce, izračunavamo z validirano programsko opremo Canberra, ki je navedena v dokumentu: Model S573/S574 ISOCS/LabSOCS, Validation & Verification Manual.

ORIENTACIJSKE SPODNJE DETEKCIJSKE MEJE ZA VLG-SPEKTROMETRIJO (*)

Medij	BIOLOŠKI VZORCI	ZEMLJA	VODA	SEDIMENT	ZRAK
Enota	kg	kg	m ³	kg	m ³
Količina vzorca (**)	3	0,15	0,1	0,05	10000
Radionuklid	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m ³	Bq/kg	Bq/m ³
K-40	0,2	4,7	4,7	5,8	4,0 E-05
Mn-54	0,03	0,7	0,9	0,8	6,0 E-06
Co-57	0,01	0,4	0,3	0,8	2,0 E-06
Co-58	0,03	0,8	1,2	1,0	7,0 E-06
Co-60	0,03	0,7	0,7	0,8	6,0 E-06
Zn-65	0,06	1,5	2,0	1,8	1,0 E-05
Ru-103	0,10	0,9	1,6	1,0	7,0 E-06
Sb-124	0,03	0,8	1,2	1,0	7,0 E-06
Sb-125	0,06	1,7	1,8	2,0	1,0 E-05
I-131	0,20	5,0	1,5	6,0	4,0 E-05
Cs-134	0,03	0,6	0,7	0,8	5,0 E-06
Cs-137	0,03	0,7	0,7	0,8	5,0 E-06
Pb-210	0,20	8,0	3,3	8,0	4,0 E-05
Ra-228	0,07	2,0	2,0	2,0	2,0 E-05
Th-228	0,06	2,0	1,2	2,0	1,0 E-05
Ra-226	0,5	4,0	2,0	4,0	8,0 E-06
U-238	0,1	4,0	3,0	4,0	2,0 E-05
Am-241	0,0	1,0	0,7	1,0	5,0 E-06

(*) Tabelirane spodnje detekcijske meje so podane z intervalom zaupanja 68 % .

(**) Količina vzorca, podana v enotah druge vrstice, velja za sveže vzorce, razen pri zemlji in sedimentih, kjer velja za suhi vzorec.

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-89/Sr-90 IN I-131

Natančen opis metod določitve Sr-89/90 v različnih vzorcih in določitve I-131 v mleku kakor tudi vzorčenje in priprava vzorcev, so predstavljene v naslednjih internih delovnih postopkih:

- Vzorčenje, pakiranje, pošiljanje vzorcev iz biosfere, hrane in drugih bioloških vzorcev (DP-LMSAR-02)
- Priprava bioloških in nebioloških vzorcev za gamaspektrometrično in radiokemično analizo (DP-LMSAR-03)
- Opis metode za določitev aktivnosti Sr-89/90 v vzorcih iz okolja (DP-LMSAR-4.01)
- Kemijska obdelava vzorcev in merjenje aktivnosti Sr-89/90 (DP-LMSAR-4.02)
- Izračun specifične aktivnosti Sr-89/90 in merilna negotovost (DP-LMSAR-4.03)
- Zagotavljanje kakovosti meritev aktivnosti Sr-89/90 (DP-LMSAR-4.04)
- Določitev specifične aktivnosti I-131 v mleku (DP-LMSAR-16)
- Kalibracija beta števca za določitev specifične aktivnosti I-131 (DP-LMSAR-18)

Sledljivost rezultatov je dosežena z redno kalibracijo instrumenta BERTHOLD LB770 s standardnimi raztopinami proizvajalca Amersham. Postopek kalibracije je opisan v delovnih postopkih DP-LMSAR-4.03 in DP-LMSAR-18.



TABELARIČNI ZAPISI MERITEV

Izmerki v tabelah in posredno v preglednicah so zapisani po naslednjih pravilih:

1. Specifične aktivnosti sevalcev gama pri enkratno odvzetih vzorcih so preračunane na datum vzorčevanja.

Specifične aktivnosti sevalcev gama pri kontinuirano zbiranih vzorcih so izračunane pri predpostavki, da sta bili hitrost zbiranja vzorca in kontaminacija konstantni v času vzorčevanja.

2. Število, ki sledi znaku \pm , je številna vrednost združene standardne negotovosti specifične aktivnosti in se nanaša na interval zaupanja z 68-odstotno zanesljivostjo.

Združena standardna negotovost pri rutinskih meritvah na visokoločljivostni spektrometriji gama vključuje statistično negotovost števila sunkov v vrhovih v spektru, negotovost metode določanja števila sunkov v vrhovih, ozadja, umeritve spektrometra, jedrskih podatkov in količine vzorca. Negotovosti, ki izvirajo iz vzorčevanja, razen količine vzorca, niso upoštevane.

Pri radiokemičnih meritvah vsebuje merska negotovost statistično negotovost meritve (negotovost tipa A) in druge ocenjene negotovosti tipa A in B, ki sledijo iz postopka in so bolj ali manj za določen postopek stalne.

Poročane negotovosti so izračunane v skladu z vodili GUM (1995).

3. Pri IRB so rezultati meritev z visokoločljivostno spektrometrijo gama izraženi kot $A \pm k$, kjer je k razširjena merska negotovost s faktorjem pokritja $k = 2$. Ko je $k \geq 0,9 A$, se pojmuje, da je rezultat pod mejo kvantifikacije in ni zapisan v tabeli. Na isti način so poročani tudi rezultati meritev Sr-90 in H-3. Ta način poročanja rezultatov se nanaša na nizke aktivnosti, ki se določajo v bližini meje kvantifikacije (< 5 Bq/kg za Cs-137).

4. V tabele ne pišemo spodnjih **detekcijskih mej**, ki so ocenjene iz velikosti ozadja in verjetnosti za detekcijo.

Meja detekcije se poroča le za Pb-210, ki je zaradi visokega doznega faktorja pomemben pri oceni doz. Skladno s standardom *Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements - Part 7: Fundamentals and general applications (ISO 11929-7:2005)* je interval zaupanja 95 %.

Za druge nedetektirane radionuklide se predpostavlja, da so njihove meje detekcije zanemarljive v primerjavi z drugimi vrednostmi in se jih zaradi preglednosti v tabele ne piše. Pri izračunih letnih povprečij se prazna polja upoštevajo kot ničle.

5. Če je pri detektirani prisotnosti radionuklida negotovost aktivnosti večja od 80 % vrednosti izmerka, se poroča **meja kvantifikacije** – k vrednosti izmerka se prišteje negotovost, pomnožena s 1,65, rezultat pa se označi kot manjši ($<$) od dobljene številčne vrednosti. V tem primeru je verjetnost, da leži prava vrednost pod dobljeno številčno vrednostjo 95 %.

Pri računanju povprečja upoštevamo podatke, ki so označeni z $< a$, kot $0 \pm a$ (meja kvantifikacije). Kadar podatka v tabelah ni (kar pomeni, da radionuklid ni bil detektiran in je njegova koncentracija pod mejo detekcije), privzamemo 0 ± 0 .

Prednosti tega postopka so naslednje:

- Negotovost povprečja je mogoče oceniti iz apriorne in aposteriorne negotovosti, to je iz negotovosti posameznih izmerkov in iz disperzije populacije izmerkov. V tabelah se kot negotovost povprečja navaja večja od apriorne ali aposteriorne negotovosti.
- Povprečna vrednost ni odvisna od meje kvantifikacije, torej od pogojev merjenja. Od pogojev merjenja je odvisna le negotovost povprečja, podobno kot so od pogojev merjenja odvisne negotovosti posameznih izmerkov.



- Vpliv negativnih vrednosti izmerkov, ki se pri računu povprečja upoštevajo kot ničle, se delno uravna z vplivom vrednosti, ki so pod mejo kvantifikacije, ki se prav tako upoštevajo kot ničle. Ker je meja kvantifikacije postavljena tik nad mejo detekcije, se vpliv negativnih vrednosti izmerkov dobro uravna z vplivom vrednosti, ki so pod mejo kvantifikacije.

Omeniti je treba, da interpretacija rezultatov blizu detekcijske meje vnese sistematski vpliv v merske rezultate. Merski rezultati, ki so v bližini detekcijske meje, so med seboj korelirani. Omenjeni sistematski vpliv je sicer manjši od negotovosti posameznih izmerkov, vendar pa bi se praviloma morale negotovosti teh rezultatov računati po postopku za korelirane vrednosti. Ker uporabljeni račun povprečja ni tak, so negotovosti povprečij izmerkov v bližini detekcijskih mej podcenjene. Ker se doze računajo iz povprečnih aktivnosti, so njihove negotovosti lahko zaradi omenjenega sistematskega vpliva podcenjene.

- Število za znakom < je torej ali meja kvantifikacije ali števska vrednost meje detekcije pri danih pogojih meritve in se nanaša na interval zaupanja z 68-odstotno zanesljivostjo (le pri Pb-210).
- Pri računu doz za neko časovno obdobje T (npr. dan, mesec, leto) predpostavljamo, da poteka vnos medija (npr. vode, zraka) v organizem s stalno hitrostjo $dV/dt = \dot{V} = \text{konst.}$ Ta predpostavka nam omogoča, da v organizem vneseno aktivnost A posameznih radionuklidov izrazimo s:
 - časovnim integralom specifične aktivnosti (s časovnim integralom koncentracije aktivnosti) ali s
 - povprečno specifično aktivnostjo v obdobju T , ki je enaka specifični aktivnosti sestavljenega vzorca, zbranega v obdobju T .

Velja namreč:

$$A / (\text{Bq}) = \int_0^T \dot{V} / \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right) \cdot a(t) / \left(\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}\right) \cdot dt / (\text{s}) = (\dot{V} \cdot T) \frac{1}{T} \int_0^T a(t) \cdot dt = V_T \cdot \langle a(t) \rangle = V_T \cdot a_T$$

kjer je:

$V_T = (\dot{V} \cdot T)$ v času T vnesena količina (volumen) medija v organizem;

$\langle a(t) \rangle = a_T$ povprečna specifična aktivnost v obdobju T , ki je enaka specifični aktivnosti sestavljenega vzorca a_T , zbranega iz enako velikih delnih vzorcev (volumnov) skozi obdobje T .

Slednja enakost velja tudi za diskretno zbiranje sestavljenega vzorca, ko v enakih časovnih presledkih (skozi obdobje T) nabereмо N delnih vzorcev z volumnom v :

$$a_T = \frac{1}{N \cdot v} \cdot \sum_{j=1}^N v \cdot a_j = \langle a \rangle$$

Kadar računamo vneseno aktivnost za neko obdobje (npr. leto) iz zaporedja ločenih (diskretnih) meritev (npr. mesečnih sestavljenih vzorcev; $T = \text{mesec}$), nadomestimo zgornji integral z vsoto:

$$A_{\text{leto}} = \sum_{i=1}^{12} V_{\text{mes}} \cdot a_{\text{mes},i} = V_{\text{mes}} \sum_{i=1}^{12} a_{\text{mes},i} = (V_{\text{mes}} \cdot 12) \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} a_{\text{mes},i}$$

$$A_{\text{leto}} = V_{\text{leto}} \cdot \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} a_{\text{mes},i}$$

kjer je pomen veličin isti kot zgoraj.



8. Aktivnost Ra-226 je določena iz aktivnosti kratkoživih radonovih potomcev (Pb-214 in Bi-214). Faktor, ki opisuje ravnovesje med radijem in radonovimi potomci, izračunamo iz ekshalacije in časovnega intervala med pripravo in meritvijo vzorca.
9. Aktivnost urana je določena pri predpostavki, da je U-238 v ravnovesju s potomci Th-234 in Pa-234M ter da sta koncentraciji izotopov U-235 in U-238 v naravnem razmerju.
10. Notranje doze so izračunane iz vsebnosti radionuklidov v mediju, doznih faktorjev in iz predpostavljene porabe hrane, vode ali frekvence vdihovanja zraka. Negotovosti doz so izračunane iz negotovosti vsebnosti radionuklidov, povprečenih preko celega leta. Negotovosti porabe in doznih faktorjev v negotovostih doz niso upoštevane.
11. Negotovosti zunanjih doz so ocenjene tam, kjer obstaja več izmerkov. Ocena negotovosti temelji na stresanju izmerkov in pomeni njihovo standardno deviacijo.



SEZNAM TABEL MERITEV IZ PROGRAMA IMISLIJSKIH MERITEV

	Tabele	Stran
11. REKA SAVA - sestavljeni mesečni vzorci filtrirane vode in filtrskega ostanka		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3		
KRŠKO	T - 1, 2	M-2
BREŽICE	T - 3, 4	M-4
JESENICE na Dolenjskem	T - 5, 6	M-6
111. REKA SAVA - enkratni vzorci nefiltrirane vode		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 7	M-8
BREŽICE	T - 9	M-9
JESENICE na Dolenjskem	T - 10	M-9
111. REKA SAVA - sedimenti		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 11	M-10
BREŽICE	T - 13	M-11
JESENICE na Dolenjskem	T - 14	M-11
KRŠKO pod mostom	T - 15/p	M-12
pod jezom NEK	T - 16/p1	M-12
PESJE	T - 16/p2	M-13
BREŽICE	T - 16/p3	M-13
JESENICE na Dolenjskem	T - 17/p	M-14
PODSUSED (R Hrvaška)	T - 18	M-14
111. REKA SAVA - vodna biota - ribe		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 19	M-15
BREŽICE	T - 21	M-15
JESENICE na Dolenjskem	T - 22	M-16
JESENICE na Dolenjskem	T - 22/p1	M-16
OTOK (R Hrvaška)	T - 24	M-17
PODSUSED (R Hrvaška)	T - 25	M-17



12. VODOVODI – enkratni vzorci pitne vode

- izotopska analiza sevalcev gama in
specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

KRŠKO	T - 28	M-20
BREŽICE	T - 29	M-20

13. ČRPALIŠČA VODOVODOV – sestavljeni mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in
specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

vodovod BREŽICE	T - 30	M-21
črpališče BREGE	T - 31	M-22
črpališče DRNOVO	T - 32	M-23
vodovod SPODNJI STARI GRAD	T - 33	M-24
črpališče BREŽICE - Glogov Brod	T - 34	M-25

14. PODTALNICE – enkratni oz. sestavljeni mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama
in specifična analiza H-3

MEDSAVE (R Hrvaška)	T - 35	M-26
ŠIBICE (R Hrvaška)	T - 36	M-27
VRTINA E1 v NEK	T - V1	M-28
VRTINA VOP-4 v Vrbini	T - V2	M-28

15. PADAVINE in

16. SUHI USEDI – mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in
specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

BREGE	T - 37	M-30
KRŠKO	T - 38	M-32
DOBOVA	T - 39	M-34
LJUBLJANA, PODGORICA *)	T - 40	M-36
PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI	T - 41	M-38
SUHI USED – vazelinske plošče	T - 42	M-39

20. ZRAK – zračni jod ter aerosoli

- izotopska analiza sevalcev gama

PREGLED MERITEV JODA V ZRAKU	T - 43	M-44
SPODNJI STARI GRAD	T - 44	M-45
STARA VAS	T - 45	M-46
LESKOVEC	T - 46	M-47
BREGE	T - 47	M-48
VIHRE	T - 48	M-49
GORNJI LENART	T - 49	M-50
LIBNA	T - 50	M-51
DOBOVA	T - 51	M-52
LJUBLJANA PODGORICA *)	T - 52	M-54

*) Iz republiškega programa nadzora



30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

TL-dozimetri v okolici NEK in na ograji NEK	T - 53	M-56
TL-dozimetri v Republiki Sloveniji	T - 54	M-60
TL-dozimetri v Republiki Hrvaški	T - 55	M-62
Kontinuirni merilniki hitrosti doze MFM-202	T - 56	M-63

40. ZEMLJA - enkratni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

GMAJNICE - neobdelana zemlja	T - 57	M-68
- normalno orana njiva	T - 58	M-70
KUSOVA VRBINA - neobdelana zemlja	T - 59	M-72
AMERIKA - neobdelana zemlja	T - 60	M-74

51. MLEKO - enkratni oz. sestavljeni mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90 in I-131

PESJE	T - 61	M-78
VIHRE	T - 62	M-79
BREGE	T - 63	M-80
BREGE	T - 63	M-80
PESJE, VIHRE, BREGE (I-131)	T - 64	M-81

55. MESO IN KOKOŠJA JAJCA - enkratni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

KOKOŠJE MESO IN JAJCA	T - 65	M-81
SVINJSKO IN GOVEJE MESO	T - 66	M-82

54. POVRTNINE IN POLJŠČINE - enkratni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

SOLATA, ZELJE, ČEBULA, KROMPIR	T - 67	M-82
PETERŠILJ, KORENJE, PARADIŽNIK, PAPRIKA	T - 68	M-83
OHROVT, RDEČA PESA, BUČKE, MALANCANI	T - 69	M-83
PŠENICA, JEČMEN, KORUZA, RADIČ	T - 70	M-84
REPA, POR, KOLERABA, CVETAČA	T - 71	M-84

53. SADJE - enkratni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

JABOLKA	T - 75	M-85
HRUŠKE	T - 76	M-85
JAGODE	T - 77	M-86
VINO	T - 78	M-86



Vse tabele z rezultati imisijskih meritev (meritev v okolju jedrske elektrarne) in tabele medlaboratorijskih primerjalnih meritev so na zgoščenci, ki je priložena temu poročilu.

PROGRAM IMISIJSKIH MERITEV

11., 111., 101.	REKA SAVA	Sava2008.pdf
12., 13., 14.	VODOVODI, ČRPALIŠČA, PODTALNICE	VodovodiCrpalisca2008.pdf
15., 16.	PADAVINE, TALNI USEDI	PadavineUsedi2008.pdf
20.	ZRAK	Zrak2008.pdf
30.	DOZA ZUNANJEGA SEVANJA	ZunanjeSevanje2008.pdf
40.	ZEMLJA	Zemlja2008.pdf
50.	HRANA	Hrana2008.pdf

TABELE REZULTATOV PRIMERJALNIH MERITEV

Rezultati mednarodnih primerjalnih meritev	MednarodnePrimerjave2008.pdf
Primerjalne meritve pogodbenih laboratorijev	MedsebojnePrimerjave2008.pdf

11. REKA SAVA

- 11. VODA - SESTAVLJENI MESEČNI VZORCI
- 111. VODA - ENKRATNI VZORCI
- 111. SEDIMENTI
- 111. VODNA BIOTA – RIBE

LETO 2008 T - 1a

11. REKA SAVA – VODA – sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	152,00	145,10	155,80	130,9	
Pretok (m ³ /s)	169,6	264,5	151,8	301,3	
Oznaka vzorca	NEKVKKR108	NEKVKKR208	NEKVKKR308	NEKVKKR408	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	3,9E+00 ± 7E-01	5,4E+00 ± 9E-01	2,8E+00 ± 9E-01	3,5E+00 ± 8E-01	3,9E+00 ± 5E-01
Ra-226	9,0E-01 ± 1E-01	1,0E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,2E+00 ± 1E-01	1,2E+00 ± 2E-01
Pb-210	1,6E+01 ± 2E+00	6,2E+00 ± 1E+00	8,6E+00 ± 1E+00	1,9E+01 ± 2E+00	1,2E+01 ± 3E+00
Ra-228	1,4E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 2E-01	9,5E-01 ± 2E-01	5,6E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Th-228	4,0E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 2E-01	3,0E-01 ± 2E-01		2,5E-01 ± 9E-02
K-40	3,9E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+00	5,2E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	4,4E+01 ± 4E+00
Be-7	3,8E+01 ± 2E+00	4,2E+01 ± 2E+00	9,3E+01 ± 4E+00	9,9E+01 ± 4E+00	6,8E+01 ± 2E+01
I-131	5,4E+00 ± 6E-01	4,6E+00 ± 9E-01	1,2E+01 ± 1E+00	4,1E+00 ± 8E-01	6,4E+00 ± 2E+00
Cs-134					
Cs-137	1,0E-01 ± 3E-02	2,2E-01 ± 4E-02	7,7E-02 ± 4E-02	< 5E-01	9,9E-02 ± 1E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,3E+00 ± 2E-01	2,8E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 9E-02	1,3E+00 ± 9E-02	1,7E+00 ± 4E-01 #

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 2a

11. REKA SAVA – VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	152,0	145,6	147,2	147,2	
Oznaka vzorca	NEKFKRK108	NEKFKRK208	NEKFKRK308	NEKFKRK408	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238		3,6E+00 ± 9E-01	1,3E+01 ± 2E+00	2,3E+00 ± 7E-01	4,6E+00 ± 3E+00
Ra-226	6,5E-01 ± 1E-01	3,9E-01 ± 8E-02	5,4E-01 ± 1E-01	3,2E-01 ± 1E-01	4,8E-01 ± 7E-02
Pb-210	2,3E+00 ± 8E-01	3,7E-01 ± 3E-01	2,4E+00 ± 9E-01	2,6E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 5E-01
Ra-228	9,5E-01 ± 2E-01	5,2E-01 ± 2E-01	6,8E-01 ± 2E-01	9,5E-01 ± 3E-01	7,8E-01 ± 1E-01
Th-228	7,7E-01 ± 2E-01	7,0E-01 ± 2E-01	5,7E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 3E-01	8,1E-01 ± 1E-01
K-40	1,1E+01 ± 1E+00	7,5E+00 ± 1E+00	6,7E+00 ± 1E+00	7,8E+00 ± 1E+00	8,3E+00 ± 1E+00
Be-7	2,3E+00 ± 5E-01	3,0E+00 ± 8E-01	4,0E+00 ± 7E-01	4,4E+00 ± 9E-01	3,4E+00 ± 5E-01
I-131	1,9E+00 ± 4E-01				4,8E-01 ± 5E-01
Cs-134					
Cs-137	3,2E-01 ± 5E-01	3,2E-01 ± 6E-02	3,8E-01 ± 6E-02	3,2E-01 ± 7E-02	3,3E-01 ± 1E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	< 5E-02	3,8E-01 ± 3E-02	2,4E-02 ± 2E-02	1,0E-01 ± 3E-02	1,3E-01 ± 9E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 1b, 2b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)

Specifična analiza H-3 (**)

Vzorč. mesto	Krško						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	164,8	130,1	214,0	342,7	202,3	248,7	
Pretok (m ³ /s)							
Oznaka vzorca	NEKVKRK0108	NEKVKRK0208	NEKVKRK0308	NEKVKRK0408	NEKVKRK0508	NEKVKRK0608	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	7,6E+02 ± 5E+01	7,3E+02 ± 4E+01	7,7E+02 ± 5E+01	7,4E+02 ± 4E+01	8,0E+02 ± 4E+01	8,5E+02 ± 4E+01	7,7E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Krško						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	191,9	172,5	91,0	118,8	234,3	550,6	
Pretok (m ³ /s)							
Oznaka vzorca	NEKVKRK0708	NEKVKRK0808	NEKVKRK0908	NEKVKRK1008	NEKVKRK1108	NEKVKRK1208	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	8,5E+02 ± 5E+01	8,1E+02 ± 5E+01	7,0E+02 ± 5E+01	1,1E+03 ± 5E+02	1,1E+03 ± 5E+02	6,7E+02 ± 5E+01	8,2E+02 ± 6E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija, vzorce NEKVKR1008, NEKVKR1108 in NEKVKR1208 pa na IJS na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 3a
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	53,00	52,00	52,50	47,38	48,7	52,00	
Pretok (m ³ /s)	164,8	130,1	214,0	342,7	202,3	248,7	
Oznaka vzorca	NEKVBR0108	NEKVBR0208	NEKVBR0308	NEKVBR0408	NEKVBR0508	NEKVBR0608	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238		4,0E+00 ± 1E+00	7,2E+00 ± 3E+00	4,3E+00 ± 2E+00			2,6E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,9E-01 ± 3E-01	8,9E-01 ± 2E-01	4,0E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01		8,9E-01 ± 4E-01	4,8E-01 ± 1E-01
Pb-210	1,8E-01 ± 1E-01		1,2E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 5E+00	7,6E+00 ± 3E+00	1,2E+01 ± 3E+00	8,8E+00 ± 3E+00
Ra-228	1,8E+00 ± 9E-01	7,3E-01 ± 4E-01		4,0E+00 ± 1E+00		1,3E+00 ± 9E-01	1,3E+00 ± 6E-01
Th-228		8,0E-01 ± 5E-01	1,1E+00 ± 6E-01	7,4E-01 ± 6E-01			4,4E-01 ± 2E-01
K-40	3,7E+01 ± 5E+00	3,6E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 2E+00
Be-7			3,0E+02 ± 3E+01	9,9E+01 ± 9E+00	4,0E+04 ± 2E+00	9,7E+01 ± 7E+00	6,7E+03 ± 7E+03
I-131	3,3E+00 ± 8E-01	7,8E+00 ± 8E-01	6,5E+01 ± 1E+01		6,5E+00 ± 7E-01	3,7E+00 ± 8E-01	1,4E+01 ± 1E+01
Cs-134							
Cs-137	1,9E-01 ± 1E-01	< 9E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	1,1E-01 ± 1E-01	5,0E-02 ± 4E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	2,1E+00 ± 7E-02	1,4E+00 ± 8E-02	2,2E+00 ± 4E-01	2,6E+00 ± 1E-01	2,1E+00 ± 2E-01	4,4E+00 ± 3E-01	2,5E+00 ± 4E-01
H-3	9,4E+02 ± 5E+01	1,2E+03 ± 6E+01	1,3E+03 ± 6E+01	9,7E+02 ± 5E+01	1,7E+03 ± 7E+01	6,2E+03 ± 3E+02	2,1E+03 ± 8E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na ZVD, analiza H-3 pa v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija.

LETO 2008 T - 4a
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	96,3	94,6	84,8	90,2	85,5	78,4	
Oznaka vzorca	NEKFBR0108	NEKFBR0208	NEKFBR0308	NEKFBR0408	NEKFBR0508	NEKFBR0608	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	1,8E+00 ± 7E-01	1,2E+00 ± 1E+00		2,0E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 8E-01	1,9E+00 ± 1E-01	1,4E+00 ± 3E-01
Ra-226	5,0E-01 ± 1E-01		3,1E-01 ± 1E-01	2,3E-01 ± 2E-01	2,3E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 3E-01	3,6E-01 ± 1E-01
Pb-210		2,3E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	4,4E+00 ± 2E+00		3,1E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 7E-01
Ra-228	3,5E-01 ± 2E-01	1,9E+00 ± 8E-01	1,5E+00 ± 5E-01	7,4E-01 ± 4E-01		1,1E+00 ± 5E-01	9,3E-01 ± 3E-01
Th-228	3,1E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 4E-01	6,7E-01 ± 3E-01	3,4E-01 ± 3E-01	7,1E-01 ± 3E-01	1,2E+00 ± 5E-01	6,9E-01 ± 1E-01
K-40	< 1E+00	3,6E+00 ± 2E+00	3,1E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 2E+00	2,6E+00 ± 1E+00	1,6E+01 ± 3E+00	6,0E+00 ± 2E+00
Be-7						1,0E+01 ± 2E+00	1,7E+00 ± 2E+00
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 4E-01	< 6E-01	2,1E-01 ± 6E-02	< 8E-01	< 5E-01	5,0E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 2E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,8E-01 ± 3E-02	4,0E-02 ± 2E-02	3,0E-02 ± 2E-02	< 1E-02	2,0E+00 ± 2E-01	7,2E-01 ± 7E-02	5,0E-01 ± 3E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 3b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	51,5	54,7	50,0	48,5	45,4	42,8	
Pretok (m ³ /s)	191,9	172,5	91,0	118,8	234,3	550,6	
Oznaka vzorca	NEKVBR0708	NEKVBR0808	NEKVBR0908	NEKVBR1008	NEKVBR1108	NEKVBR1208	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
U-238	2,1E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00		8,4E+00 ± 3E+00	2,2E+00 ± 1E+00	6,3E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 9E-01
Ra-226	7,2E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 2E-01	1,5E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 4E-01	1,3E+00 ± 5E-01	8,1E-01 ± 4E-01	7,4E-01 ± 1E-01
Pb-210	2,5E+01 ± 6E+00	1,2E+00 ± 1E+00	2,8E+01 ± 7E+00		5,0E+00 ± 2E+00		9,4E+00 ± 3E+00
Ra-228	1,6E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 4E-01	2,0E+00 ± 1E+00				1,1E+00 ± 4E-01
Th-228	4,9E-02 ± 5E-01	7,3E-01 ± 4E-01		9,6E-01 ± 7E-01			3,7E-01 ± 1E-01
K-40	3,2E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 5E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,4E+01 ± 5E+00	3,3E+01 ± 2E+00
Be-7	1,8E+02 ± 2E+01	8,2E+00 ± 1E+00	1,8E+02 ± 1E+01	7,6E+00 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 3E+00	3,4E+03 ± 3E+03
I-131		1,8E+00 ± 3E-01	7,3E+00 ± 1E+00	1,4E+01 ± 2E+00	4,9E+00 ± 8E-01	1,4E+00 ± 4E-01	9,6E+00 ± 5E+00
Cs-134							
Cs-137	1,6E-01 ± 2E-01	< 8E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	3,8E-02 ± 3E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	3,4E+00 ± 2E-01	2,9E+00 ± 2E-01	2,3E+00 ± 2E+00	6,4E+00 ± 4E-01	2,3E+00 ± 2E-01	3,8E+00 ± 3E-01	3,0E+00 ± 4E-01
H-3	4,4E+03 ± 2E+02	3,5E+03 ± 2E+02	8,1E+02 ± 5E+01	1,4E+03 ± 6E+02	1,5E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 5E+02	2,1E+03 ± 5E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na ZVD, analiza H-3 pa v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija, vzorce NEKVBR1008, NEKVBR1108 in NEKVBR1208 pa na IJS na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 4b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	77,6	82,6	79,0	76,6	71,6	63,2	
Oznaka vzorca	NEKFBR0708	NEKFBR0808	NEKFBR0908	NEKFBR1008	NEKFBR1108	NEKFBR1208	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
U-238	5,9E+00 ± 2E+00	8,5E-01 ± 1E+00		1,4E+01 ± 3E+00	1,1E+01 ± 2E+00	2,0E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 1E+00
Ra-226	8,9E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	4,1E-01 ± 2E-01	5,8E-01 ± 3E-01		4,8E-01 ± 2E-01	4,6E-01 ± 1E-01
Pb-210	4,2E+00 ± 2E+00	3,4E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00		2,9E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 5E-01
Ra-228	1,1E+00 ± 5E-01	6,6E-01 ± 4E-01	6,7E-01 ± 3E-01	7,1E-01 ± 4E-01	8,3E-01 ± 4E-01		8,0E-01 ± 2E-01
Th-228	1,3E+00 ± 5E-01	1,4E+00 ± 4E-01	5,9E-01 ± 3E-01		7,1E-01 ± 4E-01	1,1E+00 ± 4E-01	7,7E-01 ± 1E-01
K-40	1,8E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 2E+00	2,5E+00 ± 2E+00	5,2E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 2E+00	1,6E+01 ± 2E+00	8,7E+00 ± 2E+00
Be-7	1,2E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 1E+00		3,5E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 1E+00	5,0E+00 ± 1E+00	3,8E+00 ± 1E+00
I-131				5,2E-01 ± 4E-01			4,3E-02 ± 4E-02
Cs-134							
Cs-137	5,3E-01 ± 8E-02	6,6E-01 ± 9E-02	< 6E-01	3,8E-01 ± 8E-02	3,2E-01 ± 1E-01	6,3E-01 ± 1E-01	2,7E-01 ± 1E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,0E+00 ± 1E-01	8,0E-02 ± 4E-02	9,4E-02 ± 5E-02	1,4E-01 ± 5E-02	2,3E-02 ± 4E-02	1,7E-01 ± 6E-03	3,8E-01 ± 2E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 5a

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	270,7	234,7	263,0	268,2	263,9	243,6	
Pretok (m ³ /s)	196,0	168,0	295,0	428,0	239,0	322,0	
Oznaka vzorca	JFV01-08	JFV02-08	JFV03-08	JFV04-08	JFV05-08	JFV06-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	8,4E+00 ± 1E+00	7,4E+00 ± 1E+00	9,5E+00 ± 1E+00	7,6E+00 ± 1E+00	6,8E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 1E+00	7,5E+00 ± 5E-01
Ra-226	1,4E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 1E-01
Pb-210							
Ra-228	1,5E+00 ± 4E-01		9,6E-01 ± 5E-01	1,1E+00 ± 5E-01		1,5E+00 ± 5E-01	8,4E-01 ± 3E-01
Th-228							
K-40	5,9E+01 ± 7E+00	5,5E+01 ± 7E+00	6,5E+01 ± 8E+00	3,8E+01 ± 5E+00	4,1E+01 ± 5E+00	5,3E+01 ± 7E+00	5,2E+01 ± 4E+00
Be-7	1,8E+00 ± 9E-01	2,4E+00 ± 1E+00	5,1E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 1E+00	4,0E+00 ± 7E-01
I-131	9,3E+00 ± 1E+00	1,8E+01 ± 2E+00	1,0E+01 ± 1E+00	6,9E+00 ± 1E+02	9,6E+00 ± 2E+00	2,3E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 2E+01
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	2,8E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 3E-01	3,6E+00 ± 4E-01	3,8E+00 ± 3E-01	4,8E+00 ± 4E-01	2,5E+00 ± 3E-01	3,5E+00 ± 3E-01
H-3	7,6E+02 ± 3E+02	9,2E+02 ± 3E+02	1,2E+03 ± 3E+02	7,5E+02 ± 3E+02	1,0E+03 ± 3E+02	3,2E+03 ± 5E+02	1,3E+03 ± 4E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 6a

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	279,0	252,0	279,0	270,0	279,0	270,0	
Susp. snov (g/m ³)	4,5	5,6	8,9	14,3	4,9	6,2	
Oznaka vzorca	JST01-08	JST02-08	JST03-08	JST04-08	JST05-08	JST06-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	6,0E+00 ± 1E+00	9,1E-01 ± 5E-01		7,0E-01 ± 5E-01			1,3E+00 ± 1E+00
Ra-226	3,6E-01 ± 2E-01	6,2E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 2E-01	8,6E-01 ± 2E-01	2,0E-01 ± 2E-01	5,7E-01 ± 2E-01	5,2E-01 ± 9E-02
Pb-210							
Ra-228			5,3E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 4E-01	3,7E-01 ± 3E-01		3,2E-01 ± 2E-01
Th-228							
K-40	4,1E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 2E+00	8,2E+00 ± 2E+00	1,6E+01 ± 3E+00	3,2E+00 ± 1E+00	6,4E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 2E+00
Be-7	1,3E+00 ± 8E-01		2,9E+00 ± 1E+00	4,6E+00 ± 1E+00	2,1E+00 ± 8E-01	3,2E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 7E-01
I-131			5,0E-01 ± 5E-01				8,3E-02 ± 8E-02
Cs-134							
Cs-137		1,2E-01 ± 8E-02	1,7E-01 ± 1E-01	5,0E-01 ± 1E-01	1,1E-01 ± 7E-02	2,4E-01 ± 1E-01	1,9E-01 ± 7E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 5b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	246,7	263,4	262,9	276,9	268,9	259,5	
Pretok (m ³ /s)	218,0	204,0	98,9				
Oznaka vzorca	JFV07-08	JFV08-08	JFV09-08	JFV10-08	JFV11-08	JFV12-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	6,2E+00 ± 1E+00	6,2E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 1E+00	6,7E+00 ± 1E+00	5,8E+00 ± 1E+00	6,8E+00 ± 1E+00	7,0E+00 ± 4E-01
Ra-226	1,3E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 4E-01	1,9E+00 ± 4E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 9E-02
Pb-210							
Ra-228	1,8E+00 ± 5E-01	1,8E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 5E-01	1,2E+00 ± 5E-01		1,2E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 2E-01
Th-228							
K-40	5,2E+01 ± 6E+00	6,6E+01 ± 8E+00	7,4E+01 ± 9E+00	8,5E+01 ± 1E+01	5,2E+01 ± 6E+00	3,8E+01 ± 5E+00	5,7E+01 ± 4E+00
Be-7	6,4E+00 ± 1E+00	8,6E+00 ± 2E+00	4,9E+00 ± 2E+00	3,4E+00 ± 1E+00	5,8E+00 ± 2E+00	5,4E+00 ± 1E+00	4,9E+00 ± 5E-01
I-131	4,5E+00 ± 9E-01	3,2E+00 ± 3E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 2E+00	6,6E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 6E-01	1,1E+01 ± 1E+01
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	3,6E+00 ± 4E-01	3,7E+00 ± 4E-01	3,9E+00 ± 5E-01	3,2E+00 ± 3E-01	3,9E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 2E-01
H-3	1,8E+03 ± 4E+02	1,9E+03 ± 4E+02	5,7E+02 ± 3E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 4E+02	1,4E+03 ± 2E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 6b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	279,0	279,0	270,0	279,0	270,0	279,0	
Susp. snov (g/m ³)	25,7	20,7	6,2	8,5	13,9	35,4	
Oznaka vzorca	JST07-08	JST08-08	JST09-08	JST10-08	JST11-08	JST12-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	1,8E+00 ± 7E-01					3,0E+00 ± 8E-01	1,0E+00 ± 5E-01
Ra-226	1,1E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 5E-01	5,9E-01 ± 2E-01	5,4E-01 ± 3E-01	7,3E-01 ± 3E-01	2,0E+00 ± 4E-01	7,8E-01 ± 1E-01
Pb-210							
Ra-228	1,1E+00 ± 4E-01	1,3E+00 ± 5E-01	6,4E-01 ± 3E-01	< 4,5E-01	1,0E+00 ± 4E-01	2,1E+00 ± 6E-01	6,7E-01 ± 2E-01
Th-228							
K-40	1,4E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 4E+00	9,7E+00 ± 2E+00	6,6E+00 ± 2E+00	1,3E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 5E+00	1,2E+01 ± 2E+00
Be-7	1,4E+01 ± 2E+00	9,9E+00 ± 2E+00	4,7E+00 ± 1E+00	7,7E+00 ± 1E+00	6,8E+00 ± 2E+00	7,0E+00 ± 1E+00	5,3E+00 ± 1E+00
I-131	5,0E-01 ± 3E-01			1,1E+00 ± 6E-01		6,2E-01 ± 2E-01	2,3E-01 ± 1E-01
Cs-134							
Cs-137	5,6E-01 ± 1E-01	5,9E-01 ± 2E-01	1,9E-01 ± 9E-02	2,8E-01 ± 1E-01	6,1E-01 ± 2E-01	2,4E-02 ± 2E-02	2,8E-01 ± 6E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 6a, 6b
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	810,0	819,0	828,0	828,0	
Susp. snov (g/m ³)	6,3	8,5	17,5	19,3	
Oznaka vzorca	JST02-08	JST05-08	JST08-08	JST11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
Sr-89/Sr-90	< 4E-02	< 9E-02	< 9E-02	2,5E-02 ± 6E-03	6,2E-03 ± 3E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 7
111. REKA SAVA - VODA - enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	19. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	45,80	45,36	45,80	46,00	
Oznaka vzorca	RSKRK108	RSKRK208	RSKRK308	RSKRK408	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	5,6E+00 ± 2E+00	8,1E+00 ± 3E+00	1,2E+01 ± 3E+00	4,4E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 9E+00
Ra-226	2,4E+00 ± 4E-01	5,5E-01 ± 5E-01	1,5E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 4E-01
Pb-210	5,8E+00 ± 3E+00	2,5E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 4E+00	< 2E+01	4,8E+00 ± 4E+00
Ra-228	4,1E+00 ± 8E-01	1,4E+00 ± 9E-01		2,2E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 9E-01
Th-228	2,2E+00 ± 8E-01	8,4E-01 ± 7E-01		1,2E+00 ± 8E-01	1,1E+00 ± 5E-01
K-40	4,9E+01 ± 7E+00	4,0E+01 ± 5E+00	4,1E+01 ± 6E+00	6,3E+01 ± 8E+00	4,8E+01 ± 5E+00
Be-7	7,2E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 1E+00	3,4E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 1E+01
I-131	7,6E+00 ± 8E-01	3,5E+00 ± 4E-01		4,1E+01 ± 4E+00	1,3E+01 ± 9E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	3,5E-01 ± 1E-01	< 2E+00	< 2E+00	8,8E-02 ± 8E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	3,6E+00 ± 1E-01	5,3E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 1E-01	2,8E+00 ± 2E-01	3,5E+00 ± 6E-01
H-3	7,6E+02 ± 5E+01	7,9E+02 ± 4E+01	7,5E+02 ± 5E+01	9,5E+02 ± 1E+02	8,1E+02 ± 5E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljeni na ZVD, analiza H-3 pa v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija, vzorec RSKRK408 pa na IJS na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 9
111. REKA SAVA - VODA - enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	26. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	45,40	46,10	46,48	46,00	
Oznaka vzorca	RSBRK108	RSBRK208	RSBRK308	RSBRK408	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	4,7E+00 ± 4E+00	5,5E+00 ± 2E+00	7,1E+00 ± 3E+00	9,7E+00 ± 3E+00	6,7E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,7E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 2E-01	4,6E-01 ± 6E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 3E-01
Pb-210	9,1E+00 ± 4E+00		8,0E+00 ± 3E+00	7,3E+00 ± 3E+00	6,1E+00 ± 2E+00
Ra-228	4,6E+00 ± 2E+00	1,2E+00 ± 5E-01	1,5E+00 ± 9E-01	2,8E+00 ± 9E-01	2,5E+00 ± 8E-01
Th-228	2,5E+00 ± 9E-01	5,8E-01 ± 5E-01	5,4E-01 ± 9E-01		9,1E-01 ± 5E-01
K-40	5,0E+01 ± 6E+00	3,4E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 6E+00	4,3E+01 ± 6E+00	4,3E+01 ± 3E+00
Be-7		7,2E+00 ± 1E+00	1,9E+01 ± 2E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,0E+01 ± 4E+00
I-131	9,1E+00 ± 8E-01	1,3E+00 ± 7E-01	6,5E+00 ± 6E-01	3,9E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 8E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	< 1E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 9E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	2,9E+00 ± 1E-01	4,8E+00 ± 3E-01	3,5E+00 ± 2E-01	3,2E+00 ± 2E-01	3,6E+00 ± 4E-01
H-3	7,5E+02 ± 4E+01	9,9E+02 ± 5E+01	7,7E+02 ± 5E+01	1,1E+03 ± 4E+02	9,0E+02 ± 1E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljene na ZVD, analiza H-3 pa v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija, vzorec RSBK408 pa na IJS na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 10
111. REKA SAVA - VODA - enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	26. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	44,30	46,80	48,70	46,00	
Oznaka vzorca	RSJEK108	RSJEK208	RSJEK308	RSJEK408	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	3,6E+00 ± 3E+00	3,5E+00 ± 2E+00	4,5E-01 ± 2E+00	5,3E+00 ± 2E+00	3,2E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,3E+00 ± 4E-01	8,0E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,9E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 2E-01
Pb-210	6,4E+00 ± 3E+00	2,0E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 2E+00	1,6E+01 ± 4E+00	6,6E+00 ± 3E+00
Ra-228	8,1E-01 ± 8E-01	1,2E+00 ± 5E-01	2,3E+00 ± 6E-01		1,1E+00 ± 5E-01
Th-228	1,2E+00 ± 8E-01	1,0E+00 ± 5E-01	5,8E-01 ± 6E-01		7,0E-01 ± 3E-01
K-40	4,0E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 5E+00	5,0E+01 ± 5E+00	4,1E+01 ± 3E+00
Be-7	8,7E+00 ± 1E+00	9,2E+00 ± 1E+00	1,3E+01 ± 2E+00	6,4E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 1E+01
I-131	8,6E+00 ± 7E-01	2,0E+00 ± 3E-01	4,7E+00 ± 5E-01	4,5E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 1E+01
Cs-134					
Cs-137	1,8E-01 ± 1E-01	3,5E-01 ± 1E-01	< 2E+00	< 2E+00	1,3E-01 ± 5E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	3,6E+00 ± 1E-01	5,3E+00 ± 3E-01	2,6E+00 ± 1E-01	2,1E+00 ± 2E-01	3,4E+00 ± 7E-01
H-3	8,1E+02 ± 4E+01	9,1E+02 ± 5E+01	7,6E+02 ± 5E+01	1,1E+03 ± 3E+02	9,0E+02 ± 9E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljene na ZVD, analiza H-3 pa v Austrian Research Centers GmbH (ARC), Dunaj, Avstrija, vzorec RSJEK408 pa na IJS na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 11
111. REKA SAVA – SEDIMENTI – enkratni vzorci sedimentov



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	19. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0789	0,0787	0,0784	0,086	
Oznaka vzorca	SDKRK108	SDKRK108	SDKRK108	SDKRK108	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,8E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,3E+01 ± 8E-01	2,2E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 6E-01	2,2E+01 ± 5E-01	2,3E+01 ± 5E-01
Pb-210	1,6E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Ra-228	2,1E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 9E-01	2,1E+01 ± 7E-01	2,1E+01 ± 6E-01
Th-228	2,0E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	1,6E+01 ± 7E-01	1,8E+01 ± 7E-01
K-40	2,7E+02 ± 2E+01	2,6E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 2E+01	2,7E+02 ± 1E+01	2,7E+02 ± 8E+00
Be-7	3,5E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	1,5E+01 ± 2E+00	3,7E+00 ± 7E-01	5,8E+00 ± 3E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,3E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,9E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	7,4E-01 ± 5E-02	4,6E-01 ± 5E-02	7,4E-01 ± 5E-02	4,8E-01 ± 3E-01	6,0E-01 ± 8E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 13
111. REKA SAVA - SEDIMENTI - enkratni vzorci sedimentov



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	19. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0736	0,076	0,0844	0,0802	
Oznaka vzorca	SDBRK108	SDBRK108	SDBRK108	SDBRK108	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	3,1E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,9E+01 ± 8E-01	2,5E+01 ± 6E-01	2,2E+01 ± 6E-01	2,3E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 1E+00
Pb-210	2,7E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Ra-228	2,8E+01 ± 9E-01	2,4E+01 ± 8E-01	2,1E+01 ± 9E-01	2,2E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 2E+00
Th-228	2,3E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 9E-01	1,8E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00
K-40	3,4E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01	2,5E+02 ± 1E+01	2,7E+02 ± 2E+01	2,9E+02 ± 2E+01
Be-7		1,4E+01 ± 1E+00	1,2E+01 ± 1E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,0E+01 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	3,9E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 2E-01	1,8E+00 ± 3E-01	2,5E+00 ± 6E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	5,5E-01 ± 6E-02	2,6E-01 ± 4E-02	9,3E-01 ± 6E-02	8,5E-01 ± 2E-01	6,5E-01 ± 2E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 14
111. REKA SAVA - SEDIMENTI - enkratni vzorci sedimentov



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	19. 3. 2008	24. 6. 2008	18. 9. 2008	27. 10. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0811	0,079	0,0763	0,0816	
Oznaka vzorca	SDJEK108	SDJEK108	SDJEK108	SDJEK108	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,7E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,0E+01 ± 6E-01	2,6E+01 ± 7E-01	2,3E+01 ± 6E-01	2,3E+01 ± 7E-01	2,3E+01 ± 1E+00
Pb-210	2,1E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00
Ra-228	2,0E+01 ± 8E-01	2,4E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 9E-01	2,2E+01 ± 9E-01	2,2E+01 ± 8E-01
Th-228	1,7E+01 ± 9E-01	2,1E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 8E-01
K-40	2,3E+02 ± 1E+01	2,9E+02 ± 2E+01	2,9E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 1E+01	2,8E+02 ± 2E+01
Be-7	4,6E+00 ± 1E+00	8,4E+00 ± 2E+00	1,9E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,2E+01 ± 3E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,2E+00 ± 2E-01	2,6E+00 ± 2E-01	2,5E+00 ± 2E-01	2,6E+00 ± 2E-01	2,2E+00 ± 4E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,4E-01 ± 4E-02	1,5E-01 ± 7E-02	7,4E-01 ± 5E-02	5,0E-01 ± 2E-01	3,8E-01 ± 1E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 15/p
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško pod mostom				
Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2008	10. 9. 2008	18. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,190	0,192	0,158	0,182	
Oznaka vzorca	SIZ02-08	SIZ05-08	SIZ09-08	SIZ11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,4E+01 ± 3E+00	1,0E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 6E+00	1,5E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,9E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,8E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	2,6E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	2,1E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 2E+01
Be-7	2,3E+00 ± 2E+00		9,4E+00 ± 3E+00		5,8E+00 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,9E+00 ± 4E-01	2,3E+00 ± 5E-01	1,7E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 6E-01	1,9E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 16/p1
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško pod jezom NEK				
Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2008	10. 9. 2008	18. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,178	0,172	0,181		
Oznaka vzorca	SIS02-08	SIS05-08	SIS09-08	SIS11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,5E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 6E+00	1,6E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 6E+00	1,6E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,1E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,9E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	2,7E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 2E+01
Be-7	4,2E+00 ± 2E+00		1,6E+01 ± 4E+00		1,0E+01 ± 6E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,1E+00 ± 4E-01	4,1E+00 ± 7E-01	2,7E+00 ± 6E-01	2,2E+00 ± 8E-01	2,8E+00 ± 5E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 16/p2
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Pesje				
Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2008	10. 9. 2008	18. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,167	0,184	0,193	0,183	
Oznaka vzorca	SPE02-08	SPE05-08	SPE09-08	SPE11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,1E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,4E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 2E+00
Pb-210					
Ra-228	2,5E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	3,0E+02 ± 3E+01	2,3E+02 ± 3E+01	2,4E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 2E+01
Be-7	6,4E+00 ± 3E+00		8,0E+00 ± 3E+00	1,2E+01 ± 5E+00	8,9E+00 ± 2E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,6E+00 ± 6E-01	2,2E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 5E-01	2,3E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 16/p3
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2008	10. 9. 2008	18. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,190	0,187	0,158	0,193	
Oznaka vzorca	SBR02-08	SBR05-08	SBR08-08	SBR11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,1E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 6E+00	1,6E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,8E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 2E+00
Pb-210					
Ra-228	1,8E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	2,7E+02 ± 3E+01	2,2E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	2,0E+02 ± 2E+01	2,4E+02 ± 2E+01
Be-7			1,2E+01 ± 4E+00		3,1E+00 ± 3E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,1E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 7E-01	1,7E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 17/p
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
	Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2008	10. 9. 2008	18. 11. 2008
Kol. vzor. (kg)	0,158	0,166	0,164	0,172	
Oznaka vzorca	SJE02-08	SJE05-08	SJE09-08	SJE11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,0E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 7E+00	2,4E+01 ± 4E+00	1,5E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,7E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Pb-210					
Ra-228	2,6E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	3,6E+02 ± 4E+01	3,0E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	2,8E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 2E+01
Be-7	1,1E+01 ± 4E+00	1,0E+01 ± 7E+00	4,3E+01 ± 9E+00	2,0E+01 ± 7E+00	2,1E+01 ± 8E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	4,6E+00 ± 8E-01	3,7E+00 ± 9E-01	4,1E+00 ± 9E-01	3,4E+00 ± 6E-01	4,0E+00 ± 4E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 18
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Podsused (R Hrvaska)				
	Datum vzor.	21. 2. 2008	15. 5. 2007	10. 9. 2008	18. 11. 2008
Kol. vzor. (kg)	0,207	0,184	0,174	0,194	
Oznaka vzorca	SPO02-08	SPO05-08	SPO09-08	SPO11-08	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,9E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 7E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 6E+00	1,9E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,8E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 2E+00
Pb-210					
Ra-228	3,7E+01 ± 5E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 5E+00
Th-228					
K-40	1,2E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	2,1E+02 ± 3E+01	2,1E+02 ± 3E+01
Be-7		5,2E+00 ± 5E+00	1,6E+01 ± 1E+01	6,6E+00 ± 5E+00	9,3E+00 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,1E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 4E-01	1,9E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 7E-01	1,6E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	2,0E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 4E-01	5,2E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 3E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 19
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Krško				
Vrsta vzorca	som	podust	mrena	klen	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	8. 5. 2008	8. 5. 2008	3. 7. 2008	3. 7. 2008	
Oznaka vzorca	RIKR0108	RIKR0408	RIKR0708	RIKR1008	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238		1,1E+00 ± 4E-01		3,7E-01 ± 2E-01	3,7E-01 ± 3E-01
Ra-226	1,1E-01 ± 5E-02	1,4E-01 ± 4E-02	1,4E-01 ± 3E-02	1,3E-01 ± 5E-02	1,3E-01 ± 2E-02
Pb-210	< 1E+00	< 2E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 7E-01
Ra-228	1,7E-01 ± 1E-01	2,5E-01 ± 9E-02	5,8E-02 ± 5E-02		1,2E-01 ± 6E-02
Th-228		1,4E-01 ± 8E-02		1,3E-01 ± 7E-02	6,8E-02 ± 4E-02
K-40	1,2E+02 ± 8E+00	9,1E+01 ± 6E+00	9,1E+01 ± 6E+00	7,6E+01 ± 5E+00	9,4E+01 ± 9E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,0E-01 ± 2E-02	5,7E-02 ± 2E-02	1,5E-02 ± 8,0E-03	1,2E-01 ± 2E-02	7,3E-02 ± 2E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,9E-01 ± 1E-01	5,3E-01 ± 6E-02	1,3E-01 ± 2E-02	8,5E-01 ± 5E-02	4,3E-01 ± 2E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 21
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice				
Vrsta vzorca	som	podust	klen	podust	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	8. 5. 2008	8. 5. 2008	3. 7. 2008	19. 9. 2008	
Oznaka vzorca	RIBR0208	RIBR0508	RIBR0808	RIBR1108	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,5E+00 ± 5E-01	4,4E-01 ± 3E-01	2,9E-01 ± 2E-01	3,4E-01 ± 3E-01	6,4E-01 ± 3E-01
Ra-226	3,0E-01 ± 6E-02	1,7E-01 ± 4E-02	9,4E-02 ± 3E-02	1,8E-01 ± 3E-02	1,9E-01 ± 4E-02
Pb-210	1,9E-01 ± 1E-01	< 2E+00	< 1E+00	< 2E+00	4,8E-02 ± 7E-01
Ra-228			1,3E-01 ± 9E-02	3,1E-01 ± 7E-02	1,1E-01 ± 7E-02
Th-228					
K-40	1,0E+02 ± 5E+00	9,6E+01 ± 6E+00	8,7E+01 ± 5E+00	7,3E+01 ± 5E+00	8,9E+01 ± 6E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,3E-01 ± 3E-02	< 2E-01	1,3E-01 ± 3E-02	4,2E-02 ± 1E-02	7,6E-02 ± 4E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	2,2E-01 ± 6E-02	4,2E-01 ± 1E-02	5,5E-01 ± 4E-02	8,4E-01 ± 5E-02	5,1E-01 ± 1E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 22
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Vrsta vzorca	som	mrena	klen	podust	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	8. 5. 2008	3. 7. 2008	3. 7. 2008	19. 9. 2008	
Oznaka vzorca	RJE0308	RJE0608	RJE0908	RJE1208	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	4,1E-01 ± 3E-01	2,2E+00 ± 4E-01	3,4E-01 ± 3E-01		7,4E-01 ± 5E-01
Ra-226	8,1E-02 ± 4E-02	1,5E-01 ± 4E-02	1,8E-01 ± 3E-02	5,2E-01 ± 5E-02	2,3E-01 ± 1E-01
Pb-210	< 2E+00	4,6E-01 ± 2E-01	< 2E+00	< 2E+00	1,2E-01 ± 7E-01
Ra-228			3,1E-01 ± 7E-02	2,9E-01 ± 9E-02	1,5E-01 ± 9E-02
Th-228					
K-40	9,8E+01 ± 6E+00	8,7E+01 ± 3E+00	7,3E+01 ± 5E+00	8,6E+01 ± 5E+00	8,6E+01 ± 5E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	7,9E-02 ± 2E-02	1,2E-01 ± 2E-02	4,2E-02 ± 1E-02	1,1E-01 ± 2E-02	8,8E-02 ± 2E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	2,6E-01 ± 1E-01	1,4E-01 ± 2E-02	8,4E-01 ± 5E-02	8,9E-01 ± 1E-01	5,3E-01 ± 2E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 22/p1
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Vrsta vzorca	Rdečeoka Rutilus rutilus	Klen Leuciscus cephalus	Podust Chondrostoma nasus	Sivi tolstolobik Aristichthys nobilis	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	15. 5. 2008	15. 5. 2008	12. 11. 2008	12. 11. 2008	
Kol. vzor. (kg)	0,454	0,578	0,285	0,374	
Odstotek suhe snovi	27,47	25,13	43,47	34,30	
Oznaka vzorca	JE0508R2	JE0508R1	JE1108R1	JE1108R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238		6,2E-01 ± 4E-01			1,6E-01 ± 2E-01
Ra-226					
Pb-210					
Ra-228					
Th-228					
K-40	9,0E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	1,5E+02 ± 2E+01	8,3E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 2E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,2E-01 ± 9E-02				3,0E-02 ± 3E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 24
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Otok (R Hrvaška)				
Vrsta vzorca	Platnica Rutilus pigus virgo	Mrena Barbus barbus	Podust Chondrostoma nasus	Ščuka Esox lucius	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	15. 5. 2008	15. 5. 2008	15. 11. 2008	15. 11. 2008	
Kol. vzor. (kg)	0,476	0,522	0,419	0,549	
Odstotek suhe snovi	28,00	24,93	31,95	23,69	
Oznaka vzorca	OT0508R1	OT0607R2	OT1108R1	OT1108R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238					
Ra-226		2,3E-01 ± 2E-01			5,8E-02 ± 6E-02
Pb-210					
Ra-228					
Th-228					
K-40	9,9E+01 ± 1E+01	9,4E+01 ± 1E+01	9,5E+01 ± 1E+01	9,8E+01 ± 1E+01	9,7E+01 ± 6E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137					
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 25
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Podsused (R Hrvaška)				
Vrsta vzorca	Podust Chondrostoma nasus	Som Silurus glanis	Jez Leuciscus idus	Sivi tolstolobik Aristichthys nobilis	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	15. 5. 2008	15. 5. 2008	15. 11. 2008	15. 11. 2008	
Kol. vzor. (kg)	0,412	0,409	0,415	0,369	
Odstotek suhe snovi	31,54	23,17	29,15	32,68	
Oznaka vzorca	PO0508R1	PO0508R2	PO1007R1	PO1007R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238					
Ra-226	3,8E-01 ± 2E-01				9,5E-02 ± 1E-01
Pb-210					
Ra-228			6,2E-01 ± 4E-01		2,1E-01 ± 2E-01
Th-228					
K-40	1,2E+02 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	9,5E+01 ± 1E+01	8,2E+01 ± 1E+01	1,0E+02 ± 9E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,7E-01 ± 1E-01				8,3E-02 ± 8E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

VODOVODI in ČRPALIŠČA

12. ENKRATNI VZORCI PITNE VODE
13. ČRPALIŠČA VODOVODA KRŠKO IN BREŽICE
14. PODTALNICE

LETO 2008 T - 28
12. VODOVOD KRŠKO - enkratni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Krško (Petrol)				
Datum vzor.	10. 3. 2008	28. 5. 2008	22. 7. 2008	25. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	47,2	51,16	48,74	48,69	
Oznaka vzorca	K08VD131	K08VD151	K08VD171	K08VD1B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	5,8E+00 ± 3E+00	< 6E+00	< 8E+00	5,0E+00 ± 3E+00	2,7E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 2E+00	2,1E+00 ± 1E+00	5,4E+00 ± 4E+00	< 4E+00	1,9E+00 ± 1E+00
Pb-210	< 1E+01	< 6E+00	< 4E+00	< 6E+00	< 3E+00
Ra-228	1,0E+00 ± 5E-01	3,2E+00 ± 6E-01	2,1E+00 ± 7E-01	1,2E+00 ± 6E-01	1,9E+00 ± 5E-01
Th-228	5,6E-01 ± 2E-01	6,1E-01 ± 3E-01	< 1E+00	4,4E-01 ± 2E-01	4,0E-01 ± 2E-01
K-40	8,9E+01 ± 9E+00	8,8E+01 ± 9E+00	8,8E+01 ± 1E+01	9,0E+01 ± 9E+00	8,9E+01 ± 5E+00
Be-7			1,5E+00 ± 9E-01	1,2E+00 ± 9E-01	6,8E-01 ± 4E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	< 4E-01		< 3E-01		< 8E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	9,2E-01 ± 2E-01	9,9E-01 ± 2E-01	8,7E-01 ± 2E-01	9,7E-01 ± 2E-01	9,4E-01 ± 1E-01
H-3	1,5E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 2E+02	1,0E+03 ± 8E+01	2,0E+03 ± 3E+02	1,5E+03 ± 2E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 29
12. VODOVOD BREŽICE - enkratni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Brežice (Petrol)				
Datum vzor.	10. 3. 2008	28. 5. 2008	22. 7. 2008	25. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	50,5	50,76	49,52	48,36	
Oznaka vzorca	K08VD331	K08VD351	K08VD371	K08VD3B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	< 4E+00	6,3E+00 ± 3E+00	< 4E+00	< 5E+00	1,6E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 2E+00		3,3E+00 ± 9E-01	< 4E+00	8,3E-01 ± 8E-01
Pb-210	< 4E+00	3,8E+00 ± 2E+00	2,5E+00 ± 1E+00	< 6E+00	1,6E+00 ± 1E+00
Ra-228	1,1E+00 ± 6E-01	< 1E+00		1,1E+00 ± 8E-01	5,4E-01 ± 3E-01
Th-228	3,1E-01 ± 2E-01	4,0E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	4,5E-01 ± 2E-01	4,0E-01 ± 1E-01
K-40	2,1E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 2E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137		< 2E-01			< 3E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	5,0E-01 ± 2E-01	1,3E-01 ± 1E-01
H-3	4,7E+02 ± 5E+01	3,4E+02 ± 1E+02	< 3E+02	5,7E+02 ± 2E+02	3,5E+02 ± 1E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 30a
13. VODOVOD BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Brežice (M. Volčanšek)						
Datum vzor.	16. 12. 2007 - 15. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	19. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 15. 4. 2008	16. 4. 2008 - 15. 5. 2008	16. 5. 2008 - 15. 6. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	44,3	47,52	45,96	47,04	31,62	46,46	
Oznaka vzorca	K08VC3111	K08VC3121	K08VC3131	K08VC3141	K08VC3151	K08VC3161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	5,3E+00 ± 2E+00	2,6E+00 ± 2E+00	< 7E+00	2,0E+00 ± 1E+00	5,8E+00 ± 3E+00	5,4E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+00
Ra-226	< 1E+01	< 3E+00	1,6E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00	< 1E+01	< 1E+01	2,7E-01 ± 4E-01
Pb-210	8,7E+00 ± 5E+00	< 6E+00	< 6E+00	4,1E-01 ± 2E-01	< 3E+00	1,7E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 2E+00
Ra-228	< 1E+00	< 2E+00	1,3E+00 ± 7E-01	4,1E-01 ± 2E-01	< 3E+00	7,4E-01 ± 6E-01	5,8E-01 ± 4E-01
Th-228	5,1E-01 ± 2E-01	3,3E-01 ± 2E-01	< 6E-01	< 4E-01	3,5E-01 ± 3E-01 #	7,4E-01 ± 6E-01	3,2E-01 ± 1E-01
K-40	3,0E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 5E+00	2,2E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 8E+00	2,4E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137					< 6E-01	< 3E-01	< 7E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	< 4E-01	4,4E-01 ± 2E-01	< 3E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 3E-01	7,3E-02 ± 8E-02
H-3	< 3E+02	3,6E+02 ± 1E+02	5,1E+02 ± 7E+01	3,2E+02 ± 7E+01	3,9E+02 ± 6E+01	3,3E+02 ± 5E+01	3,2E+02 ± 7E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 30b
13. VODOVOD BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Brežice (M. Volčanšek)						
Datum vzor.	16. 6. 2007 - 15. 7. 2008	16. 7. 2008 - 15. 8. 2008	16. 8. 2008 - 15. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 15. 11. 2008	16. 11. 2008 - 15. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	45,98	47,88	46,16	44,1	42,84	46,5	
Oznaka vzorca	K08VC3171	K08VC3181	K08VC3191	K08VC31A1	K08VC31B1	K08VC31C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	2,7E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 9E-01	5,4E+00 ± 4E+00	< 5E+00	3,6E+00 ± 2E+00	< 6E+00	2,9E+00 ± 8E-01
Ra-226	< 1E+01	2,5E+00 ± 7E-01	< 4E+00	< 4E+00	1,1E+00 ± 6E-01	< 6E+00	4,4E-01 ± 7E-01
Pb-210	2,9E+00 ± 1E+00	9,5E-01 ± 5E-01	< 1E+01	< 1E+01	2,7E+00 ± 1E+00	< 6E+00	1,4E+00 ± 1E+00
Ra-228	< 1E+00	4,5E-01 ± 2E-01	8,4E-01 ± 7E-01	7,1E-01 ± 6E-01	8,7E-01 ± 4E-01	2,0E+00 ± 9E-01	6,9E-01 ± 2E-01
Th-228	4,5E-01 ± 3E-01	3,8E-01 ± 8E-02	< 5E-01	< 6E-01	< 5E-01	< 6E-01	2,3E-01 ± 9E-02
K-40	2,8E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 6E+00	2,6E+01 ± 1E+00
Be-7		2,2E+00 ± 1E+00					1,8E-01 ± 2E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137					< 4E-01		< 4E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	< 4E-01	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	3,7E-02 ± 6E-02
H-3	4,1E+02 ± 7E+01	< 4E+02	< 4E+02	< 3E+02	< 5E+02	4,1E+02 ± 1E+02	2,3E+02 ± 6E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 31a
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Brege							
Datum vzor.	16. 12. 2007 - 15. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	18. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 15. 4. 2008	16. 4. 2008 - 15. 5. 2008	16. 5. 2008 - 15. 6. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	45,52	48,28	44,74	46,94	46,72	50,94		
Oznaka vzorca	K08VC1111	K08VC1121	K08VC1131	K08VC1141	K08VC1151	K08VC1161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	4,3E+00 ± 2E+00	< 2E+00	< 7E+00	5,6E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	8,5E-01 ± 6E-01	2,2E+00 ± 1E+00	
Ra-226	2,2E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 5E-01	< 2E+00	1,5E+00 ± 8E-01	2,7E+00 ± 6E-01	< 2E+00	1,3E+00 ± 5E-01	
Pb-210	2,6E+00 ± 1E+00	9,2E-01 ± 6E-01	< 1E+01	2,3E+00 ± 1E+00	< 4E+00	1,6E+00 ± 5E-01	1,2E+00 ± 1E+00	
Ra-228	1,3E+00 ± 5E-01	9,8E-01 ± 4E-01	1,6E+00 ± 7E-01	< 2E+00	1,0E+00 ± 4E-01	1,0E+00 ± 3E-01	9,9E-01 ± 3E-01	
Th-228	4,9E-01 ± 2E-01	2,5E-01 ± 1E-01	4,5E-01 ± 2E-01	< 7E-01	2,5E+00 ± 5E-01	1,8E-01 ± 6E-02	6,5E-01 ± 4E-01	
K-40	8,0E+01 ± 8E+00	8,3E+01 ± 9E+00	8,3E+01 ± 6E+00	9,3E+01 ± 1E+01	8,7E+01 ± 9E+00	8,1E+01 ± 8E+00	8,4E+01 ± 3E+00	
Be-7					8,2E+00 ± 1E+00		1,4E+00 ± 1E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 3E-01		1,6E-01 ± 1E-01	3,4E-01 ± 3E-01	< 3E-01		8,5E-02 ± 6E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	8,7E-01 ± 3E-01	8,1E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 4E-01	7,1E-01 ± 2E-01	7,4E-01 ± 2E-01	8,6E-01 ± 4E-01	8,3E-01 ± 1E-01	
H-3	1,2E+03 ± 8E+01	1,4E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 31b
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Brege							
Datum vzor.	16. 6. 2008 - 15. 7. 2008	16. 7. 2008 - 15. 8. 2008	16. 8. 2008 - 15. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 15. 11. 2008	16. 11. 2008 - 15. 12. 2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	49,58	50,38	51,32	45,46	49,6	42,66		
Oznaka vzorca	K08VC1171	K08VC1181	K08VC1191	K08VC11A1	K08VC11B1	K08VC11C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 5E+00	2,6E+00 ± 2E+00	< 3E+00	4,9E+00 ± 3E+00	< 5E+00	< 7E+00	1,7E+00 ± 7E-01	
Ra-226	2,4E+00 ± 6E-01	3,0E+00 ± 6E-01	1,8E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 7E-01	< 6E+00	< 6E+00	1,4E+00 ± 4E-01	
Pb-210	< 6E+00	< 3E+00	< 3E+00	< 4E+00	< 6E+00	< 4E+00	6,2E-01 ± 8E-01	
Ra-228	2,0E+00 ± 5E-01	1,5E+00 ± 4E-01	1,7E+00 ± 5E-01	9,8E-01 ± 4E-01	8,5E-01 ± 6E-01	< 2E+00	1,1E+00 ± 2E-01	
Th-228	4,7E-01 ± 2E-01	< 5E-01	8,1E-01 ± 5E-01	4,0E-01 ± 2E-01	< 4E-01	9,5E-01 ± 7E-01	5,4E-01 ± 2E-01	
K-40	7,8E+01 ± 8E+00	8,7E+01 ± 9E+00	9,0E+01 ± 1E+01	9,1E+01 ± 9E+00	8,5E+01 ± 9E+00	9,4E+01 ± 1E+01	8,6E+01 ± 3E+00	
Be-7							6,8E-01 ± 7E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 3E-01	< 4E-01	< 4E-01			4,2E-02 ± 4E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,0E+00 ± 3E-01	7,5E-01 ± 2E-01	8,8E-01 ± 2E-01	6,1E-01 ± 2E-01	7,2E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 3E-01	8,3E-01 ± 7E-02	
H-3	1,5E+03 ± 3E+02	8,0E+02 ± 8E+01	1,0E+03 ± 1E+02	9,6E+02 ± 8E+01	1,5E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 32a
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo							Polletno povprečje (*)
	16. 12. 2007 - 15. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	18. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 15. 4. 2008	16. 4. 2008 - 15. 5. 2008	16. 5. 2008 - 15. 6. 2008		
Datum vzor.	16. 12. 2007 - 15. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	18. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 15. 4. 2008	16. 4. 2008 - 15. 5. 2008	16. 5. 2008 - 15. 6. 2008		
Kol. vzorca (L)	38,84	38,52	36,3	41,74	44,66	38,34		
Oznaka vzorca	K08VC1211	K08VC1221	K08VC1231	K08VC1241	K08VC1251	K08VC1261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 2E+00	5,1E+00 ± 3E+00	< 1E+01	< 9E+00	< 1E+01	< 2E-01	8,5E-01 ± 2E+00	
Ra-226	2,8E+00 ± 8E-01		< 4E+00	< 4E+00			4,7E-01 ± 6E-01	
Pb-210	3,6E+00 ± 8E-01	< 1E+01	< 8E+00	< 4E+00	< 6E+00	< 1E+01	6,1E-01 ± 2E+00	
Ra-228	1,6E+00 ± 3E-01	3,4E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 9E-01	7,8E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 5E-01	< 1E+00	1,4E+00 ± 5E-01	
Th-228	5,0E-01 ± 1E-01	< 8E-01	< 9E-01	< 5E-01	< 5E-01	< 5E-01	8,4E-02 ± 2E-01	
K-40	6,9E+01 ± 8E+00	8,0E+01 ± 1E+01	7,2E+01 ± 8E+00	7,1E+01 ± 7E+00	6,1E+01 ± 7E+00	6,8E+01 ± 8E+00	7,0E+01 ± 3E+00	
Be-7					3,4E+00 ± 2E+00		5,7E-01 ± 6E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137								
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,3E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 1E-01	
H-3	1,2E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 3E+02	8,9E+02 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 32b
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo						Letno povprečje (*)
	16. 6. 2008 - 15. 7. 2008	16. 7. 2008 - 15. 8. 2008	16. 8. 2008 - 15. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 15. 11. 2008	16. 11. 2008 - 15. 12. 2008	
Datum vzor.	16. 6. 2008 - 15. 7. 2008	16. 7. 2008 - 15. 8. 2008	16. 8. 2008 - 15. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 15. 11. 2008	16. 11. 2008 - 15. 12. 2008	
Kol. vzorca (L)	39,92	42,08	41,56	38,96	40,26	40,62	
Oznaka vzorca	K08VC1271	K08VC1281	K08VC1291	K08VC12A1	K08VC12B1	K08VC12C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	< 7E+00	< 7E+00	< 1E+00	7,3E+00 ± 4E+00	< 4E+00	< 1E+01	1,0E+00 ± 1E+00
Ra-226		< 7E+00			3,8E+00 ± 2E+00	< 2,1E+00 ± 1E+00	7,3E-01 ± 5E-01
Pb-210	< 2E+01	4,3E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 8E-01	< 1E+01	2,3E+00 ± 2E+00	< 4E+00	9,9E-01 ± 2E+00
Ra-228	9,7E-01 ± 7E-01	9,6E-01 ± 7E-01	9,6E-01 ± 3E-01	1,2E+00 ± 8E-01	1,8E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 2E-01
Th-228	7,1E-01 ± 3E-01	< 1E+00	1,7E-01 ± 7E-02	3,8E-01 ± 3E-01	4,2E-01 ± 3E-01	< 9E-01	1,8E-01 ± 1E-01
K-40	7,2E+01 ± 1E+01	7,0E+01 ± 8E+00	7,1E+01 ± 7E+00	6,9E+01 ± 9E+00	7,9E+01 ± 9E+00	6,8E+01 ± 7E+00	7,1E+01 ± 2E+00
Be-7							2,9E-01 ± 3E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137		< 5E-01			< 6E-01		< 4E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,5E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 8E-02
H-3	2,0E+03 ± 3E+02	7,6E+02 ± 8E+01	1,2E+03 ± 1E+02	8,7E+02 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 1E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 33a

13. ZAJETJE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	16. 12. 2007 - 15. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	18. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 15. 4. 2008	16. 4. 2008 - 15. 5. 2008	16. 5. 2008 - 15. 6. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	47	50,1	43,44	46,82	46	47,48		
Oznaka vzorca	K08VC211	K08VC221	K08VC231	K08VC241	K08VC251	K08VC261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	7,5E+00 ± 4E+00	< 6E+00	4,4E+00 ± 2E+00	3,3E+00 ± 1E+00	3,3E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 1E+00	
Ra-226					1,7E+00 ± 1E+00	2E+00	2,8E-01 ± 3E-01	
Pb-210	< 3E+00	< 6E+00	< 3E+00	< 3E+00	< 5E+00	< 4E+00	< 1E+00	
Ra-228	8,2E-01 ± 4E-01	< 2E+00	5,8E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 7E-01	1,4E+00 ± 5E-01	8,3E-01 ± 2E-01	
Th-228	< 5E-01	< 5E-01	2,4E-01 ± 2E-01	2,4E-01 ± 1E-01	2,7E-01 ± 2E-01	3,4E-01 ± 2E-01	1,8E-01 ± 9E-02	
K-40	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 1E+00	
Be-7								
I-131								
Cs-134								
Cs-137				< 3E-01			< 3E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,2E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,2E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 9E-02	
H-3	9,6E+02 ± 1E+02	9,2E+02 ± 2E+02	9,5E+02 ± 1E+02	9,9E+02 ± 1E+02	9,1E+02 ± 2E+02	7,3E+02 ± 8E+01	9,1E+02 ± 5E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 33b

13. ZAJETJE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	16. 6. 2008 - 15. 7. 2008	16. 7. 2008 - 15. 8. 2008	16. 8. 2008 - 15. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 17. 11. 2008	16. 11. 2008 - 15. 12. 2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	40,32	50,22	44,4	44,9	50,86	45		
Oznaka vzorca	K08VC271	K08VC281	K08VC291	K08VC2A1	K08VC2B1	K08VC2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	5,6E+00 ± 2E+00	4,9E+00 ± 2E+00	3,8E+00 ± 2E+00	< 1E+01	3,0E+00 ± 2E+00	2,7E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+00	
Ra-226					3,7E+00 ± 1E+00	< 3E-01	4,5E-01 ± 3E-01	
Pb-210	< 5E+00	< 1E+01	< 1E+01	5,8E+00 ± 4E+00	< 4E+00	< 3E+00	4,8E-01 ± 1E+00	
Ra-228	< 2E+00	1,2E+00 ± 6E-01	< 2E+00	< 1E+00	1,2E+00 ± 7E-01	1,0E+00 ± 7E-01	7,0E-01 ± 2E-01	
Th-228	5,1E-01 ± 3E-01	< 5E-01	< 5E-01	< 8E-01	3,0E-01 ± 2E-01	< 7E-01	1,6E-01 ± 8E-02	
K-40	1,3E+01 ± 8E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 1E+00	
Be-7								
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 5E-01	< 5E-01			< 3E-01	< 1E-01	< 4E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,1E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 7E-02	
H-3	1,7E+03 ± 3E+02	4,7E+02 ± 5E+01	4,1E+02 ± 5E+01	6,1E+02 ± 7E+01	8,5E+02 ± 1E+02	1,0E+03 ± 2E+02	8,8E+02 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 34a

3. ČRPALIŠČE VODOVODA BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Brežice (Glogov Brod novo)									
Datum vzor.	17. 12. 2007 - 16. 1. 2008	16. 1. 2008 - 18. 2. 2008	18. 2. 2008 - 17. 3. 2008	17. 3. 2008 - 16. 4. 2008	16. 4. 2008 - 19. 5. 2008	19. 5. 2008 - 16. 6. 2008		Polletno povprečje (*)		
Kol. vzorca (L)	37,28	43,72	37,34	36,64	42,32	35,68				
Oznaka vzorca	K08VC3211	K08VC3221	K08VC3231	K08VC3241	K08VC3251	K08VC3261				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)									
U-238	7,0E+00 ± 3E+00	<	4E+00	3,8E+00 ± 3E+00	7,0E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 2E+00	<	5E+00	3,6E+00 ± 1E+00	
Ra-226				<	3E+00	<		2E+00	<	4E-01
Pb-210	9,0E+00 ± 5E+00	<	5E+00	<	1E+01	4,6E+00 ± 2E+00	<	3,9E+00 ± 1E+00	1,3E+01 ± 6E+00	5,0E+00 ± 2E+00
Ra-228	2,0E+00 ± 1E+00	<	1E+00	<	1E+00	9,7E-01 ± 5E-01	<	1E+00	8,7E-01 ± 6E-01	6,3E-01 ± 3E-01
Th-228	7,0E-01 ± 5E-01			6,8E-01 ± 3E-01	5,1E-01 ± 2E-01	5,1E-01 ± 2E-01	<	5E-01	<	7E-01
K-40	2,9E+01 ± 6E+00	2,5E+01 ± 3E+00		2,7E+01 ± 7E+00	2,8E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 4E+00		2,8E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 2E+00
Be-7										
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	4E-01					<	9E-02	<	3E-01
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	<	4E-01	<	4E-01	<	4E-01	<	5E-01	<	3E-01
H-3	<	3E+02	4,0E+02 ± 4E+01	3,3E+02 ± 5E+01	<	3E+02	<	3E+02	2,7E+02 ± 4E+01	1,7E+02 ± 8E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 34b

13. ČRPALIŠČE VODOVODA BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**)

Vzorč. mesto	črpališče Brežice (Glogov Brod novo)									
Datum vzor.	16. 6. 2008 - 16. 7. 2008	16. 7. 2008 - 18. 8. 2008	18. 8. 2008 - 16. 9. 2008	16. 9. 2008 - 16. 10. 2008	16. 10. 2008 - 17. 11. 2008	17. 11. 2008 - 16. 12. 2008		Letno povprečje (*)		
Kol. vzorca (L)	42,92	49,22	42,78	44,84	47,58	44,92				
Oznaka vzorca	K08VC3271	K08VC3281	K08VC3291	K08VC32A1	K08VC32B1	K08VC32C1				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)									
U-238	3,4E+00 ± 2E+00	<	4E+00	<	7E+00	<	9E+00	<	4E+00	2,1E+00 ± 9E-01
Ra-226	<	3E+00	2,7E+00 ± 1E+00	<	2,5E+00 ± 1E+00	4,7E+00 ± 2E+00	<	1,8E+00 ± 8E-01	9,7E-01 ± 5E-01	9,7E-01 ± 5E-01
Pb-210	<	3E+00	<	5E+00	4,8E+00 ± 2E+00	8,0E+00 ± 2E+00	<	7E+00	3,6E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 1E+00
Ra-228	<	1E+00	2,0E+00 ± 8E-01	<	7,3E-01 ± 5E-01	<	7E-01	<	1,8E+00 ± 6E-01	7,0E-01 ± 2E-01
Th-228	<	9E-01	5,5E-01 ± 2E-01	<	9E-01	2,7E-01 ± 2E-01	<	6E-01	2,3E-01 ± 1E-01	2,3E-01 ± 1E-01
K-40	2,4E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 4E+00		2,7E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 3E+00		1,9E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Be-7		<	3E+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	<	4E-01	<	3E-01	<	4E-01	<	3E-01	<	3E-01
H-3	<	3,0E+02 ± 5E+01	<	4E+02	<	3E+02	<	3E+02	<	5E+02
									3,7E+02 ± 2E+02	1,4E+02 ± 5E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 35a
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	MEDSAVE (R Hrvaška)						
	Datum vzor.	8. 1. 2008	5. 2. 2008	7. 3. 2008	8. 4. 2008	6. 5. 2008	16. 6. 2008
Kol. vzorca (L)	50,94	50,43	50,83	38,38	49,11	48,12	
Oznaka vzorca	MED01-08	MED02-08	MED03-08	MED04-08	MED05-08	MED06-08	
U-238	1,9E+01 ± 5E-01	2,3E+01 ± 5E+00	1,8E+01 ± 5E+00	1,5E+01 ± 6E+00	1,7E+01 ± 5E+00	1,5E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 2E+00
Ra-226	< 6E-01	< 1E+00	< 1E+00	2,1E+00 ± 1E+00	< 1E+00	2,0E+00 ± 1E+00	6,9E-01 ± 4E-01
Pb-210							
Ra-228	< 2E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 2E+00		< 7E-01
Th-228							
K-40	2,5E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 6E+00	1,8E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 3E+01	2,2E+02 ± 2E+01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	5,5E+00 ± 6E-01	3,6E+00 ± 6E-01	5,2E+00 ± 6E-01	4,3E+00 ± 8E-01	5,2E+00 ± 6E-01	3,7E+00 ± 4E-01	4,6E+00 ± 3E-01
H-3	3,2E+03 ± 5E+02	3,1E+03 ± 5E+02	1,9E+03 ± 3E+02	1,8E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 3E+02	3,5E+03 ± 5E+02	2,5E+03 ± 4E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 35b
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	MEDSAVE (R Hrvaška)						
	Datum vzor.	9. 7. 2008	8. 8. 2007	9. 9. 2007	6. 10. 2008	11. 11. 2008	16. 12. 2008
Kol. vzorca (L)	61,30	48,98	51,16	57,40	52,82	40,83	
Oznaka vzorca	MED07-08	MED08-08	MED09-08	MED10-08	MED11-08	MED12-08	
U-238	1,8E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 5E-01	1,2E+01 ± 4E+00	1,5E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 1E+00
Ra-226	1,6E+00 ± 8E-01	< 2E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 7E-01	4,7E-01 ± 3E-01
Pb-210							
Ra-228		< 2E+00					< 4E-01
Th-228							
K-40	1,6E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 3E+01	2,4E+02 ± 3E+01	2,1E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 1E+01
Be-7							
I-131	4,6E+00 ± 1E+00					2,2E+00 ± 1E+00	5,7E-01 ± 4E-01
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	3,5E+00 ± 5E-01	4,8E+00 ± 9E-01	4,5E+00 ± 5E-01	3,1E+00 ± 4E-01	2,5E+00 ± 3E-01	2,6E+00 ± 4E-01	4,0E+00 ± 3E-01
H-3	2,4E+03 ± 4E+02	1,3E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 2E+02	8,2E+02 ± 3E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,9E+03 ± 3E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 36a
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	ŠIBICE (R Hrvaška)						
Datum vzor.	8. 1. 2008	5. 2. 2008	7. 3. 2008	8. 4. 2008	6. 5. 2008	16. 6. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	52,85	51,47	52,21	42,54	51,93	56,35	
Oznaka vzorca	SIB01-08	SIB02-08	SIB03-08	SIB04-08	SIB05-08	SIB06-08	
U-238	2,3E+01 ± 5E+00	1,3E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 6E+00	2,2E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 2E+00
Ra-226	< 5E+00	4,0E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 1E+00
Pb-210							
Ra-228	5,4E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 2E+00	< 3E+00	4,1E+00 ± 2E+00	< 4E+00	5,8E+00 ± 2E+00	3,2E+00 ± 1E+00
Th-228							
K-40	1,4E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 2E+01	1,4E+02 ± 2E+01	1,2E+02 ± 2E+01	1,4E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 8E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	5,0E+00 ± 6E-01	4,1E+00 ± 1E+00	3,8E+00 ± 8E-01	4,2E+00 ± 7E-01	4,7E+00 ± 7E-01	3,7E+00 ± 4E-01	4,3E+00 ± 3E-01
H-3	1,2E+03 ± 3E+02	8,8E+02 ± 3E+02	5,7E+02 ± 2E+02	5,3E+02 ± 2E+02	8,1E+02 ± 3E+02	7,0E+02 ± 3E+02	7,8E+02 ± 1E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 36b
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	ŠIBICE (R Hrvaška)						
Datum vzor.	9. 7. 2008	8. 8. 2008	9. 9. 2008	6. 10. 2008	11. 11. 2008	16. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	49,05	51,88	49,92	56,16	56,15	47,29	
Oznaka vzorca	SIB07-08	SIB08-08	SIB09-08	SIB10-08	SIB11-08	SIB12-08	
U-238	1,6E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 5E+00	1,4E+01 ± 9E+00	2,1E+01 ± 5E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 2E+00
Ra-226	4,0E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 1E+00	4,5E+00 ± 2E+00	2,5E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 1E+00	3,0E+00 ± 6E-01
Pb-210							
Ra-228	< 4E+00	< 4E+00	8,9E+00 ± 3E+00	4,6E+00 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,1E+00 ± 2E+00	6,7E+00 ± 3E+00
Th-228							
K-40	9,4E+01 ± 2E+01	1,5E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,2E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 1E+01	1,8E+02 ± 3E+01	1,4E+02 ± 7E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	3,8E+00 ± 5E-01	4,8E+00 ± 6E-01	4,9E+00 ± 5E-01	4,6E+00 ± 5E-01	4,8E+00 ± 5E-01	2,8E+00 ± 5E-01	4,3E+00 ± 2E-01
H-3	8,0E+02 ± 3E+02	6,1E+02 ± 3E+02	7,3E+02 ± 3E+02	8,6E+02 ± 3E+02	9,2E+02 ± 3E+02	1,1E+03 ± 3E+02	8,1E+02 ± 8E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - V1
14. VRTINA E1 V NEK - enkratni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

Vzorč. mesto	E1 NEK				
Datum vzor.	10. 3. 2008	28. 5. 2008	22. 7. 2008	25. 11. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	44,84	50,82	47,1	48,4	
Oznaka vzorca	K08VRE131	K08VRE151	K08VRE172	K08VRE1B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	4,1E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 2E+00	< 2E+01	3,1E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 3E+00
Ra-226	3,3E+00 ± 6E-01		< 1E+01	3,2E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 2E+00
Pb-210	5,9E+00 ± 4E+00	< 1E+01	< 7E+00	< 5E+00	1,5E+00 ± 3E+00
Ra-228	1,2E+00 ± 4E-01	2,5E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 6E-01	1,8E+00 ± 3E-01
Th-228	3,4E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 2E-01	1,6E+00 ± 2E-01	7,4E-01 ± 3E-01	9,0E-01 ± 3E-01
K-40	1,3E+02 ± 9E+00	1,1E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 1E+01	9,9E+01 ± 1E+01	1,2E+02 ± 8E+00
Be-7	1,2E+00 ± 9E-01				3,1E-01 ± 3E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,8E-01 ± 1E-01				4,6E-02 ± 5E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	5,3E+00 ± 7E-01	5,2E+00 ± 6E-01	5,2E+00 ± 6E-01	4,0E+00 ± 4E-01	4,9E+00 ± 3E-01
H-3	2,0E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 2E+02 §	1,8E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 1E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2, razen H-3 v vzorcu K08VRE131, ki je bil izmerjen na Odseku F-2.

§ Tritij pri vzorcu K08VRE151 je bil vzorčevan kasneje in ima oznako K08VRE171.

LETO 2008 T - V2
11. VRTINA VOP-4 V VRBINI - enkratni vzorci

Specifična analiza H-3 (**)

Vzorč. mesto	Vrtina VOP-4						
Datum vzor.	27.12.07	18. 2. 2008	-----	1. 4. 2008	15. 5. 2008	1. 6. 2008	Polletno povprečje (*)
Oznaka vzorca	K07-VRP4-C2	K08-VRP4-21	K08-VRP4-31(***)	K08-VRP4-41	K08-VRP4-51	K08-VRP4-61	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	2,1E+03 ± 3,3E+02	8,3E+02 ± 4E+2	-----	9,7E+02 ± 3E+2 #	1,6E+03 ± 1E+2	1,7E+03 ± 3E+2	1,4E+03 ± 2E+02

Vzorč. mesto	Vrtina VOP-4						
Datum vzor.	1. 7. 2008	4. 8. 2008	1. 9. 2008	1. 10. 2008	3. 11. 2008	15. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Oznaka vzorca	K08-VRP4-71	K08-VRP4-81	K08-VRP4-91	K08-VRP4-A1	K08-VRP4-B1	K08-VRP4-C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	1,2E+04 ± 1E+3	3,9E+03 ± 4E+2	2,3E+03 ± 3E+2	2,7E+03 ± 3E+2	6,7E+03 ± 7E+2	2,2E+03 ± 4E+2	3,3E+03 ± 1E+03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2.

(***) Vzorec je bil izgubljen.

PADAVINE in SUHI USEDI

- 15. PADAVINE
- 16. SUHI USEDI

LETO 2008 T - 37a
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	27.12.2007 - 4.2.2008	4.2.2008 - 3.3.2008	3.3.2008 - 1.4.2008	1.4.2008 - 5.5.2008	5.5.2008 - 2.6.2008	2.6.2008 - 1.7.2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11,2	1,3	30,66	17,08	11,14	50,72		
Padavine (mm)	5,6	20,8	110,8	68,1	50,9	193,5		
Oznaka vzorca	K08PD211	K08PD221	K08PD231	K08PD241	K08PD251	K08PD261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22				9,9E-01 ± 4E-01				1,7E-01 ± 2E-01
U-238	9,3E+00 ± 7E+00	9,3E+01 ± 7E+01	< 7E+00	< 1E+01	< 5E+00			1,7E+01 ± 2E+01
Ra-226	< 1E+01		4,7E+00 ± 2E+00	3,5E+01 ± 8E+00		3,8E+00 ± 2E+00		7,2E+00 ± 6E+00
Pb-210	2,7E+01 ± 9E+00	1,7E+03 ± 2E+02	3,7E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 7E+00	6,7E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 6E+00		3,1E+02 ± 3E+02
Ra-228	< 7E+00	< 6E+01		1,6E+00 ± 1E+00		< 1E+00		2,7E-01 ± 6E+00
Th-230								
Th-228	< 2E+00	9,8E+00 ± 7E+00	< 2E+00	< 1E+00	1,3E+00 ± 4E-01	3,7E-01 ± 2E-01		1,9E+00 ± 2E+00
K-40	< 1E+01	< 5E+02	9,0E+00 ± 4E+00	1,7E+01 ± 5E+00	1,8E+01 ± 5E+00	3,8E+00 ± 1E+00		8,0E+00 ± 5E+01
Be-7	1,0E+02 ± 8E+00	3,6E+03 ± 2E+02	2,7E+02 ± 1E+01	3,0E+02 ± 2E+01	3,8E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 9E+00		8,1E+02 ± 6E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 3E-01	< 7E-01	< 1E+00	< 7E-01		< 2E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 2E+00	2,8E+01 ± 6E+00	7,1E-01 ± 3E-01	< 7E-01	3,0E+00 ± 8E-01	< 3E-01		5,3E+00 ± 5E+00
H-3	2,2E+03 ± 1E+02	2,2E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 2E+02	2,3E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 3E+02		1,9E+03 ± 2E+02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	27.12.2007 - 4.2.2008	4.2.2008 - 3.3.2008	3.3.2008 - 1.4.2008	1.4.2008 - 5.5.2008	5.5.2008 - 2.6.2008	2.6.2008 - 1.7.2008		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	11,2	1,3	30,7	17,1	11,1	50,7		
Padavine (mm)	5,6	20,8	110,8	68,1	50,9	193,5		
Oznaka vzorca	K08PD211	K08PD221	K08PD231	K08PD241	K08PD251	K08PD261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22				6,8E-02 ± 3E-02				6,8E-02 ± 3E-02
U-238	5,2E-02 ± 4E-02	1,9E+00 ± 1E+00	< 7E-01	< 1E+00	< 3E-01			2,0E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 6E-02		5,2E-01 ± 3E-01	2,4E+00 ± 5E-01		7,4E-01 ± 3E-01		3,6E+00 ± 7E-01
Pb-210	1,5E-01 ± 5E-02	3,6E+01 ± 3E+00	4,1E+00 ± 4E-01	2,1E+00 ± 5E-01	3,4E+00 ± 2E-01	3,2E+00 ± 1E+00		4,9E+01 ± 4E+00
Ra-228	< 4E-02	< 1E+00		1,1E-01 ± 7E-02		< 2E-01		1,1E-01 ± 8E-01
Th-230								
Th-228	< 1E-02	2,0E-01 ± 2E-01	< 2E-01	< 8E-02	6,5E-02 ± 2E-02	7,2E-02 ± 3E-02		3,4E-01 ± 2E-01
K-40	< 8E-02	< 1E+01	9,9E-01 ± 5E-01	1,2E+00 ± 4E-01	9,1E-01 ± 3E-01	7,4E-01 ± 3E-01		3,8E+00 ± 6E+00
Be-7	5,8E-01 ± 4E-02	7,6E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,0E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 2E+00		1,8E+02 ± 5E+00
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 4E-02	< 5E-02	< 6E-02	< 1E-01		< 1E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 1E-02	5,8E-01 ± 1E-01	7,9E-02 ± 3E-02	< 5E-02	1,5E-01 ± 4E-02	< 6E-02		8,1E-01 ± 1E-01
H-3	1,3E+01 ± 8E-01	4,7E+01 ± 4E+00	1,7E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 1E+01	3,2E+02 ± 6E+01		7,7E+02 ± 6E+01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 37b
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Breg								
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letno povprečje (*)	
Kol. vzorca (L)	45,26	35,1	12,58	24	18,9	28,2			
Padavine (mm)	174,5	125,8	53,1	75,5	70,8	105,1			
Oznaka vzorca	K08PD271	K08PD281	K08PD291	K08PD2A1	K08PD2B1	K08PD2C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)								
Na-22	6,7E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 2E-01	<	1E+01	<	1E+01	<	1E+01	1,6E-01 ± 1E-01
U-238	8,7E+00 ± 2E+00	3,3E+00 ± 2E+00	<	1E+00	<	2E+00	<	2E+00	9,5E+00 ± 8E+00
Ra-226	<	1E+00	<	1E+00	<	2E+00	<	1E+01	3,8E+00 ± 3E+00
Pb-210	3,7E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00	6,4E+01 ± 2E+01	2,9E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 6E+00	5,1E+01 ± 7E+00	2,7E+00 ± 2E+00	1,8E+02 ± 1E+02	1,8E+02 ± 1E+02
Ra-228	7,1E-01 ± 5E-01	1,7E+00 ± 6E-01	<	7E+00	<	3E+00	<	4E+00	5,6E-01 ± 3E+00
Th-230	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	1,1E+00 ± 4E-01	<	7E-01	1,7E+00 ± 7E-01	9,2E-01 ± 5E-01	1,2E+00 ± 6E-01	9,8E-01 ± 4E-01	1,4E+00 ± 8E-01	1,4E+00 ± 8E-01
K-40	2,2E+01 ± 4E+00	8,6E+00 ± 3E+00	2,4E+01 ± 2E+01	<	9E+00	8,8E+00 ± 6E+00	<	1E+01	9,3E+00 ± 2E+01
Be-7	3,8E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 2E+01	3,3E+02 ± 2E+01	2,6E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 3E+01	6,2E+02 ± 3E+01	<	3E+01	6,0E+02 ± 3E+02
I-131	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	6,4E-01 ± 2E-01	<	9E-01	<	1E+00	<	6E-01	<	8E-01
Co-58	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co-60	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cr-51	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mn-54	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Zn-65	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Nb-95	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ru-106	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb-125	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr-89/Sr-90	5,2E-01 ± 2E-01	<	5E-01	<	1E+00	<	6E-01	<	9E-01
H-3	1,0E+03 ± 1E+02	1,0E+03 ± 1E+02	1,8E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	3,0E+03 ± 3E+02	<	6E-01	2,7E+00 ± 2E+00

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Breg								
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letni used (*)	
Kol. vzorca (L)	45,3	35,1	12,6	24,0	18,9	28,2			
Padavine (mm)	174,5	125,8	53,1	75,5	70,8	105,1			
Oznaka vzorca	K08PD271	K08PD281	K08PD291	K08PD2A1	K08PD2B1	K08PD2C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22	1,2E-01 ± 3E-02	3,7E-02 ± 2E-02	<	7E-01	<	8E-01	<	8E-01	2,2E-01 ± 4E-02
U-238	1,5E+00 ± 4E-01	4,2E-01 ± 2E-01	<	2E-01	<	2E-01	<	2E+00	3,9E+00 ± 2E+00
Ra-226	<	2E-01	<	2E-01	<	1,6E-01 ± 1E-01	<	1E+00	3,8E+00 ± 1E+00
Pb-210	6,4E+00 ± 7E-01	3,0E+00 ± 4E-01	3,4E+00 ± 8E-01	2,2E+00 ± 3E-01	2,3E+00 ± 4E-01	5,4E+00 ± 7E-01	2,8E-01 ± 2E-01	7,1E+01 ± 4E+00	7,1E+01 ± 4E+00
Ra-228	1,2E-01 ± 9E-02	2,2E-01 ± 8E-02	<	4E-01	<	2E-01	<	3E-01	7,4E-01 ± 9E-01
Th-230	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	2,0E-01 ± 7E-02	<	8E-02	9,1E-02 ± 4E-02	6,9E-02 ± 4E-02	8,3E-02 ± 4E-02	1,0E-01 ± 5E-02	8,8E-01 ± 2E-01	8,8E-01 ± 2E-01
K-40	3,8E+00 ± 8E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 9E-01	<	7E-01	6,2E-01 ± 5E-01	<	1E+00	1,1E+01 ± 6E+00
Be-7	6,6E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 9E-01	1,9E+01 ± 1E+00	2,0E+01 ± 2E+00	6,5E+01 ± 3E+00	<	3E+00	4,2E+02 ± 8E+00
I-131	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	1,1E-01 ± 3E-02	<	1E-01	<	6E-02	<	4E-02	<	5E-02
Co-58	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Co-60	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Cr-51	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Mn-54	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Zn-65	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Nb-95	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Ru-106	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sb-125	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Sr-89/Sr-90	9,1E-02 ± 4E-02	<	6E-02	<	6E-02	<	5E-02	<	6E-02
H-3	1,8E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 1E+01	9,8E+01 ± 8E+00	1,1E+02 ± 7E+00	1,2E+02 ± 2E+01	3,2E+02 ± 4E+01	<	6E-02	9,0E-01 ± 2E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 38a
15. PADAVINE - mesečni sestavljeni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Krško							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	7,18	1,34	31,36	13,98	8,88	38,86		
Padavine (mm)	13,5	22,0	141,8	48,1	42,9	148,8		
Oznaka vzorca	K08PD311	K08PD321	K08PD331	K08PD341	K08PD351	K08PD361		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	1,8E+01 ± 1E+01	1,7E+02 ± 1E+02	5,3E-01 ± 3E-01	< 2E+01	1,6E+01 ± 1E+01	3,8E+00 ± 2E+00	8,8E-02 ± 9E-02	
U-238	< 2E+01		7,0E+00 ± 2E+00	6,7E+00 ± 4E+00	< 6E+00	2,9E+00 ± 2E+00	3,5E+01 ± 3E+01	
Ra-226	7,6E+01 ± 4E+01	9,6E+02 ± 1E+02	1,9E+00 ± 1E+00	5,5E+01 ± 1E+01	1,4E+02 ± 1E+01	3,5E+01 ± 4E+00	1,9E+00 ± 2E+00	
Pb-210	< 8E+00	< 6E+01	1,7E+01 ± 3E+00	< 7E-01	3,3E+00 ± 2E+00	< 4E-01	2,1E+02 ± 2E+02	
Ra-228			1,7E+00 ± 1E+00				8,4E-01 ± 6E+00	
Th-230								
Th-228	< 5E+00	< 1E+01	6,3E-01 ± 4E-01	< 2E+00	1,3E+00 ± 4E-01	4,3E-01 ± 3E-01	4,0E-01 ± 2E+00	
K-40	< 3E+01	< 2E+02	8,4E+00 ± 4E+00	6,0E+01 ± 1E+01	6,0E+01 ± 1E+01	1,6E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 2E+01	
Be-7	5,0E+02 ± 3E+01	2,0E+03 ± 1E+02	3,0E+02 ± 1E+01	6,9E+02 ± 3E+01	7,1E+02 ± 4E+01	5,6E+02 ± 4E+01	8,0E+02 ± 3E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 2E+00		< 4E-01		6,8E-01 ± 4E-01	< 3E-01	1,1E-01 ± 3E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	3,3E+00 ± 1E+00	2,5E+01 ± 8E+00	< 5E-01	< 1E+00	3,6E+00 ± 1E+00	< 4E-01	5,3E+00 ± 4E+00	
H-3	2,3E+03 ± 2E+02	2,2E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,9E+03 ± 4E+02	1,7E+03 ± 2E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Krško							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	7,2	1,3	31,4	14,0	8,9	38,9		
Padavine (mm)	13,5	22,0	141,8	48,1	42,9	148,8		
Oznaka vzorca	K08PD311	K08PD321	K08PD331	K08PD341	K08PD351	K08PD361		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22			7,5E-02 ± 4E-02				7,5E-02 ± 4E-02	
U-238	2,5E-01 ± 1E-01	3,7E+00 ± 3E+00	9,9E-01 ± 3E-01	< 8E-01	6,7E-01 ± 4E-01	5,6E-01 ± 2E-01	6,1E+00 ± 3E+00	
Ra-226	< 3E-01		2,7E-01 ± 2E-01	3,2E-01 ± 2E-01	< 3E-01	4,3E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 4E-01	
Pb-210	1,0E+00 ± 6E-01	2,1E+01 ± 3E+00	2,5E+00 ± 4E-01	2,7E+00 ± 5E-01	6,2E+00 ± 5E-01	5,3E+00 ± 5E-01	3,9E+01 ± 3E+00	
Ra-228	< 1E-01	< 1E+00	2,4E-01 ± 2E-01	< 3E-02	1,4E-01 ± 7E-02	< 6E-02	3,8E-01 ± 8E-01	
Th-230								
Th-228	< 6E-02	< 3E-01	8,9E-02 ± 6E-02	< 8E-02	5,8E-02 ± 2E-02	6,4E-02 ± 5E-02	2,1E-01 ± 2E-01	
K-40	< 4E-01	< 5E+00	1,2E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 5E-01	2,6E+00 ± 5E-01	2,4E+00 ± 5E-01	9,1E+00 ± 3E+00	
Be-7	6,7E+00 ± 4E-01	4,5E+01 ± 3E+00	4,2E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 2E+00	8,4E+01 ± 7E+00	2,4E+02 ± 8E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 3E-02		< 6E-02		2,9E-02 ± 2E-02	< 4E-02	2,9E-02 ± 5E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	4,5E-02 ± 1E-02	5,5E-01 ± 2E-01	< 7E-02	< 6E-02	1,6E-01 ± 4E-02	< 6E-02	7,5E-01 ± 2E-01	
H-3	3,1E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 3E+00	1,6E+02 ± 1E+01	6,9E+01 ± 8E+00	6,4E+01 ± 9E+00	2,8E+02 ± 5E+01	6,5E+02 ± 6E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 38b
15. PADAVINE - mesečni sestavljeni vzorci

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Krško							
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	43,04	37,94	13,98	25,82	18,52	23,46		
Padavine (mm)	149,6	139,6	51,1	106,2	75,4	110,6		
Oznaka vzorca	K08PD371	K08PD381	K08PD391	K08PD3A1	K08PD3B1	K08PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	5,3E-01 ± 2E-01	6,7E+00 ± 5E+00		1E+01	1E+01	6E+00	8,8E-02 ± 6E-02	
U-238	< 5E+00		< 3E+00		2,9E+00 ± 2E+00	< 1E+01	1,8E+01 ± 1E+01	
Ra-226							1,2E+00 ± 1E+00	
Pb-210	3,7E+01 ± 6E+00	9,3E+01 ± 1E+01	3,7E+01 ± 7E+00	4,6E+01 ± 8E+00	2,5E+01 ± 5E+00	7,5E+01 ± 7E+00	1,3E+02 ± 8E+01	
Ra-228	< 2E+00	< 1E+00	< 6E+00	3,0E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 9E-01	9,1E-01 ± 3E+00	
Th-230								
Th-228	< 5E-01	< 6E-01	1,3E+00 ± 5E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 7E-01	3,1E-01 ± 8E-01	
K-40	2,7E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 6E+00	1,2E+01 ± 9E+00			2,2E+01 ± 1E+01	
Be-7	5,2E+02 ± 3E+01	1,1E+03 ± 5E+01	3,1E+02 ± 2E+01	3,9E+02 ± 2E+01	3,3E+02 ± 2E+01	7,6E+02 ± 4E+01	6,8E+02 ± 1E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,4E-01 ± 8E-02			< 3E-01	< 7E-01		6,9E-02 ± 1E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 4E-01	< 4E-01	2,1E+00 ± 8E-01	< 5E-01	8,2E-01 ± 4E-01	1,2E+00 ± 4E-01	3,0E+00 ± 2E+00	
H-3	1,1E+03 ± 1E+02	9,1E+02 ± 1E+02	8,2E+02 ± 8E+01	8,8E+02 ± 2E+02	1,7E+03 ± 3E+02	1,7E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Krško							
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	43,0	37,9	14,0	25,8	18,5	23,5		
Padavine (mm)	149,6	139,6	51,1	106,2	75,4	110,6		
Oznaka vzorca	K08PD371	K08PD381	K08PD391	K08PD3A1	K08PD3B1	K08PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22	7,9E-02 ± 3E-02	9,3E-01 ± 7E-01		1E+00	< 8E-01	< 7E-01	1,5E-01 ± 5E-02	
U-238	< 8E-01		< 2E-01	< 1E+00	2,2E-01 ± 2E-01	< 1E+00	7,1E+00 ± 3E+00	
Ra-226							1,2E+00 ± 8E-01	
Pb-210	5,6E+00 ± 9E-01	1,3E+01 ± 2E+00	1,9E+00 ± 4E-01	4,9E+00 ± 9E-01	1,8E+00 ± 4E-01	8,3E+00 ± 7E-01	7,4E+01 ± 4E+00	
Ra-228	< 3E-01	< 2E-01	< 3E-01	3,2E-01 ± 2E-01	1,3E-01 ± 8E-02	1,3E-01 ± 9E-02	9,6E-01 ± 9E-01	
Th-230								
Th-228	< 7E-02	< 8E-02	6,6E-02 ± 3E-02	< 1E-01	< 9E-02	< 7E-02	2,8E-01 ± 3E-01	
K-40	4,0E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 7E-01	2,4E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 9E-01			2,1E+01 ± 3E+00	
Be-7	7,7E+01 ± 4E+00	1,5E+02 ± 7E+00	1,6E+01 ± 8E-01	4,1E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+00	8,4E+01 ± 4E+00	6,3E+02 ± 1E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,1E-02 ± 1E-02			< 3E-02	< 5E-02		5,0E-02 ± 6E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 6E-02	< 6E-02	1,1E-01 ± 4E-02	< 5E-02	6,2E-02 ± 3E-02	1,3E-01 ± 4E-02	1,0E+00 ± 2E-01	
H-3	1,7E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 1E+01	4,2E+01 ± 4E+00	9,3E+01 ± 2E+01	1,3E+02 ± 2E+01	1,8E+02 ± 3E+01	1,4E+03 ± 7E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 39a
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Dobova							Polletno povprečje (*)
	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		
Datum vzor.	7,42	1,7	30,24	18,28	11,6	48,2		
Kol. vzorca (L)	10,2	16,3	114,5	56,1	50,0	181,4		
Padavine (mm)	K08PD411	K08PD421	K08PD431	K08PD441	K08PD451	K08PD461		
Oznaka vzorca								
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)							
Na-22	<	<	<	6,8E-01 ± 3E-01	<	2,3E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 1E-01	
U-238	<	<	<	9E+00	<	7E+00	3E+00	
Ra-226	<	<	<	9E+00	<	6E-01	9,7E-01 ± 1E+00	
Pb-210	5,7E+01 ± 1E+01	1,7E+02 ± 6E+01	4,4E+00 ± 3E+00	2,2E+01 ± 5E+00	6,7E+01 ± 1E+01	4,5E+01 ± 4E+00	6,7E+01 ± 2E+01	
Ra-228	<	<	2,1E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 1E+00	<	6,4E-01 ± 3E-01	8,9E-01 ± 2E+00	
Th-230	<	<	7,1E-01 ± 3E-01	<	<	3,5E-01 ± 2E-01	2,6E+00 ± 2E+00	
Th-228	<	1,5E+01 ± 1E+01	<	1E+00	<	2E+00	1,0E+01 ± 1E+01	
K-40	2,2E+01 ± 8E+00	<	<	7,9E+00 ± 5E+00	2,8E+01 ± 1E+01	3,8E+00 ± 2E+00	5,7E+02 ± 6E+01	
Be-7	5,6E+02 ± 4E+01	6,6E+02 ± 6E+01	7,2E+02 ± 4E+01	3,3E+02 ± 2E+01	4,9E+02 ± 2E+01	6,3E+02 ± 3E+01		
I-131								
Cs-134								
Cs-137	5,8E-01 ± 2E-01	<	9E+00	3,3E-01 ± 2E-01	8,7E-01 ± 7E-01	<	3,0E-01 ± 9E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	1,8E+01 ± 5E+00	7,1E-01 ± 3E-01	<	7E-01	2,8E+00 ± 8E-01	5,9E-01 ± 2E-01	3,6E+00 ± 3E+00
H-3	1,3E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 7E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Dobova							Polletni used (*)
	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		
Datum vzor.	7,4	1,7	30,2	18,3	11,6	48,2		
Kol. vzorca (L)	10,2	16,3	114,5	56,1	50,0	181,4		
Padavine (mm)	K08PD411	K08PD421	K08PD431	K08PD441	K08PD451	K08PD461		
Oznaka vzorca								
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m²)							
Na-22	<	<	<	3,8E-02 ± 2E-02	<	4,2E-02 ± 2E-02	8,0E-02 ± 3E-02	
U-238	<	<	<	5E-01	<	1E+00	1E+00	
Ra-226	<	<	5,0E-01 ± 4E-01	<	5E-01	<	7,6E-01 ± 5E-01	
Pb-210	5,8E-01 ± 1E-01	2,7E+00 ± 9E-01	5,0E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 3E-01	3,4E+00 ± 7E-01	8,2E+00 ± 8E-01	2,1E+01 ± 2E+00	
Ra-228	<	<	2,4E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 8E-02	<	1,2E-01 ± 6E-02	5,0E-01 ± 3E-01	
Th-230	<	<	8,1E-02 ± 4E-02	<	6E-02	<	3,8E-01 ± 2E-01	
Th-228	<	2,4E-01 ± 2E-01	<	1E+00	<	1E-01	2,8E+00 ± 2E+00	
K-40	2,2E-01 ± 8E-02	<	<	4,4E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 6E-01	6,9E-01 ± 4E-01	2,6E+02 ± 7E+00	
Be-7	5,7E+00 ± 4E-01	1,1E+01 ± 1E+00	8,3E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 9E-01	2,5E+01 ± 1E+00	1,1E+02 ± 6E+00		
I-131								
Cs-134								
Cs-137	5,9E-03 ± 2E-03	<	1E-01	1,9E-02 ± 1E-02	4,3E-02 ± 3E-02	<	6,8E-02 ± 1E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	2,9E-01 ± 8E-02	8,1E-02 ± 3E-02	<	4E-02	1,4E-01 ± 4E-02	1,1E-01 ± 3E-02	6,1E-01 ± 1E-01
H-3	1,3E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 2E+00	1,3E+02 ± 2E+01	8,0E+01 ± 6E+00	7,4E+01 ± 6E+00	2,5E+02 ± 6E+01	5,7E+02 ± 6E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 39b
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Dobova							
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	34,58	31	15,88	30,32	28,16	36,34		
Padavine (mm)	106,7	100,7	46,1	66,2	93,0	113,9		
Oznaka vzorca	K08PD471	K08PD481	K08PD491	K08PD4A1	K08PD4B1	K08PD4C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	4,3E-01 ± 2E-01	<	<		3,4E+00 ± 3E+00		1,1E-01 ± 6E-02	
U-238		< 2E+00	< 2E+01				2,8E-01 ± 2E+00	
Ra-226		< 2E+00	< 2E+01		2,7E+00 ± 2E+00	7,9E+00 ± 3E+00	1,4E+00 ± 1E+00	
Pb-210	4,2E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 1E+01	4,0E+01 ± 4E+00	8,6E+01 ± 8E+00	1,2E+02 ± 8E+00	6,1E+01 ± 1E+01	
Ra-228			< 3E+00	< 1E+00			4,5E-01 ± 1E+00	
Th-230								
Th-228	<	4,7E-01 ± 2E-01	< 1E+00	7,3E-01 ± 3E-01	9,2E-01 ± 5E-01	6,2E-01 ± 5E-01	1,5E+00 ± 1E+00	
K-40	8,4E+00 ± 2E+00	5,4E+00 ± 2E+00	< 1E+01	5,6E+00 ± 3E+00	8,6E+00 ± 4E+00	3,2E+00 ± 2E+00	7,8E+00 ± 6E+00	
Be-7	6,6E+02 ± 3E+01	4,8E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 2E+01	3,7E+02 ± 2E+01	9,1E+02 ± 5E+01	1,2E+03 ± 6E+01	6,1E+02 ± 7E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	<	< 1E-01			< 7E-01		1,5E-01 ± 4E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	5,4E-01 ± 3E-01	< 9E-01	< 5E-01	1,7E+00 ± 3E-01	6,9E-01 ± 2E-01	2,1E+00 ± 1E+00	
H-3	1,0E+03 ± 1E+02	7,0E+02 ± 2E+02	9,6E+02 ± 1E+02	7,0E+02 ± 7E+01	1,3E+03 ± 3E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 8E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Dobova							
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	34,6	31,0	15,9	30,3	28,2	36,3		
Padavine (mm)	106,7	100,7	46,1	66,2	93,0	113,9		
Oznaka vzorca	K08PD471	K08PD481	K08PD491	K08PD4A1	K08PD4B1	K08PD4C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22	4,5E-02 ± 2E-02	<	<		3,2E-01 ± 2E-01		1,3E-01 ± 4E-02	
U-238		< 2E-01	< 7E-01				3,2E-01 ± 1E+00	
Ra-226		< 2E-01	< 8E-01		2,5E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 3E-01	1,9E+00 ± 8E-01	
Pb-210	4,5E+00 ± 6E-01	2,6E+00 ± 2E-01	8,1E-01 ± 5E-01	2,7E+00 ± 3E-01	8,0E+00 ± 8E-01	1,4E+01 ± 1E+00	5,4E+01 ± 2E+00	
Ra-228			< 2E-01	< 9E-02			5,0E-01 ± 3E-01	
Th-230								
Th-228	<	4,7E-02 ± 2E-02	< 6E-02	4,8E-02 ± 2E-02	8,5E-02 ± 4E-02	7,0E-02 ± 6E-02	6,3E-01 ± 2E-01	
K-40	8,9E-01 ± 2E-01	5,4E-01 ± 2E-01	< 7E-01	3,7E-01 ± 2E-01	8,0E-01 ± 4E-01	3,7E-01 ± 2E-01	5,7E+00 ± 2E+00	
Be-7	7,0E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	8,5E+01 ± 4E+00	1,4E+02 ± 7E+00	6,4E+02 ± 1E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	<	< 1E-02			< 7E-02		6,8E-02 ± 1E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	5,4E-02 ± 3E-02	< 4E-02	< 3E-02	1,6E-01 ± 3E-02	7,9E-02 ± 3E-02	9,1E-01 ± 1E-01	
H-3	1,1E+02 ± 1E+01	7,0E+01 ± 2E+01	4,4E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	1,2E+02 ± 3E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 8E+01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 40 a
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	21,02	4,02	39,1	39,26	16,68	47,74		
Padavine (mm)	50,9	41,5	163,3	137,5	94,4	155,1		
Oznaka vzorca	RP08PD111	RP08PD121	RP08PD131	RP08PD141	RP08PD151	RP08PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22			2,8E+00 ± 1E+00	< 7E+00	6,7E-01 ± 4E-01	3,3E-01 ± 1E-01	1,7E-01 ± 1E-01	
U-238			< 3E+00		8,9E+00 ± 4E+00	< 2E+00	1,9E+00 ± 1E+00	
Ra-226	2,3E+00 ± 2E+00		< 3E+00		5,1E+00 ± 3E+00		1,2E+00 ± 9E-01	
Pb-210	1,6E+02 ± 1E+01	2,3E+02 ± 4E+01	4,4E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 5E+00	4,9E+01 ± 5E+00	4,0E+01 ± 2E+00	9,1E+01 ± 3E+01	
Ra-228	< 2E+00	< 2E+01		< 2E+00	5,8E+00 ± 3E+00	4,4E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E+00	
Th-230		< 8E+02					< 8E+01	
Th-228	< 9E-01	< 6E+00	< 1E+00	8,4E-01 ± 3E-01	9,8E-01 ± 5E-01	1,4E-01 ± 6E-02	3,3E-01 ± 7E-01	
K-40	5,0E+00 ± 4E+00	< 6E+01	1,2E+01 ± 3E+00		2,9E+01 ± 6E+00	4,5E+00 ± 1E+00	8,4E+00 ± 6E+00	
Be-7	9,6E+02 ± 4E+01	1,1E+03 ± 5E+01	2,5E+02 ± 1E+01	4,1E+02 ± 2E+01	3,8E+02 ± 2E+01	4,9E+02 ± 3E+01	6,1E+02 ± 1E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	7,0E-01 ± 3E-01		< 4E-01	< 4E-01	< 1E+00	1,3E-01 ± 6E-02	1,4E-01 ± 1E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	7,0E+02 ± 1E+02	1,5E+03 ± 2E+02	8,7E+02 ± 4E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 2E+02	2,0E+03 ± 7E+02	1,3E+03 ± 2E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na Odseku F-2, razen za vzorec RP08PD111, kjer je bila opravljena analiza H-3 na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	21,0	4,0	39,1	39,3	16,7	47,7		
Padavine (mm)	50,9	41,5	163,3	137,5	94,4	155,1		
Oznaka vzorca	RP08PD111	RP08PD121	RP08PD131	RP08PD141	RP08PD151	RP08PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22			4,5E-01 ± 2E-01	< 1E+00	6,3E-02 ± 3E-02	5,1E-02 ± 2E-02	1,1E-01 ± 4E-02	
U-238			< 6E-01		8,4E-01 ± 4E-01	< 2E-01	1,3E+00 ± 8E-01	
Ra-226	1,2E-01 ± 9E-02		< 6E-01		4,8E-01 ± 3E-01		6,0E-01 ± 5E-01	
Pb-210	8,3E+00 ± 6E-01	9,5E+00 ± 2E+00	7,2E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 7E-01	4,6E+00 ± 5E-01	6,2E+00 ± 3E-01	3,9E+01 ± 2E+00	
Ra-228	< 8E-02	< 8E-01		< 3E-01	5,5E-01 ± 2E-01	6,9E-02 ± 3E-02	6,2E-01 ± 6E-01	
Th-230		< 3E+01					< 2E+01	
Th-228	< 5E-02	< 3E-01	< 2E-01	1,2E-01 ± 4E-02	9,2E-02 ± 5E-02	2,2E-02 ± 9E-03	2,3E-01 ± 2E-01	
K-40	2,6E-01 ± 2E-01	< 2E+00	1,9E+00 ± 5E-01		2,7E+00 ± 6E-01	7,0E-01 ± 2E-01	5,6E+00 ± 2E+00	
Be-7	4,9E+01 ± 2E+00	4,7E+01 ± 2E+00	4,1E+01 ± 2E+00	5,7E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	7,7E+01 ± 5E+00	3,1E+02 ± 7E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,6E-02 ± 2E-02		< 7E-02	< 5E-02	< 1E-01	2,0E-02 ± 9E-03	5,6E-02 ± 9E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	3,6E+01 ± 5E+00	6,3E+01 ± 6E+00	1,4E+02 ± 6E+01	1,6E+02 ± 3E+01	1,7E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 1E+02	8,8E+02 ± 1E+02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 40 b
15. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (**), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica						
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008	
Kol. vzorca (L)	51,84	51,62	9,02	36,66	28,5	50,9	Letno povprečje (*)
Padavine (mm)	187,6	175,8	34,1	96,5	128,4	225,1	
Oznaka vzorca	RP08PD171	RP08PD181	RP08PD191	RP08PD1A1	RP08PD1B1	RP08PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	5,4E-01 ± 2E-01						1,3E-01 ± 7E-02
U-238	< 2E+00	3,3E+00 ± 1E+00		< 2E+01	< 8E+00		1,2E+00 ± 1E+00
Ra-226	< 1E+00			2,6E+00 ± 2E+00	9,5E-01 ± 7E-01	2,3E+00 ± 2E+00	1,1E+00 ± 5E-01
Pb-210	2,0E+02 ± 1E+01	8,0E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 4E+00	5,3E+01 ± 4E+00	5,3E+01 ± 7E+00	1,2E+02 ± 6E+00	9,0E+01 ± 2E+01
Ra-228	4,9E-01 ± 2E-01	< 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00	< 3E+00		1,3E+00 ± 7E-01	8,2E-01 ± 1E+00
Th-230			5,1E+01 ± 3E+01				4,2E+00 ± 4E+01
Th-232	4,3E-01 ± 9E-02	6,0E-01 ± 2E-01	1,5E+00 ± 4E-01	< 2E+00	< 2E+00	< 8E-01	3,7E-01 ± 4E-01
K-40	1,5E+01 ± 2E+00	9,2E+00 ± 2E+00	2,8E+01 ± 7E+00	6,1E+00 ± 4E+00	3,9E+00 ± 3E+00	< 6E+00	9,4E+00 ± 3E+00
Be-7	2,2E+03 ± 1E+02	1,0E+03 ± 5E+01	3,0E+02 ± 2E+01	6,0E+02 ± 4E+01	7,7E+02 ± 4E+01	9,8E+02 ± 5E+01	7,9E+02 ± 2E+02
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,8E-01 ± 6E-02	< 1E-01		1,0E+00 ± 3E-01	< 5E-01		1,9E-01 ± 1E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	1,4E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 2E+02	9,4E+02 ± 2E+02	9,9E+02 ± 4E+02	1,3E+03 ± 4E+02 #	1,3E+03 ± 1E+02 #

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na Odseku F-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (**), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica						
Datum vzor.	1.7.2008 - 4.8.2008	4.8.2008 - 1.9.2008	1.9.2008 - 1.10.2008	1.10.2008 - 3.11.2008	3.11.2008 - 1.12.2008	1.12.2008 - 28.12.2008	
Kol. vzorca (L)	51,8	51,6	9,0	36,7	28,5	50,9	Letni used (*)
Padavine (mm)	187,6	175,8	34,1	96,5	128,4	225,1	
Oznaka vzorca	RP08PD171	RP08PD181	RP08PD191	RP08PD1A1	RP08PD1B1	RP08PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)						
Na-22	1,0E-01 ± 3E-02						2,2E-01 ± 5E-02
U-238	< 4E-01	5,9E-01 ± 3E-01		< 2E+00	< 1E+00		1,9E+00 ± 1E+00
Ra-226	< 2E-01			2,5E-01 ± 2E-01	1,2E-01 ± 1E-01	5,2E-01 ± 4E-01	1,5E+00 ± 7E-01
Pb-210	3,7E+01 ± 2E+00	1,4E+01 ± 8E-01	1,2E+00 ± 1E-01	5,1E+00 ± 4E-01	6,7E+00 ± 9E-01	2,6E+01 ± 1E+00	1,3E+02 ± 3E+00
Ra-228	9,1E-02 ± 3E-02	< 2E-01	6,2E-02 ± 3E-02	< 3E-01		2,9E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 6E-01
Th-230			1,7E+00 ± 9E-01				1,7E+00 ± 2E+01
Th-232	8,0E-02 ± 2E-02	1,1E-01 ± 4E-02	5,1E-02 ± 1E-02	< 2E-01	< 3E-01	< 2E-01	4,7E-01 ± 3E-01
K-40	2,9E+00 ± 4E-01	1,6E+00 ± 4E-01	9,4E-01 ± 2E-01	5,9E-01 ± 4E-01	5,0E-01 ± 4E-01	< 1E+00	1,2E+01 ± 2E+00
Be-7	4,2E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 9E+00	1,0E+01 ± 7E-01	5,8E+01 ± 4E+00	9,9E+01 ± 5E+00	2,2E+02 ± 1E+01	1,3E+03 ± 3E+01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	7,2E-02 ± 1E-02	< 2E-02		1,0E-01 ± 3E-02	< 6E-02		2,3E-01 ± 1E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	2,7E+02 ± 4E+01	2,1E+02 ± 2E+01	4,6E+01 ± 5E+00	9,1E+01 ± 2E+01	1,3E+02 ± 6E+01	2,8E+02 ± 1E+02 #	1,9E+03 ± 2E+02 #

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na Odseku F-2.

15. PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI V LETU 2008

Specifična analiza H-3 (**), preračunana na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN in ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Krško			Brege			Dobova			Ljubljana		
	Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost	
	mm	kBq/m ³	kBq/m ²	mm	kBq/m ³	kBq/m ²	mm	kBq/m ³	kBq/m ²	mm	kBq/m ³	kBq/m ²
Januar	13,5	2,3E+00	3,1E-02	5,6	2,2E+00	1,3E-02	10,2	1,3E+00	1,3E-02	50,9	7,0E-01	3,6E-02
Februar	22,0	2,2E+00	4,9E-02	20,8	2,2E+00	4,7E-02	16,3	1,5E+00	2,4E-02	41,5	1,5E+00	6,3E-02
Marec	141,8	1,1E+00	1,6E-01	110,8	1,5E+00	1,7E-01	114,5	1,1E+00	1,3E-01	163,3	8,7E-01	1,4E-01
April	48,1	1,4E+00	6,9E-02	68,1	1,6E+00	1,1E-01	56,1	1,4E+00	8,0E-02	137,5	1,2E+00	1,6E-01
Maj	42,9	1,5E+00	6,4E-02	50,9	2,3E+00	1,2E-01	50,0	1,5E+00	7,4E-02	94,4	1,8E+00	1,7E-01
Junij	148,8	1,9E+00	2,8E-01	193,5	1,7E+00	3,2E-01	181,4	1,4E+00	2,5E-01	155,1	2,0E+00	3,1E-01
Julij	149,6	1,1E+00	1,7E-01	174,5	1,0E+00	1,8E-01	106,7	1,0E+00	1,1E-01	187,6	1,4E+00	2,7E-01
Avgust	139,6	9,1E-01	1,3E-01	125,8	1,0E+00	1,3E-01	100,7	7,0E-01	7,0E-02	175,8	1,2E+00	2,1E-01
September	51,1	8,2E-01	4,2E-02	53,1	1,8E+00	9,8E-02	46,1	9,6E-01	4,4E-02	34,1	1,4E+00	4,6E-02
Oktober	106,2	8,8E-01	9,3E-02	75,5	1,4E+00	1,1E-01	66,2	7,0E-01	4,6E-02	96,5	9,4E-01	9,1E-02
November	75,4	1,7E+00	1,3E-01	70,8	1,7E+00	1,2E-01	93,0	1,3E+00	1,2E-01	128,4	9,9E-01	1,3E-01
December	110,6	1,7E+00	1,8E-01	105,1	3,0E+00	3,2E-01	113,9	1,5E+00	1,7E-01	225,1	1,3E+00	2,8E-01
Letno povprečje (kBq/m ³)	1,46E+00	±	1,5E-01	1,79E+00	±	1,7E-01	1,19E+00	±	8,4E-02	1,27E+00	±	1,1E-01
Celotna vrednost	1050		1,4E+00	1055		1,7E+00	955		1,1E+00	1490		1,9E+00
	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 42/1a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (2-5)							Polletna vsota	Polletni used (*)
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008			
Kol. vzorca (g)	101,5	83,8	46,1	57,6	56,6	55,2			
Padavine (mm)	13,5	22,0	141,8	48,1	42,9	148,8			
Oznaka vzorca	K08PV211	K08PV221	K08PV231	K08PV241	K08PV251	K08PV261			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22		2,6E-01 ± 2E-01		2,1E-01 ± 1E-01			4,7E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00	
U-238		7,2E-02 ± 4E-02		1,3E-01 ± 6E-02	<	6E-01	2,0E-01 ± 4E-01	1,0E+00 ± 2E+00	
Ra-226	<	1E-01		6,1E+00 ± 5E-01		5,6E+00 ± 9E-01	2,4E+01 ± 1E+00	1,2E+02 ± 6E+00	
Pb-210	2,8E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 3E-01	4,7E-02 ± 3E-02		8,7E-02 ± 4E-02	3,8E-01 ± 9E-02	1,9E+00 ± 4E-01	
Ra-228		1,7E-01 ± 6E-02	4,4E-02 ± 4E-02						
Th-230		3E+00					<	2E+00	
Th-228	2,4E-02 ± 1E-02	5,9E-02 ± 2E-02	2,3E-02 ± 2E-02	4,3E-02 ± 1E-02	7,7E-02 ± 2E-02	2,0E-01 ± 2E-02	4,3E-01 ± 4E-02	2,1E+00 ± 2E-01	
K-40	<	4E-01	<	6,1E-01 ± 3E-01	6,9E-01 ± 2E-01	2,8E-01 ± 2E-01	2,1E+00 ± 5E-01	1,0E+01 ± 3E+00	
Be-7	1,4E+01 ± 7E-01	7,4E+00 ± 4E-01	1,5E+01 ± 6E-01	7,2E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+00	2,0E+02 ± 4E+00	9,8E+02 ± 2E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,2E-02 ± 9E-03	4,9E-02 ± 2E-02	2,5E-02 ± 1E-02	3,3E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	<	2E-02	1,5E-01 ± 3E-02	
Co-58								7,4E-01 ± 2E-01	
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

(***) Vzorec K08PV211 vsebuje vazelino iz vseh lokacij na širši okolico (2-6)

LETO 2008 T - 42/1b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (2-5)							Letna vsota	Letni used (*)
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008			
Kol. vzorca (g)	16,8	88,3	53,7	95,9	120	72,8			
Padavine (mm)	149,6	139,6	51,1	106,2	75,4	110,6			
Oznaka vzorca	K08PV271	K08PV281	K08PV291	K08PV2A1	K08PV2B1	K08PV2C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22	<	3E-01	1,7E-01 ± 1E-01	<	5E-01	<	2E+00	6,4E-01 ± 1E+00	3,2E+00 ± 7E+00
U-238	<	1E-01	2,1E-01 ± 7E-02	<	3E-01	<	9E-02	5,1E-01 ± 7E-01	2,5E+00 ± 3E+00
Ra-226	<	1E-01	5,2E+00 ± 5E-01	6,7E+00 ± 5E-01	6,1E+00 ± 5E-01	2,8E+00 ± 4E-01	9,2E-02 ± 6E-02	1,0E+00 ± 3E-01	2,6E+02 ± 8E+00
Pb-210	5,9E+00 ± 3E-01	9,0E-02 ± 6E-02	<	2E-01			<	1E-01	2,3E+00 ± 1E+00
Ra-228	<	1E-01						4,7E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00
Th-230								2E+00	1E+01
Th-228	5,2E-02 ± 1E-02	3,9E-02 ± 3E-02	7,1E-02 ± 2E-02	6,3E-02 ± 2E-02	5,4E-02 ± 2E-02	<	4E-02	7,1E-01 ± 7E-02	3,5E+00 ± 4E-01
K-40	<	3E-01	5,2E-01 ± 4E-01	6,0E-01 ± 3E-01	<	1E+00	<	3E-01	1,6E+01 ± 5E+00
Be-7	4,4E+01 ± 2E+00	4,7E+01 ± 2E+00	4,2E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 2E+00	1,5E+01 ± 8E-01	4,7E+00 ± 6E-01	4,0E+02 ± 6E+00	2,0E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,6E-02 ± 1E-02	2,5E-02 ± 1E-02	<	4E-02	<	4E-02	<	6E-02	1,9E-01 ± 6E-02
Co-58									9,5E-01 ± 3E-01
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 42/2a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (mesto 6)							Polletna vsota	Polletni used (*)
Datum vzor.	-----	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008			
Kol. vzorca (g)	5,6	17,4	10,7	14,6	10,1	14,1			
Padavine (mm)		20,8	110,8	68,1	50,9	193,5			
Oznaka vzorca	K08PV2611 (***)	K08PV2621	K08PV2631	K08PV2641	K08PV2651	K08PV2661			
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22		< 2E+00	< 2E+00	5,8E-01 ± 3E-01	5,7E-01 ± 3E-01	< 1E+00	1,2E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 9E+00	
U-238		< 7E-02	< 8E-01	3,2E-01 ± 2E-01			3,2E-01 ± 5E-01	1,6E+00 ± 3E+00	
Ra-226		< 2E+00	1,6E+00 ± 7E-01	5,9E+00 ± 9E-01	4,6E+00 ± 6E-01	4,5E+00 ± 8E-01	1,7E+01 ± 2E+00	8,3E+01 ± 9E+00	
Pb-210		< 4E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 2E-01	< 2E-01	< 4E-01	< 2E+00	
Ra-228		< 2E-01	< 1E-01	< 1E-01	1,6E-01 ± 3E-02	1,8E-01 ± 5E-02	3,4E-01 ± 2E-01	1,7E+00 ± 9E-01	
Th-230		< 2E-01	< 3E+00	< 1E+00	7,7E-01 ± 4E-01	< 2E+00	7,7E-01 ± 2E+00	3,8E+00 ± 1E+01	
Th-228		7,3E+00 ± 7E-01	7,1E+00 ± 6E-01	7,2E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 2E+00	2,7E+01 ± 1E+00	1,6E+02 ± 4E+00	8,1E+02 ± 2E+01	
K-40									
Be-7									
I-131									
Cs-134									
Cs-137		< 8E-02	< 7E-02	5,8E-02 ± 4E-02	4,4E-02 ± 3E-02	< 8E-02	1,0E-01 ± 9E-02	5,1E-01 ± 5E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

(***) Vazelina iz lokacije 6 je bila v januarju združena v skupni vzorec K08PV211

LETO 2008 T - 42/2b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (mesto 6)							Letna vsota	Letni used (*)
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008			
Kol. vzorca (g)	4,4	32,8	13,2	19,6	25,2	17,1			
Padavine (mm)	174,5	125,8	53,1	75,5	70,8	105,1			
Oznaka vzorca	K08PV2671	K08PV2681	K08PV2691	K08PV26A1	K08PV26B1	K08PV26C1			
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22		< 2E+00	6,0E-01 ± 4E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	2,1E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 1E+01	
U-238	3,8E-01 ± 2E-01	< 3E+00	8,0E-01 ± 6E-01	2,5E-01 ± 2E-01	< 5E-01	< 3E-01	1,4E+00 ± 2E+00	6,8E+00 ± 1E+01	
Ra-226		4,4E+00 ± 5E-01	5,4E+00 ± 7E-01	4,6E+00 ± 5E-01	2,2E+00 ± 4E-01	7,3E-01 ± 3E-01	4,1E+01 ± 2E+00	2,0E+02 ± 1E+01	
Pb-210	6,5E+00 ± 6E-01	< 4E-01	< 2E-01	< 4E-01	1,6E-01 ± 1E-01	3,6E-01 ± 2E-01	5,2E-01 ± 6E-01	2,6E+00 ± 3E+00	
Ra-228	< 2E-01	< 3E-01	< 2E-01	< 4E-01					
Th-230									
Th-228	5,4E-02 ± 2E-02	1,5E-01 ± 1E-01	1,3E-01 ± 9E-02	< 2E-01	1,1E-01 ± 7E-02	< 2E-01	7,8E-01 ± 3E-01	3,9E+00 ± 1E+00	
K-40	< 1E+00	< 2E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 9E-01	7,7E-01 ± 3E+00	3,8E+00 ± 1E+01	
Be-7	4,0E+01 ± 2E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	1,1E+01 ± 5E-01	2,1E+00 ± 4E-01	3,1E+02 ± 6E+00	1,6E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 5E-02	< 1E-01	< 8E-02				1,0E-01 ± 1E-01	5,1E-01 ± 6E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 42/3a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1, 7, 8)							Polletna vsota	Polletni used (*)
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008			
Kol. vzorca (g)	62,1	67,3	35	42,3	38,7	44,5			
Padavine (mm)	5,6	20,8	110,8	68,1	50,9	193,5			
Oznaka vzorca	K08PV311	K08PV321	K08PV331	K08PV341	K08PV351	K08PV361			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238	4,0E-01 ± 2E-01	< 8E-01	< 5E-01	2,4E-01 ± 1E-01	2,8E-01 ± 2E-01	< 6E-01	9,2E-01 ± 7E-01	4,6E+00 ± 4E+00	
Ra-226	< 1E-01	< 2E-01	< 2E-01	1,6E-01 ± 8E-02		4,5E-01 ± 3E-01	6,0E-01 ± 4E-01	3,0E+00 ± 2E+00	
Pb-210	2,9E+00 ± 3E-01	9,6E-01 ± 4E-01	3,1E+00 ± 3E-01	6,2E+00 ± 5E-01	5,4E+00 ± 5E-01	3,7E+00 ± 3E-01	2,2E+01 ± 1E+00	1,1E+02 ± 5E+00	
Ra-228	< 2E-01	1,7E-01 ± 8E-02	5,7E-02 ± 4E-02	< 1E-01	1,1E-01 ± 6E-02	1,1E-01 ± 6E-02	4,4E-01 ± 2E-01	2,2E+00 ± 1E+00	
Th-230						1,5E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	7,7E+00 ± 6E+00	
Th-232	< 6E-02	1,1E-01 ± 4E-02	2,4E-02 ± 2E-02	2,9E-02 ± 2E-02	1,3E-01 ± 4E-02	1,3E-01 ± 3E-02	4,2E-01 ± 8E-02	2,1E+00 ± 4E-01	
K-40		< 1E+00	< 5E-01	6,3E-01 ± 2E-01	5,1E-01 ± 4E-01	4,7E-01 ± 2E-01	1,6E+00 ± 9E-01	8,1E+00 ± 4E+00	
Be-7	1,4E+01 ± 8E-01	6,3E+00 ± 5E-01	1,4E+01 ± 4E-01	7,0E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 2E+00	2,2E+01 ± 1E+00	1,7E+02 ± 4E+00	8,7E+02 ± 2E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	5,8E-02 ± 2E-02		1,8E-02 ± 7E-03	1,8E-02 ± 1E-02	4,8E-02 ± 3E-02	2,1E-02 ± 2E-02	1,6E-01 ± 4E-02	8,2E-01 ± 2E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 42/3b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1, 7, 8)							Letna vsota	Letni used (*)
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008			
Kol. vzorca (g)	15,7	76,7	44,4	62,9	77,6	57,2			
Padavine (mm)	174,5	125,8	53,1	75,5	70,8	105,1			
Oznaka vzorca	K08PV371	K08PV381	K08PV391	K08PV3A1	K08PV3B1	K08PV3C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238	< 7E-01	< 4E-01	4,4E-01 ± 2E-01	< 5E-01	< 1E+00	< 7E-01	1,4E+00 ± 1E+00	6,8E+00 ± 6E+00	
Ra-226	3,6E-01 ± 3E-01	4,8E-01 ± 2E-01	6,7E-01 ± 4E-01	< 1E-01	< 3E-01	4,5E-01 ± 3E-01	2,6E+00 ± 8E-01	1,3E+01 ± 4E+00	
Pb-210	6,0E+00 ± 4E-01	5,8E+00 ± 5E-01	6,4E+00 ± 6E-01	5,2E+00 ± 5E-01	2,5E+00 ± 5E-01	8,2E-01 ± 2E-01	4,9E+01 ± 2E+00	2,5E+02 ± 8E+00	
Ra-228	< 2E-01	1,2E-01 ± 4E-02	8,6E-02 ± 6E-02	1,1E-01 ± 7E-02		1,6E-01 ± 1E-01	9,1E-01 ± 3E-01	4,5E+00 ± 1E+00	
Th-230						1,5E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	7,7E+00 ± 6E+00	
Th-232	7,3E-02 ± 2E-02	3,9E-02 ± 2E-02	5,5E-02 ± 3E-02	4,1E-02 ± 3E-02	1,1E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 4E-02	9,7E-01 ± 1E-01	4,8E+00 ± 5E-01	
K-40	3,7E-01 ± 3E-01	4,8E-01 ± 2E-01	4,2E-01 ± 3E-01	< 7E-01	< 1E+00	< 6E-01	2,9E+00 ± 1E+00	1,4E+01 ± 7E+00	
Be-7	3,6E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 5E+00	4,2E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 7E-01	4,3E+00 ± 3E-01	3,6E+02 ± 8E+00	1,8E+03 ± 4E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	3,3E-02 ± 1E-02	1,9E-02 ± 1E-02	< 7E-02	< 5E-02			2,2E-01 ± 6E-02	1,1E+00 ± 3E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 42/4a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							Polletna vsota	Polletni used
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008			
Kol. vzorca (g)	16,9	22,4	12,9	12,8	13,2	12,2			
Padavine (mm)	50,9	41,5	163,3	137,5	94,4	155,1			
Oznaka vzorca	L08PV111	L08PV121	L08PV131	L08PV141	L08PV151	L08PV161			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22	<		7,4E-01 ± 3E-01	6,4E-01 ± 3E-01	5,7E-01 ± 4E-01	<	8E-01	2,0E+00 ± 9E-01	9,8E+00 ± 5E+00
U-238	<	9E-01	<	1E+00	<	1E+00	<	1E+00	5E+00
Ra-226			<	8,3E+00 ± 8E-01	<	4,3E+00 ± 4E-01	<	2,9E+01 ± 2E+00	1,5E+02 ± 1E+01
Pb-210	5,1E+00 ± 5E-01	3,1E+00 ± 7E-01	2,8E+00 ± 6E-01	<	2E-01	<	5,5E+00 ± 2E+00	2,5E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 1E+00
Ra-228		2,5E-01 ± 1E-01	<	2E-01	<	3E-01	<	4,6E+00 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+01
Th-230			<	8E-01	<	4E-01	<	4,6E+00 ± 3E+00	1,1E+00 ± 1E+00
Th-228	<	1E-01	<	2E-01	6,8E-02 ± 3E-02	7,9E-02 ± 4E-02	7,9E-02 ± 4E-02	2,3E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 1E+00
K-40	<		<	8E-01	6,9E-01 ± 4E-01	6,9E-01 ± 4E-01	6,9E-01 ± 4E-01	6,9E-01 ± 7E-01	3,4E+00 ± 3E+00
Be-7	2,2E+01 ± 1E+00	1,4E+01 ± 9E-01	1,2E+01 ± 8E-01	7,6E+01 ± 4E+00	4,8E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00	2,0E+02 ± 5E+00	1,0E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		<	7E-02	<	6E-02	<	5E-02	4,1E-02 ± 3E-02	4,1E-02 ± 7E-02
Co-58									2,1E-01 ± 4E-01
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 42/4b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						Letna vsota	Letni used					
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008							
Kol. vzorca (g)	4,9	25,5	14,9	32,4	24,6	23,6							
Padavine (mm)	187,6	175,8	34,1	96,5	128,4	225,1							
Oznaka vzorca	L08PV171	L08PV181	L08PV191	L08PV1A1	L08PV1B1	L08PV1C1							
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)												
Na-22		<	1E+00	1,2E+00 ± 6E-01	<	9E-01	<	1E+00	<	1E+00	3,2E+00 ± 2E+00	1,6E+01 ± 9E+00	
U-238			2,3E-01 ± 2E-01	<	3E+00	<	6E-01	<	1E+00	<	4E-01	2,3E-01 ± 2E+00	1,1E+00 ± 1E+01
Ra-226			5,4E+00 ± 8E-01	3,5E+00 ± 6E-01	8,8E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 6E-01	6,0E+01 ± 3E+00	3,0E+02 ± 1E+01				
Pb-210	7,9E+00 ± 5E-01	5,4E+00 ± 8E-01	3,5E+00 ± 6E-01	8,8E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 6E-01	6,0E+01 ± 3E+00	3,0E+02 ± 1E+01					
Ra-228	<	2E-01	1,8E-01 ± 1E-01	1,6E-01 ± 1E-01				5,8E-01 ± 3E-01	2,9E+00 ± 2E+00				
Th-230								4,6E+00 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+01				
Th-228	<	1E-01	7,1E-02 ± 4E-02	8,1E-02 ± 5E-02	8,6E-02 ± 4E-02	2,0E-01 ± 1E-01	<	6E-02	6,7E-01 ± 3E-01	3,3E+00 ± 1E+00			
K-40	<	1E+00	8,5E-01 ± 6E-01	<	1E+00	<	1E+00	8,0E-01 ± 5E-01	2,3E+00 ± 2E+00	1,2E+01 ± 8E+00			
Be-7	4,1E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 1E+00	5,5E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 2E+00	6,5E+00 ± 6E-01	4,0E+02 ± 7E+00	2,0E+03 ± 3E+01					
I-131													
Cs-134													
Cs-137	3,4E-02 ± 2E-02	4,5E-02 ± 3E-02						1,2E-01 ± 8E-02	6,0E-01 ± 4E-01				
Co-58													
Co-60													
Cr-51													
Mn-54													
Zn-65													
Nb-95													
Ru-106													
Sb-125													

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

ZRAK

20. ZRAK
I-131 V ZRAKU
AEROSOLI

LETO 2008 T - 43

20. ZRAK - PREGLED MERITEV JODA I-131 V ZRAKU V LETU 2008

Specifična analiza I-131 v zraku (aerosolni, atomarni, CH₃I) (**)

Vzorč. mesto		Spodnji Stari Grad		Stara vas		Leskovec		Brege		Vihre		Gornji Lenart		Libna	
Datum vzor.		Volumen prečrpanega zraka V / m ³ in specifična aktivnost SA / (Bq/m ³)													
od	do	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA
27. 12. 2007	16. 1. 2008	1623,2	< 3E-05	1567,5	< 1E-05	1556,2	< 3E-05	1251,3	< 5E-05	1378,4	< 2E-05	1366,8	< 3E-05	1643,5	< 7E-05
16. 1. 2008	4. 2. 2008	1449,0	< 7E-05	1673,3	< 8E-05	1424,5	< 1E-04	1801,9	< 2E-05	1625,6	< 6E-05	1291,7	< 7E-05	1714,7	< 2E-05
4. 2. 2008	18. 2. 2008	1105,6	< 8E-05	1205,6	< 7E-05	1154,7	< 5E-05	1138,5	< 1E-04	1014,6	< 6E-05	1008,0	< 9E-05	1240,7	5,5E-05 ± 2E-05
18. 2. 2008	3. 3. 2008	1076,8	< 8E-05	1245,6	< 5E-05	1121,3	< 3E-05	1175,6	< 9E-05	988,1	< 8E-05	915,4	< 8E-05	1197,8	< 7E-05
3. 3. 2008	17. 3. 2008	1021,6	< 5E-05	1181,7	< 3E-05	1099,6	< 7E-05	1112,4	< 3E-05	959,9	< 7E-05	962,4	< 8E-05	1221,2	< 5E-05
17. 3. 2008	1. 4. 2008	1182,9	< 1E-04	1313,5	< 5E-05	1187,4	< 3E-05	1214,9	< 7E-05	1036,4	< 1E-04	1021,4	< 2E-05	1294,9	< 7E-05
1. 4. 2008	16. 4. 2008	1171,3	< 5E-05	1154,7	< 5E-05	1007,4	< 2E-04	1280,6	< 4E-05	1357,9	< 2E-05	1066,2	< 9E-05	1267,3	< 7E-05
16. 4. 2008	5. 5. 2008	1699,1	< 5E-05	1544,7	< 4E-05	1413,1	< 4E-05	1390,9	< 9E-05	1430,3	< 4E-05	1516,6	< 4E-05	1666,4	< 4E-05
5. 5. 2008	19. 5. 2008	1114,4	< 1E-04	1111,2	< 6E-05	1121,5	< 5E-05	1035,4	< 6E-05	1442,9	< 3E-05	1445,0	< 4E-05	1093,6	< 5E-05
19. 5. 2008	2. 6. 2008	1182,7	< 3E-05	1153,6	< 5E-05	1124,1	< 4E-05	1179,8	< 8E-05	1004,6	< 4E-05	1046,2	< 4E-05	1265,8	< 4E-05
2. 6. 2008	16. 6. 2008	900,7	< 2E-04	1263,3	< 4E-05	955,8	< 1E-04	1037,4	< 9E-05	927,0	< 7E-05	1027,6	< 8E-05	1245,4	< 3E-05
16. 6. 2008	1. 7. 2008	1046,6	< 7E-05	1302,7	< 4E-05	1128,9	< 4E-05	1223,5	< 6E-05	1401,7	< 4E-05	996,1	< 6E-05	1342,9	< 3E-05
1. 7. 2008	16. 7. 2008	1283,4	< 4E-05	1295,1	< 2E-05	1231,6	< 8E-05	1205,8	< 8E-05	1220,1	< 2E-05	1355,0	< 5E-05	1293,7	< 8E-05
16. 7. 2008	4. 8. 2008	1406,1	< 2E-05	1547,6	< 3E-05	1398,1	< 7E-05	1405,5	< 6E-05	1373,7	< 5E-05	1533,8	< 1E-04	1558,7	< 3E-05
4. 8. 2008	18. 8. 2008	1138,6	< 7E-05	1256,8	< 5E-05	1028,9	< 5E-05	611,5	< 7E-05	1022,6	< 1E-04	1185,7	< 1E-04	1139,9	< 9E-05
18. 8. 2008	1. 9. 2008	1349,8	< 5E-05	1259,8	< 4E-05	1120,8	< 3E-05	1177,3	< 9E-05	1201,6	< 3E-05	1298,4	< 4E-05	1245,7	< 3E-05
1. 9. 2008	16. 9. 2008	1214,8	< 4E-05	1209,5	< 8E-05	1126,3	< 2E-04	1127,2	< 6E-05	1311,9	< 4E-05	1383,6	< 6E-05	1681,3	< 6E-05
1. 9. 2008	1. 10. 2008	1134,1	< 5E-05	1368,7	< 1E-04	1238,3	< 2E-04	1078,5	< 3E-05	1325,2	< 5E-05	1212,2	< 6E-05	1212,2	< 5E-05
1. 10. 2008	16. 10. 2008	1279,7	< 5E-05	1239,4	< 6E-05	1180,6	< 2E-05	1038,5	< 7E-05	1149,4	< 9E-05	1058,5	< 9E-05	1280,9	< 5E-05
16. 10. 2008	3. 11. 2008	1619,9	< 1E-04	1462,8	< 5E-05	1387,9	< 5E-05	1251,4	< 1E-04	1331,3	< 5E-05	1419,8	< 5E-05	1560,8	< 8E-05
3. 11. 2008	17. 11. 2008	1386,1	< 7E-05	1266,4	< 4E-05	1235,4	< 3E-05	1062,4	< 1E-04	944,2	< 6E-05	1049,7	< 8E-05	1189,0	< 6E-05
17. 11. 2008	1. 12. 2008	747,0	< 1E-04	1074,5	< 3E-05	1076,6	< 6E-05	1116,2	< 1E-04	953,3	< 8E-05	1063,5	< 5E-05	1021,7	< 4E-05
1. 12. 2008	16. 12. 2008	1187,8	< 3E-05	1241,9	< 3E-05	1064,8	< 6E-05	1165,8	< 3E-05	1219,4	< 6E-05	1178,0	< 8E-05	1185,6	< 6E-05
16. 12. 2008	28. 12. 2008	1106,4	< 1E-04	1054,9	< 3E-05	982,6	< 4E-05	932,8	< 7E-05	1058,8	< 4E-05	939,4	< 7E-05	1021,2	< 6E-05

(**) Specifična analiza I-131 je bila opravljena z visokoločljivostno spektrometrijo gama na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 44a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	14841,98	11167,1	11461,35	13363,41	11010,51	11419,52	
Oznaka vzorca	K08AE11S	K08AE12S	K08AE13S	K08AE14S	K08AE15S	K08AE16S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22					1,6E-06 ± 7E-07		2,7E-07 ± 3E-07
U-238	2,6E-05 ± 2E-05	< 2E-05	1,3E-05 ± 9E-06	< 2E-05	1,8E-05 ± 1E-05	< 3E-05	9,6E-06 ± 6E-06
Ra-226	< 4E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 4E-05	< 4E-05	< 8E-05	< 1E-05
Pb-210	1,2E-03 ± 3E-04	8,4E-04 ± 5E-05	3,2E-04 ± 2E-05	3,2E-04 ± 2E-05	4,7E-04 ± 8E-05	7,1E-04 ± 5E-05	6,4E-04 ± 1E-04
Ra-228		< 5E-06	< 6E-06	4,5E-06 ± 3E-06		< 2E-05	7,4E-07 ± 2E-06
Th-230							
Th-228	< 2E-05		1,2E-05 ± 2E-06		< 4E-06		2,0E-06 ± 2E-06
K-40			< 2E-04			< 3E-04	< 3E-05
Be-7	2,8E-03 ± 2E-04	5,2E-03 ± 3E-04	4,2E-03 ± 2E-04	4,8E-03 ± 2E-04	5,8E-03 ± 3E-04	5,7E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,1E-06 ± 1E-06	3,0E-06 ± 1E-06	< 1E-06	3,1E-06 ± 1E-06	1,4E-06 ± 6E-07	< 1E-05	1,8E-06 ± 1E-06
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 44b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	13318,98	10599,48	10914,07	12683,93	10715,07	10249,28	
Oznaka vzorca	K08AE17S	K08AE18S	K08AE19S	K08AE1AS	K08AE1BS	K08AE1CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22							1,4E-07 ± 1E-07
U-238			< 2E-05	< 3E-05		< 1E-05	4,8E-06 ± 4E-06
Ra-226	< 3E-05	< 5E-05	< 5E-05	< 5E-05			< 7E-06
Pb-210	5,8E-04 ± 3E-05	5,9E-04 ± 3E-05	7,3E-04 ± 4E-05	9,1E-04 ± 7E-05	1,0E-03 ± 7E-05	6,8E-04 ± 4E-05	7,0E-04 ± 8E-05
Ra-228	< 5E-06	< 1E-05	4,5E-06 ± 3E-06	< 8E-06		< 6E-06	7,5E-07 ± 2E-06
Th-230							
Th-228	< 3E-06	< 4E-06		< 6E-06	< 4E-06		1,0E-06 ± 1E-06
K-40	< 2E-04	< 3E-04	< 2E-04	< 2E-04			< 3E-05
Be-7	6,3E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 2E-04	3,7E-03 ± 3E-04	3,0E-03 ± 1E-04	1,9E-03 ± 1E-04	4,5E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,1E-06 ± 5E-07	< 1E-06	1,9E-06 ± 6E-07	< 3E-06	2,7E-06 ± 1E-06	2,1E-06 ± 7E-07	1,5E-06 ± 6E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 45a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas						
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	14021,81	10611,98	10887,77	12828,88	10554,88	10906,64	
Oznaka vzorca	K08AE21S	K08AE22S	K08AE23S	K08AE24S	K08AE25S	K08AE26S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22					1,9E-06 ± 8E-07		3,2E-07 ± 3E-07
U-238	2,1E-05 ± 1E-05	< 3E-05		1,3E-05 ± 6E-06	9,4E-06 ± 5E-06	< 4E-05	7,2E-06 ± 5E-06
Ra-226	< 5E-05	< 2E-05	3,3E-05 ± 2E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05	5,5E-06 ± 9E-06
Pb-210	1,1E-03 ± 6E-05	9,8E-04 ± 7E-05	3,7E-04 ± 3E-05	3,5E-04 ± 3E-05	5,1E-04 ± 3E-05	5,8E-04 ± 4E-05	6,6E-04 ± 1E-04
Ra-228	< 9E-06	< 6E-06		< 4E-06	< 6E-06	< 1E-05	< 2E-06
Th-230	< 2E-04						< 2E-05
Th-228	2,8E-05 ± 2E-06	< 2E-06		< 2E-06	< 5E-06	3,0E-06 ± 2E-06	5,2E-06 ± 5E-06
K-40		< 3E-04	< 3E-04				< 4E-05
Be-7	2,9E-03 ± 1E-04	5,5E-03 ± 2E-04	4,1E-03 ± 2E-04	5,2E-03 ± 3E-04	5,8E-03 ± 3E-04	5,8E-03 ± 3E-04	4,9E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,7E-06 ± 1E-06	2,1E-06 ± 5E-07	< 2E-06	7,7E-07 ± 5E-07	1,5E-06 ± 7E-07	< 1E-06	1,2E-06 ± 5E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 45b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas						
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	12761,39	10451,23	11146,71	12270,17	10305,99	9986,51	
Oznaka vzorca	K08AE27S	K08AE28S	K08AE29S	K08AE2AS	K08AE2BS	K08AE2CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22							1,6E-07 ± 2E-07
U-238	< 9E-05	< 2E-05	< 2E-05	< 3E-05			3,6E-06 ± 5E-06
Ra-226		< 8E-05	< 2E-05	< 5E-05			2,7E-06 ± 9E-06
Pb-210	7,0E-04 ± 5E-05	5,3E-04 ± 4E-05	8,5E-04 ± 4E-05	9,7E-04 ± 5E-05	8,3E-04 ± 9E-05	8,1E-04 ± 7E-05	7,2E-04 ± 7E-05
Ra-228		< 7E-06	< 5E-06	6,9E-06 ± 4E-06	< 9E-06	< 8E-06	5,7E-07 ± 1E-06
Th-230							< 9E-06
Th-228	< 4E-06	3,4E-06 ± 2E-06		< 5E-06			2,9E-06 ± 2E-06
K-40	< 3E-04		< 2E-04	< 2E-04			< 3E-05
Be-7	6,9E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 3E-04	5,4E-03 ± 3E-04	4,1E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	1,9E-03 ± 1E-04	4,7E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 2E-06	< 2E-06	< 6E-07	2,7E-06 ± 1E-06	4,1E-06 ± 2E-06	2,2E-06 ± 1E-06	1,3E-06 ± 4E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 46a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec						
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	14638,94	10819,91	11221,79	13173,37	10832,08	10587,33	
Oznaka vzorca	K08AE31S	K08AE32S	K08AE33S	K08AE34S	K08AE35S	K08AE36S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22							
U-238	1,1E-05 ± 9E-06	< 5E-05		1,4E-05 ± 7E-06	1,4E-05 ± 9E-06	1,7E-06 ± 9E-07	2,8E-07 ± 3E-07
Ra-226	< 6E-05	< 3E-05	< 3E-05	2,1E-05 ± 2E-05	< 3E-05	< 2E-05	6,5E-06 ± 6E-06
Pb-210	1,1E-03 ± 7E-05	8,7E-04 ± 5E-05	3,3E-04 ± 2E-05	3,5E-04 ± 3E-05	5,2E-04 ± 5E-05	6,0E-04 ± 4E-05	3,5E-06 ± 9E-06
Ra-228	< 2E-05	< 9E-06		4,7E-06 ± 3E-06	< 3E-05	< 1E-05	6,3E-04 ± 1E-04
Th-230							7,8E-07 ± 4E-06
Th-228	< 4E-06	< 4E-06	5,2E-06 ± 1E-06		< 4E-06	< 3E-06	8,6E-07 ± 9E-07
K-40			< 2E-04	< 2E-04			< 3E-05
Be-7	2,7E-03 ± 1E-04	5,4E-03 ± 2E-04	4,3E-03 ± 2E-04	5,2E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 4E-04	5,5E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,9E-06 ± 2E-06	5,4E-06 ± 2E-06	2,2E-06 ± 8E-07	9,6E-07 ± 7E-07	8,9E-07 ± 6E-07	< 2E-06	2,1E-06 ± 8E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 46b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec						
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	13146,66	10263,24	11555,15	12702,49	10680,31	9511,03	
Oznaka vzorca	K08AE37S	K08AE38S	K08AE39S	K08AE3AS	K08AE3BS	K08AE3CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	2,2E-06 ± 1E-06						3,2E-07 ± 2E-07
U-238	< 6E-05	< 2E-05	2,2E-05 ± 1E-05	< 3E-05	< 3E-05	< 3E-05	5,1E-06 ± 5E-06
Ra-226	3,6E-05 ± 2E-05	< 6E-05	6E-05	3,7E-05 ± 3E-05			7,9E-06 ± 7E-06
Pb-210	6,1E-04 ± 4E-05	5,6E-04 ± 3E-05	7,9E-04 ± 7E-05	1,1E-03 ± 6E-05	8,6E-04 ± 4E-05	7,0E-04 ± 5E-05	7,0E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 6E-06		8E-06		< 7E-06	7,9E-06 ± 6E-06	1,1E-06 ± 2E-06
Th-230			< 2E-04		< 3E-04		< 2E-05
Th-228	< 3E-06			< 5E-06		< 4E-06	4,3E-07 ± 6E-07
K-40			< 2E-04	< 2E-04		< 3E-04	< 3E-05
Be-7	6,4E-03 ± 3E-04	5,6E-03 ± 4E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,2E-03 ± 2E-04	3,0E-03 ± 1E-04	2,1E-03 ± 1E-04	4,6E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E-06	1,0E-06 ± 6E-07	< 3E-06	1,3E-06 ± 8E-07	3,0E-06 ± 1E-06	2,7E-06 ± 1E-06	1,7E-06 ± 5E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 47a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	14114,86	10205,65	10716,99	12526,99	10264,8	10525,01		
Oznaka vzorca	K08AE41S	K08AE42S	K08AE43S	K08AE44S	K08AE45S	K08AE46S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								
U-238	7,4E-06 ± 6E-06	< 3E-05	< 2E-05	1,9E-05 ± 1E-05		< 7E-05		4,3E-06 ± 8E-06
Ra-226	< 2E-05	< 5E-05		4,2E-05 ± 3E-05	< 4E-05	< 8E-05		7,0E-06 ± 1E-05
Pb-210	1,1E-03 ± 6E-05	9,1E-04 ± 6E-05	3,7E-04 ± 3E-05	3,5E-04 ± 3E-05	6,0E-04 ± 4E-05	6,0E-04 ± 5E-05		6,6E-04 ± 1E-04
Ra-228		< 9E-06	< 4E-06		< 5E-06			< 1E-06
Th-230								
Th-228		< 4E-06	1,1E-05 ± 2E-06	< 5E-06	< 4E-06	< 5E-06		1,8E-06 ± 2E-06
K-40		< 3E-04			< 3E-04	< 2E-04		< 5E-05
Be-7	2,6E-03 ± 2E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,5E-03 ± 2E-04	4,9E-03 ± 2E-04	5,7E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 3E-04		4,6E-03 ± 4E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,7E-06 ± 5E-07	< 2E-06	< 1E-06	< 1E-06	9,1E-07 ± 5E-07	2,3E-06 ± 1E-06		9,8E-07 ± 5E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 47b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	12351,99	10212,19	10627,83	10382,77	9983,01	9538,73		
Oznaka vzorca	K08AE47S	K08AE48S	K08AE49S	K08AE4AS	K08AE4BS	K08AE4CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								
U-238	< 2E-05	< 5E-05	< 4E-05	< 4E-05	< 5E-05	< 6E-05		2,2E-06 ± 7E-06
Ra-226	2,0E-05 ± 2E-05	< 4E-05	< 4E-05	< 8E-05				5,2E-06 ± 8E-06
Pb-210	6,0E-04 ± 4E-05	5,9E-04 ± 5E-05	8,3E-04 ± 5E-05	8,7E-04 ± 6E-05	9,6E-04 ± 6E-05	8,2E-04 ± 6E-05		7,2E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 1E-05	< 2E-05	5,4E-06 ± 3E-06	5,0E-06 ± 4E-06	< 1E-05	< 1E-05		8,7E-07 ± 1E-06
Th-230						< 4E-04		< 2E-05
Th-228	1,7E-06 ± 1E-06	< 5E-06	3,1E-06 ± 2E-06	< 6E-06	< 6E-06			1,3E-06 ± 9E-07
K-40			< 2E-04					< 3E-05
Be-7	6,1E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 2E-04	3,5E-03 ± 2E-04	2,7E-03 ± 1E-04	1,8E-03 ± 9E-05		4,3E-03 ± 4E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,2E-06 ± 8E-07	8,1E-06 ± 6E-06	3,5E-06 ± 3E-06	1,8E-06 ± 9E-07	< 2E-06	3,8E-06 ± 2E-06		2,1E-06 ± 7E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 48a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Vihre							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	13298,62	10624,76	10987,83	12612,27	10012,23	10786,75		
Oznaka vzorca	K08AE51S	K08AE52S	K08AE53S	K08AE54S	K08AE55S	K08AE56S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								
U-238	1,5E-05 ± 1E-05	< 3E-05		< 2E-05	< 1E-05	< 4E-05		2,6E-06 ± 6E-06
Ra-226	< 7E-05	< 6E-05	< 3E-05	1,8E-05 ± 1E-05	< 2E-05	< 8E-05		3,0E-06 ± 1E-05
Pb-210	1,4E-03 ± 1E-04	1,1E-03 ± 5E-05	4,1E-04 ± 5E-05	4,4E-04 ± 3E-05	6,2E-04 ± 3E-05	8,6E-04 ± 5E-05		8,1E-04 ± 2E-04
Ra-228	< 5E-06	4,5E-06 ± 3E-06	4,6E-06 ± 3E-06	< 6E-06	< 3E-06	1,0E-05 ± 7E-06		3,2E-06 ± 2E-06
Th-230								
Th-228		< 4E-06	2,6E-04 ± 1E-05	< 3E-06		< 6E-06		4,4E-05 ± 4E-05
K-40				< 2E-04		< 3E-04		< 3E-05
Be-7	3,5E-03 ± 2E-04	6,4E-03 ± 3E-04	5,1E-03 ± 2E-04	6,1E-03 ± 3E-04	6,8E-03 ± 4E-04	7,4E-03 ± 4E-04		5,9E-03 ± 6E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,9E-06 ± 2E-06	3,0E-06 ± 7E-07	1,6E-06 ± 1E-06	< 3E-06	1,4E-06 ± 7E-07	< 3E-06		1,7E-06 ± 7E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 48b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Vihre							
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	13534,9	11133,72	10269,9	13163,77	11241,01	9647,83		
Oznaka vzorca	K08AE57S	K08AE58S	K08AE59S	K08AE5AS	K08AE5BS	K08AE5CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								
U-238	< 4E-05	< 4E-05	< 3E-05	1,3E-05 ± 9E-06	< 3E-05	< 7E-05		2,4E-06 ± 6E-06
Ra-226	< 3E-05	< 5E-05	< 6E-05	2,8E-05 ± 2E-05				3,8E-06 ± 8E-06
Pb-210	8,1E-04 ± 5E-05	9,3E-04 ± 6E-05	1,1E-03 ± 9E-05	1,3E-03 ± 1E-04	1,1E-03 ± 5E-05	9,3E-04 ± 7E-05		9,2E-04 ± 9E-05
Ra-228	6,2E-06 ± 4E-06		< 5E-06		< 1E-05	< 1E-05		2,1E-06 ± 1E-06
Th-230								
Th-228	< 5E-06			< 3E-06	< 7E-06	< 6E-06		2,2E-05 ± 2E-05
K-40			< 2E-04	< 2E-04		< 3E-04		< 3E-05
Be-7	8,4E-03 ± 4E-04	7,2E-03 ± 4E-04	6,3E-03 ± 5E-04	5,0E-03 ± 3E-04	3,5E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04		5,7E-03 ± 5E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,8E-06 ± 2E-06	< 3E-06	8,2E-07 ± 3E-07	1,9E-06 ± 6E-07	5,7E-06 ± 2E-06	3,0E-06 ± 1E-06		2,1E-06 ± 5E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 49a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	15117,64	11529,71	11912,15	13605,41	11274,12	11609,11	
Oznaka vzorca	K08AE61S	K08AE62S	K08AE63S	K08AE64S	K08AE65S	K08AE66S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	<	<	<	<	<	<	<
U-238	< 3E-05	< 3E-05	< 4E-05	< 3E-05	< 2E-05	3,0E-05 ± 1E-05	5,0E-06 ± 7E-06
Ra-226	1,7E-05 ± 1E-05	< 4E-05	<	1,4E-05 ± 1E-05	< 3E-05	<	5,0E-06 ± 4E-06
Pb-210	1,4E-03 ± 6E-05	1,1E-03 ± 7E-05	4,2E-04 ± 3E-05	4,4E-04 ± 3E-05	6,0E-04 ± 3E-05	8,6E-04 ± 5E-05	8,0E-04 ± 2E-04
Ra-228	<	<	< 8E-06	< 4E-06	< 9E-06	<	< 1E-06
Th-230	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	< 2E-06	< 5E-06	1,8E-04 ± 6E-06	< 2E-06	< 3E-06	<	2,9E-05 ± 3E-05
K-40	<	< 2E-04	<	<	<	< 2E-04	< 3E-05
Be-7	3,3E-03 ± 1E-04	6,1E-03 ± 2E-04	4,8E-03 ± 2E-04	5,9E-03 ± 3E-04	6,7E-03 ± 3E-04	6,6E-03 ± 3E-04	5,6E-03 ± 5E-04
I-131	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	2,9E-06 ± 1E-06	1,7E-06 ± 1E-06	2,0E-06 ± 1E-06	1,3E-06 ± 5E-07	1,3E-06 ± 7E-07	< 2E-06	1,5E-06 ± 4E-07
Co-58	<	<	<	<	<	<	<
Co-60	<	<	<	<	<	<	<
Cr-51	<	<	<	<	<	<	<
Mn-54	<	<	<	<	<	<	<
Zn-65	<	<	<	<	<	<	<
Nb-95	<	<	<	<	<	<	<
Ru-106	<	<	<	<	<	<	<
Sb-125	<	<	<	<	<	<	<

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 49b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	13417,77	11001,51	11792,25	13250,79	10687,06	11715,35	
Oznaka vzorca	K08AE67S	K08AE68S	K08AE69S	K08AE6AS	K08AE6BS	K08AE6CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	<	<	<	<	<	<	<
U-238	< 2E-05	1,8E-05 ± 1E-05	< 1E-05	< 5E-05	< 4E-05	< 1E-05	4,0E-06 ± 5E-06
Ra-226	< 5E-05	< 2E-05	<	< 6E-05	<	<	2,5E-06 ± 5E-06
Pb-210	7,0E-04 ± 1E-04	7,4E-04 ± 5E-05	1,1E-03 ± 6E-05	1,2E-03 ± 7E-05	1,1E-03 ± 7E-05	6,2E-04 ± 7E-05	8,5E-04 ± 9E-05
Ra-228	<	< 7E-06	< 4E-06	< 9E-06	< 1E-05	< 7E-06	< 1E-06
Th-230	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	< 4E-06	< 4E-06	< 3E-06	<	<	<	1,5E-05 ± 1E-05
K-40	<	< 2E-04	< 2E-04	< 2E-04	<	< 2E-04	< 3E-05
Be-7	7,0E-03 ± 4E-04	6,4E-03 ± 3E-04	6,2E-03 ± 3E-04	4,5E-03 ± 2E-04	3,3E-03 ± 2E-04	1,7E-03 ± 8E-05	5,2E-03 ± 5E-04
I-131	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	< 1E-06	< 9E-07	1,6E-06 ± 7E-07	< 1E-06	4,5E-06 ± 2E-06	2,3E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 4E-07
Co-58	<	<	<	<	<	<	<
Co-60	<	<	<	<	<	<	<
Cr-51	<	<	<	<	<	<	<
Mn-54	<	<	<	<	<	<	<
Zn-65	<	<	<	<	<	<	<
Nb-95	<	<	<	<	<	<	<
Ru-106	<	<	<	<	<	<	<
Sb-125	<	<	<	<	<	<	<

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 50a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevancev gama

Vzorč. mesto	Libna							
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	14079,44	10419,7	10722,5	12460,47	10258,14	10559,86		
Oznaka vzorca	K08AE71S	K08AE72S	K08AE73S	K08AE74S	K08AE75S	K08AE76S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22					1,0E-06 ± 8E-07			1,7E-07 ± 2E-07
U-238	< 2E-05	< 9E-05			< 5E-05	< 2E-05		< 1E-05
Ra-226	< 4E-05		< 6E-05	< 5E-05	< 4E-05	< 3E-05		< 1E-05
Pb-210	8,4E-04 ± 4E-04	9,7E-04 ± 6E-05	2,9E-04 ± 2E-05	3,4E-04 ± 3E-05	5,0E-04 ± 3E-05	6,1E-04 ± 6E-05		5,9E-04 ± 1E-04
Ra-228			9,0E-06 ± 5E-06	< 8E-06	< 7E-06			1,5E-06 ± 1E-06
Th-230								
Th-228		< 6E-06	5,6E-05 ± 4E-06		< 3E-06	< 3E-06		9,3E-06 ± 9E-06
K-40				< 2E-04				< 2E-05
Be-7	2,8E-03 ± 1E-04	5,6E-03 ± 2E-04	4,2E-03 ± 2E-04	5,3E-03 ± 2E-04	5,7E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 4E-04		4,8E-03 ± 5E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 5E-06	< 2E-06	< 1E-06	< 8E-07	< 2E-06	< 1E-06		< 6E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 50b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevancev gama

Vzorč. mesto	Libna							
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	12291,95	10040,99	10775,12	11967,39	9529,08	9438,85		
Oznaka vzorca	K08AE77S	K08AE78S	K08AE79S	K08AE7AS	K08AE7BS	K08AE7CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								8,5E-08 ± 8E-08
U-238		< 3E-05	< 1E-04	< 3E-05	< 3E-05	< 7E-05		< 9E-06
Ra-226	< 8E-05	< 7E-05	< 6E-05	< 4E-05	< 2E-04	< 1E-05		< 1E-05
Pb-210	6,4E-04 ± 5E-05	5,5E-04 ± 3E-05	8,9E-04 ± 5E-05	9,6E-04 ± 5E-05	8,9E-04 ± 8E-05	6,6E-04 ± 6E-05		6,8E-04 ± 7E-05
Ra-228		< 9E-06	< 5E-06	< 6E-06	< 1E-05			7,5E-07 ± 1E-06
Th-230								
Th-228	< 3E-06	< 6E-06	< 4E-06					4,7E-06 ± 5E-06
K-40		< 3E-04	< 3E-04	< 2E-04	< 3E-04	< 3E-04		< 3E-05
Be-7	6,7E-03 ± 3E-04	5,7E-03 ± 3E-04	5,6E-03 ± 3E-04	4,0E-03 ± 2E-04	3,1E-03 ± 2E-04	1,9E-03 ± 1E-04		4,7E-03 ± 4E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 7E-07	< 1E-06	< 2E-06	< 9E-07	< 2E-06	< 3E-06		< 4E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 51a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Dobova							Polletno povprečje (*)
	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008		
Kol. vzorca (m ³)	123420,7	120244,6	131629,1	154105,9	128410,7	129075,6		
Oznaka vzorca	K08AE811	K08AE821	K08AE831	K08AE841	K08AE851	K08AE861		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22			4,6E-07 ± 2E-07	6,1E-07 ± 1E-07	8,3E-07 ± 1E-07	6,9E-07 ± 2E-07	4,3E-07 ± 1E-07	
U-238	< 8E-06	< 5E-06		< 2E-06		< 1E-05	< 2E-06	
Ra-226	< 1E-05	6,8E-06 ± 5E-06	< 2E-05	< 6E-06	< 9E-06	< 1E-05	1,1E-06 ± 3E-06	
Pb-210	1,3E-03 ± 7E-05	8,2E-04 ± 4E-05	3,4E-04 ± 2E-05	2,9E-04 ± 1E-05	5,1E-04 ± 3E-05	5,7E-04 ± 3E-05	6,3E-04 ± 1E-04	
Ra-228	< 1E-06	< 9E-07	< 9E-07	< 8E-07		< 1E-06	< 2E-07	
Th-230								
Th-228	8,5E-06 ± 5E-07	< 6E-07	< 1E-06	1,9E-07 ± 1E-07		7,2E-07 ± 4E-07	1,6E-06 ± 1E-06	
K-40	< 8E-05	< 7E-05	< 7E-05	< 6E-05		< 9E-05	< 2E-05	
Be-7	2,9E-03 ± 1E-04	5,0E-03 ± 3E-04	4,3E-03 ± 2E-04	4,5E-03 ± 3E-04	5,3E-03 ± 2E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,5E-03 ± 4E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,6E-06 ± 4E-07	2,2E-06 ± 2E-07	1,2E-06 ± 2E-07	6,8E-07 ± 1E-07	6,9E-07 ± 1E-07	5,3E-07 ± 2E-07	1,3E-06 ± 4E-07	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 51b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Dobova						Letno povprečje (*)
	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	
Kol. vzorca (m ³)	152807,2	126428,5	148705,3	143914,2	135967,9	131100,5	
Oznaka vzorca	K08AE871	K08AE881	K08AE891	K08AE8A1	K08AE8B1	K08AE8C1	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	7,2E-07 ± 1E-07	5,1E-07 ± 3E-07	7,5E-07 ± 4E-07	4,7E-06 ± 3E-06	< 1E-05	< 6E-06	3,8E-07 ± 1E-07
U-238			< 6E-06				3,9E-07 ± 1E-06
Ra-226	< 8E-06	< 9E-06		< 1E-05			5,7E-07 ± 2E-06
Pb-210	6,3E-04 ± 4E-05	5,1E-04 ± 3E-05	7,2E-04 ± 4E-05	9,6E-04 ± 5E-05	7,0E-04 ± 3E-05	5,6E-04 ± 9E-05	6,6E-04 ± 8E-05
Ra-228		< 1E-06	2,8E-06 ± 6E-07	< 2E-06			2,3E-07 ± 2E-07
Th-230			3,0E-05 ± 2E-05				2,5E-06 ± 2E-06
Th-228	4,9E-07 ± 2E-07	4,6E-07 ± 2E-07	1,1E-06 ± 3E-07	< 1E-06		< 1E-06	9,6E-07 ± 7E-07
K-40		< 7E-05	2,7E-04 ± 5E-05				2,2E-05 ± 2E-05
Be-7	6,1E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 3E-04	4,5E-03 ± 2E-04	3,7E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04	1,7E-03 ± 9E-05	4,2E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	5,2E-07 ± 2E-07	2,7E-07 ± 1E-07	6,6E-07 ± 1E-07	8,8E-07 ± 2E-07	1,5E-06 ± 2E-07	2,2E-06 ± 2E-07	1,2E-06 ± 2E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T – 51a, 51b
11. ZRAK – zračni delci (aerosoli)

Specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Dobova				
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 1. 7. 2008	1. 7. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	375294,4	411592,2	410982,6	427941	
Oznaka vzorca	K08AE8D1	K08AE8E1	K08AE8F1	K08AE8G1	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
Sr-89/Sr-90	7,6E-07 ± 1E-07	1,2E-06 ± 1E-07	3,5E-07 ± 9E-08	1,1E-06 ± 2E-07	8,3E-07 ± 2E-07

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na IJS na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 52a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica						
Datum vzor.	27. 12. 2007 - 4. 2. 2008	4. 2. 2008 - 3. 3. 2008	3. 3. 2008 - 1. 4. 2008	1. 4. 2008 - 5. 5. 2008	5. 5. 2008 - 2. 6. 2008	2. 6. 2008 - 1. 7. 2008	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	108235,2	97448,5	132070,3	155878,8	132173,4	133188,5	
Oznaka vzorca	RP08AE111	RP08AE121	RP08AE131	RP08AE141	RP08AE151	RP08AE161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22		5,4E-07 ± 3E-07		6,7E-07 ± 2E-07	9,7E-07 ± 2E-07	< 9E-07	3,6E-07 ± 2E-07
U-238		5,3E-06 ± 4E-06			< 6E-06	< 5E-06	8,8E-07 ± 1E-06
Ra-226		< 2E-05	< 1E-05	< 1E-05	< 1E-05	< 2E-05	< 4E-06
Pb-210	1,3E-03 ± 7E-05	8,5E-04 ± 4E-05	3,3E-04 ± 1E-05	3,6E-04 ± 2E-05	5,2E-04 ± 3E-05	5,6E-04 ± 3E-05	6,5E-04 ± 1E-04
Ra-228	< 1E-06	< 2E-06	< 1E-06	< 8E-07		< 2E-06	< 4E-07
Th-230							
Th-228	8,3E-07 ± 3E-07	7,7E-07 ± 5E-07	< 7E-07	< 5E-07		< 8E-07	2,7E-07 ± 2E-07
K-40	< 8E-05						< 8E-06
Be-7	2,8E-03 ± 1E-04	4,4E-03 ± 2E-04	3,5E-03 ± 1E-04	4,8E-03 ± 2E-04	5,2E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 2E-04	4,3E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	4,0E-06 ± 2E-07	3,1E-06 ± 4E-07	1,5E-06 ± 2E-07	9,6E-07 ± 1E-07	9,2E-07 ± 2E-07	6,6E-07 ± 2E-07	1,9E-06 ± 6E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 52b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica						
Datum vzor.	1. 7. 2008 - 4. 8. 2008	4. 8. 2008 - 1. 9. 2008	1. 9. 2008 - 1. 10. 2008	1. 10. 2008 - 3. 11. 2008	3. 11. 2008 - 1. 12. 2008	1. 12. 2008 - 28. 12. 2008	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m ³)	155261,3	129115,7	159101,9	162542	128852	129511,7	
Oznaka vzorca	RP08AE171	RP08AE181	RP08AE191	RP08AE1A1	RP08AE1B1	RP08AE1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	5,7E-07 ± 3E-07		3,4E-07 ± 1E-07			3,8E-07 ± 2E-07	2,9E-07 ± 1E-07
U-238	4,1E-06 ± 3E-06		5,6E-06 ± 2E-06	< 5E-06	< 9E-06		1,2E-06 ± 8E-07
Ra-226	< 1E-05	< 1E-05	9,5E-06 ± 4E-06				7,9E-07 ± 2E-06
Pb-210	5,3E-04 ± 3E-05	6,0E-04 ± 3E-05	6,7E-04 ± 3E-05	8,0E-04 ± 4E-05	7,1E-04 ± 4E-05	5,0E-04 ± 3E-05	6,4E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 1E-06	< 1E-06	1,4E-06 ± 5E-07	< 1E-06			1,2E-07 ± 2E-07
Th-230							
Th-228	5,3E-07 ± 3E-07	< 9E-07	1,1E-06 ± 3E-07				2,7E-07 ± 1E-07
K-40		< 7E-05	2,3E-04 ± 4E-05				1,9E-05 ± 2E-05
Be-7	5,7E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 2E-04	4,5E-03 ± 2E-04	3,0E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 1E-04	1,4E-03 ± 1E-04	4,0E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	6,3E-07 ± 2E-07	6,3E-07 ± 2E-07	7,7E-07 ± 1E-07	1,2E-06 ± 2E-07	2,4E-06 ± 3E-07	2,3E-06 ± 3E-07	1,6E-06 ± 3E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

SEZNAM DOZIMETROV TLD V OKOLICI NEK

Sektor	št.	Oznaka	GEOGRAFSKE KOORDINATE	d / km	Kraj in naslov
N	1	T1C1	45 57,1 / 15 30,9	1,7	Libna 2, Andrej Peršolja
	2	T1F1	46 01,7 / 15 30,7	10	Mali Kamen 32, Anton Brljavec
2 NNE	3	T2B1	45 56,8 / 15 31,3	0,79	Spodnji Stari Grad 1
	4	T2B2	45 57,0 / 15 31,4	1,4	Libna 8, Jože Pogačar
	5	T2D1	45 58,2 / 15 31,9	3,75	Pleterje 16, Maks Urek
	6	T2E1	46 00,9 / 15 34,5	9,72	Pečice 39, Franc Godler
3 NE	61	T3C1	45 57,0 / 15 32,1	2,1	Libna 33, Božidar Volčanšek
	7	T3E1	45 58,5 / 15 33,5	5,42	Zgornja Pohanca 3, Silvester Kunej
	8	T3E2	45 59,4 / 15 35,6	8,4	Sromlje 13, Ivan Bartole
4 ENE	9	T4B1	45 56,6 / 15 31,9	1,37	Spodnji Stari Grad 27, Jože Novak
	62	T4D1	45 55,9 / 15 33,3	2,7	Dolenja vas 51, Jože Gorišek
	10	T4E1	45 57,2 / 15 35,7	6,4	Glogov brod 1, Milan Rožman
	11	T4F1	45 59,1 / 15 37,8	10,45	Dednja vas 8, Ivan Dušič
5 E	12	T5B1	45 56,2 / 15 31,9	1,25	Spodnji Stari Grad - Gmajna
	13	T5D1	45 56,4 / 15 33,2	3,1	Pesje 1, Jože Gerjevič
	14	T5D2	45 55,8 / 15 34,4	4,55	Gornji Lenart 21, Josip Kunej (met. postaja)
	15	T5E1	45 56,8 / 15 38,5	9,67	Globoko 21, Jože Hotko
6 ESE	16	T6B1	45 55,7 / 15 31,9	1,25	Spodnji Stari Grad - Gmajna (ob cesti)
	63	T6D1	45 55,8 / 15 33,3	3,2	Pesje 23 (Amerika), Angela Slivšek
	17	T6E1	45 54,0 / 15 37,6	9,65	Mostec 45, Jožefa Žibert
	18	T6E2	45 54,6 / 15 35,4	6,72	Brežice, Nad vrbino 3
	19 ^{*)}	T6E3		6	Brežice, Čolnarska 9, F. Vinpolšek
7 SE	59	T7D1	45 55,2 / 15 32,7	3,2	Gmajnice, bivše vojaško skladišče
	20	T7E1	45 53,4 / 15 33,7	6,42	Krška vas 3, Tomše
	21	T7E2	45 53,9 / 15 35,8	7,8	Brežice, Prešernova cesta 25, Sobak
8 SSE	22	T8D1	45 54,8 / 15 31,5	2,7	Vihre 17, Martin Račič
	58	T8E1	45 53,3 / 15 32,9	6,1	Boršt 1, Alojz Zofič
9 S	23	T9D1	45 53,8 / 15 30,3	5	Črešnjice 30a, Avgust Kovač
	24	T9D2	45 54,8 / 15 30,9	2,6	Mrtvice 27, Vili Kuhar
10 SSW	57	T10E1	45 53,7 / 15 29,5	5	Hrastje pri Cerkljah 33a, Leopold Jerele
	26	T10C1	45 55,2 / 15 30,1	2,3	Brege 17A, Smiljana Jurečič
11 SW	25	T11D2	45 55,2 / 15 29,8	2,62	Brege 52, Franc Škofljanc (met. postaja)
	27	T11D1	45 55,1 / 15 29,1	3,2	Drnovo 62, Fanika Bizjak
	28	T11E1	45 53,8 / 15 27,4	6,2	Veliki Podlog 56, Ivan Arh
12 WSW	29	T12C1	45 56,0 / 15 29,7	1,57	Žadovinek 20a, Anton Dušič
	30	T12E1	45 54,6 / 15 24,2	9,35	Zaloke 10, Martin Tomažin
13 W	31	T13C1	45 56,3 / 15 29,5	1,87	Žadovinek 10, Marjan Pešec
	32	T13D1	45 56,2 / 15 28,4	3,2	Leskovec, Cesta ob gaju 17, Franc Strgar
	33	T13E1	45 56,5 / 15 25,1	7,37	Drenovec 8, Ivan Zupančič
	34	T13E2	45 55,7 / 15 23,5	9,72	Raka 1, Emil Vehovar, nad vodnjakom

SEZNAM DOZIMETROV TLD V OKOLICI NEK

Sektor	št.	Oznaka	GEOGRAFSKE KOORDINATE	d / km	Kraj in naslov
WNW	36	T14E1	45 57,6 / 15 25,2	7,85	Kalce 4, Franc Tomažin
	37	T14E2	45 57,9 / 15 23,8	9,72	Veliki trn 6, Janc
15 NW	38	T15C1	45 57,1 / 15 30,0	1,9	Krško, Ob Potočnici
	39	T15B1	45 56,7 / 15 30,4	1	Vrbina 2, Milka Filej
	40	T15D1	45 58,2 / 15 29,1	4,37	Krško, Valvazorjeva 5
	41	T15D2	45 57,6 / 15 29,0	3,12	Trška gora, vinograd ob cesti desno
	42	T15D3	45 57,3 / 15 29,4	2,81	Krško, Ribiška 3, Emil Gelb
	43	T15E1	45 59,2 / 15 28,1	6,6	Gunte 6
	44	T15F1	46 00,6 / 15 25,6	10,5	Presladol 74, Jane Radej
16 NNW	45	T16B1	45 57,0 / 15 30,5	1,3	Vrbina, Hladilnica Evrosad
	46	T16C1	45 57,1 / 15 30,2	1,9	Krško, Cesta 4. julija 112, Slavko Gomboc
	47	T16D1	45 57,8 / 15 29,8	3,12	Krško, Sremiška 29b, S. Valentinčič
	48	T16D2	45 58,5 / 15 29,4	4,55	Sremič 13, Topolovšek
	49	T16D3	45 57,7 / 15 29,8	2,9	Krško, Stritarjeva 5, Martin Založnik
	50	T16E1	46 00,3 / 15 28,7	8,1	Senovo, Titova 2, Antonija Hodnik

DOZIMETRI RAZPOREJENI NA OGRAJI NEK

št.	Oznaka	Smer	Kraj postavitve
51	T6A1	ESE	sredina ograje
52	T8A1	SE	hladilni stolpi
53	T11A1	SW	vhod bistvene vode
54	T13A1	W	zahodna stran ograje
55	T3A1	NE	vratarnica
56	T15A1	NNW	severna ograja zahodno od stikalne postaje
65	T2A1	WSW	zahodna stran ograje levo od 54
66	T1A1	W	zahodna stran ograje desno od 54
67	T2A2	NNE	severna ograja ob stikalni postaji

LETO 2008 T – 53/b
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI

Krajevna porazdelitev doz zunanega sevanja $H^*(10)$ v posameznih obdobjih (μSv) v letu 2008																							
Obdobje ekspozicije	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009		Letna doza	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009		Letna doza	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009		Letna doza	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009		Letna doza			
	Pas (km)	ograja znotraj NEK				do 1,5 km			od 1,5 km do 5,0 km			od 5,0 km do 10,0 km				Povprečje po sektorjih							
	št.				št.					št.					št.								
N 1					60	416	405	822	1	396	394	789	2	421	420	841	411	406	817				
NNE 2	67	282	289	570	3	377	386	764	5	409	393	803	6	485	501	985	445	447	892				
					4	509	506	1015															
NE 3	55	294	308	602					61	492	451	943	7	387	404	791	416	408	824				
									8	369	370	739											
ENE 4					9	367	390	757	62	451	449	899	10	470	445	915	435	428	863				
									11	453	430	883											
E 5					12	466	480	946	13	421	435	856	15	419	426	846	422	438	860				
									14	381	412	793											
ESE 6	51	278	277	555	16	368	386	754	63	375	400	775	17	363	372	736	388	402	790				
													18	400	416	815							
													19	434	435	869							
SE 7									59	389	398	787	20	415	438	853	382	400	782				
													21	342	365	707							
SSE 8	52	251	254	505					22	375	396	770	58	477	462	940	426	429	855				
S 9													23	453	458	911	438	442	880				
									24	423	426	849											
SSW 10									26	411	424	834	57	494	490	983	452	457	909				
SW 11	53	316	314	630					25	362	403	765	28	401	413	813	387	404	791				
									27	397	397	794											
WSW 12	65	323	-20	303					29	356	369	725	30	385	392	778	370	381	751				
W 13	54	313	313	626					31	385	420	806	33	430	369	799	395	402	797				
	66	330	350	680					32	385	416	801	34	381	402	783							
WNW 14									35	470	457	927	36	399	400	799	433	439	872				
													37	431	460	891							
NW 15	56	288	290	578	39	382	401	783	38	385	387	772	43	480	457	937	368	372	740				
									40	307	310	617	44	318	328	646							
									41	359	383	742											
NNW 16					45	339	351	690	42	344	339	684											
									46	431	455	885	50	355	363	718	414	428	842				
									47	453	475	927											
									48	494	503	997											
									49	414	421	835											
Povprečje po pasovih	(9)	297	264	561	(8)	403	413	816	(25)	402	413	815	(24)	415	417	832	(57)	408	415	822			
	\pm	26	110	109	\pm	58	52	109	\pm	45	41	84	\pm	48	43	89	\pm	48	43	89			
Ljubljana																	št.	64	433	407	839		

št. – številka merilnega mesta (glej tabelo T – 53/a)
() – število merilnih mest upoštevanih v povprečju posameznega pasu
 \pm – pomeni standardno deviacijo porazdelitve doz v pasu

LETO 2008 T - 53/c
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI

Povprečna mesečna doza $H^*(10)$ / μSv na mesec za 6-mesečni obdobji in povprečna mesečna doza $H^*(10)$ / μSv na mesec v letu 2008																				
Obdobje ekspozicije	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008			v 2008	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008			v 2008	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008			v 2008	od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008			v 2008				
	od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009				od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009				od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009				od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009							
Pas (km)	ograja znotraj NEK				do 1,5 km				od 1,5 km do 5,0 km				od 5,0 km do 10,0 km				Povprečje po sektorjih			
N 1	št.				št.				št.				št.				št.			
NNE 2	67	47	48	48	60	69	67	68	1	66	65	66	2	70	69	70	68	67	68	
NE 3	55	49	51	50	3	63	64	64	5	68	65	67	6	81	83	82	74	74	74	
ENE 4					4	85	84	85					7	64	67	66	69	67	69	
E 5					9	61	64	63	61	82	75	79	8	61	61	62				
ESE 6	51	46	46	46	12	78	79	79	62	75	74	75	10	78	74	76	72	71	72	
SE 7					16	61	64	63	13	70	72	71	11	75	71	74				
SSE 8	52	42	42	42					14	63	68	66	15	70	70	70	70	72	72	
S 9									17	60	62	61								
SSW 10									18	66	69	68	17	60	62	61	64	66	66	
SW 11	53	52	52	52					19	72	72	72	18	66	69	68				
WSW 12	65	54	-3	25					20	69	72	71	19	72	72	72	63	66	65	
W 13	54	52	52	52					21	57	60	59	20	69	72	71				
WNW 14	66	55	58	57					22	62	65	64	21	57	60	59	71	71	71	
NW 15	56	48	48	48					23	75	76	76	22	62	65	64	73	73	73	
NNW 16									24	70	70	71	23	75	76	76				
					39	64	66	65	26	68	70	70	24	70	70	70	75	75	76	
									27	66	66	66	25	60	67	64	64	67	66	
									28	67	68	68	26	68	70	70	28	67	68	
									29	59	61	60	27	66	66	66	27	66	66	
									30	64	65	65	28	67	68	68	29	59	61	
									31	64	69	67	29	59	61	60	30	64	65	
									32	64	69	67	30	64	65	65	31	64	69	
									33	71	61	67	31	64	69	67	32	64	69	
									34	63	66	65	32	64	69	67	33	71	61	
									35	78	76	77	33	71	61	67	34	63	66	
													34	63	66	65	35	78	76	
													35	66	66	67	36	66	66	
													36	66	66	67	37	72	76	
													37	72	76	74	37	72	76	
													38	64	64	64	38	64	64	
													39	64	64	64	39	64	66	
													40	51	51	51	40	51	51	
													41	60	63	62	41	60	63	
													42	57	56	57	42	57	56	
													43	80	76	78	43	80	76	
													44	53	54	54	44	53	54	
													45	59	60	60	45	59	60	
													46	72	75	74	46	72	75	
													47	75	78	77	47	75	78	
													48	82	83	83	48	82	83	
													49	69	70	70	49	69	70	
Povprečje po pasovih	(9)	49	44	47	(8)	67	68	68	(25)	67	68	68	(24)	69	69	69	(57)	68	69	
	±	4	18	9	±	10	9	9	±	8	7	7	±	8	7	7	±	8	7	
Ljubljana																	št.	64	72	
																		67	70	

št. – številka merilnega mesta (glej tabelo T – 53/a)
() – število merilnih mest upoštevanih v povprečju posameznega pasu
± – pomeni standardno deviacijo porazdelitve doz v pasu

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

LETO 2008 T – 54/b
30. TLD polletne meritve (**)



Št. TLD	Mesto postavitve	Izmerjena doza $H^*(10)$ / μSv v obdobju				Letna doza $H^*(10)$ / μSv v 2008	Povprečna mesečna doza $H^*(10)$ / μSv na mesec v obdobju				Povprečna mesečna doza $H^*(10)$ / μSv na mesec v 2008
		od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009			od 31. 12. 2007 do 1. 7. 2008		od 1. 7. 2008 do 1. 1. 2009		
		od do	sl.	od do	sl.		od do	sl.	od do	sl.	
1	KOČEVJE	466 ± 64		496 ± 68		962 ± 93	77 ± 11	82 ± 11		80 ± 15	
2	DVOR PRI ŽUŽEMBERKU	473 ± 65		505 ± 69		978 ± 95	79 ± 11	83 ± 11		81 ± 16	
3	ČRNOMELJ	578 ± 79		559 ± 77		1137 ± 110	96 ± 13	92 ± 13		95 ± 18	
4	DRAŠIČI METLIKA	400 ± 55		436 ± 60		837 ± 81	67 ± 9	72 ± 10		70 ± 13	
5	NOVO MESTO	325 ± 44		370 ± 51		694 ± 67	54 ± 7	61 ± 8		58 ± 11	
6	MOKRONOG	458 ± 63		485 ± 66		944 ± 91	76 ± 10	80 ± 11		79 ± 15	
7	LISCA	381 ± 52		381 ± 52		762 ± 74	63 ± 9	63 ± 9		64 ± 12	
8	CELJE	387 ± 53		423 ± 58		810 ± 78	64 ± 9	70 ± 10		68 ± 13	
9	ROGAŠKA SLATINA	401 ± 55		388 ± 53		789 ± 76	67 ± 9	64 ± 9		66 ± 13	
10	SLOVENSKE KONJICE	417 ± 57		408 ± 56		825 ± 80	69 ± 9	67 ± 9		69 ± 13	
11	ROGLA	471 ± 64		569 ± 78		1040 ± 101	78 ± 11	94 ± 13		87 ± 17	
12	MARIBOR	389 ± 53		424 ± 58		813 ± 79	65 ± 9	70 ± 10		68 ± 13	
13	PTUJ	433 ± 59		480 ± 66		913 ± 88	72 ± 10	79 ± 11		76 ± 15	
14	JERUZALEM ORMOŽ	405 ± 55		407 ± 56	*	813 ± 79	67 ± 9	67 ± 9	*	68 ± 13	
15	LENDAVA	413 ± 56		456 ± 62		868 ± 84	69 ± 9	75 ± 10		72 ± 14	
16	MURSKA SOBOTA	375 ± 51		415 ± 57		790 ± 77	62 ± 9	69 ± 9		66 ± 13	
17	VELIKI DOLENCI	415 ± 57		456 ± 62		872 ± 84	69 ± 9	75 ± 10		73 ± 14	
18	GORNJA RADGONA	427 ± 58		429 ± 59	*	856 ± 83	71 ± 10	71 ± 10	*	71 ± 14	
19	SVEČINA	464 ± 64		501 ± 68		965 ± 93	77 ± 11	83 ± 11		80 ± 15	
20	RIBNICA NA POHORJU	426 ± 58		447 ± 61		873 ± 84	71 ± 10	74 ± 10		73 ± 14	
21	KOTLJE	486 ± 66		488 ± 67	*	974 ± 94	81 ± 11	81 ± 11	*	81 ± 16	
22	VELENJE	387 ± 53		439 ± 60		827 ± 80	64 ± 9	73 ± 10		69 ± 13	
23	MOZIRJE	409 ± 56		429 ± 59		839 ± 81	68 ± 9	71 ± 10		70 ± 13	
24	LUČE OB SAVINJI	408 ± 56		439 ± 60		847 ± 82	68 ± 9	73 ± 10		71 ± 14	
25	VAČE	417 ± 57		440 ± 60		857 ± 83	69 ± 9	73 ± 10		71 ± 14	
26	LJUBLJANA BEŽIGRAD	438 ± 60	*	440 ± 60		878 ± 85	73 ± 10	73 ± 10	*	73 ± 14	
27	BRNIK AERODROM	487 ± 67		499 ± 68		986 ± 95	81 ± 11	83 ± 11		82 ± 16	
28	JEZERSKO	339 ± 46		355 ± 49		694 ± 67	56 ± 8	59 ± 8		58 ± 11	
29	PODLJUBELJ	352 ± 48		375 ± 51		727 ± 70	59 ± 8	62 ± 8		61 ± 12	
30	LESCE HLEBCE	464 ± 63		498 ± 68		961 ± 93	77 ± 11	82 ± 11		80 ± 15	
31	PLANINA POD GOLICO	475 ± 65		521 ± 71		996 ± 96	79 ± 11	86 ± 12		83 ± 16	
32	ZDENSKA VAS	458 ± 63		522 ± 71		980 ± 95	76 ± 10	86 ± 12		82 ± 16	
33	RATEČE	436 ± 60		453 ± 62		889 ± 86	73 ± 10	75 ± 10		74 ± 14	
34	TRENTA	340 ± 47		335 ± 46		675 ± 65	57 ± 8	55 ± 8		56 ± 11	
35	LOG POD MANGARTOM	482 ± 66		490 ± 67		973 ± 94	80 ± 11	81 ± 11		81 ± 16	
36	BOVEC	366 ± 50		412 ± 56		778 ± 75	61 ± 8	68 ± 9		65 ± 12	
37	TOLMIN	365 ± 50		402 ± 55		766 ± 74	61 ± 8	66 ± 9		64 ± 12	
38	BILJE	305 ± 42		332 ± 45		637 ± 62	51 ± 7	55 ± 8		53 ± 10	
39	BRDICE PRI KOŽBANI	318 ± 44		323 ± 44		641 ± 62	53 ± 7	53 ± 7		53 ± 10	
40	LOKEV PRI LIPICI	392 ± 54		462 ± 63		855 ± 83	65 ± 9	76 ± 10		71 ± 14	
41	SEČOVLJE AERODROM	327 ± 45		339 ± 46		666 ± 64	54 ± 7	56 ± 8		55 ± 11	
42	ILIRSKA BISTRICA	358 ± 49		391 ± 53		748 ± 72	59 ± 8	65 ± 9		62 ± 12	
43	POSTOJNA - ZALOG	419 ± 57		438 ± 60		858 ± 83	70 ± 10	72 ± 10		71 ± 14	
44	NOVA VAS NA BLOKAH	526 ± 72		561 ± 77		1087 ± 105	87 ± 12	93 ± 13		91 ± 17	
45	VRHNIKA	625 ± 85		667 ± 91		1292 ± 125	104 ± 14	110 ± 15		108 ± 21	
46	VOJSKO	427 ± 58		430 ± 59	*	857 ± 83	71 ± 10	71 ± 10	*	71 ± 14	
47	SORICA	364 ± 50		372 ± 51		736 ± 71	60 ± 8	61 ± 8		61 ± 12	
48	STARA FUŽINA	288 ± 39		328 ± 45		617 ± 60	48 ± 7	54 ± 7		51 ± 10	
49	JELENJA VAS	672 ± 92		724 ± 99		1396 ± 135	112 ± 15	120 ± 16		116 ± 22	
50	KREDARICA	402 ± 55		404 ± 55	*	806 ± 78	67 ± 9	67 ± 9	*	67 ± 13	
Število merilnih mest		50	sl.	50	sl.	50	sl.	50	sl.	50	sl.
Povprečje - merilna mesta		421 ± 74		447 ± 80		868 ± 153	70 ± 12	74 ± 13		72 ± 14	
Najvišja doza		672 ± 92	(49)	724 ± 99	(49)	1396 ± 135	112 ± 15	120 ± 16	(49)	116 ± 22	(49)
Najnižja doza		288 ± 39	(48)	323 ± 44	(39)	617 ± 60	48 ± 7	53 ± 7	(39)	51 ± 10	(48)

(**) Meritve doze zunanega sevanja s TL-dozimetri so opravljene na Odseku F-2.

(*) Vrednosti doz so bile dobljene z ekstrapolacijo; dozimeter je bil izgubljen.

LETO 2008 T - 55

30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI (R HRVAŠKA)

Lokacija	Polletne ekvivalentne doze $H^*(10)$ / mSv		Letna ekvivalentna doza $H^*(10)$ / mSv
	10. 1.–3. 8. 2008 (mesečno)	3. 8. 2008–20. 1. 2009 (mesečno)	
Bistra	0,71	0,61	1,32
Bregana	0,49	0,62	1,11
Harmica	0,66	0,58	1,24
Jastrebarsko	0,46	0,37	0,93
Klanjec	0,47	0,38	0,85
Novaki	0,50	0,53	1,03
Oroslavje	0,65	0,61	1,26
Samobor	0,49	0,48	0,97
Zagreb (IRB)	0,59	0,40	0,99
Zaprešić	0,49	0,38	0,95
Povprečje	$0,551 \pm 0,093$	$0,496 \pm 0,106$	$1,065 \pm 0,160$

**30. SEZNAM KONTINUIRNIH MERILNIKOV
HITROSTI DOZE ZUNANJEGA SEVANJA MFM - 203**
OKOLICA NEK

Zaporedna številka	KRAJ
1	Libna 2
2	Spodnji Stari Grad 27
3	Pesje 1
4	Gornji Lenart 21
5	Brežice, osnovna šola
6	Skopice 46
7	Vihre 17
8	Cerklje, letališče
9	Brege 52
10	Leskovec, Cesta ob gaju 17
11	Krško, Papirnica Videm
12	Krško, Stritarjeva 5
13	NEK, meteorološki stolp
14	rezerva IJS

Krepak tisk označuje merilnik v sklopu avtomatske meteorološke postaje.

REPUBLIKA SLOVENIJA

Zaporedna številka	KRAJ	
1	Maribor	postaja ARSO
2	Celje	postaja ARSO
3	Novo mesto	postaja ARSO
4	Bilje (Nova Gorica)	postaja ARSO
5	Sečovelje (Letališče Portorož)	postaja ARSO
6	Rakičan (Murska Sobota)	postaja ARSO
7	Lesce (Bled)	postaja ARSO
8	Šmartno (Slovenj Gradec)	postaja ARSO
9	Krvavec	postaja ARSO
10	Postojna	postaja ARSO
11	Ljubljana ARSO	postaja ARSO
12	Iskrba (Gotenica-Kočevarje)	postaja ARSO
13	Velenje	postaja ARSO
14	Rogaška Slatina	postaja ARSO
15	Kredarica	postaja ARSO
16	Bovec	postaja ARSO
17	Črnomelj	postaja ARSO
18	Rateče	postaja ARSO
19	Lisca	postaja ARSO
20	Ljubljana IJS	postaja ARSO
21	Šoštanj	EIMV
22	Vnajnarje	EIMV
23	Lakonca	EIMV
24	Prapretno	EIMV
25	Brestanica	EIMV
26	Ljubljana, URSJV (A)	URSJV
27	Ilirska Bistrica	URSJV
28	Ljubljana, ZVD	URSJV
29	Ljubljana Brinje	URSJV
30	Todraž, RUŽV	URSJV
31	Krško, NEK	URSJV
32	Lendava	URSJV
33	Ljubljana, URSJV (M)	URSJV

REPUBLIKA HRVAŠKA

Zaporedna številka	KRAJ	
1	Zagreb	IRB
2	Sleme	IRB
3	rezerva	IRB
4	Zavižan (Velebit)	IRB
5	Stojdraga	IRB
6	Sv. Križ	IRB
7	Bilogora (Virovitica)	IRB
8	Čepin (Osijek)	IRB
9	Dubrovnik	IRB

LETO 2008 T - 56/b

30. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA

POVZETEK KONTINUIRNIH MERITEV DOZ ZUNANJEGA SEVANJA
Z MFM-203 ZA LETO 2008 V OKOLICI NEK

Merilno mesto		Mesečna povprečna dozna hitrost (nSv/h)												Letno povprečje (nSv/h)	Letna doza (mSv)
		Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December		
NEK (Gama)	Brege	77 ± 4	77 ± 4	71 ± 6	73 ± 8	79 ± 5	80 ± 8	80 ± 9	80 ± 7	80 ± 5	80 ± 8	80 ± 6	80 ± 9	78 ± 2	0,68 ± 0,01
NEK (Gama)	Gor. Lenart	71 ± 4	70 ± 4	72 ± 5	74 ± 5	78 ± 5	77 ± 7	78 ± 6	78 ± 6	78 ± 5	78 ± 7	76 ± 6	75 ± 6	75 ± 2	0,65 ± 0,01
NEK (Gama)	Leskovec	78 ± 4	77 ± 4	78 ± 5	77 ± 5	78 ± 4	78 ± 5	78 ± 5	78 ± 5	79 ± 5	78 ± 6	79 ± 5	79 ± 6	78 ± 1	0,68 ± 0,01
NEK (Gama)	Libna	59 ± 3	59 ± 3	60 ± 3	59 ± 3	60 ± 3	59 ± 3	60 ± 3	59 ± 4	60 ± 3	60 ± 4	60 ± 3	61 ± 4	60 ± 1	0,52 ± 0,01
NEK (Gama)	Krško	69 ± 4	69 ± 4	69 ± 5	69 ± 4	72 ± 5	71 ± 6	70 ± 5	71 ± 5	71 ± 4	71 ± 6	70 ± 5	70 ± 6	70 ± 1	0,61 ± 0,01
NEK (Gama)	Pesje	75 ± 3	72 ± 3	74 ± 4	73 ± 3	75 ± 4	75 ± 3	76 ± 3	75 ± 3	75 ± 3	76 ± 3	76 ± 3	75 ± 4	75 ± 1	0,65 ± 0,01
NEK (Gama)	Skopice	81 ± 4	81 ± 5	82 ± 5	81 ± 5	85 ± 5	83 ± 7	83 ± 6	83 ± 6	83 ± 5	84 ± 7	83 ± 6	83 ± 6	82 ± 2	0,72 ± 0,01
NEK (Gama)	Sp. Stari Grad	63 ± 4	62 ± 4	64 ± 5	63 ± 5	65 ± 4	65 ± 6	65 ± 5	65 ± 6	65 ± 5	65 ± 6	65 ± 5	65 ± 6	64 ± 1	0,56 ± 0,01
NEK (Gama)	Vihre	69 ± 3	69 ± 4	67 ± 4	66 ± 4	66 ± 3	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	67 ± 1	0,58 ± 0,01
NEK (Gama-meteo)	Brežice	79 ± 4	80 ± 4	81 ± 5	81 ± 5	82 ± 4	80 ± 6	79 ± 5	79 ± 5	80 ± 4	82 ± 6	82 ± 6	81 ± 5	80 ± 1	0,70 ± 0,01
NEK (Gama-meteo)	Cerklje	78 ± 5	78 ± 4	78 ± 6	78 ± 6	81 ± 5	81 ± 9	80 ± 7	82 ± 7	80 ± 5	81 ± 8	80 ± 7	80 ± 8	79 ± 2	0,70 ± 0,01
NEK (Gama-meteo)	Krško-Videm	64 ± 4	64 ± 4	65 ± 5	64 ± 5	66 ± 4	65 ± 5	66 ± 6	66 ± 6	65 ± 4	66 ± 6	66 ± 5	64 ± 7	65 ± 1	0,57 ± 0,01
NEK (Gama-meteo)	Krško-NEK	66 ± 4	66 ± 4	67 ± 5	66 ± 4	70 ± 4	68 ± 6	69 ± 5	69 ± 6	73 ± 11	69 ± 6	69 ± 5	69 ± 6	68 ± 1	0,59 ± 0,01

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala www.radioaktivnost.si, ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

30. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA

POVZETEK KONTINUIRNIH MERITEV DOZ ZUNANJEGA SEVANJA
ZA LETO 2008 V REPUBLIKI SLOVENIJI

Merilno mesto		Mesečna povprečna dozna hitrost (nSv/h)												Letno povprečje (nSv/h)	Letna doza (mSv)
		Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Julij	Avgst	September	Oktober	November	December		
URSJV	NEK-URSJV	77 ± 5	76 ± 5	78 ± 7	77 ± 6	79 ± 5	79 ± 8	81 ± 7	81 ± 8	81 ± 7	81 ± 8	81 ± 7	81 ± 8	79 ± 2	0,69 ± 0,02
URSJV	Lendava-Terme	70 ± 5	72 ± 5	74 ± 5	75 ± 6	78 ± 5	76 ± 7	76 ± 6	77 ± 5	78 ± 6	78 ± 6	77 ± 5	76 ± 7	75 ± 2	0,66 ± 0,01
URSJV	LJ-Brinje-IJS	89 ± 9	87 ± 9	88 ± 11	86 ± 11	86 ± 10	87 ± 12	88 ± 13	88 ± 11	89 ± 9	91 ± 12	89 ± 11	90 ± 11	88 ± 3	0,77 ± 0,03
URSJV	LJ-Brinje-URSJV	94 ± 6	92 ± 6	94 ± 7	90 ± 8	89 ± 7	89 ± 9	90 ± 10	87 ± 9	99 ± 8	102 ± 7	103 ± 9	103 ± 9	94 ± 2	0,83 ± 0,02
URSJV	Pregarje	79 ± 5	79 ± 4	80 ± 7	80 ± 8	79 ± 6	80 ± 9	85 ± 9	87 ± 10	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	80 ± 2	0,70 ± 0,02
URSJV	Todraž	92 ± 7	91 ± 5	90 ± 8	91 ± 7	95 ± 7	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	96 ± 12	93 ± 8	95 ± 10	92 ± 3	0,81 ± 0,02
MZO	Avtarkična 1	86 ± 6	83 ± 6	84 ± 6	83 ± 5	83 ± 5	84 ± 6	84 ± 6	86 ± 6	85 ± 5	87 ± 7	86 ± 8	84 ± 5	84 ± 2	0,74 ± 0,01
MZO	Avtarkična 2	48 ± 3	46 ± 3	48 ± 3	48 ± 3	52 ± 7	53 ± 8	52 ± 7	54 ± 8	48 ± 5	48 ± 3	48 ± 3	48 ± 4	48 ± 1	0,42 ± 0,01
MZO	Borl	51 ± 3	50 ± 3	51 ± 4	51 ± 3	50 ± 3	50 ± 5	50 ± 4	50 ± 4	51 ± 4	52 ± 5	53 ± 5	54 ± 5	51 ± 1	0,45 ± 0,01
MZO	Brinje	69 ± 4	67 ± 4	68 ± 6	67 ± 6	67 ± 4	69 ± 7	69 ± 7	69 ± 6	70 ± 4	71 ± 7	69 ± 6	75 ± 6	69 ± 1	0,60 ± 0,01
MZO	Brnik	83 ± 5	82 ± 5	83 ± 7	82 ± 6	82 ± 5	84 ± 8	85 ± 9	85 ± 8	85 ± 5	85 ± 7	83 ± 7	83 ± 8	83 ± 2	0,73 ± 0,02
MZO	Celje	66 ± 7	65 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	66 ± 4	67 ± 5	66 ± 5	67 ± 5	66 ± 4	67 ± 5	67 ± 4	67 ± 5	66 ± 1	0,58 ± 0,01
MZO	Dolenje	58 ± 5	57 ± 4	58 ± 4	57 ± 4	57 ± 3	57 ± 5	57 ± 5	57 ± 4	57 ± 3	59 ± 4	59 ± 4	59 ± 5	58 ± 1	0,50 ± 0,01
MZO	Dvor	64 ± 4	62 ± 4	64 ± 5	63 ± 5	62 ± 4	63 ± 5	63 ± 7	64 ± 5	64 ± 4	65 ± 5	65 ± 6	67 ± 7	64 ± 1	0,56 ± 0,01
MZO	Gačnik	80 ± 4	81 ± 4	82 ± 5	82 ± 5	81 ± 5	82 ± 7	81 ± 7	83 ± 7	82 ± 7	80 ± 5	81 ± 6	82 ± 7	81 ± 2	0,71 ± 0,01
MZO	Gornja Radgona	66 ± 3	66 ± 4	67 ± 4	66 ± 3	66 ± 3	67 ± 5	66 ± 5	66 ± 4	66 ± 4	67 ± 4	69 ± 4	69 ± 4	67 ± 1	0,58 ± 0,01
MZO	Hrastje	50 ± 4	48 ± 4	50 ± 5	50 ± 6	49 ± 4	50 ± 6	50 ± 6	50 ± 6	53 ± 6	57 ± 6	57 ± 6	57 ± 6	51 ± 1	0,45 ± 0,01
MZO	Hrastnik	51 ± 3	50 ± 3	51 ± 5	50 ± 4	50 ± 4	50 ± 5	50 ± 5	51 ± 6	51 ± 4	55 ± 5	59 ± 4	59 ± 5	52 ± 1	0,46 ± 0,01
MZO	Iška vas	57 ± 4	55 ± 4	57 ± 6	56 ± 5	56 ± 5	57 ± 8	57 ± 6	58 ± 8	57 ± 4	58 ± 6	58 ± 6	59 ± 6	57 ± 2	0,50 ± 0,01
MZO	Jesenice na Dol.	52 ± 3	51 ± 3	52 ± 4	52 ± 4	52 ± 3	52 ± 4	52 ± 4	53 ± 4	52 ± 4	53 ± 4	53 ± 4	54 ± 5	52 ± 1	0,46 ± 0,01
MZO	Kamnik	54 ± 4	52 ± 4	54 ± 4	53 ± 3	51 ± 3	53 ± 4	52 ± 3	53 ± 4	53 ± 3	54 ± 4	52 ± 5	52 ± 5	53 ± 1	0,46 ± 0,01
MZO	Koper	65 ± 4	64 ± 3	65 ± 4	64 ± 5	65 ± 4	65 ± 6	66 ± 5	68 ± 4	67 ± 4	67 ± 4	66 ± 5	66 ± 4	66 ± 1	0,57 ± 0,01
MZO	Lendava	66 ± 3	66 ± 4	68 ± 4	67 ± 4	70 ± 3	70 ± 5	69 ± 6	66 ± 6	65 ± 6	64 ± 5	65 ± 4	65 ± 6	67 ± 1	0,59 ± 0,01
MZO	Levec	66 ± 3	66 ± 4	67 ± 5	65 ± 4	67 ± 4	67 ± 6	67 ± 5	67 ± 6	67 ± 4	68 ± 5	68 ± 4	71 ± 6	67 ± 1	0,59 ± 0,01
MZO	Loče	64 ± 3	64 ± 4	66 ± 4	65 ± 4	66 ± 4	66 ± 5	67 ± 6	68 ± 6	67 ± 4	67 ± 5	67 ± 4	66 ± 6	66 ± 1	0,58 ± 0,01
MZO	Malkovec	108 ± 4	109 ± 4	111 ± 5	110 ± 4	70 ± 4	70 ± 6	70 ± 6	70 ± 5	70 ± 4	70 ± 5	71 ± 5	69 ± 5	86 ± 1	0,75 ± 0,01
MZO	MB-Tabor	61 ± 3	60 ± 3	61 ± 4	61 ± 3	61 ± 4	61 ± 4	61 ± 4	61 ± 4	61 ± 4	62 ± 4	63 ± 4	64 ± 5	61 ± 1	0,54 ± 0,01
MZO	MB-Slivenica	65 ± 4	65 ± 4	67 ± 6	66 ± 4	57 ± 17	67 ± 6	68 ± 7	68 ± 7	67 ± 5	67 ± 6	67 ± 6	67 ± 7	66 ± 2	0,58 ± 0,01
MZO	Medno	70 ± 4	68 ± 4	68 ± 5	66 ± 3	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	68 ± 2	0,59 ± 0,02
MZO	Muta	66 ± 4	67 ± 4	69 ± 5	67 ± 4	68 ± 4	67 ± 6	68 ± 7	68 ± 7	68 ± 6	68 ± 5	68 ± 5	70 ± 7	68 ± 1	0,59 ± 0,01
MZO	Nazarje	59 ± 3	59 ± 4	60 ± 4	58 ± 4	59 ± 3	59 ± 4	59 ± 4	60 ± 5	61 ± 4	61 ± 5	59 ± 4	57 ± 4	59 ± 1	0,52 ± 0,01
MZO	Nova Gorica	61 ± 5	60 ± 4	60 ± 4	60 ± 4	59 ± 3	59 ± 4	59 ± 4	59 ± 3	60 ± 4	59 ± 5	59 ± 5	58 ± 4	59 ± 1	0,52 ± 0,01
MZO	Podbočje	60 ± 4	59 ± 4	60 ± 4	59 ± 4	60 ± 4	61 ± 5	61 ± 5	61 ± 5	61 ± 5	61 ± 5	61 ± 5	63 ± 6	60 ± 1	0,53 ± 0,01
MZO	Podčetrtek	70 ± 4	71 ± 4	71 ± 5	71 ± 5	72 ± 5	73 ± 6	73 ± 6	73 ± 6	73 ± 5	73 ± 6	72 ± 6	74 ± 6	72 ± 1	0,63 ± 0,01
MZO	Podrožje	60 ± 6	58 ± 5	58 ± 5	58 ± 4	58 ± 5	59 ± 5	59 ± 5	59 ± 5	59 ± 4	60 ± 6	60 ± 5	62 ± 7	59 ± 1	0,52 ± 0,01
MZO	Ptuj	79 ± 4	81 ± 4	82 ± 5	82 ± 5	82 ± 4	82 ± 6	81 ± 13	83 ± 8	83 ± 6	82 ± 7	82 ± 6	82 ± 7	81 ± 2	0,71 ± 0,01
MZO	Radenci	61 ± 3	61 ± 4	62 ± 4	62 ± 4	62 ± 4	63 ± 6	62 ± 6	63 ± 5	63 ± 6	63 ± 4	62 ± 4	61 ± 5	62 ± 1	0,54 ± 0,01
MZO	Rogla	68 ± 4	67 ± 6	73 ± 7	76 ± 8	80 ± 4	80 ± 5	80 ± 6	80 ± 5	81 ± 5	81 ± 6	84 ± 7	73 ± 9	77 ± 2	0,67 ± 0,01
MZO	Rudno polje	66 ± 9	54 ± 5	56 ± 6	54 ± 5	73 ± 7	72 ± 7	72 ± 6	71 ± 5	71 ± 5	82 ± 7	80 ± 7	55 ± 8	66 ± 2	0,58 ± 0,02
MZO	Solkan	47 ± 6	45 ± 4	46 ± 4	46 ± 4	45 ± 3	46 ± 4	46 ± 4	46 ± 4	44 ± 4	40 ± 6	39 ± 4	39 ± 4	44 ± 1	0,39 ± 0,01
MZO	Suha	65 ± 4	63 ± 4	64 ± 5	63 ± 5	63 ± 4	64 ± 4	64 ± 6	63 ± 6	63 ± 5	63 ± 6	63 ± 5	64 ± 7	64 ± 1	0,56 ± 0,01
MZO	Trbovlje	49 ± 3	46 ± 4	46 ± 5	45 ± 4	44 ± 4	45 ± 5	44 ± 5	45 ± 5	45 ± 3	51 ± 6	52 ± 5	53 ± 5	47 ± 1	0,41 ± 0,01
MZO	Zagorje	55 ± 4	54 ± 3	55 ± 5	54 ± 4	54 ± 3	55 ± 4	55 ± 4	55 ± 5	55 ± 4	55 ± 5	55 ± 4	55 ± 5	55 ± 1	0,48 ± 0,01
ARSO	Bovec	107 ± 7	105 ± 5	107 ± 7	107 ± 7	105 ± 8	107 ± 7	109 ± 8	109 ± 7	108 ± 7	109 ± 11	106 ± 8	104 ± 7	107 ± 2	0,93 ± 0,02
ARSO	Dobličje	144 ± 7	142 ± 6	141 ± 6	141 ± 6	143 ± 7	144 ± 7	148 ± 8	151 ± 7	150 ± 8	149 ± 7	149 ± 6	149 ± 9	145 ± 2	1,27 ± 0,02
ARSO	Kočevarje	158 ± 9	159 ± 8	156 ± 9	160 ± 7	159 ± 7	160 ± 7	160 ± 8	163 ± 8	161 ± 7	161 ± 8	159 ± 8	161 ± 9	160 ± 2	1,40 ± 0,02
ARSO	Kredarica	144 ± 5	143 ± 5	149 ± 6	144 ± 6	144 ± 5	146 ± 6	146 ± 6	146 ± 5	150 ± 7	147 ± 7	146 ± 7	144 ± 6	145 ± 2	1,27 ± 0,01
ARSO	Krvavec	119 ± 6	116 ± 5	121 ± 6	120 ± 5	134 ± 4	135 ± 6	134 ± 7	134 ± 6	134 ± 5	137 ± 8	136 ± 7	129 ± 415	128 ± 2	1,13 ± 0,01
ARSO	Lesce	121 ± 5	119 ± 5	120 ± 6	120 ± 5	120 ± 5	121 ± 5	122 ± 8	120 ± 6	121 ± 5	122 ± 6	121 ± 8	122 ± 9	121 ± 2	1,06 ± 0,01
ARSO	Lisca	116 ± 4	118 ± 4	114 ± 7	119 ± 5	120 ± 4	120 ± 5	119 ± 5	119 ± 5	120 ± 5	119 ± 5	120 ± 5	118 ± 8	119 ± 1	1,04 ± 0,01
ARSO	LJ Bežigrad	127 ± 4	126 ± 4	128 ± 6	127 ± 6	127 ± 5	128 ± 7	127 ± 7	126 ± 7	127 ± 5	129 ± 7	126 ± 6	128 ± 7	127 ± 2	1,11 ± 0,01
ARSO	MB Center	122 ± 4	122 ± 4	124 ± 5	124 ± 5	125 ± 5	126 ± 7	126 ± 7	126 ± 7	125 ± 6	124 ± 5	124 ± 5	124 ± 8	124 ± 2	1,09 ± 0,01
ARSO	MS Rakičan	117 ± 7	118 ± 4	119 ± 5	120 ± 4	120 ± 4	121 ± 6	121 ± 7	121 ± 6	- ± -	- ± -	- ± -	- ± -	120 ± 2	1,05 ± 0,02
ARSO	NG Bilje	109 ± 6	107 ± 4	108 ± 6	108 ± 6	106 ± 4	108 ± 5	108 ± 6	108 ± 5	108 ± 5	111 ± 11	108 ± 6	108 ± 5	108 ± 2	0,94 ± 0,01
ARSO	Novo mesto	113 ± 5	111 ± 5	111 ± 5	110 ± 5	110 ± 5	111 ± 6	112 ± 6	113 ± 7	112 ± 6	112 ± 6	113 ± 6	114 ± 8	112 ± 2	0,98 ± 0,01
ARSO	Sečovelje	107 ± 4	106 ± 4	107 ± 5	106 ± 5	106 ± 3	107 ± 5	108 ± 4	109 ± 5	109 ± 4	110 ± 4	108 ± 6	107 ± 5	107 ± 1	0,94 ± 0,01
ARSO	Postojna	125 ± 5	125 ± 5	124 ± 6	125 ± 6	126 ± 5	126 ± 6	128 ± 6	128 ± 6	126 ± 5	127 ± 6	126 ± 6	127 ± 6	126 ± 2	1,10 ± 0,01
ARSO	Rateče	129 ± 7	120 ± 6	131 ± 8	138 ± 5	139 ± 6	140 ± 7	139 ± 7	139 ± 6	138 ± 6	137 ± 7	135 ± 7	106 ± 12	134 ± 2	1,18 ± 0,02
ARSO	R. Slatina	113 ± 4	114 ± 4	116 ± 5	115 ± 5	116 ± 5	117 ± 6	117 ± 6	117 ± 6	117 ± 5	116 ± 5	116 ± 5	116 ± 7	116 ± 1	1,01 ± 0,01
ARSO	Sl. Gradec	139 ± 5	141 ± 5	141 ± 6	141 ± 5	143 ± 5	142 ± 7	142 ± 7	143 ± 7	143 ± 6	142 ± 6	140 ± 6	141 ± 7	141 ± 2	1,24 ± 0,01
ARSO	Velenje	121 ± 4	120 ± 4	122 ± 5	121 ± 4	121 ± 4	122 ± 6	122 ± 6	122 ± 6	123 ± 4	123 ± 6	122 ± 5	123 ± 7	122 ± 1	1,07 ± 0,01
EIMV	Vnjanje	117 ± 4	117 ± 4	115 ± 7	118 ± 5	119 ± 5	121 ± 6	122 ± 6	122 ± 6	122 ± 4	123 ± 7	119 ± 6	119 ± 6	119 ± 1	1,04 ± 0,01
TEB	Sv. Mohor	107 ± 3	106 ± 3	108 ± 5	286	114 ± 87	142 ± 567	164 ± 617	144 ± 504	286	539	109 ± 6	519	107 ± 2	0,94 ± 0,02
TEŠ	Šoštanj	119 ± 3	120 ± 4	122 ± 6	120 ± 4	121 ± 5	121 ± 6	121 ± 5	123 ± 7	124 ± 4	123 ± 5	122 ± 5	122 ± 3	121 ± 1	1,06 ± 0,01
TET	Lakona	93 ± 3	91 ± 3	94 ± 5	92 ± 4	92 ± 4	93 ± 6	92 ± 5	93 ± 6	93 ± 4	93 ± 4	94 ± 5	95 ± 6	93 ± 1	0,81 ± 0,01
TET	Prapretne	113 ± 4	113 ± 3	113 ± 5	114 ± 4	115 ± 5	115 ± 6	115 ± 6	116 ± 7	116 ± 4	115 ± 5	116 ± 6	114 ± 1	1,00 ± 0,01	
IJS	LJ Vič	115 ± -	119 ± 5	118 ± 6	118 ± 6	118 ± 6	119 ± 4	117 ± 4	119 ± 7	118 ± 4	118 ± 4	117 ± 6	118 ± 6	118 ± 1	1,03 ± 0,01

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala www.radioaktivnost.si, ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

ZEMLJA

40. ZEMLJA

LETO 2008 T - 57a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 7D (mivkasta borovina, nekošeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Gmajnice									
Datum vzor.	26. 5. 2008									
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzorca (kg)	0,1	12,9	27,5	51,6	52,8	175,2	144,8	+trava	320,0	
Oznaka vzorca	K08ZN11T51	K08ZN11A51	K08ZN11B51	K08ZN11C51	K08ZN11D51	K08ZN11E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)									
U-238	<	7E-01	3,3E+02 ± 3E+01	6,7E+02 ± 1E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 3E+02	4,9E+03 ± 6E+02	4,0E+03 ± 4E+02	4,0E+03 ± 4E+02	8,9E+03 ± 7E+02
Ra-226	4,9E-01 ± 3E-01	4,5E+02 ± 5E+01	1,0E+03 ± 1E+02	2,0E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 2E+02	6,2E+03 ± 6E+02	5,6E+03 ± 3E+02	5,6E+03 ± 3E+02	1,2E+04 ± 7E+02	
Pb-210	1,0E+01 ± 6E-01	1,1E+03 ± 7E+01	<	2,0E+03 ± 8E+02	5,2E+03 ± 2E+03	5,3E+03 ± 7E+02	8,2E+03 ± 2E+03	8,2E+03 ± 2E+03	1,4E+04 ± 2E+03	
Ra-228	1,9E-01 ± 8E-02	3,7E+02 ± 2E+01	8,1E+02 ± 3E+01	1,6E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 7E+01	5,0E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 1E+02	4,5E+03 ± 1E+02	9,5E+03 ± 3E+02	
Th-228	1,5E-01 ± 4E-02	3,7E+02 ± 2E+01	8,0E+02 ± 2E+01	1,5E+03 ± 8E+01	1,6E+03 ± 7E+01	5,0E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 7E+04	4,3E+03 ± 7E+04	9,3E+03 ± 7E+04	
K-40	4,9E+01 ± 5E+00	4,6E+03 ± 5E+02	9,9E+03 ± 9E+02	1,9E+04 ± 2E+03	1,9E+04 ± 2E+03	6,1E+04 ± 6E+03	5,3E+04 ± 3E+03	5,3E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 7E+03	
Be-7	4,0E+01 ± 2E+00	7,5E+01 ± 2E+01	5,9E+01 ± 3E+01				1,3E+02 ± 3E+01	1,7E+02 ± 3E+01	1,3E+02 ± 3E+01	
I-131										
Cs-134										
Cs-137	6,1E-02 ± 3E-02	5,3E+02 ± 3E+01	1,1E+03 ± 3E+01	2,4E+03 ± 1E+02	3,3E+03 ± 1E+02	5,7E+03 ± 3E+02	7,3E+03 ± 2E+02	7,3E+03 ± 2E+02	1,3E+04 ± 3E+02	
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	1,5E-01 ± 2E-02	1,9E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 5E+00	9,6E+01 ± 1E+01	1,5E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	26. 5. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,17	0,09	0,20	0,35	0,35	0,40	popvprečje	popvprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,1	12,9	27,5	51,6	52,8	175,2	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K08ZN11T51	K08ZN11A51	K08ZN11B51	K08ZN11C51	K08ZN11D51	K08ZN11E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238	<	6E+00	2,6E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 3E+00	27,75 ± 2E+00
Ra-226	4,5E+00 ± 3E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 2E+00	36,85 ± 2E+00
Pb-210	9,3E+01 ± 5E+00	8,3E+01 ± 5E+00	<	6E+01	3,8E+01 ± 2E+01	9,8E+01 ± 3E+01	3,0E+01 ± 4E+00	5,7E+01 ± 2E+01	42,31 ± 7E+00
Ra-228	1,7E+00 ± 7E-01	2,9E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 9E-01	3,2E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 8E-01	29,57 ± 8E-01
Th-228	1,3E+00 ± 3E-01	2,9E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 8E-01	2,9E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+03	2,8E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 4E+02	28,91 ± 2E+02
K-40	4,5E+02 ± 4E+01	3,6E+02 ± 4E+01	3,6E+02 ± 3E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,6E+02 ± 4E+01	3,5E+02 ± 3E+01	3,6E+02 ± 2E+01	3,6E+02 ± 2E+01	355,15 ± 2E+01
Be-7	3,6E+02 ± 2E+01	5,8E+00 ± 1E+00	2,1E+00 ± 1E+00				9,2E-01 ± 2E-01	9,2E-01 ± 2E-01	0,42 ± 1E-01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	5,6E-01 ± 2E-01	4,1E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 1E+00	4,7E+01 ± 2E+00	6,2E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 2E+00	5,1E+01 ± 1E+00	5,1E+01 ± 1E+00	40,64 ± 1E+00
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90	1,4E+00 ± 1E-01	1,5E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 2E-01	1,9E+00 ± 2E-01	2,9E+00 ± 3E-01	2,1E+00 ± 1E-01	2,1E+00 ± 1E-01	2,10 ± 1E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 57b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 7D (mivkasta borovina, nekošeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzorca (kg/m ²)	0,2	13,3	23,5	57,2	48,4	172,2	142,4	+trava	314,6
Oznaka vzorca	K08ZN11T91	K08ZN11A91	K08ZN11B91	K08ZN11C91	K08ZN11D91	K08ZN11E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		4,0E+02 ± 1E+02	6,6E+02 ± 9E+01	1,9E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 5E+02	4,3E+03 ± 4E+02	4,3E+03 ± 4E+02	8,5E+03 ± 7E+02
Ra-226	< 1,1E+01 ± 2E-01	5,6E+02 ± 6E+01	9,3E+02 ± 9E+01	2,3E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	5,7E+03 ± 6E+02	5,4E+03 ± 3E+02	5,4E+03 ± 3E+02	1,1E+04 ± 6E+02
Pb-210	1,1E+01 ± 1E+00	< 2E+03	1,6E+03 ± 1E+02	7,2E+03 ± 2E+03	2,3E+03 ± 3E+02	4,1E+03 ± 9E+02	1,1E+04 ± 3E+03	1,1E+04 ± 3E+03	1,5E+04 ± 3E+03
Ra-228	4,1E-01 ± 2E-01	4,2E+02 ± 2E+01	7,3E+02 ± 4E+01	1,7E+03 ± 8E+01	1,5E+03 ± 8E+01	4,5E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 1E+02	4,3E+03 ± 1E+02	8,8E+03 ± 3E+02
Th-228	8,9E-02 ± 5E-02	4,0E+02 ± 2E+01	7,1E+02 ± 4E+01	1,7E+03 ± 8E+01	1,5E+03 ± 7E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,5E+03 ± 2E+02
K-40	5,6E+01 ± 5E+00	5,4E+03 ± 5E+02	9,1E+03 ± 9E+02	2,0E+04 ± 2E+03	1,7E+04 ± 2E+03	5,4E+04 ± 5E+03	5,2E+04 ± 3E+03	5,2E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 6E+03
Be-7	1,1E+02 ± 5E+00	1,8E+02 ± 5E+01			< 3E+02		1,8E+02 ± 2E+02	2,9E+02 ± 2E+02	1,8E+02 ± 2E+02
I-131									
Cs-134									
Cs-137	8,5E-02 ± 3E-02	1,1E+03 ± 6E+01	1,8E+03 ± 9E+01	5,0E+03 ± 3E+02	3,1E+03 ± 2E+02	3,3E+03 ± 2E+02	1,1E+04 ± 3E+02	1,1E+04 ± 3E+02	1,4E+04 ± 4E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90	3,8E-01 ± 3E-02	1,7E+01 ± 5E+00	1,4E+01 ± 4E+00	1,3E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 1E+01		2,9E+02 ± 2E+01	2,9E+02 ± 2E+01	2,9E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)	0,17	0,10	0,15	0,15	0,15	0,45			
Kol. (kg/m ²)	0,2	13,3	23,5	57,2	48,4	172,2	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K08ZN11T91	K08ZN11A91	K08ZN11B91	K08ZN11C91	K08ZN11D91	K08ZN11E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		3,0E+01 ± 8E+00	2,8E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 5E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 3E+00	26,89 ± 2E+00	
Ra-226	< 1E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 2E+00	35,50 ± 2E+00	
Pb-210	6,2E+01 ± 5E+00	< 2E+02	7,0E+01 ± 6E+00	1,3E+02 ± 4E+01	4,7E+01 ± 6E+00	2,4E+01 ± 5E+00	7,8E+01 ± 2E+01	48,41 ± 8E+00	
Ra-228	2,3E+00 ± 1E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	2,9E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 8E-01	27,85 ± 8E-01	
Th-228	5,0E-01 ± 3E-01	3,0E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 2E+00	2,9E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 8E-01	27,10 ± 8E-01	
K-40	3,1E+02 ± 3E+01	4,0E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 4E+01	3,6E+02 ± 4E+01	3,6E+02 ± 3E+01	3,1E+02 ± 3E+01	3,7E+02 ± 2E+01	336,10 ± 2E+01	
Be-7	5,9E+02 ± 3E+01	1,4E+01 ± 4E+00			< 5E+00		1,3E+00 ± 1E+00	0,59 ± 5E-01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	4,7E-01 ± 2E-01	8,6E+01 ± 4E+00	7,8E+01 ± 4E+00	8,8E+01 ± 4E+00	6,4E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 1E+00	7,8E+01 ± 2E+00	45,72 ± 1E+00	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90	2,1E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 3E-01	6,1E-01 ± 2E-01	2,2E+00 ± 3E-01	2,7E+00 ± 3E-01		2,0E+00 ± 1E-01	2,00 ± 1E-01	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 58a

40. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	26. 5. 2008								
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50	
Kol. vzorca (kg/m ²)	93,4	97,8	99,8	106,6	95,1	291,0	397,6	492,7	
Oznaka vzorca	K08ZP13A51	K08ZP13B51	K08ZP13C51	K08ZP13D51	K08ZP13E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238	3,4E+03 ± 4E+02	3,0E+03 ± 3E+02	2,9E+03 ± 3E+02	4,1E+03 ± 6E+02	2,7E+03 ± 4E+02	9,4E+03 ± 6E+02	1,3E+04 ± 9E+02	1,6E+04 ± 1E+03	
Ra-226	4,1E+03 ± 4E+02	4,0E+03 ± 4E+02	4,2E+03 ± 4E+02	4,7E+03 ± 5E+02	3,4E+03 ± 3E+02	1,2E+04 ± 7E+02	1,7E+04 ± 8E+02	2,1E+04 ± 9E+02	
Pb-210	3,7E+03 ± 2E+03	4,5E+03 ± 1E+03	< 4E+03	< 1E+04	2,3E+03 ± 4E+02	8,2E+03 ± 3E+03	8,2E+03 ± 7E+03	1,1E+04 ± 7E+03	
Ra-228	3,3E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 1E+02	3,6E+03 ± 1E+02	3,9E+03 ± 2E+02	2,9E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 2E+02	1,4E+04 ± 3E+02	1,7E+04 ± 3E+02	
Th-228	3,4E+03 ± 1E+02	3,3E+03 ± 9E+01	3,5E+03 ± 9E+01	3,8E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 2E+02	1,4E+04 ± 2E+02	1,7E+04 ± 3E+02	
K-40	4,2E+04 ± 4E+03	4,3E+04 ± 4E+03	4,4E+04 ± 4E+03	4,7E+04 ± 5E+03	3,5E+04 ± 3E+03	1,3E+05 ± 7E+03	1,8E+05 ± 9E+03	2,1E+05 ± 9E+03	
Be-7	1,7E+02 ± 8E+01				1,7E+02 ± 1E+02		1,7E+02 ± 8E+01	3,4E+02 ± 1E+02	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,6E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 7E+01	1,7E+03 ± 6E+01	1,6E+03 ± 1E+02	1,6E+02 ± 2E+01	5,1E+03 ± 1E+02	6,7E+03 ± 2E+02	6,8E+03 ± 2E+02	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	26. 5. 2008								
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje		
Kol. vzorca (kg)	0,42	0,42	0,43	0,44	0,43	0-40	0-50		
Kol. (kg/m ²)	93,4	97,8	99,8	106,6	95,1				
Oznaka vzorca	K08ZP13A51	K08ZP13B51	K08ZP13C51	K08ZP13D51	K08ZP13E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238	3,6E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 6E+00	2,8E+01 ± 4E+00	3,4E+01 ± 2E+00	32,69 ± 2E+00		
Ra-226	4,4E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 2E+00	41,62 ± 2E+00		
Pb-210	4,0E+01 ± 2E+01	4,6E+01 ± 1E+01	< 4E+01	< 1E+02	2,4E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 2E+01	21,33 ± 1E+01		
Ra-228	3,6E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	3,6E+01 ± 1E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 6E-01	34,75 ± 6E-01		
Th-228	3,6E+01 ± 1E+00	3,4E+01 ± 9E-01	3,5E+01 ± 9E-01	3,5E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 5E-01	34,16 ± 5E-01		
K-40	4,5E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 4E+01	4,5E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 2E+01	429,52 ± 2E+01		
Be-7	1,8E+00 ± 9E-01				1,8E+00 ± 1E+00	4,2E-01 ± 2E-01	0,69 ± 3E-01		
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,8E+01 ± 8E-01	1,8E+01 ± 7E-01	1,8E+01 ± 6E-01	1,5E+01 ± 1E+00	1,7E+00 ± 3E-01	1,7E+01 ± 4E-01	13,88 ± 3E-01		
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 58b

40. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (***)

Vzorč. mesto		Gmajnice							
Datum vzor.		11. 9. 2008							
Gl. vzor. (cm)		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50
Kol. vzor. (kg/m ³)		106,5	117,9	129,3	122,5	142,0	353,8	476,3	618,3
Oznaka vzorca		K08ZP13A91	K08ZP13B91	K08ZP13C91	K08ZP13D91	K08ZP13E91			
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238		3,1E+03 ± 4E+02	3,7E+03 ± 4E+02	3,9E+03 ± 6E+02	3,9E+03 ± 5E+02	4,5E+03 ± 6E+02	1,1E+04 ± 8E+02	1,5E+04 ± 9E+02	1,9E+04 ± 1E+03
Ra-226		4,8E+03 ± 4E+02	5,3E+03 ± 5E+02	6,2E+03 ± 6E+02	5,1E+03 ± 5E+02	5,8E+03 ± 5E+02	1,6E+04 ± 9E+02	2,1E+04 ± 1E+03	2,7E+04 ± 1E+03
Pb-210	<	6E+03	4,0E+03 ± 1E+03	1E+04	3,8E+03 ± 2E+03	4,2E+03 ± 5E+02	4,0E+03 ± 8E+03	7,8E+03 ± 8E+03	1,2E+04 ± 8E+03
Ra-228		3,8E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 2E+02	4,9E+03 ± 2E+02	1,3E+04 ± 4E+02	1,7E+04 ± 4E+02	2,2E+04 ± 5E+02
Th-228		3,9E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 2E+02	4,9E+03 ± 2E+02	1,3E+04 ± 4E+02	1,7E+04 ± 4E+02	2,2E+04 ± 5E+02
K-40		4,6E+04 ± 4E+03	5,2E+04 ± 4E+03	5,8E+04 ± 6E+03	5,4E+04 ± 5E+03	5,9E+04 ± 6E+03	1,6E+05 ± 8E+03	2,1E+05 ± 1E+04	2,7E+05 ± 1E+04
Be-7		6,1E+02 ± 1E+02	4,2E+02 ± 3E+02				1,0E+03 ± 3E+02	1,0E+03 ± 3E+02	1,0E+03 ± 3E+02
I-131									
Cs-134									
Cs-137		1,6E+03 ± 8E+01	1,9E+03 ± 1E+02	2,5E+03 ± 1E+02	2,1E+03 ± 2E+02	7,1E+02 ± 5E+01	6,0E+03 ± 2E+02	8,0E+03 ± 3E+02	8,8E+03 ± 3E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

Vzorč. mesto		Gmajnice							
Datum vzor.		11. 9. 2008							
Gl. vzor. (cm)		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)		0,44	0,45	0,45	0,43	0,48			
Kol. (kg/m ³)		106,5	117,9	129,3	122,5	142,0	0-40	0-50	
Oznaka vzorca		K08ZP13A91	K08ZP13B91	K08ZP13C91	K08ZP13D91	K08ZP13E91			
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238		3,0E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 2E+00	31,10 ± 2E+00	
Ra-226		4,5E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,8E+01 ± 5E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 2E+00	43,95 ± 2E+00	
Pb-210	<	5E+01	3,4E+01 ± 1E+01	9E+01	3,1E+01 ± 1E+01	3,0E+01 ± 4E+00	1,6E+01 ± 2E+01	19,43 ± 1E+01	
Ra-228		3,6E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 9E-01	35,83 ± 8E-01	
Th-228		3,7E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 9E-01	35,69 ± 8E-01	
K-40		4,3E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 3E+01	4,5E+02 ± 5E+01	4,4E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 2E+01	434,96 ± 2E+01	
Be-7		5,7E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 3E+00				2,2E+00 ± 7E-01	1,66 ± 5E-01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		1,5E+01 ± 7E-01	1,7E+01 ± 8E-01	1,9E+01 ± 1E+00	1,7E+01 ± 1E+00	5,0E+00 ± 3E-01	1,7E+01 ± 5E-01	14,17 ± 4E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2008 T - 59a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6E (mivkasta borovina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina								
Datum vzor.	26. 5. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzorca (kg/m ²)	0,4	13,1	29,2	57,8	65,3	181,3	165,4	+trava	346,7
Oznaka vzorca	K08ZNT51	K08ZN2A51	K08ZN2B51	K08ZN2C51	K08ZN2D51	K08ZN2E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		2,6E+02 ± 8E+01	9,0E+02 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 2E+02	5,5E+03 ± 6E+02	4,4E+03 ± 4E+02	4,4E+03 ± 4E+02	9,9E+03 ± 7E+02
Ra-226		4,5E+02 ± 4E+01	1,0E+03 ± 1E+02	2,2E+03 ± 2E+02	2,5E+03 ± 2E+02	7,0E+03 ± 7E+02	6,1E+03 ± 3E+02	6,1E+03 ± 3E+02	1,3E+04 ± 7E+02
Pb-210	1,1E+01 ± 2E+00	8,0E+02 ± 5E+02	1,5E+03 ± 6E+02	2,9E+03 ± 2E+03	<	3E+03	2,8E+03 ± 2E+03	5,2E+03 ± 3E+03	8,0E+03 ± 3E+03
Ra-228	6,8E-01 ± 3E-01	3,0E+02 ± 2E+01	6,9E+02 ± 4E+01	1,6E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 9E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 1E+02	4,3E+03 ± 1E+02	8,6E+03 ± 2E+02
Th-228	2,5E-01 ± 8E-02	3,0E+02 ± 1E+01	6,9E+02 ± 3E+01	1,5E+03 ± 7E+01	1,7E+03 ± 9E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,5E+03 ± 2E+02
K-40	2,2E+02 ± 2E+01	3,7E+03 ± 4E+02	8,4E+03 ± 8E+02	1,9E+04 ± 2E+03	2,2E+04 ± 2E+03	5,2E+04 ± 5E+03	5,3E+04 ± 3E+03	5,3E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 6E+03
Be-7	5,7E+01 ± 3E+00	6,7E+01 ± 3E+01					6,7E+01 ± 3E+01	1,2E+02 ± 3E+01	6,7E+01 ± 3E+01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,2E-01 ± 6E-02	8,7E+01 ± 6E+00	2,3E+02 ± 1E+01	4,2E+02 ± 3E+01	4,6E+02 ± 2E+01	2,0E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 4E+01	1,2E+03 ± 4E+01	3,2E+03 ± 1E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		8,9E+00 ± 2E+00	1,7E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 8E+00	4,0E+01 ± 1E+01		9,3E+01 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina								
Datum vzor.	26. 5. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol vzorca (kg)	0,17	0,10	0,15	0,41	0,41	0,45			
Kol. (kg/m ²)	0,4	13,1	29,2	57,8	65,3	181,3	Uteženo	Uteženo	
Oznaka vzorca	K08ZNT51	K08ZN2A51	K08ZN2B51	K08ZN2C51	K08ZN2D51	K08ZN2E51	0-15	0-30	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		2,0E+01 ± 6E+00	3,1E+01 ± 6E+00	2,9E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 2E+00	28,56 ± 2E+00	
Ra-226		3,4E+01 ± 3E+00	3,4E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 2E+00	37,68 ± 2E+00	
Pb-210	3,1E+01 ± 6E+00	6,1E+01 ± 4E+01	5,2E+01 ± 2E+01	5,0E+01 ± 3E+01	<	5E+01	3,2E+01 ± 2E+01	23,07 ± 9E+00	
Ra-228	1,9E+00 ± 8E-01	2,3E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 7E-01	24,85 ± 7E-01	
Th-228	7,2E-01 ± 2E-01	2,3E+01 ± 9E-01	2,4E+01 ± 9E-01	2,6E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 7E-01	24,46 ± 7E-01	
K-40	6,1E+02 ± 6E+01	2,8E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 2E+01	303,40 ± 2E+01	
Be-7	1,6E+02 ± 8E+00	5,1E+00 ± 2E+00					4,0E-01 ± 2E-01	0,19 ± 9E-02	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	3,5E-01 ± 2E-01	6,7E+00 ± 5E-01	7,7E+00 ± 5E-01	7,2E+00 ± 5E-01	7,0E+00 ± 3E-01	1,1E+01 ± 6E-01	7,2E+00 ± 2E-01	9,32 ± 3E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		6,8E-01 ± 2E-01	5,7E-01 ± 2E-01	4,8E-01 ± 1E-01	6,1E-01 ± 2E-01		5,6E-01 ± 8E-02	0,56 ± 8E-02	

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 59b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6E (mivkasta borovina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,1	24,0	30,3	42,8	62,8	192,2	159,9	+ trava	352,1
Oznaka vzorca	K08ZN2T91	K08ZN2A91	K08ZN2B91	K08ZN2C91	K08ZN2D91	K08ZN2E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		6,3E+02 ± 1E+02	7,3E+02 ± 1E+02	1,1E+03 ± 7E+01	1,6E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 8E+02	4,0E+03 ± 2E+02	4,0E+03 ± 2E+02	8,5E+03 ± 8E+02
Ra-226	3,7E-01 ± 2E-01	8,7E+02 ± 9E+01	1,1E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	2,4E+03 ± 2E+02	7,2E+03 ± 7E+02	6,1E+03 ± 3E+02	6,1E+03 ± 3E+02	1,3E+04 ± 8E+02
Pb-210	1,5E+00 ± 4E-01	1,0E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 1E+02	2,4E+03 ± 3E+02	< 1E+04	6,4E+03 ± 4E+02	6,4E+03 ± 4E+02	6,4E+03 ± 8E+02
Ra-228		6,0E+02 ± 3E+01	7,6E+02 ± 4E+01	1,1E+03 ± 6E+01	1,7E+03 ± 9E+01	4,4E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,6E+03 ± 2E+02
Th-228	1,2E-01 ± 3E-02	5,6E+02 ± 3E+01	7,1E+02 ± 4E+01	1,1E+03 ± 6E+01	1,8E+03 ± 9E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,5E+03 ± 2E+02
K-40	4,6E+01 ± 4E+00	7,4E+03 ± 7E+02	9,0E+03 ± 9E+02	1,4E+04 ± 1E+03	2,2E+04 ± 2E+03	5,4E+04 ± 5E+03	5,3E+04 ± 3E+03	5,3E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 6E+03
Be-7	2,0E+01 ± 1E+00	3,4E+02 ± 6E+01	1,2E+02 ± 7E+01	< 2E+02			4,6E+02 ± 2E+02	4,8E+02 ± 2E+02	4,6E+02 ± 2E+02
I-131									
Cs-134									
Cs-137	5,7E-02 ± 2E-02	1,3E+02 ± 9E+00	1,9E+02 ± 1E+01	3,3E+02 ± 3E+01	5,3E+02 ± 3E+01	2,3E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 4E+01	1,2E+03 ± 4E+01	3,4E+03 ± 1E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		7,9E+00 ± 3E+00	1,1E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 6E+00	3,4E+01 ± 8E+00		7,2E+01 ± 1E+01	7,2E+01 ± 1E+01	7,2E+01 ± 1E+01

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)	0,13	0,16	0,16	0,17	0,45	0,49			
Kol. (kg/m ²)	0,1	24,0	30,3	42,8	62,8	192,2	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K08ZN2T91	K08ZN2A91	K08ZN2B91	K08ZN2C91	K08ZN2D91	K08ZN2E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		2,6E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+00	24,18 ± 2E+00
Ra-226	5,8E+00 ± 3E+00	3,6E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	37,60 ± 2E+00
Pb-210	2,3E+01 ± 6E+00	4,3E+01 ± 6E+00	4,5E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 4E+00	< 7E+01	4,0E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	18,11 ± 2E+01
Ra-228		2,5E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 7E-01	2,6E+01 ± 7E-01	24,48 ± 7E-01
Th-228	1,8E+00 ± 4E-01	2,3E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 7E-01	2,6E+01 ± 7E-01	24,01 ± 7E-01
K-40	7,2E+02 ± 7E+01	3,1E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,5E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 2E+01	3,3E+02 ± 2E+01	304,66 ± 2E+01
Be-7	3,2E+02 ± 2E+01	1,4E+01 ± 2E+00	4,0E+00 ± 2E+00	< 5E+00			2,9E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	1,30 ± 4E-01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	8,9E-01 ± 3E-01	5,4E+00 ± 4E-01	6,3E+00 ± 4E-01	7,7E+00 ± 6E-01	8,4E+00 ± 4E-01	1,2E+01 ± 6E-01	7,4E+00 ± 3E-01	7,4E+00 ± 3E-01	9,79 ± 3E-01
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		3,3E-01 ± 1E-01	3,7E-01 ± 1E-01	4,4E-01 ± 1E-01	5,4E-01 ± 1E-01		4,5E-01 ± 7E-02	4,5E-01 ± 7E-02	0,45 ± 7E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 60a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Amerika									
Datum vzor.	26. 5. 2008									
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,3	15,5	25,7	42,8	48,0	190,3	132,1	+ trava	322,4	
Oznaka vzorca	K08ZN3T51	K08ZN3A51	K08ZN3B51	K08ZN3C51	K08ZN3D51	K08ZN3E51				
IZOTOP										
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)										
U-238	1,7E+00 ± 9E-01	5,3E+02 ± 6E+01	9,4E+02 ± 9E+01	1,1E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 3E+02	5,4E+03 ± 6E+02	4,1E+03 ± 3E+02	4,1E+03 ± 3E+02	9,6E+03 ± 7E+02	
Ra-226	1,1E+01 ± 1E+00	7,0E+02 ± 7E+01	1,2E+03 ± 1E+02	2,1E+03 ± 2E+02	2,2E+03 ± 2E+02	7,5E+03 ± 7E+02	6,2E+03 ± 3E+02	6,2E+03 ± 3E+02	1,4E+04 ± 8E+02	
Pb-210	2,9E-01 ± 1E-01	1,0E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 2E+02	2,4E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 8E+02	7,1E+03 ± 2E+03	6,4E+03 ± 9E+02	6,5E+03 ± 9E+02	1,4E+04 ± 2E+03	
Ra-228	2,9E-01 ± 1E-01	5,1E+02 ± 3E+01	8,9E+02 ± 3E+01	1,5E+03 ± 5E+01	1,6E+03 ± 6E+01	6,2E+03 ± 3E+02	4,5E+03 ± 9E+01	4,5E+03 ± 9E+01	1,1E+04 ± 3E+02	
Th-228	2,8E-01 ± 6E-02	5,0E+02 ± 2E+01	8,5E+02 ± 3E+01	1,5E+03 ± 5E+01	1,5E+03 ± 5E+01	6,0E+03 ± 3E+02	4,4E+03 ± 8E+01	4,4E+03 ± 8E+01	1,0E+04 ± 3E+02	
K-40	1,6E+02 ± 1E+01	6,2E+03 ± 6E+02	1,1E+04 ± 1E+03	1,8E+04 ± 2E+03	2,0E+04 ± 2E+03	7,7E+04 ± 7E+03	5,5E+04 ± 3E+03	5,5E+04 ± 3E+03	1,3E+05 ± 8E+03	
Be-7	5,5E+01 ± 3E+00	1,3E+02 ± 3E+01					1,3E+02 ± 3E+01	1,9E+02 ± 3E+01	1,3E+02 ± 3E+01	
I-131										
Cs-134										
Cs-137	7,9E-02 ± 4E-02	4,8E+02 ± 2E+01	9,0E+02 ± 4E+01	1,6E+03 ± 8E+01	1,8E+03 ± 6E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 1E+02	4,8E+03 ± 1E+02	9,2E+03 ± 2E+02	
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90		1,8E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 5E+00	6,0E+01 ± 1E+01	6,3E+01 ± 1E+01		1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	

Vzorč. mesto	Amerika									
Datum vzor.	26. 5. 2008									
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo		
Kol. vzorca (kg)	0,19	0,09	0,18	0,33	0,37	0,43	povprečje	povprečje		
Kol. (kg/m ²)	0,3	15,5	25,7	42,8	48,0	190,3	0-15	0-30		
Oznaka vzorca	K08ZN3T51	K08ZN3A51	K08ZN3B51	K08ZN3C51	K08ZN3D51	K08ZN3E51				
IZOTOP										
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)										
U-238		3,4E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 3E+00	3,3E+01 ± 6E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 2E+00	29,69 ± 2E+00		
Ra-226	6,5E+00 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 2E+00	42,56 ± 2E+00		
Pb-210	4,2E+01 ± 4E+00	6,7E+01 ± 5E+00	6,5E+01 ± 7E+00	5,6E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 2E+01	3,7E+01 ± 1E+01	4,9E+01 ± 7E+00	42,08 ± 7E+00		
Ra-228	1,1E+00 ± 6E-01	3,3E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 1E+00	3,6E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 6E-01	33,32 ± 1E+00		
Th-228	1,1E+00 ± 2E-01	3,2E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,4E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 6E-01	32,15 ± 1E+00		
K-40	6,1E+02 ± 6E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,3E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 2E+01	410,16 ± 2E+01		
Be-7	2,1E+02 ± 1E+01	8,4E+00 ± 2E+00					9,8E-01 ± 2E-01	0,40 ± 8E-02		
I-131										
Cs-134										
Cs-137	3,0E-01 ± 2E-01	3,1E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	3,7E+01 ± 8E-01	28,44 ± 8E-01		
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90		1,2E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 2E-01		1,3E+00 ± 1E-01	1,29 ± 1E-01		

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 60b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Amerika								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,3	9,5	26,2	47,8	47,7	173,5	131,2	+trava	304,8
Oznaka vzorca	K08ZN3T91	K08ZN3A91	K08ZN3B91	K08ZN3C91	K08ZN3D91	K08ZN3E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		2,7E+02 ± 3E+01	1,2E+03 ± 2E+02	1,9E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	5,4E+03 ± 5E+02	5,0E+03 ± 3E+02	5,0E+03 ± 3E+02	1,0E+04 ± 6E+02
Ra-226		4,3E+02 ± 4E+01	1,2E+03 ± 1E+02	2,3E+03 ± 2E+02	2,2E+03 ± 2E+02	7,7E+03 ± 7E+02	6,2E+03 ± 3E+02	6,2E+03 ± 3E+02	1,4E+04 ± 8E+02
Pb-210	2,2E+01 ± 1E+00	7,5E+02 ± 9E+01	1,6E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 4E+02	2,5E+03 ± 3E+02	7,4E+03 ± 7E+02	6,5E+03 ± 6E+02	6,5E+03 ± 6E+02	1,4E+04 ± 9E+02
Ra-228	3,2E-01 ± 8E-02	2,8E+02 ± 1E+01	9,1E+02 ± 5E+01	1,7E+03 ± 9E+01	1,7E+03 ± 9E+01	6,0E+03 ± 3E+02	4,6E+03 ± 1E+02	4,6E+03 ± 1E+02	1,1E+04 ± 3E+02
Th-228	3,3E-01 ± 4E-02	2,9E+02 ± 2E+01	9,1E+02 ± 5E+01	1,7E+03 ± 9E+01	1,7E+03 ± 8E+01	5,9E+03 ± 3E+02	4,6E+03 ± 1E+02	4,6E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 3E+02
K-40	8,7E+01 ± 9E+00	3,8E+03 ± 4E+02	1,1E+04 ± 1E+03	2,1E+04 ± 2E+03	2,1E+04 ± 2E+03	7,5E+04 ± 7E+03	5,7E+04 ± 3E+03	5,7E+04 ± 3E+03	1,3E+05 ± 8E+03
Be-7	2,1E+02 ± 1E+01	2,7E+02 ± 3E+01	9,0E+01 ± 5E+01		1,5E+02 ± 1E+02		5,0E+02 ± 1E+02	7,1E+02 ± 1E+02	5,0E+02 ± 1E+02
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,4E-01 ± 4E-02	2,5E+02 ± 1E+01	8,1E+02 ± 5E+01	1,6E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 1E+02	4,9E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 1E+02	4,3E+03 ± 1E+02	9,2E+03 ± 3E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		1,6E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 5E+00	5,9E+01 ± 9E+00	6,5E+01 ± 1E+01		1,7E+02 ± 1E+01	1,7E+02 ± 1E+01	1,7E+02 ± 1E+01

Vzorč. mesto	Amerika								
Datum vzor.	11. 9. 2008								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)	0,18	0,06	0,12	0,14	0,14	0,40			
Kol. (kg/m ²)	0,3	9,5	26,2	47,8	47,7	173,5	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K08ZN3T91	K08ZN3A91	K08ZN3B91	K08ZN3C91	K08ZN3D91	K08ZN3E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		2,9E+01 ± 3E+00	4,5E+01 ± 6E+00	3,9E+01 ± 5E+00	3,6E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 3E+00	34,19 ± 2E+00
Ra-226		4,6E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 5E+00	4,9E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 3E+00	4,7E+01 ± 3E+00	45,43 ± 3E+00
Pb-210	6,4E+01 ± 4E+00	8,0E+01 ± 9E+00	6,2E+01 ± 7E+00	3,4E+01 ± 9E+00	5,2E+01 ± 5E+00	4,3E+01 ± 4E+00	5,0E+01 ± 4E+00	5,0E+01 ± 4E+00	45,59 ± 3E+00
Ra-228	9,5E-01 ± 2E-01	3,0E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	34,74 ± 1E+00
Th-228	9,7E-01 ± 1E-01	3,1E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	34,39 ± 1E+00
K-40	2,6E+02 ± 3E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,2E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 4E+01	4,3E+02 ± 4E+01	4,3E+02 ± 2E+01	4,3E+02 ± 2E+01	432,15 ± 3E+01
Be-7	6,1E+02 ± 4E+01	2,8E+01 ± 3E+00	3,4E+00 ± 2E+00		3,0E+00 ± 2E+00		3,8E+00 ± 9E-01	3,8E+00 ± 9E-01	1,64 ± 4E-01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	4,2E-01 ± 1E-01	2,6E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	30,16 ± 9E-01
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		1,6E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 2E-01	1,2E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 2E-01		1,3E+00 ± 1E-01	1,3E+00 ± 1E-01	1,33 ± 1E-01

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

HRANILA

- 51. MLEKO
- 55. MESO IN KOKOŠJA JAJCA
- 54. POVRTNINE IN POLJŠČINE
- 53. SADJE

LETO 2008 T - 61 a
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Pesje						
	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje
Datum vzor.	4,88	4,84	5,08	5,24	5,17	5,21	
Kol. vzorca (kg)	MLPE0108	MLPE0208	MLPE0308	MLPE0408	MLPE0508	MLPE0608	
Oznaka vzorca							
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	2,7E-01 ± 7E-02	1,5E-02 ± 7E-03	3,0E-01 ± 9E-02	1,0E-01 ± 1E-01	7,4E-01 ± 1E-01	6,8E-02 ± 4E-02	2,5E-01 ± 1E-01
Ra-226		< 2E-01	1,5E-02 ± 1E-02				5,0E-03 ± 3E-03
Pb-210	1,5E-02 ± 1E-02		4E-01	< 8E-01	< 3E-01	< 3E-01	2,5E-03 ± 2E-01
Ra-228			2,9E-02 ± 2E-02	2,8E-02 ± 2E-02	5,4E-02 ± 4E-02	1,6E-02 ± 9E-03	2,1E-02 ± 8E-03
Th-228	2,9E-02 ± 2E-02						4,8E-03 ± 5E-03
K-40	4,0E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 2E+00	4,8E+01 ± 1E+00	6,7E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 1E+00	5,0E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 4E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	7,9E-02 ± 7E-02	6,7E-02 ± 4E-03	7,2E-02 ± 6E-03	8,4E-02 ± 6E-03	3,9E-02 ± 5E-03	8,4E-02 ± 4E-03	7,1E-02 ± 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	7,8E-02 ± 8E-03	8,7E-03 ± 2E-03	5,2E-02 ± 9E-03	5,7E-02 ± 3E-03	9,3E-02 ± 4E-03	1,7E-01 ± 5E-03	7,7E-02 ± 2E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 61 b
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Pesje						
	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje
Datum vzor.	5,14	4,89	4,64	4,84	5,05	4,67	
Kol. vzorca (kg)	MLPE0708	MLPE0808	MLPE0908	MLPE1008	MLPE1108	MLPE1208	
Oznaka vzorca							
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	3,2E-01 ± 1E-01	1,8E-01 ± 7E-02	4,2E-01 ± 1E-01			6,1E-02 ± 6E-02	2,1E-01 ± 6E-02
Ra-226	2,7E-02 ± 1E-02	1,5E-02 ± 1E-02	8,8E-02 ± 2E-02	3,1E-02 ± 1E-02	1,9E-02 ± 9E-03	3,0E-02 ± 7E-03	2,0E-02 ± 7E-03
Pb-210	< 3E-01	< 5E-01	5,1E-02 ± 4E-02	2,0E-01 ± 1E-01	1,3E-02 ± 1E-02	< 3E-01	2,3E-02 ± 1E-01
Ra-228	6,7E-02 ± 4E-02			4,9E-02 ± 2E-02	3,4E-02 ± 3E-02	3,4E-02 ± 1E-02	2,6E-02 ± 7E-03
Th-228			2,9E-02 ± 2E-02			1,9E-02 ± 1E-02	6,4E-03 ± 3E-03
K-40	4,7E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 1E+00	4,9E+01 ± 3E+00	4,5E+01 ± 2E+00	4,9E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 2E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,3E-02 ± 7E-03	2,8E-02 ± 7E-03	4,7E-03 ± 4E-03	1,3E-02 ± 4E-03	1,5E-02 ± 5E-03	1,9E-02 ± 4E-03	4,5E-02 ± 9E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,1E-01 ± 5E-03	5,6E-02 ± 5E-03	4,3E-02 ± 4E-03	4,0E-02 ± 4E-03	4,2E-02 ± 4E-03	3,1E-02 ± 3E-03	6,5E-02 ± 1E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 62 a
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Vihre						
	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje
	Kol. vzorca (kg) Oznaka vzorca	5,36 MLVH0108	5,30 MLVH0208	5,33 MLVH0308	5,24 MLVH0408	5,32 MLVH0508	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	2,8E-01 ± 7E-02	6,3E-02 ± 6E-02	1,3E-01 ± 5E-02		1,3E-01 ± 8E-02	3,3E-01 ± 9E-02	1,6E-01 ± 5E-02
Ra-226			5,9E-02 ± 1E-02				9,8E-03 ± 1E-02
Pb-210	7,4E-02 ± 7E-02	8,7E-02 ± 5E-02	< 4E-01	< 4E-01	< 4E-01	2,1E-02 ± 2E-02	3,0E-02 ± 1E-01
Ra-228							
Th-228		1,4E-02 ± 1E-02		3,0E-02 ± 2E-02			7,3E-03 ± 5E-03
K-40	5,0E+01 ± 1E+00	4,9E+01 ± 1E+00	5,4E+01 ± 3E+00	6,5E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 1E+00	4,9E+01 ± 3E+00	5,3E+01 ± 3E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,6E-02 ± 6E-03	3,0E-02 ± 3E-03	1,2E-02 ± 3E-03	2,1E-02 ± 7E-03	< 5E-02	< 5E-02	1,7E-02 ± 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	5,1E-02 ± 4E-03	4,1E-02 ± 3E-03	4,1E-02 ± 3E-03	6,4E-02 ± 3E-03	8,7E-02 ± 4E-03	9,9E-02 ± 4E-03	6,4E-02 ± 1E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 62 b
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Vihre						
	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje
	Kol. vzorca (kg) Oznaka vzorca	5,42 MLVH0708	5,32 MLVH0808	5,32 MLVH0908	5,28 MLVH1008	5,40 MLVH1108	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238		9,0E-02 ± 5E-02		9,6E-02 ± 6E-02		4,8E-01 ± 1E-01	1,3E-01 ± 4E-02
Ra-226	3,5E-02 ± 8E-03			8,0E-02 ± 7E-03		4,9E-02 ± 1E-02	3,3E-02 ± 1E-02
Pb-210	1,3E-01 ± 8E-02	< 5E-01	< 4E-01	1,6E+00 ± 1E-01	4,5E-02 ± 4E-02	1,7E-01 ± 9E-02	1,7E-01 ± 1E-01
Ra-228							
Th-228	1,8E-02 ± 1E-02	2,7E-02 ± 1E-02		5,9E-02 ± 1E-02			1,2E-02 ± 5E-03
K-40	5,3E+02 ± 3E+00	4,9E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 3E+00	5,3E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 1E+00	9,1E+01 ± 4E+01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,8E-02 ± 5E-03	3,3E-02 ± 6E-03	< 3E-02	< 4E-02	1,2E-02 ± 3E-03	1,7E-01 ± 9E-02	2,9E-02 ± 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	9,4E-02 ± 5E-03	2,4E-02 ± 3E-03	3,6E-02 ± 4E-03	2,5E-02 ± 3E-03	2,7E-02 ± 3E-03	4,1E-02 ± 3E-03	5,2E-02 ± 8E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 63 a
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brege						
	Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij
Kol. vzorca (kg)	5,22	5,40	5,26	5,32	5,30	5,36	
Oznaka vzorca	MLBG0108	MLBG0208	MLBG0308	MLBG0408	MLBG0508	MLBG0608	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	7,5E-02 ± 6E-02	1,2E-01 ± 4E-02	2,0E-01 ± 5E-02		8,4E-02 ± 4E-02	7,1E-02 ± 5E-02	9,2E-02 ± 3E-02
Ra-226			1,1E-02 ± 1E-03		6,0E-02 ± 5E-02	1,1E-01 ± 6E-02	3,0E-02 ± 2E-02
Pb-210	< 4E-01	2,8E-02 ± 2E-02	8,7E-02 ± 6E-02	2,0E-02 ± 1E-02	< 4E-01	< 5E-01	2,3E-02 ± 1E-01
Ra-228			4,6E-02 ± 3E-02		2,7E-02 ± 1E-02	3,9E-02 ± 2E-02	1,9E-02 ± 9E-03
Th-228			2,0E-02 ± 2E-02			2,1E-02 ± 2E-02	6,8E-03 ± 4E-03
K-40	5,1E+01 ± 3E+00	4,6E+01 ± 2E+00	4,3E+01 ± 1E+00	5,2E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 1E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	5,7E-02 ± 5E-03	2,6E-02 ± 4E-03	1,8E-02 ± 4E-03	3,0E-02 ± 3E-03	2,6E-02 ± 4E-03	2,8E-02 ± 5E-03	3,1E-02 ± 5E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	3,8E-02 ± 1E-03	5,9E-02 ± 3E-03	5,2E-02 ± 3E-03	6,5E-02 ± 3E-03	7,6E-02 ± 4E-03	7,8E-02 ± 4E-03	6,1E-02 ± 6E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 63 b
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brege						
	Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December
Kol. vzorca (kg)	4,72	5,34	5,02	5,26	5,42	5,08	
Oznaka vzorca	MLBG0708	MLBG0808	MLBG0908	MLBG1008	MLBG1108	MLBG1208	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	1,4E-01 ± 5E-02	6,3E-01 ± 8E-02	3,5E-01 ± 7E-02		7,2E-01 ± 1E-01	2,0E-01 ± 7E-02	
Ra-226	7,5E-02 ± 6E-02	2,3E-01 ± 5E-02		4,8E-02 ± 7E-03	9,6E-03 ± 8E-03	3,8E-02 ± 2E-02	4,8E-02 ± 2E-02
Pb-210	< 5E-01	2,2E+00 ± 2E-01	< 5E-01	< 4E-01	< 5E-01	< 3E-01	1,9E-01 ± 2E-01
Ra-228					4,7E-02 ± 2E-02	3,9E-02 ± 3E-02	1,7E-02 ± 6E-03
Th-228		6,4E-02 ± 1E-02	2,2E-02 ± 2E-02				1,1E-02 ± 6E-03
K-40	5,1E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,7E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 1E+00	4,8E+01 ± 9E-01
Be-7		1,0E-01 ± 3E-02					8,3E-03 ± 8E-03
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,7E-02 ± 5E-03	2,2E-02 ± 4E-03	2,9E-02 ± 7E-03	2,3E-02 ± 4E-03	1,3E-02 ± 1E-02	2,9E-02 ± 5E-03	2,7E-02 ± 3E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	7,7E-02 ± 4E-03	3,2E-02 ± 3E-03	2,9E-02 ± 3E-03	2,3E-02 ± 3E-03	3,1E-02 ± 3E-03	3,4E-02 ± 4E-03	5,0E-02 ± 6E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

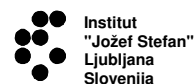
LETO 2008 T - 64
51. MLEKO – enkratni vzorci (I-131)



Specifična analiza I-131

Datum vzorčevanja	Datum meritve	Kraj vzorčevanja		
		PESJE	VIHRE	BREGE
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/L) SVEŽE SNOVI				
5. 5. 2008	6. 5. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
2. 6. 2006	3. 6. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
16. 6. 2008	17. 6. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
1. 7. 2008	2. 7. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
1. 8. 2008	1. 8. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
13. 8. 2008	14. 8. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
1. 9. 2008	2. 9. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3
1. 10. 2008	2. 10. 2008	< 1E-3	< 1E-3	< 1E-3

LETO 2008 T - 65
55. HRANILA – KOKOŠJE MESO IN JAJCA



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Povprečje - jajca (*)	Spodnji Stari Grad
Vrsta vzorca	Kokošja jajca	Kokošja jajca		
Datum vzor.	17. 3. 2008	1. 4. 2008		23. 4. 2008
Kol. vzorca (kg)	0,26	0,22		0,26
Odstotek suhe snovi	24,17	28,21		30,30
Oznaka vzorca	K08HJ131	K08HJ341		K08HMK141
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	2,3E-01 ± 1E-01	< 2E+00	1,1E-01 ± 5E-01	2,0E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,1E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 6E-01	6,8E-01 ± 5E-01	< 1E+00
Pb-210	< 2E-01	< 1E+00	< 4E-01	< 2E+00
Ra-228	1,5E-01 ± 3E-02	3,3E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 9E-02	
Th-228	4,8E-02 ± 1E-02	6,7E-02 ± 5E-02	5,7E-02 ± 3E-02	1,7E-01 ± 8E-02
K-40	4,3E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 3E+00	9,6E+01 ± 1E+01
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 2E-02		< 7E-03	7,4E-02 ± 5E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,1E-02 ± 7E-03	3,8E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 9E-03	4,4E-02 ± 1E-02

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 66
55. HRANILA - SVINJSKO IN GOVEJE MESO

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege		Leskovec
Vrsta vzorca	Svinjsko meso	Svinjsko meso	Povprečje - svinjsko meso (*)	Goveje meso
Datum vzor.	23. 4. 2008	19. 5. 2008		5. 5. 2008
Kol. vzorca (kg)	0,61	0,64		0,62
Odstotek suhe snovi	38,00	22,20		32,60
Oznaka vzorca	K08HMS141	K08HMS251		K08HMG7351
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	< 2E-01	< 2E+00	< 5E-01	< 1E+00
Ra-226	2,9E-01 ± 2E-01	< 1E+00	1,4E-01 ± 1E-01	< 2E+00
Pb-210	< 2E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 2E+00
Ra-228	< 2E-01	< 3E-01	< 1E-01	< 2E+00
Th-228	< 5E-02	< 7E-02	< 2E-02	2,7E-02 ± 2E-02
K-40	7,2E+01 ± 8E+00	6,6E+01 ± 6E+00	6,9E+01 ± 5E+00	9,5E+01 ± 9E+00
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	2,2E-01 ± 3E-02	1,1E-01 ± 2E-02	1,6E-01 ± 5E-02	1,6E-01 ± 2E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	< 2E-02	< 4E-02	< 1E-02	1,4E-02 ± 5E-03

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2008 T - 67
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - solata, zelje, čebula, krompir

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Žadovinek	Trnje	Vrbina	Spodnji Stari Grad
Vrsta vzorca	Solata	Zelje	Čebula	Krompir
Datum vzor.	14. 6. 2008	14. 6. 2008	14. 6. 2008	14. 6. 2008
Oznaka vzorca	SZNEK010608	SZNEK020608	SZNEK030608	SZNEK040608
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	9,7E-01 ± 2E-01	1,0E-01 ± 7E-02	< 1E-02	3,0E-01 ± 8E-02
Ra-226	3,7E-02 ± 2E-02	1,7E-02 ± 1E-02	6,4E-02 ± 1E-02	1,4E-02 ± 1E-02
Pb-210	5,9E-01 ± 1E-01	< 4E-01	< 7E-01	5,5E-02 ± 5E-02
Ra-228	5,6E-02 ± 2E-02	2,4E-02 ± 2E-02	8,6E-02 ± 3E-02	1,2E-01 ± 3E-02
Th-228	7,4E-02 ± 2E-02			
K-40	8,9E+01 ± 5E+00	5,9E+01 ± 3E+00	9,3E+01 ± 5E+00	1,3E+02 ± 3E+00
Be-7	8,3E+00 ± 3E-01	4,3E-01 ± 4E-02	3,7E-01 ± 6E-02	2,8E-01 ± 5E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	3,9E-02 ± 7E-03	2,1E-02 ± 5E-03	< 5E-02	1,1E-02 ± 4E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	3,4E-01 ± 2E-02	2,5E-01 ± 2E-02	5,6E-01 ± 3E-02	2,4E-01 ± 2E-02

LETO 2008 T - 68

54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - peteršilj, korenje, paradižnik, paprika



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Žadovinek	Stari Grad	Trnje	Drnovo
Vrsta vzorca	Peteršilj	Korenje	Paradižnik	Paprika
Datum vzor.	2. 8. 2008	2. 8. 2008	2. 8. 2008	2. 8. 2008
Oznaka vzorca	SZNEK050808	SZNEK060808	SZNEK070808	SZNEK080808
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	1,3E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 1E-01	4,2E-01 ± 1E-01	
Ra-226	1,5E-01 ± 2E-02	1,3E-01 ± 2E-02	4,0E-02 ± 2E-02	3,5E-02 ± 1E-02
Pb-210	6,5E-01 ± 2E-01	6,8E-02 ± 2E-01	< 8E-01	9,0E-02 ± 2E-01
Ra-228	2,8E-01 ± 4E-02	9,7E-02 ± 4E-02		
Th-228			5,3E-02 ± 4E-02	1,3E-02 ± 3E-02
K-40	2,3E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 7E+00	7,0E+01 ± 2E+00	5,7E+01 ± 3E+00
Be-7	8,4E+00 ± 3E-01			6,3E-01 ± 9E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	4,6E-02 ± 9E-03	< 1E-01	< 1E-01	< 8E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	7,9E-01 ± 5E-02	3,8E-01 ± 3E-02	1,5E-01 ± 1E-02	2,0E-01 ± 2E-02

LETO 2008 T - 69

54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - ohrovt, rdeča pesa, bučke, malancani



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Leskovec	Vihre	Brege	Leskovec
Vrsta vzorca	Ohrovt	Rdeča pesa	Bučke	Malancani
Datum vzor.	2. 8. 2008	2. 8. 2008	2. 8. 2008	2. 8. 2008
Oznaka vzorca	SZNEK090808	SZNEK100808	SZNEK110808	SZNEK120808
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	4,1E-01 ± 1E-01		1,3E-01 ± 5E-02	1,1E-01 ± 8E-02
Ra-226	6,2E-02 ± 1E-02	1,8E-01 ± 2E-02	1,8E-02 ± 8E-03	
Pb-210	< 5E-01	< 1E+00	3,4E-03 ± 7E-02	< 5E-01
Ra-228	4,9E-02 ± 3E-02	9,9E-02 ± 3E-02		2,9E-02 ± 3E-02
Th-228	1,0E-01 ± 3E-02	8,7E-02 ± 3E-02	1,8E-02 ± 1E-02	3,7E-02 ± 2E-02
K-40	8,3E+01 ± 2E+00	1,4E+02 ± 7E+00	5,0E+01 ± 3E+00	6,6E+01 ± 3E+00
Be-7	4,1E-01 ± 6E-02	8,1E-01 ± 1E-01		
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 7E-02	< 1E-01	< 4E-02	< 7E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,2E-01 ± 1E-02	6,8E-01 ± 4E-02	1,1E-01 ± 8E-03	9,5E-02 ± 7E-03

LETO 2008 T - 70

54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - pšenica, ječmen, kuzuza, radič



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brege	Pesje	Vihre	Žadovinek
Vrsta vzorca	Pšenica	Ječmen	Koruza	Radič
Datum vzor.	14. 8. 2008	14. 8. 2008	14. 8. 2008	25. 9. 2008
Oznaka vzorca	SZNEK130808	SZNEK140808	SZNEK150808	SZNEK160908
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	2,8E+00 ± 4E-01	5,6E-01 ± 2E-01		3,3E-01 ± 1E-01
Ra-226	4,6E-01 ± 2E-02	7,4E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 2E-02	
Pb-210	1,7E-01 ± 2E-01	1,5E+00 ± 3E-01	9,3E-02 ± 2E-01	< 8E-01
Ra-228	2,9E-01 ± 4E-02	2,0E-01 ± 6E-02	1,7E-01 ± 7E-02	
Th-228	4,1E-02 ± 4E-02	2,8E-02 ± 5E-02	1,1E-02 ± 5E-02	
K-40	1,3E+02 ± 4E+00	1,7E+02 ± 9E+00	9,8E+01 ± 5E+00	1,1E+02 ± 6E+00
Be-7	3,0E+00 ± 1E-01	7,4E+00 ± 3E-01		1,1E+00 ± 1E-01
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 9E-02	< 1E-01	5,2E-02 ± 1E-02	6,4E-02 ± 1E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,7E-01 ± 2E-02	3,0E-01 ± 5E-02	6,4E-02 ± 2E-02	2,1E-01 ± 1E-02

LETO 2008 T - 71

54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - repa, por, koleraba, cvetača



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege	Žadovinek	Vihre
Vrsta vzorca	Repa	Por	Koleraba	Cvetača
Datum vzor.	25. 9. 2008	25. 9. 2008	25. 9. 2008	25. 9. 2008
Oznaka vzorca	SZNEK170908	SZNEK180908	SZNEK190908	SZNEK200908
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238			1,5E-01 ± 1E-01	
Ra-226	3,6E-02 ± 1E-02	9,3E-02 ± 1E-02	6,6E-02 ± 2E-02	3,9E-02 ± 6E-03
Pb-210	< 8E-01	< 7E-01	< 9E-01	2,7E-02 ± 2E-02
Ra-228	1,4E-01 ± 6E-02	1,0E-01 ± 2E-02	1,8E-01 ± 2E-02	2,3E-02 ± 2E-02
Th-228			1,3E-01 ± 2E-01	
K-40	7,9E+01 ± 4E+00	1,1E+02 ± 6E+00	1,1E+02 ± 6E+00	8,0E+01 ± 4E+00
Be-7		1,3E+00 ± 9E-02	5,5E-01 ± 7E-02	2,5E-01 ± 3E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	1,2E-02 ± 5E-03	1,9E-02 ± 6E-03	< 6E-02	8,6E-02 ± 5E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	4,3E-01 ± 3E-02	1,4E-01 ± 1E-02	6,0E-01 ± 4E-02	7,0E-02 ± 8E-03

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	
Vrsta vzorca	Jabolka	Jabolka	Jabolka	Jabolka	Povprečje - jabolka (*)
Datum vzor.	11. 9. 2008	16. 9. 2008	11. 9. 2008	11. 9. 2008	
Kol. vzorca (kg)	0,47	0,47	0,44	0,48	
Odstotek suhe snovi	14,90	16,10	13,23	15,25	
Oznaka vzorca	K08HSJB191	K08HSJB391	K08HSJB591	K08HSJB791	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI				
U-238		< 8E-02	< 2E-01	3,6E-01 ± 3E-01	9,1E-02 ± 9E-02
Ra-226	1,5E-01 ± 1E-01		2,4E-01 ± 1E-01		9,7E-02 ± 6E-02
Pb-210	< 9E-02	5,7E-01 ± 3E-01	1,0E-01 ± 6E-02	1,0E+00 ± 3E-01	4,3E-01 ± 2E-01
Ra-228	4,8E-02 ± 3E-02	< 2E-01		< 2E-01	1,2E-02 ± 4E-02
Th-228	< 2E-02	< 5E-02	5,1E-02 ± 1E-02	3,1E-02 ± 2E-02	2,0E-02 ± 1E-02
K-40	3,2E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 5E+00
Be-7	1,1E+00 ± 1E-01	5,7E-01 ± 2E-01	5,8E-01 ± 9E-02	9,1E-01 ± 1E-01	7,9E-01 ± 1E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,2E-02 ± 8E-03				3,1E-03 ± 3E-03
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,3E-02 ± 3E-03	1,4E-02 ± 3E-03	1,5E-02 ± 3E-03	1,9E-02 ± 4E-03	1,5E-02 ± 2E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	
Vrsta vzorca	Hruške pachams	Hruške viljamovke	Povprečje - hruške (*)
Datum vzor.	11. 9. 2008	11. 9. 2008	
Kol. vzorca (kg)	0,59	0,59	
Odstotek suhe snovi	16,23	16,23	
Oznaka vzorca	K08HSHR691	K08HSHR691	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI		
U-238	< 2E-01	< 2E-01	< 1E-01
Ra-226	1,5E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 8E-02
Pb-210	2,9E-01 ± 9E-02	2,9E-01 ± 9E-02	2,9E-01 ± 6E-02
Ra-228			
Th-228	3,7E-02 ± 1E-02	3,7E-02 ± 1E-02	3,7E-02 ± 8E-03
K-40	3,7E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 3E+00
Be-7	2,1E+00 ± 2E-01	2,1E+00 ± 2E-01	2,1E+00 ± 1E-01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	1,3E-02 ± 8E-03	1,3E-02 ± 8E-03	1,3E-02 ± 6E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	5,7E-02 ± 6E-03	5,7E-02 ± 6E-03	5,7E-02 ± 4E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 77
53. HRANILA - SADJE - jagode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Spodnja Pohanca	Zgornja Pohanca	Povprečje - jagode (*)
Vrsta vzorca	Jagode	Jagode	
Datum vzor.	5. 5. 2008	19. 5. 2008	
Kol. vzorca (kg)	0,52	0,28	
Odstotek suhe snovi	10,00	8,06	
Oznaka vzorca	K08HSJG2151	K08HSJG2251	
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI	
U-238			
Ra-226	2,5E-01 ± 2E-01	< 3E-01	1,3E-01 ± 1E-01
Pb-210	< 5E-01	< 3E-01	< 2E-01
Ra-228	6,9E-02 ± 2E-02	< 6E-02	3,4E-02 ± 3E-02
Th-228	1,6E-02 ± 1E-02	< 2E-02	8,1E-03 ± 8E-03
K-40	3,5E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 4E+00
Be-7		5,4E-02 ± 2E-02	2,7E-02 ± 3E-02
I-131			
Cs-134			
Cs-137		2,0E-02 ± 4E-03	9,9E-03 ± 1E-02
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	4,8E-02 ± 5E-03	4,0E-02 ± 5E-03	4,4E-02 ± 4E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2008 T - 78
53. HRANILA - SADJE - vino



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Vinska klet Leskovec	Vinska klet Leskovec	Povprečje - vino (*)
Vrsta vzorca	Vino - rdeče	Vino - belo	
Datum vzor.	25. 11. 2008	25. 11. 2008	
Kol. vzorca (kg)	0,15	0,19	
Odstotek suhe snovi	2,05	2,33	
Oznaka vzorca	K08HSV11B1	K08HSV12B1	
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI	
U-238		4,9E-02 ± 3E-02	2,4E-02 ± 2E-02
Ra-226	< 6E-02	< 2E-01	< 2E-02
Pb-210	1,1E-01 ± 5E-02	< 2E-01	5,7E-02 ± 6E-02
Ra-228	3,9E-02 ± 1E-02	< 2E-01	1,9E-02 ± 2E-02
Th-228	< 9E-03	< 8E-03	< 3E-03
K-40	3,7E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+00
Be-7	2,7E-01 ± 9E-02	2,4E-01 ± 3E-02	2,5E-01 ± 5E-02
I-131			
Cs-134			
Cs-137	< 1E-02	8,2E-03 ± 3E-03	4,1E-03 ± 4E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	2,4E-02 ± 3E-03	3,3E-02 ± 3E-03	2,9E-02 ± 5E-03

(*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**TABELE
REZULTATOV
PRIMERJALNIH MERITEV**

REZULTATI
MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV
Study MRAD-009
ERA (Environmental Resource Associates), ZDA

V decembru 2008 so bili objavljeni končni rezultati primerjalnih meritev MRAD-009 petih vzorcev (zračni filter, vzorec vegetacije, zemlje in dva vzorca vode, od katerih je bila ena za določitev tritija in ena za druge radionuklide), ki jih je ERA, Environmental Resource Associates, ZDA, razposlala septembra 2008. Sodelovala sta IRB in ZVD. IRB je analiziral oba vodna vzorca, vzorec zemlje in vegetacije, ZVD pa vzorce zemlje, vegetacije in zračnega filtra.

Rezultati analiz ZVD in IRB ter primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednjih 5 preglednicah.

ERA, Study MRAD-009				
Air Filter Radionuclides				
<i>vzorci razposlani septembra 2008, končni rezultati objavljeni novembra 2008</i>				
IZOTOP	ERA	ERA	ZVD	Performance
	Assigned value	Acceptance Limits		
	[pCi/Filter]			Evaluation
				ZVD
Am-241	67,3	39,4–92,3	70,3	Acceptable
Cs-134	623	406–771	647	Acceptable
Cs-137	761	752–1000	778	Acceptable
Co-60	425	329–531	446	Acceptable
U-238	36,1	23,1–51,3	33,8	Acceptable
Zn-65	452	313–626	470	Acceptable

ERA, Study MRAD-009
Water Radionuclides

vzorci razposlani *septembra 2008*, končni rezultati objavljeni *novembra 2008*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
Am-241	161	110–220	159	Acceptable
Cs-134	1240	916–1420	1153	Acceptable
Cs-137	1270	1080–1520	1354	Acceptable
Co-60	1130	984–1340	1156	Acceptable
Fe-55	891	519–1190	1240	Not Acceptable
Sr-90	655	416–876	657	Acceptable
Zn-65	987	836–1230	1052	Acceptable

ERA, Study MRAD-009
Tritium Water

vzorci razposlani *septembra 2008*, končni rezultati objavljeni *novembra 2008*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
H-3	28800	18800–42600	22702	Acceptable

ERA, Study MRAD-009
Soil Radionuclides

vzorci razposlani *septembra 2008*, končni rezultati objavljeni *novembra 2008*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	ZVD value	IRB value	Performance Evaluation ZVD	Performance Evaluation IRB
	(pCi/kg)					
Ac-228	1320	846–1860	1079	1026	Acceptable	Acceptable
Am-241	1050	627–1350	956	866	Acceptable	Acceptable
Bi-212	1540	404–2300	1027	–	Acceptable	
Bi-214	851	522–1220	773	711	Acceptable	Acceptable
Cs-134	3470	2230–4180	3196	3222	Acceptable	Acceptable
Cs-137	5390	4120–7000	4866	5915	Acceptable	Acceptable
Co-60	6040	4390–8110	5735	6105	Acceptable	Acceptable
Pb-212	1520	980–2140	1166	–	Acceptable	
Pb-214	948	568–1410	803	–	Acceptable	
K-40	11100	8050–15000	9376	10847	Acceptable	Acceptable
Sr-90	2710	979–4420	2273	3464	Acceptable	Acceptable
Th-234	2030	644–3870	1982	–	Acceptable	
U-238	2030	1240–2580	1982	2189	Acceptable	Acceptable
Zn-65	2450	1940–3290	2449	2634	Acceptable	Acceptable

**ERA, Study MRAD-009
Vegetation Radionuclides**

vzorci razposlani *septembra 2008*, končni rezultati objavljeni *novembra 2008*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	ZVD value	IRB value	Performance Evaluation ZVD	Performance Evaluation IRB
	(pCi/kg)					
Am-241	2790	1590–3830	2926	2706	Acceptable	Acceptable
Cs-134	761	436–1050	790	809	Acceptable	Acceptable
Cs-137	525	385–729	531	633	Acceptable	Acceptable
Co-60	455	308–654	465	568	Acceptable	Acceptable
K-40	34000	24400–48200	31850	39430	Acceptable	Acceptable
Sr-90	5390	3010–7160	5189	4628	Acceptable	Acceptable
U-238	3100	2180–3920	3020	2834	Acceptable	Acceptable
Zn-65	1260	910–1720	1269	1433	Acceptable	Acceptable

REZULTATI MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV

Study RAD-75, ERA (Environmental Resource Associates), ZDA

V decembru 2008 so bili objavljeni končni rezultati primerjalne meritve RAD-75 vzorca vode, ki ga je ERA, Environmental Resource Associates, ZDA, razposlala novembra 2008. Meritve na IJS so bile opravljene v novembru 2008. Opravljene so bile 3 neodvisne paralelke: meritve vodnega koncentrata (1. set rezultatov), sušine vode, razredčene na 8 L (2. set rezultatov) in sušine vode, razredčene na 8 L z dodatkom aktivnega oglja za povečanje izkoristkov (3. set rezultatov).

Na IRB so v okviru te interkomparacije opravili meritve vsebnosti stroncija v vzorcu vode.

Rezultati analiz IJS in IRB ter primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednjih preglednicah.

ERA, Study RAD-75 Water Radionuclides				
analize opravljene <i>novembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>decembra 2008</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/L]			
Ra-226	16,1	12,0–18,4	18,6	Not Acceptable
Ra-228	14,1	9,38–17,1	13,5	Acceptable
U (nat)	50,3	40,8–55,9	47,6	Acceptable
Ra-226	16,1	12,0–18,4	16,1	Acceptable
Ra-228	14,1	9,38–17,1	12,8	Acceptable
U (nat)	50,3	40,8–55,9	64,6	Not Acceptable
Ra-226	16,1	12,0–18,4	17,9	Acceptable
Ra-228	14,1	9,38–17,1	14,5	Acceptable
U (nat)	50,3	40,8–55,9	49,7	Acceptable

ERA, Study RAD-75 Water Radionuclides				
končni rezultati objavljeni <i>decembra 2008</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
Sr-89	48,7	38,2–56,1	36,1	Not Acceptable
Sr-90	33,6	24,6–38,8	30,8	Acceptable

REZULTATI PREVERJANJA

World-wide open proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, IAEA-CU-2007-03 IAEA, Analytical Quality Control Services

V oktobru 2007 je IAEA, Analytical Quality Control Services razposlal interkomparacijske vzorce zemlje, špinače in vode. Pri tem preverjanju sta sodelovala IJS in ZVD. Končni rezultati so bili poslani sodelujočim laboratorijem maja 2008.

V naslednjih 3 tabelah so zbrani rezultati analiz IJS (koda laboratorija 4) in ZVD (koda laboratorija 187) in primerjave z referenčnimi vrednostmi IAEA za vzorce zemlje, špinače in vode.

IAEA-CU-2007-03							
Gamma emitting radionuclides in soil, Sample 444							
vzorci razposlani <i>oktobra 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>maja 2008</i>							
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 4	Rel. Bias (%)	u- preskus	ZVD Lab. No. 187	Rel. Bias (%)	u- preskus
	(Bq/kg suhe snovi)						
Am-241	55,6 ± 1,6	53,4 ± 1,2	-3,96	-1,10	62,4 ± 2,2	12,23	2,50
Cd-109	248,7 ± 5,18	268 ± 8	7,76	2,03	294,0 ± 12,8	18,21	3,28
Co-60	82,6 ± 2,01	82,1 ± 1,6	-0,61	-0,19	85,6 ± 3,0	3,63	0,83
Cs-134	59,4 ± 1,73	57,7 ± 1,2	-2,86	-0,81	57,1 ± 1,2	-3,87	-1,09
Cs-137	68,5 ± 1,38	68,2 ± 1,4	-0,44	-0,15	69,9 ± 1,9	2,04	0,60
Mn-54	61 ± 1,24	62,3 ± 1,2	2,13	0,75	65,4 ± 2,1	7,21	1,8
Pb-210	48 ± 1,5	55,4 ± 7,9	15,42	0,92	49,0 ± 5,2	2,08	0,18
Zn-65	29,9 ± 0,99	29,1 ± 0,8	-2,68	-0,63	24,2 ± 1,3	-19,06	-3,49

IAEA-CU-2007-03
Gamma emitting radionuclides in spinach, Sample 330

vzorci razposlani *oktobra 2007*, končni rezultati objavljeni *maja 2008*

IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 4	Rel. Bias (%)	u- preskus	ZVD Lab. No. 187	Rel. Bias (%)	u- preskus
	(Bq/kg suhe snovi)						
Cs-137	1235 ± 35	1180 ± 24	-4,45	-1,30	1239 ± 33	0,32	0,08
K-40	1188 ± 30	1180 ± 43	-0,67	-0,15	1271 ± 65	6,99	1,16

IAEA-CU-2007-03
Gamma emitting radionuclides in water, Sample 445

vzorci razposlani *oktobra 2007*, končni rezultati objavljeni *maja 2008*

IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 4	Rel. Bias (%)	u- preskus	ZVD Lab. No. 187	Rel. Bias (%)	u- preskus
	(Bq/kg)						
Am-241	7,11 ± 0,05	7,15 ± 0,21	0,56	0,19	7,1 ± 0,4	-0,14	-0,02
Cd-109	34,96 ± 0,2	34,34 ± 1,28	-1,77	-0,48	30,9 ± 2,4	-11,61	-1,69
Co-60	7,52 ± 0,06	7,58 ± 0,16	0,80	0,35	7,5 ± 0,3	-0,27	-0,07
Cs-134	7,65 ± 0,1	7,38 ± 0,15	-3,53	-1,50	7,5 ± 0,3	-1,96	-0,47
Cs-137	8,12 ± 0,06	8,14 ± 0,17	0,25	0,11	8,2 ± 0,4	0,99	0,20
Mn-54	4,74 ± 0,02	4,88 ± 0,17	2,95	0,82	4,8 ± 0,2	1,27	0,30
Pb-210	29,34 ± 0,5	30,0 ± 2,0	2,25	0,32	29,7 ± 3,5	-4,91	-0,41
Zn-65	13,06 ± 0,15	12,35 ± 0,27	-5,44	-2,30	12,5 ± 0,6	-4,29	-0,91

REZULTATI PREVERJANJA
ENVIRONMENTAL CROSS CHECK PROGRAM
ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA

IJS je v drugi polovici leta 2007 sodeloval pri dveh preskusnih ("cross check") meritvah organizatorja Eckert & Ziegler Analytics in sicer vzorca zemlje in vodne raztopine v 0,1 M HCl za določanje vsebnosti sevalcev gama z aktivnostmi, ki so značilne za okoljske vzorce. Vsi Analyticsovi vzorci so sledljivi do nacionalnih standardov NIST (ZDA) in/ali NPL (Združeno kraljestvo). Vzorca sta bila poslana v septembru 2007, ko so bile opravljene tudi analize, rezultati pa so bili objavljeni decembra 2007, na IJS pa so bili poslani v januarju 2008.

REZULTATI PREVERJANJA:

ANALYTICS, sevalci gama v vzorcu zemlje			
CC E5526-482, Date: 09/13/2007			
analize IJS opravljene <i>oktobra 2007</i> , rezultati objavljeni <i>decembra 2007</i>			
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS / Analytics
	[pCi/g]		
Ce-141	7,10 E-02 ± 2,37 E-03	6,50 E-02 ± 8,00 E-03	0,92
Cr-51	9,70 E-02 ± 3,23 E-03	1,17 E-01 ± 3,40 E-02	1,21
Cs-134	5,00 E-02 ± 1,67 E-03	4,60 E-02 ± 3,00 E-03	0,92
Cs-137	1,41 E-01 ± 4,70 E-03	1,73 E-01 ± 5,00 E-03	1,23
Co-58	3,80 E-02 ± 1,27 E-03	3,50 E-02 ± 3,00 E-03	0,92
Mn-54	5,60 E-02 ± 1,87 E-03	5,40 E-02 ± 5,00 E-03	0,96
Fe-59	3,70 E-02 ± 1,23 E-03	3,80 E-02 ± 5,00 E-03	1,03
Zn-65	6,80 E-02 ± 2,27 E-03	6,60 E-02 ± 6,00 E-03	0,97
Co-60	5,00 E-02 ± 1,67 E-03	5,00 E-02 ± 2,00 E-03	1,00

ANALYTICS, sevalci gama v vzorcu vode			
CC E5525-482, Date: 09/13/2007			
analize IJS opravljene <i>oktobra 2007</i> , rezultati objavljeni <i>decembra 2007</i>			
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS / Analytics
	[pCi/L]		
I-131	8,01 E+1 ± 2,67 E+00	6,50 E+1 ± 3,00 E+01	0,81
Ce-141	1,82 E+02 ± 6,05 E+00	1,85 E+02 ± 8,00 E+00	1,02
Cr-51	2,49 E+2 ± 8,29 E+00	2,32 E+2 ± 2,90 E+00	0,93
Cs-134	1,27 E+02 ± 4,22 E+00	1,27 E+02 ± 4,00 E+00	1,00
Cs-137	1,12 E+2 ± 3,74 E+00	1,21 E+2 ± 4,00 E+00	1,08
Co-58	9,81 E+01 ± 3,27 E+00	1,04 E+02 ± 4,00 E+00	1,06
Mn-54	1,44 E+02 ± 4,80 E+00	1,56 E+02 ± 5,00 E+00	1,08
Fe-59	9,51 E+01 ± 3,17 E+00	1,01 E+02 ± 6,00 E+00	1,06
Zn-65	1,74 E+02 ± 5,80 E+00	1,82 E+02 ± 8,00 E+00	1,05
Co-60	1,27 E+02 ± 4,24 E+00	1,33 E+02 ± 3,00 E+00	1,04

**REZULTATI PREVERJANJA
RADIOCHEMICAL CROSS CHECK PROGRAM
ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA**

V letu 2007 je IJS sodeloval pri preskusni meritvi ("cross check") vzorca vodne raztopine v 0,1 M HCl organizatorja Eckert & Ziegler Analytics za določanje vsebnosti Fe-55. Vsi Analyticsovi vzorci so sledljivi do nacionalnih standardov NIST (ZDA) in/ali NPL (Združeno kraljestvo). Analize so bile opravljene v novembru 2007, rezultati pa so bili objavljeni januarja 2008.

REZULTATI PREVERJANJA:

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, Fe-55					
CC A22077-482, Date: 08/17/1007, Third quarter 2007					
analize (IJS) opravljene <i>novembra 2007</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>januarja 2008</i>					
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS/Analytics	Resolution	Comparison
	[μCi/mL]				
Fe-55	1,00 E-03	1,14 E-03	1,14	12,5	agreement

REZULTATI PREVERJANJA
Strontium 90 and Gamma Emitters in Urine
PROCORAD, Francija

V letu 2008 je IJS (Odsek F-2 s kodo 026 in Odsek O-2 s kodo 046) sodeloval pri preskusnih ("cross check") meritvah vsebnosti radionuklidov v vzorcih urina, ki jih je organiziral Procorad iz Francije. Vzorci so bili poslani in pripravljene marca 2008, analize so bile opravljene v marcu in aprilu, končno poročilo pa je bilo razposlano v juniju 2008. **Pri pripravljanju vzorcev so uporabljali certificirane referenčne materiale proizvajalca Amersham.**

Sample B			
analize (IJS) opravljene <i>marca 2008</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2008</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 026)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Ba-133	4,35 ± 0,13	4,89 ± 0,34	12,4
Sn-113	4,44 ± 0,13	6,62 ± 0,60	49,1
Co-57	5,95 ± 0,24	6,18±0,22	3,9

Sample C			
analize (IJS) opravljene <i>marca 2008</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2008</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 026)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Sn-113	5,52 ± 0,17	7,56 ± 0,64	37,0
Co-57	6,86 ± 0,27	7,21 ± 0,36	5,1
Cs-134	3,95 ± 0,10	4,13 ± 0,30	4,6
Eu-152	4,83 ± 0,17	5,33 ± 0,36	10,4

"Surprise Urin"			
analize (IJS) opravljene <i>marca 2008</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2008</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 026)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
K-40	–	44,2 ± 4,0	–
Co-60	13,2 ± 0,33	14,2 ± 0,6	7,6
Am-241	0,037 ± 0,001	–	–

H-3

analize (IJS) opravljene *aprila 2008*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2008*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 026)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	634 ± 19,1	663 ± 62	4,6
Sample C	8880 ± 267	9360 ± 799	5,4
Sample D	4950 (mean value)	5190 ± 458	–
Sample E	6340 ± 191	6490 ± 404	2,4

H-3

analize (IJS) opravljene *marca in aprila 2008*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2008*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 046)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	634 ± 19,1	640 ± 38,3	0,9
Sample C	8880 ± 267	9030 ± 271	1,7
Sample D	4950 (mean value)	4990 ± 150	–
Sample E	6340 ± 191	6150 ± 171	–3,0

C-14

analize (IJS) opravljene *marca in aprila 2008*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2008*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 046)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	314 ± 9,43	297 ± 53	–5,4
Sample C	1050 ± 31,4	1120 ± 78	6,7
Sample D	7960 ± 239	8750 ± 434	9,9

Sr-90

analize (IJS) opravljene *marca in aprila 2008*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2008*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 046)	Relative Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	5,48 ± 0,16	5,61 ± 0,48	2,4
Sample C	5,52 ± 0,17	5,72 ± 0,48	3,6

REZULTATI PREVERJANJA

RINGVERSUCH 1/2007

Ringversuch 1/2007 zur Bestimmung des Radionuklidegehaltes in Wasserproben BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija

Aprila 2008 je BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, iz Nemčije poročal o primerjalnih meritvah vsebnosti radionuklidov v dveh vzorcih vode, umetno kontaminirani vodi in realni vodi, kjer je sodeloval IJS. Meritve spektrometrije gama in tritija so bile opravljene na Odseku F-2, meritve skupne aktivnosti alfa pa na Odseku O-2. Meritve so bile opravljene v novembru 2007, referenčni datum meritev je bil 1. 11. 2007. Rezultati primerjalnih meritev in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnjih tabelah.

Modelwasser

IZOTOP	BfS Sollwert	IJS (šifra laboratorija 49)	Relative Bias (%)
			Bq/L
Na-22	11,3	11,3 ± 0,3	0
Co-57	18,4	18,6 ± 0,5	1,1
Co-60	9,25	9,6 ± 0,2	3,8
Cs-134	14,2	14,3 ± 0,3	0,7
Cs-137	9,24	9,5 ± 0,2	2,8
Am-241	5,83	5,6 ± 0,3	-4,0
H-3	13,7	14,5 ± 1,4	5,8
H-3	13,7	15,3 ± 1,6	11,7
G-Alpha	5,83	3,8 ± 0,2	-34,8

Reales Wasser

IZOTOP	BfS PTB-Wert	IJS (šifra laboratorija 49)	Relative Bias (%)
			Bq/L
Na-22	0,424 ± 0,020	0,5 ± 0,05	17,9
Mn-54	1,58 ± 0,05	1,57 ± 0,08	-0,6
Co-57	0,274 ± 0,012	0,31 ± 0,04	13,1
Co-60	5,48 ± 0,17	5,5 ± 0,2	0,4
Zn-65	0,68 ± 0,04	0,53 ± 0,11	-22,1
Sr-85	0,473 ± 0,02	0,57 ± 0,07	20,5
Cs-134	0,270 ± 0,013	0,26 ± 0,03	-3,7
Cs-137	6,70 ± 0,21	6,63 ± 0,14	-1,0
Am-241	0,36 ± 0,03	0,47 ± 0,06	30,6
H-3	48,8 (povprečje sodelujočih)	47,7 ± 2,0	-2,3
H-3	48,8 (povprečje sodelujočih)	49,5 ± 2,2	1,4
G-Alpha	1,03 (povprečje sodelujočih)	0,42 ± 0,04	-59,2

REZULTATI PREVERJANJA
RINGVERSUCH 3/2007
Bestimmung des radionuklidgehaltes im wasser
BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija

Aprila 2008 je BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, iz Nemčije poročal o primerjalnih meritvah vsebnosti radionuklidov v vzorcu vode (Modelwasser), kjer je sodeloval ZVD. ZVD je imel kodo 16. Opraviti in poročati je bilo treba 2 seriji meritev, rezultati, kot jih je objavil organizator primerjalnih meritev, in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnji tabeli.

IZOTOP	BfS Sollwert	ZVD Meritev 1	ZVD Meritev 2	povprečje	standardna deviacija
Na-22	11,3	9,8	9,2	9,5	0,42
Co-57	18,4	18,4	18,8	18,6	0,28
Co-60	9,25	9,3	9,5	9,4	0,14
Cs-134	14,2	14,3	14,1	14,2	0,14
Cs-137	9,24	9,4	9,6	9,5	0,14
Am-241	5,83	5,6	5,4	5,5	0,14

REZULTATI PREVERJANJA
"Abluft 2007", sevalci gama v aerosolnem filtru
BfS, Bundesamt für Strahlenschutz in PTB, Nemčija

Junija 2008 je BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, iz Nemčije poročal o primerjalnih meritvah simuliranih aerosolnih filtrov – 29. Ringversuch "Abluft 2007", ki jo je organiziral BfS, Bundesamt für Strahlenschutz v sodelovanju s PTB iz Nemčije, kjer je sodeloval ZVD. ZVD je imel kodo 66 in filter z oznako 2007–1689. Opraviti in poročati je bilo treba 6 serij meritev, rezultati, kot jih je objavil organizator primerjalnih meritev, in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnji tabeli.

BfS – "Abluft 2007", koda vzorca 2007–1689							
Aerosolni filter, kontaminiran s sevalci gama							
analize končni rezultati objavljeni junija 2008							
IZOTOP	BfS	ZVD					
		Bq					
		1. meritev	2. meritev	3. meritev	4. meritev	5. meritev	6. meritev
Co-60	3,23 ± 0,07	3,5	3,36	3,36	3,5	3,3	3,5
Eu-154	33,2 ± 0,7	35,7	34,9	35	35,6	35,7	34,2
Eu-155	4,79 ± 0,29	5,1	5,1	5	5,1	4,8	5,3

KONČNI REZULTATI PREVERJANJA

Proficiency test 87 DI 300, Meritve C-14 v vzorcu NaOH, IRSN, Francija

V letu 2007 je IJS (Odsek O-2) sodeloval pri preskusnih meritvah vsebnosti C-14 v vzorcu NaOH, ki jih je organiziral Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) iz Francije. Analiza je bila opravljena v decembru 2007, rezultati pa so bili objavljeni aprila 2008. Rezultat in primerjava z referenčno vrednostjo je v spodnji tabeli.

Meritve C-14 v vzorcu NaOH			
analize (IJS) opravljene <i>decembra 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>aprila 2008</i>			
IZOTOP	IRSN certified reference value	IJS Odsek O-2, koda 13F	u-preskus
	Bq/L		
C-14	298 ± 21	302 ± 27	0,12

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IJSVrsta vzorca: mleko v prahuDatum vzorčevanja: 19. 05. 2008Količina celotnega vzorca: 1,5 kgVzorčevalno mesto: PomurkaŠtevilo pripravljenih vzorcev: 4**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	ZVD
DATUM POŠILJKE	20. 5. 2008	23. 6. 2008	23. 6. 2008
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	250 g	250 g	250 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	ZVD	RAZMERJE REZULTATOV *		
				IRB / IJS	ZVD / IJS	IRB / ZVD
DATUM ANALIZ	VLG: 29. 5. 2007 Sr-90 (O-2): dec. 2007	1. 8. 2008	4. 10. 2008			
KOL. MER. VZORCA	VLG: 120,8 g Sr-90: 20 g	67,7 g	168 g			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)					
U-238	< 6,3 E+00					
Bi-212						
Pb-212						
Bi-214						
Pb-214						
Ra-226						
Ra-228	< 1,3 E+00					
Ac-228						
Th-228	< 3,8 E-01					
Th-230						
Th-232						
Th-234						
U-235						
Tl-208						
Pb-210	< 1,3 E+01					
Be-7						
K-40	(5,4 ± 0,5) E+02	(5,8 ± 0,7) E+02	(5,7 ± 0,3) E+02	1,07	1,06	1,02
Cs-137	(5,5 ± 1,5) E-01		(0,7 ± 0,1) E+00		1,27	
Sr-90	(6,3 ± 0,7) E-01	(1,4 ± 0,2) E+00	(4,2 ± 0,5) E-01	2,22	0,67	3,33

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IJSVrsta vzorca: zemlja, 0 – 10 cmDatum vzorčevanja: 26. 05. 2008Količina celotnega vzorca: 3 kgVzorčevalno mesto: okolica NEKŠtevilo pripravljenih vzorcev: 4**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	ZVD
DATUM POŠILJKE	27. 5. 2008	23. 6. 2008	23. 6. 2008
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	500 g	500 g	500 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	ZVD	RAZMERJE REZULTATOV *		
				IRB / IJS	ZVD / IJS	IRB / ZVD
DATUM ANALIZ	VLG: 1. 7. 2008 Sr90 (O-2): sep. 2008	11. 8. 2008	4. 10. 2008			
KOL. MER. VZORCA	VLG: 373,0 g Sr-90: 120 g	146,8 g	136 g			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)					
U-238	(2,7 ± 0,4) E+01	(2,5 ± 0,2) E+01	(3,8 ± 0,5) E+01	0,93	1,41	0,66
Bi-212						
Pb-212						
Bi-214						
Pb-214						
Ra-226	(3,6 ± 0,4) E+01	(2,5 ± 0,1) E+01	(2,9 ± 0,1) E+01	0,69	0,81	0,86
Ra-228	(3,1 ± 0,2) E+01		(3,1 ± 0,1) E+01		1,00	
Ac-228						
Th-228	(3,1 ± 0,2) E+01		(2,7 ± 0,2) E+01		0,87	
Th-230	(4,6 ± 1,7) E+01					
Th-232		(2,7 ± 0,2) E+01				
Th-234						
U-235		(1,2 ± 0,1) E+00	(2,5 ± 0,7) E+00			0,48
Tl-208						
Pb-210	(6,2 ± 4,7) E+01		(7,4 ± 0,7) E+01		1,19	
Be-7						
K-40	(3,8 ± 0,4) E+02	(4,0 ± 0,2) E+02	(3,9 ± 0,2) E+02	1,05	1,03	1,03
Cs-137	(2,0 ± 0,1) E+01	(2,2 ± 0,1) E+01	(2,0 ± 0,1) E+01	1,10	1,00	1,10
Sr-90	(9,9 ± 1,6) E-01	(1,1 ± 0,2) E+00	(1,2 ± 0,2) E+00	1,11	1,21	0,92

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IJSVrsta vzorca: vodaDatum vzorčevanja: 26. 5. 2008Količina celotnega vzorca: 25 LVzorčevalno mesto: Krka pri kopališčuŠtevilo pripravljenih vzorcev: 2**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO
DATUM POŠILJKE	30. 6. 2008	23. 6. 2008
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	1 L	1 L

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	RAZMERJE REZULTATOV *
DATUM ANALIZ	nov.–dec. 2008	30. 9. 2008	IRB / IJS
KOL. MER. VZORCA	250 mL	86,8 mL	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
H-3	(8,3 ± 1,4) E+02	(6,7 ± 1,0) E+02	0,81
	(8,0 ± 1,2) E+02		0,84

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IJSVrsta vzorca: vodaDatum vzorčevanja: 26. 5. 2008Količina celotnega vzorca: 25 LVzorčevalno mesto: BrežiceŠtevilo pripravljenih vzorcev: 2**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO
DATUM POŠILJKE	30. 6. 2008	23. 6. 2008
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	1 L	1 L

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	RAZMERJE REZULTATOV *
DATUM ANALIZ	nov.–dec. 2008	30. 9. 2008	IRB / IJS
KOL. MER. VZORCA	250 mL	92,4 mL	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
H-3	(8,4 ± 1,2) E+02	(6,4 ± 1,0) E+02	0,76
	(8,9 ± 1,4) E+02		0,72

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IJSVrsta vzorca: voda – sintetični vzorecDatum vzorčevanja: 18. 6. 2008Količina celotnega vzorca: 1 LVzorčevalno mesto: LjubljanaŠtevilo pripravljenih vzorcev: 2**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO
DATUM POŠILJKE	30. 6. 2008	23. 6. 2008
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	45 g	50 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	RAZMERJE REZULTATOV *
DATUM ANALIZ	dec. 2008	17. 10. 2008	IRB / IJS
KOL. MER. VZORCA	10 mL	7 mL	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)		
H-3	(1,42 ± 0,04) E+06	(9,2 ± 0,1) E+05	0,65

