

# **OVREDNOTENJE REZULTATOV MERITEV RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO**

**(Poročilo za leto 2009)**



**Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija**

**Institut "Ruđer Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvaška**

**Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija**

**Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija**

# OVREDNOTENJE REZULTATOV MERITEV RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO

(Poročilo za leto 2009)



**Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija**



**Institut "Ruđer Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvatska**



**Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija**



**Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija**

# OVREDNOTENJE REZULTATOV MERITEV RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO

(Poročilo za leto 2009)

**Odgovorni za izdajo:** dr. Benjamin Zorko

**Urednika:** dr. Benjamin Zorko in mag. Denis Glavič - Cindro

**Recenzija ("peer review"):** dr. Tim Vidmar in mag. Bogdan Pucelj

**Lektoriral:** dr. Jože Gasperič

**Stavčni in računalniški prelom:** mag. Denis Glavič - Cindro in B. Črnič, dipl. inž. fiz.

**Likovno in grafično uredila:** mag. Denis Glavič - Cindro

**Fotografije:** mag. Matjaž Stepišnik in Drago Brodnik

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

**Založil:** Institut "Jožef Stefan"

**Izvedba meritev:** leto 2009

**Prva izdaja:** 31. marec 2010

**Naročnik:** NE Krško, Vrbina 12, SI-8270 Krško

**Pogodba št.:** POG-3439

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

614.876(497.433)  
621.039.58(497.433)

OVREDNOTENJE rezultatov meritev radioaktivnosti v okolici  
Nuklearne elektrarne Krško : (letno poročilo 2009) / [avtorji  
Benjamin Zorko ... [et al.] ; urednika Benjamin Zorko in Denis  
Glavič-Cindro ; fotografije Matjaž Stepišnik in Drago Brodnik]. -  
1. izd. - Ljubljana : Institut Jožef Stefan, 2010

ISBN 978-961-264-016-3  
1. Zorko, Benjamin  
250392320

Redakcija je bila končana marca 2010.

Vse pravice pridržane. Noben del Ovrednotenja rezultatov meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško ne sme biti reproduciran, shranjen ali prepisan v kateri koli obliki oziroma na kateri koli način, bodisi elektronsko, mehansko, s fotokopiranjem, snemanjem ali kako drugače, brez predhodnega privoljenja Nuklearne elektrarne Krško in avtorjev ©.

Naklada: 60 izvodov



**NASLOV:**

Ovrednotenje rezultatov meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško

**POVZETEK:**

Sumarni rezultati meritev radioaktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v različnih nadzorovanih medijih in ekspozicijskih prenosnih poteh so podani z ocenami učinkovitih doz. Konzervativne ocene doznih obremenitev posameznikov zaradi emisij jedrske elektrarne dajejo v letu 2009 za atmosferske emisije *efektivno dozo* manj kot 0,5  $\mu\text{Sv}$  na leto in za tekočinske emisije za referenčno skupino prebivalstva *efektivno dozo* manj kot 0,02  $\mu\text{Sv}$  na leto. Ta vrednost (manj kot 0,5  $\mu\text{Sv}$  na leto) je manjša od 1 % avtorizirane mejne letne doze (50  $\mu\text{Sv}$ ) 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.

**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 zunanjšega sevanja, ocena učinkovitih doz, razredčitveni faktor, referenčna skupina prebivalstva, primerjalne meritve

**TITLE:**

Evaluation of the radiological monitoring of the Krško Nuclear Power Plant

**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 2009 to a value of the *effective dose* smaller than 0.5  $\mu\text{Sv}$  per year for atmospheric discharges and smaller than 0.02  $\mu\text{Sv}$  per year for liquid discharges received by members of the reference (critical) population group. This value (less than 0.5  $\mu\text{Sv}$  per year) presents less than 1 % of the authorized dose limit (50  $\mu\text{Sv}$ ) 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.

**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





## VSEBINA

Predgovor urednika	V / VIII
Uvod in upravne podlage	VI / VIII
Izvleček	1 / 144
Summary	7 / 144
1 Reka Sava	13 / 144
2 Vodovodi in črpališča	29 / 144
3 Padavinski in suhi usedi	41 / 144
4 Zrak	53 / 144
5 Zunanje sevanje	67 / 144
6 Zemlja	77 / 144
7 Hrana	83 / 144
8 Meritve plinastih in tekočih efluentov	95 / 144
9 Medlaboratorijske primerjalne meritve	101 / 144
10 Pregled referenc	109 / 144
11 Merski rezultati	113 / 144
<b>Imisijske meritve (meritve v okolju jedrske elektrarne)</b>	
Tabele merskih rezultatov	M-1 / M-106
<b>Tabele interkomparacijskih rezultatov</b>	
Mednarodne primerjalne meritve izvajalcev	M-89 / M-106

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





## PREDGOVOR UREDNIKA

V izvirnem delu *Ovrednotenje rezultatov meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško* so objavljeni izvirni avtorski prispevki znanstvenikov in strokovnjakov s področja ionizirajočega sevanja, jedrske varnosti, varnosti pred ionizirajočimi sevanji in z drugih področij, ki s svojimi znanji dopolnjujejo sliko vplivov izpustov iz sevalnih objektov na prebivalstvo. To delo je vsebinsko smiselno razdeljeno na poglavja, ki obravnavajo značilne prenosne poti razširjanja radionuklidov po različnih medijih (voda, zrak, zemlja), po katerih lahko pride do direktnega ali indirektnega obseva posameznika zaradi izpustov iz jedrske elektrarne Krško (NEK). Avtorji so v poglavjih na izviren znanstveni način predstavili in ovrednotili rezultate meritev specifičnih aktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov, jih komentirali ter ovrednotili njihov možen vpliv na posameznika iz prebivalstva. Tak način je pokazal tudi časovne usmeritve, ki jih pričakujemo za naravne in umetne radionuklide, ter omogoča podajanje sklepov.

Ovrednotenje rezultatov meritev in izračun obsevnih doz ima podlago v slovenski zakonodaji z vidika varstva pred sevanji, ki zahteva takšno ovrednotenje, in v znanstvenem izražanju, saj lahko le tako v realnih razmerah preverjamo različne znanstvene metode in načine ovrednotenja merskih podatkov. Avtorji obravnavajo problematiko izpustov iz jedrske elektrarne ter morebitne vplive na ljudi v bližnji in širši okolici NEK ter skladno z zakonodajo podajajo neodvisna in znanstveno utemeljena strokovna mnenja.

Ovrednotenje sta neodvisno recenzirala ("peer review") dr. Tim Vidmar in mag. Bogdan Pucelj.

Prvi recenzent, dr. Tim Vidmar, je mednarodno uveljavljen raziskovalec na področju eksperimentalne jedrske fizike ter fizike sevanja. Poudarimo lahko njegovo znanje spektrometrije gama s praktičnega in teoretičnega vidika ter simulacij transporta delcev z metodo Monte Carlo. Objavil je 53 recenziranih prispevkov v mednarodnih znanstvenih revijah. Poleg dela pri osnovnih in aplikativnih projektih je v času zaposlitve na IJS sodeloval pri laboratorijskih in in-situ meritvah s spektrometrijo gama v okviru programa radiološkega nadzora NEK in pri evalvaciji njegovih rezultatov. Sedaj je kot raziskovalec zaposlen na belgijskem jedrskem raziskovalnem inštitutu (SCK.CEN), kjer se ukvarja z modeliranjem transporta nevtronov v jedrskih reaktorjih. Je član Mednarodnega društva za radiacijsko fiziko (IRPS), Društva matematikov, fizikov in astronomov Slovenije in Društva Slovenije za varstvo pred sevanji. Svoje znanje je kot raziskovalec dopolnjeval na italijanskem nacionalnem metrološkem inštitutu za ionizirajoča sevanja v Rimu (INMRI), na nemškem nacionalnem metrološkem inštitutu (PTB) v Braunschweigu ter na Inštitutu za referenčne materiale in meritve (IRMM), ki je del skupnega raziskovalnega centra EU (JRC).

Drugi recenzent, mag. Bogdan Pucelj, je mednarodno uveljavljen ekspert s področja varstva pred ionizirajočim sevanjem, okoljskega radiološkega nadzora in radiološke nezgodne pripravljenosti. Od leta 1982 je programski vodja Ekološkega laboratorija z mobilno enoto (ELME), ki deluje v okviru Uprave RS za zaščito in reševanje. Sodeloval je pri pripravah in izvedbi vaj za nezgodno pripravljenost NEK. Med letoma 1986 in 2008 je vodil Službo za varstvo pred ionizirajočim sevanjem na IJS. V letu 1986 je intenzivno sodeloval pri Republiškem štabu za civilno zaščito ob spremljanju in ukrepanju zaradi posledic černobilske nesreče. V obdobju od 1989 in 1991 je bil predsednik Jugoslovanskega društva za varstvo pred sevanjem. Svoje strokovno znanje je dopolnjeval na mednarodnih tečajih pod pokroviteljstvom IAEA in na mednarodnih primerjalnih meritvah mobilnih radioloških laboratorijev, tudi v zaprtem območju Černobila. Rednih obhodov Ekološkega laboratorija z mobilno enoto (ROMENEK) se je udeleževal od leta 1982 dalje. Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA) ga je večkrat izbrala za eksperta na mednarodnih misijah in za svetovalca pri pripravah dokumentov agencije. Svoje znanje in izkušnje posreduje mlajšim generacijam kot predavatelj na tečajih iz varstva pred sevanjem. Je avtor 25 recenziranih prispevkov v mednarodnih strokovnih revijah, poleg tega pa je avtor več kot sto strokovnih sestavkov, poročil o rezultatih raziskav, elaboratov in študij. Od leta 2007 je pooblaščen izvedenec za varstvo pred sevanjem.

dr. Benjamin Zorko, odgovorni urednik





## UVOD IN PRAVNE PODLAGE

Namen ovrednotenja je celovit in neodvisen izračun doz direktnega in indirektnega obseva zaradi majhne količine radioaktivnih snovi, ki jih v zrak in vodo med obratovanjem izpušča jedrska elektrarna Krško. Osnova za izvajanje obratovalnega nadzora 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, strani 43–60.

Da bi zajeli vse vplive radioaktivnosti na prebivalstvo, obsegajo meritve v okolici elektrarne 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 radionuklidov v zraku, hrani in vodi se merijo v odvzetih vzorcih v laboratorijih zunaj dosega sevanja, ki ga povzroča elektrarna. Za izračun doz so avtorji uporabili znanstveno potrjene modele in postopke. Ovrednotenje se nanaša na imisijske meritve v okolju ter povzetek programa emisijskih meritev. 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 2009;
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev Agencije Republike Slovenije za okolje za okolico NEK v letu 2009;
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev MEIS, d. o. o., za okolico NEK v letu 2009;
- nekateri merski podatki iz "Programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Republike Slovenije" in posebnih meritev IJS.

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 dozne 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 sprotne 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 meritev so bili 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, Republika Hrvaška. Emisijske meritve znotraj ograje Nuklearne elektrarne Krško so izvedli sodelavci NEK.

Institut "Jožef Stefan" (IJS) in Zavod za varstvo pri delu (ZVD) sta pooblaščenca za izvajanje nadzora radioaktivnosti na podlagi 123. in 124. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS, št. 102/04 in 70/08) ter 11. in 12. člena Pravilnika o monitoringu radioaktivnosti (Ur. l. RS, št. 20/07) s pooblastiloma št. 35400-4/2009/4 z dne 4. 6. 2009 (IJS) in 3916-4/2007/8 z dne 4. 3. 2009 (ZVD), ki ju je izdala Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSV) v soglasju z Upravo



RS za varstvo pred sevanji (URSVS).

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 pooblaščen izvedenci varstva pred sevanji.

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
- mag. Matjaža Koželja z odločbo 594-11/2007-7
- dr. Gregorja Omahna z odločbo 594-14/2004-3-04103
- mag. Bogdana Puclja z odločbo 594-19/2007-4
- mag. Matjaža Stepišnika z odločbo 594-10/2006-6-04103 ter
- dr. Benjamina Zorka z odločbo 1864-10/2008-3-04103

Institut "Jožef Stefan" (IJS), Ljubljana, je z odločbo Upravo RS za varstvo pred sevanji (URSVS) št. 594 18/2007-8 z dne 11. 4. 2007 na podlagi 30. in 138. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS, št. 102/04) ter 11. člena Pravilnika o pooblaščenju izvajalcev strokovnih nalog s področja ionizirajočih sevanj (Ur. l. RS, št. 18/04) pooblaščen kot izvajalec dozimetrije 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.

Institut "Jožef Stefan" (IJS), Ljubljana, je s pooblastilom št. 594-21/2007-4 z dne 18. 6. 2007, ki ga je izdala Uprava RS za varstvo pred sevanji (URSVS) na podlagi 27. in 138. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS, št. 102/04) ter 11. člena Pravilnika o pooblaščenju izvajalcev strokovnih nalog s področja ionizirajočih sevanj (Ur. l. RS, št. 18/04), pooblaščen kot izvedenec varstva pred sevanji za dajanje strokovnih mnenj, ki temeljijo na meritvah in/ali izračunih in za izvajanje nadzornih meritev na nadzorovanih in opazovanih območjih, pregledov virov sevanja in osebne varovalne opreme.

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.

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 inštitutskim in odsečnim poslovnikom in po postopkih, na katere se odsečni poslovnik 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 (ELME) 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 o 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 sta od junija 2009 dalje akreditirani pri Slovenski akreditaciji pod zaporedno številko LP-090.

Na Institutu "Ruđer 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 ter za določanje vsebnosti Sr-89 in Sr-90 v vzorcih iz okolja in živil. Z akreditacijsko listino št. LP-032 mu Slovenska akreditacija priznava izpolnjevanje zahtev standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 pri teh dejavnostih.

## REFERENCI

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2008, Ljubljana, marec 2009, interna oznaka 25/2008, ISSN 1318-2161
- [2] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10), Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007



# AVTORJI

POGLAVJE	AVTORJI
Izveček	mag. Matjaž Koželj, IJS
Reka Sava	mag. Matjaž Stepišnik, IJS
Vodovodi in črpališča	dr. Urška Repinc, ITU
Padavinski in suhi usedi	dr. Rafael Martinčič, IJS
Zrak	dr. Gregor Omahen, ZVD dr. Marija Zlata Božnar, MEIS dr. Primož Mlakar, MEIS
Zunanje sevanje	dr. Benjamin Zorko, IJS
Zemlja	dr. Matjaž Korun, IJS
Hrana	dr. Katarina Vogel - Mikuš, BF
Meritve plinastih in tekočih efluentov	mag. Tea Bilić Zabric, INKO
Medlaboratorijske primerjalne meritve	dr. Aleš Fajgelj, MAAE
Merski rezultati <sup>1</sup>	mag. Branko Vodenik, IJS Boštjan Črnič, dipl. inž. fiz., IJS dr. Jasmina Kožar Logar, IJS izr. prof. dr. Vekoslava Stibilj, IJS dr. Gregor Omahen, ZVD dr. Lili Peršin, ZVD dr. Željko Grahek, IRB dr. Branko Vekić, IRB

---

<sup>1</sup> Navedeni so odgovorni vodje laboratorijev, podrobnejši seznam sodelavcev je v poglavju "Merski rezultati" na strani 123/144.





## IZVLEČEK

Podobno kot v svetu je prebivalstvo Slovenije izpostavljeno naravnemu sevanju in nekaterim antropogenim virom, predvsem vplivom preostale černobilske 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.

## VPLIVI NEK

Spremljanje sevalnih razmer v okolici NEK poteka z meritvami doz zunanega 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 hitrost doze zunanega sevanja nekoliko povišana, 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 izotopa 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 modelskim izračunom razredčitvenih koeficientov v ozračju za leto 2009 in za posamezne skupine radionuklidov za najpomembnejše prenosne poti. Razredčitvene faktorje od leta 2007 ocenjujemo z dvema modeloma: z Gaussovimi kot v preteklosti in z Lagrangeevim (bolj realističen, upošteva značilnosti terena). Vrednosti v tabeli A za zunanje sevanje iz oblaka in inhalacijo so dobljene z Lagrangeevim modelom, razen prispevka sevanja iz useda, ki je ocenjen z uporabo Gaussovega modela. Oceni za imerzijo in inhalacijo sta višji kot v letu 2008 zaradi manj ugodnih meteoroloških razmer in večjih emisij tritija. Po velikosti je med vsemi načini izpostavitve izrazitejša ingestijska doza zaradi vnosa C-14 zaradi uživanja rastlinske hrane, ki je ocena študije, izvedene v letu 2009 [25]. Ugotavljamo, da so bili vsi načini izpostavitve prebivalstva zanemarljivi v primerjavi z naravnim sevanjem, doznimi omejitvami in avtoriziranimi mejami.



**Tabela A:** Izpostavitve sevanju prebivalstva (odrasla oseba) v naselju Spodnji Stari Grad zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2009

Način izpostavitve	Prenosna pot	Najpomembnejši radionuklidi	Letna doza (mSv)
zunanje sevanje	– imerzija (oblak) – sevanje iz useda	– žlahtni plini (Ar-41, Xe-133) – aerosoli (Co-60, I-131)	3 E-6 <1 E-4
inhalacija	oblak	H-3	6 E-6
ingestija	rastlinska hrana	C-14	3 E-4

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

- vsebnost radionuklidov v zraku (aerosolni in jodovi filtri);
- padavinski in suhi usedi (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 14 kontinuirnih merilnikov) v okolici NEK.

V številnih vzorcih sta bila od umetnih radionuklidov odkrita Cs-137 in Sr-90/Sr-89, ki pa izvirata iz črnobilske kontaminacije in poskusnih jedrskih eksplozij. Razen v primeru enega aerosolnega filtra na lokaciji Spodnji Stari Grad, ko sta bila v času remonta zaznana Co-60 in Co-58, drugi umetni radionuklidi, ki bi lahko bili posledica izpustov iz NEK, niso bili zaznani. Prispevek k dozi od omenjenih radionuklidov je nepomemben.

### Tekočinski izpusti

V tekočinskih izpustih iz NEK v reko Savo je v letu 2009, 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, suspendirane snovi, 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. Izmerjene vrednosti so podobne tistim iz leta 2008. 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 črnobilski kontaminaciji in poskusnim jedrskim eksplozijam.

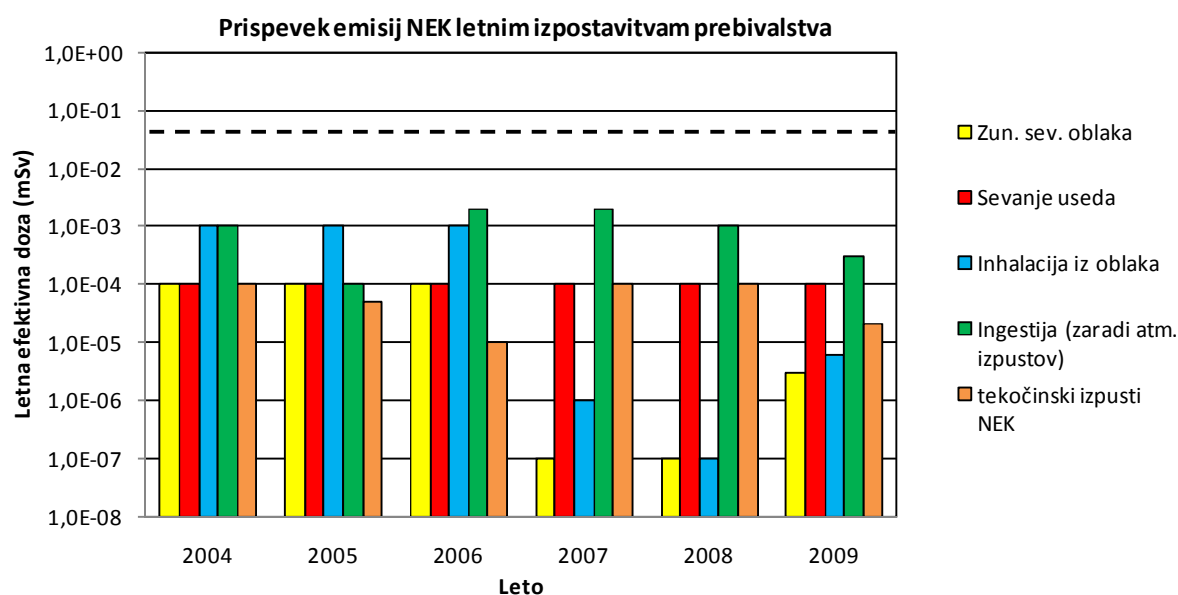
Razen v enem mesečnem sestavljenem vzorcu iz črpališča Spodnji Stari Grad, ko je bil ob večjem izpustu iz NEK detektiran Sr-90/Sr-89, v vodovodih in črpališčih v letu 2009 ni bilo zaznati vplivov NEK.

Modelski izračun, ki temelji na tekočinskih izpustih, podatkih o letnem pretoku reke Save in upoštevajoč značilnosti referenčne skupine, je pokazal, da najvišja učinkovita doza zaradi izpustov v reko Savo v letu 2009 ni presegla 2 E-5 mSv na leto.



### Primerjava s preteklimi leti

Na sliki A je predstavljena primerjava prispevkov emisij NEK letnim izpostavitvam prebivalstva v okolici NEK od leta 2004 naprej. Vertikalna skala je logaritemska. Na sliki A je posebej označena avtorizirana letna meja 50  $\mu$ Sv. Pri primerjanju prispevkov v posameznih letih je treba upoštevati, da se pri izračunu zunanega sevanja iz oblaka in inhalacije iz oblaka od leta 2007 uporablja Lagrangeev model, ki daje nižje vrednosti izpostavitve, ter da so bile vrednosti prispevka dozi zaradi ingestije C-14 iz atmosferskih izpustov do leta 2008 ocenjene na osnovi izpustov in podatkov iz podobnih elektrarn. V tekočinskih izpustih se C-14 ne meri.



**Slika A:** Primerjava prispevkov emisij NEK letnim izpostavitvam prebivalstva v okolici NEK od leta 2004 do leta 2009. Avtorizirana letna meja 50  $\mu$ Sv je označena s črtkano črto. Vertikalna skala je logaritemska.

### NARAVNO SEVANJE

Meritve zunanjega sevanja v okolici NEK so tudi v letu 2009 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 0,84 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 0,07 mSv na leto. Tako je bila skupna efektivna doza zunanjega sevanja v letu 2009 v okolici NEK **0,91 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 sklepe iz UNSCEAR 2000 [19].

Posamezni prispevki k dozi naravnega sevanja so navedeni v tabeli B. Skupna letna efektivna doza v letu 2009 je ocenjena na 2,50 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 2009

Vir	Letna efektivna doza (mSv)
– sevanje gama in neposredno ionizirajoče kozmično sevanje	0,84
– kozmični nevtroni [19]	0,07
ingestija (K, U, Th) [19]	0,29
inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222) <sup>#</sup>	1,3
<b>Skupaj</b>	<b>2,50</b>

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

## ČERNOBILSKA KONTAMINACIJA IN POSKUSNE JEDRSKE EKSPLOZIJE

V letu 2009 sta bila, podobno kot v preteklih letih, od antropogenih radionuklidov v zemlji merljiva le še Cs-137 in Sr-90, ki izvirata iz černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij.

Prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju je bil ocenjen na 1  $\mu$ Sv do 6  $\mu$ Sv na leto, kar je od 0,1 % do 0,7 % 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 2009 ocenjena na 0,15  $\mu$ Sv na leto za Cs-137 in 0,81  $\mu$ Sv na leto za Sr-90, kar je skupaj okrog 0,3 % letne efektivne doze zaradi naravnih radionuklidov v hrani. Ocenjena doza je primerljiva s tistimi iz prejšnjih let.

**Tabela C:** Povzetek letnih izpostavitvev prebivalstva v okolici NEK za leto 2009

Vir	Prenosna pot	Letna efektivna doza (mSv)
naravno sevanje	gama in ionizirajoče kozmično sevanje	0,84
	kozmični nevtroni	0,07
	ingestija (K, U, Th)	0,29
	inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222)	1,30
	<b>skupaj</b>	<b>2,50</b>
<b>NEK – neposredno sevanje</b>	<b>neposredno sevanje iz objektov NEK</b>	<b>zanemarljivo</b>
<b>NEK atmosferski izpusti *</b>	<b>zunanje sevanje iz oblaka</b>	<b>3 E–6</b>
	<b>zunanje sevanje iz useda (Co-60, I-131)</b>	<b>&lt;1E–4</b>
	<b>inhalacija iz oblaka (H-3)</b>	<b>6 E–6</b>
	<b>ingestija (C-14)</b>	<b>0,0003</b>
<b>NEK tekočinski izpusti (Sava) *</b>	<b>referenčna skupina</b>	<b>&lt;2 E–5</b>
černobilska kontaminacija in jedrski poskusi	zunanje sevanje	$\leq$ 0,006
	ingestija	0,001

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



## SKLEPI

Povzetek izpostavitve prebivalstva v okolici NEK za leto 2009 je v tabeli C, kjer so navedeni prispevki naravnega sevanja, vplivi NEK in preostali vplivi černobilske kontaminacije ter poskusnih jedrskih eksplozij:

- v letu 2009 so bili vsi sevalni vplivi NEK na prebivalstvo v okolici ocenjeni na vrednost 0,3  $\mu\text{Sv}$  na leto ali manj;
- ocenjena efektivna doza 0,3  $\mu\text{Sv}$  na leto je zanemarljiva v primerjavi z avtoriziranima mejnima dozama za prebivalstvo v okolici NEK (efektivna doza 50  $\mu\text{Sv}$  na leto na razdalji 500 m in doza zunanjega sevanja 200  $\mu\text{Sv}$  na leto na ograji NEK)<sup>2</sup>;
- ocenjena vrednost je približno 0,01 % 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.

---

<sup>2</sup> Poleg splošne mejne letne doze za posameznika iz prebivalstva 1 mSv na leto veljajo za prispevek NEK v okolico še:

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  $\mu\text{Sv}$  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 doze zunanjega sevanja (ki zajema tako prispevke reaktorja kot tudi začasnega skladišča radioaktivnih odpadkov) **na ograji NEK 200  $\mu\text{Sv}$  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, primarily 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) presents the second main source of the exposure after the natural radiation in the developed world. There is no information for these kinds of exposures to the population around NPP Krško and therefore this topic is not discussed in this report.

## 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 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 2009 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 model which was used in the past, and Lagrange model (more realistic, considers the specifics of the terrain). The data in Table A are results of Lagrange model, except for the estimate of



the fallout exposure, where the Gaussian model was used. Estimates for the immersion and inhalation are higher than year ago, mainly due to the unfavourable meteorological conditions and larger Tritium release. The dominant exposure pathway is due to intake of C-14 through ingestion of vegetables. The estimate is the result of a study which has been concluded in year 2009 [25]. We can conclude that all the different contributions to the radiation exposure of the general public are very low in comparison to exposure to natural sources and legal limits.

**Table A:** General public exposures at the settlement Spodnji Stari Grad due to atmospheric releases of the Krško NPP in 2009

Exposure type	Exposure pathway	Most significant radionuclides	Annual effective dose (mSv)
external	– cloud immersion – fallout exposure	– noble gases (Ar-41, Xe-133) – aerosols (Co-60, I-131)	3 E–6 <1 E–4
inhalation	radioactive cloud	H-3	6 E–6
ingestion	vegetal food	C-14	3 E–4

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 14 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. Except in one case (combined aerosol filter in the settlement Spodnji Stari Grad during the regular outage) when Co-60 and Co-58 were detected, other artificial radionuclides were not detected. The contribution to the dose of this detected release is insignificant.

### Liquid discharges

In the liquid discharges from the Krško NPP into the Sava river, the dominant radionuclide in terms of the activity released in 2009 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, suspended material, 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 measured values were close to those in 2008. 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. From the concentration of I-131 in composed and in instantaneous water samples collected



upstream and samples collected downstream, as well as in the sediments, the conclusion is that the presence of I-131 in the river water is the consequence of its use in medicine.

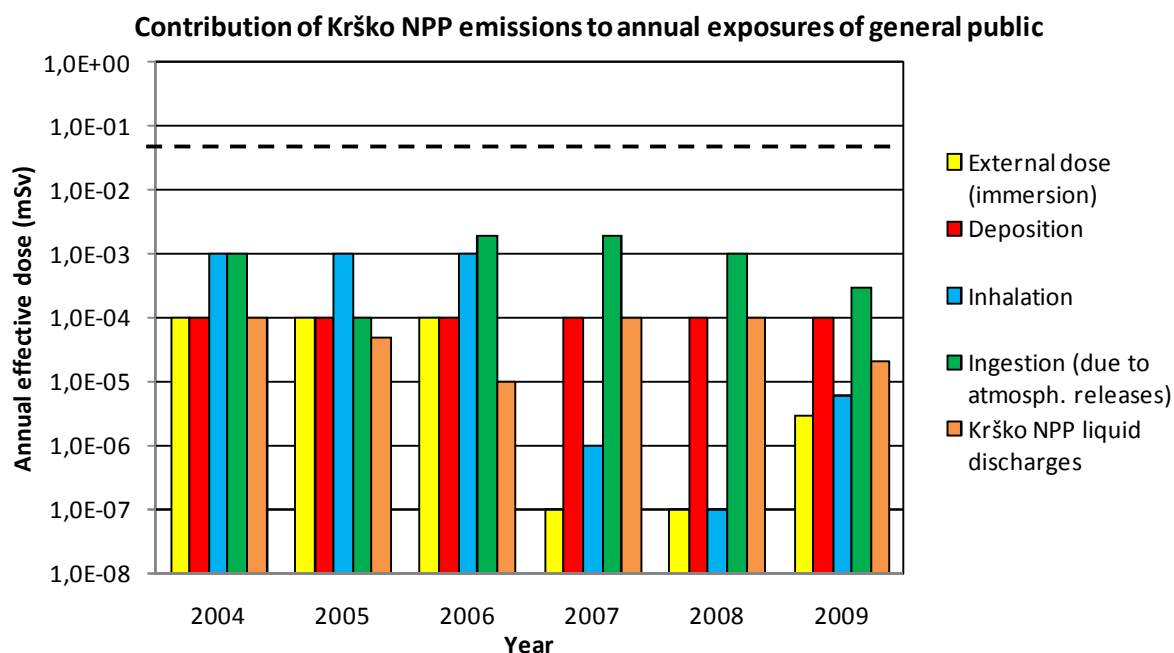
The presence of Cs-137 and Sr-90 in the measured water samples and fish can be attributed to the environmental contamination from the Chernobyl accident and nuclear tests explosions in the past.

Except in one sample from the pumping station in Spodnji Stari Grad, where Sr-90/Sr-89 was detected during the larger liquid release from Krško NPP, no impact of the Krško NPP could be detected in water samples from waterworks and water pumping stations.

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 0.02  $\mu\text{Sv}$  per year.

### Comparison with previous years

A comparison of contributions of Krško NPP emissions to annual effective doses to general population is presented on Figure A. Vertical axis is logarithmic, and the authorised annual limit (50  $\mu\text{Sv}$ ) is marked for reference. When comparing the individual contributions, it must be taken into account that since the year 2007 the Lagrange model has been used for the calculation of the immersion dose and inhalation dose, which typically provides with lower doses and also that before year 2008 the contribution of atmospheric emissions to ingestion dose (i.e. the contribution of C-14) was estimated based on available data on emissions and environment measurements in the vicinity of similar power plants in other countries.



**Figure A:** Comparison of contributions of Krško NPP emissions to annual effective doses to general population from year 2004 to year 2009. Dashed line presents authorised annual limit (50  $\mu\text{Sv}$ ). Vertical axis is logarithmic.



## NATURAL RADIOACTIVITY

Measurements of the external exposure around the Krško NPP showed in 2009 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 0.84 mSv per year in the open and in dwellings it was estimated at 0.83 mSv per 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 0.07 mSv per year. The total effective annual external dose in the vicinity of the Krško NPP thus amounted to **0.91 mSv per year** in the year 2009, which is compatible with the average worldwide value of 0.87 mSv per 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 2009 amounts to 2.50 mSv per year, which is very close to the average worldwide value 2.4 mSv per year [19].

**Table B:** Effective doses due to natural radioactivity around Krško in 2009

Source	Annual effective dose (mSv)
external gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.84
neutron component of cosmic radiation [19]	0.07
ingestion (K, U, Th) [19]	0.29
inhalation (Rn and daughters) <sup>#</sup>	1.3
<b>Total</b>	<b>2.50</b>

**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)

## CHERNOBYL CONTAMINATION AND THE NUCLEAR WEAPONS TESTS

In the year 2009 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 to 1 µSv to 6 µSv per year, which is 0.1 % to 0.7 % of average external natural radiation. The values are comparable with the estimates in the past.

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 0.15 µSv per year for Cs-137 and at 0.81 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.


**Table C:** Summary of the annual exposure of the general public around the Krško NPP in 2009

Source	Exposure pathway	Annual effective dose (mSv)
natural radiation	– gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.84
	– neutron component of cosmic radiation	0.07
	ingestion (K, U, Th)	0.29
	inhalation (Rn short-lived daughters)	1.30
	<b>total</b>	<b>2.50</b>
<b>Krško NPP direct radiation</b>	<b>direct radiation from Krško-NPP</b>	<b>negligible</b>
<b>Krško NPP atmospheric discharges*</b>	<b>external dose (immersion)</b>	<b>3 E-6</b>
	<b>deposition</b>	<b>&lt;1E-4</b>
	<b>inhalation</b>	<b>6 E-6</b>
	<b>ingestion</b>	<b>0.0003</b>
<b>Krško NPP liquid discharges*</b>	<b>reference group</b>	<b>&lt;2 E-5</b>
Chernobyl and nuclear-weapons tests	- external dose	≤0.006
	- ingestion	0.001

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

## 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 2009 are listed.

We can conclude that:

- In the year 2009 the impact of the Krško NPP on the exposure of general public to ionizing radiation were estimated as being equal or lower than 0.3  $\mu\text{Sv}$  per year,
- This value is about 0.01 % of the natural background radiation dose,
- The effective dose 0.3  $\mu\text{Sv}$  per year is negligible compared to the two authorized limit doses for general public around the Krško NPP (effective dose 50  $\mu\text{Sv}$  per year at and beyond the distance of 500 m from the plant perimeter and external radiation 200  $\mu\text{Sv}$  per year on the perimeter fence)<sup>3</sup>

<sup>3</sup> 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  $\mu\text{Sv}$  per year on the perimeter of the inner safety zone (at the distance of 500 m from the reactor symmetry axis) and beyond, and the limit for the annual external dose, which incorporates the contribution of the reactor, but also the intermediate nuclear waste storage, is set at 200  $\mu\text{Sv}$  per year on the NPP 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.



## 1 REKA SAVA

### POVZETEK

*V poglavju so predstavljeni rezultati meritev radioaktivnosti in ocena vplivov na okolje preko savske prenosne poti v okviru nadzornega programa NEK. V letu 2009 so bili izpusti v okolje primerljivi s tistimi v letu 2008. Edini radionuklid, ki ga sistematično merimo v okolju in je zagotovo vsaj delno posledica izpustov NEK, je tritij. Vpliv NEK pri drugih radionuklidih je v okolju nemerljiv. Ocena dozne obremenitve za prebivalstvo preko savske prenosne poti je manjša od 0,02  $\mu\text{Sv}$  na leto.*

### UVOD

Nadzorni program meritev na reki Savi obsega meritve v okolju in meritve tekočinskih izpustov na samem viru v NEK. Meritve v okolju omogočajo splošno oceno stanja na območju okoli NEK, oceno morebitnih vplivov sotočno od elektrarne in tudi vplivov zunanjih dogodkov, kot je bila černobilska nesreča. V ta namen se izvaja vzorčevanje in meritve vode, suspendirane snovi v vodi, sedimentov in vodne biote. Lokacije vzorčevanja so postavljene sotočno in protitočno od NEK, tako da je mogoče ločiti med zunanjimi vplivi in dejanskimi vplivi elektrarne.

NEK pri normalnem obratovanju občasno kontrolirano izpušča v okolje tekočine iz izpustnih rezervoarjev. Tekočine z razmeroma nizkimi aktivnostmi izpuščajo v reko Savo skozi kanal bistvene oskrbne vode (ESW - Essential Service Water), ki je nad jezom elektrarne. Izpuščena radioaktivnost je zaradi redčenja s savsko vodo na vzorčevalnih lokacijah večinoma pod detekcijsko mejo meritev v okolju. Izjema je le tritij. Vplive v okolju je zato mogoče ocenjevati le posredno na podlagi neposrednih meritev izpustov (emisij) in z uporabo ustreznih modelov.

### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

V letu 2009 ni bilo sprememb glede lokacij vzorčevanja reke Save. 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). Od leta 1997 deluje na referenčnem odvzemnem mestu Krško (v črpalni postaji za tehnološko vodo papirnice Vipap) kontinuirni vzorčevalnik. Meritve vzorcev s te lokacije se izvajajo kvartalno. Podobno deluje od leta 2000 na referenčnem mestu v Brežicah kontinuirno vzorčevanje vode. V Jesenicah na Dolenjskem vzorčevanje še vedno poteka ročno. Meritve vzorcev iz Brežic in Jesenic na Dolenjskem se izvajajo mesečno. Vzorčevanje je opravljal NEK, meritve vzorcev pa so opravljale neodvisne organizacije ZVD, IRB in IJS.

Kontinuirna avtomatska vzorčevanja in meritve sestavljenih vzorcev savske vode so namenjena predvsem za določanje povprečne vsebnosti dolgoživih izotopov. Kontinuirno vzorčevanje ne omogoča ovrednotenja kratkoživih izotopov. Zato se neodvisno izvaja tudi vzorčevanje enkratnih vzorcev nefiltrirane vode (50-litrski vzorci). Iz rezultatov teh meritev lahko natančneje ocenimo koncentracije joda (I-131). Tako je potekal 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 protitočno od NEK pod mostom (na levem bregu), pod jezom v NEK (desni breg), pri Pesju (na levem bregu), pri Brežicah (na levem bregu), pri Jesenicah na Dolenjskem (na desnem bregu) in na Hrvaškem v kraju Podsused. Vzorčevanja in meritve sedimentov so se podvajali (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 Podsused in Otok. Meritve rib sta opravila ZVD in IRB.

Vsebnost sevalcev gama v vzorcih se je določala z visokoločljivostno spektrometrijo gama po postopku, ki vključuje sušenje in homogenizacijo. S tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo je merjena vsebnost tritija (H-3) v vodnem destilatu savske vode, medtem ko se je vsebnost Sr-90/Sr-89 (glej točko (ii) na strni M-I) določala z radiokemično separacijo in štetjem na proporcionalnem števcu.

Vzorčevanje reke Save in meritve ločimo glede na vrsto vzorcev:

- vzorčevanje vode skupaj s fino suspendirano snovjo (količina vzorca vode je 50 litrov) in ločene meritve sušine vzorcev vod in filtrskega ostanka reke Save, ki se kot groba suspendirana snov predhodno odstrani iz vode s filtriranjem;
- 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;
- vzorčevanje in meritve rib vrst mrena, plen, podust, sivi tolstolobik, bolen in jez s povprečno maso okrog 400 g (izmerjenih je bilo 12 rib); pred pripravo vzorcev se odstranijo repi in glave rib; dodatne meritve ribjih mladice in ločene meritve kosti in mišic odraslih rib se od leta 2006 ne izvajajo več.

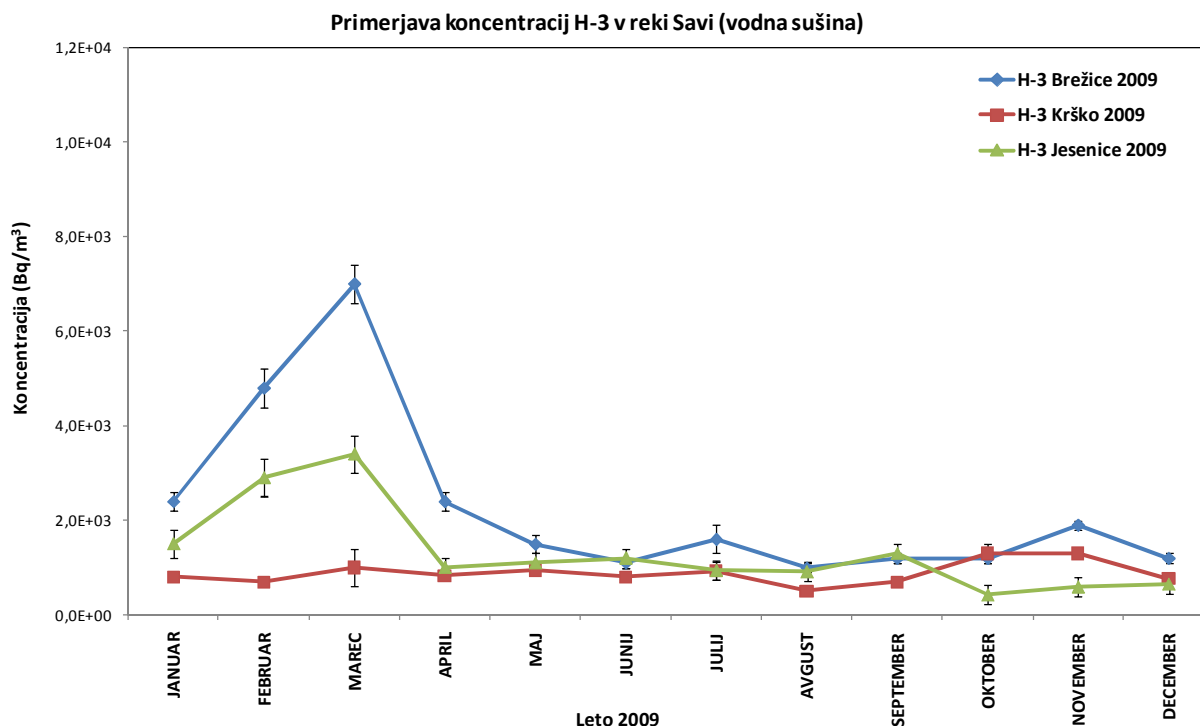
## REZULTATI MERITEV V OKOLJU

### Voda in sedimenti

Tabele z merskimi podatki so: T-1 do T-4 (ZVD, H-3 – IJS); T-5, T-6 (IRB); T-7, T-9, T-10, T-11, T-13, T-14 (ZVD, H-3 – IJS); 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 zgoščenki v datoteki **Sava2009.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, pri jedrskih reakcijah visokoenergijskega kozmičnega sevanja na kisiku in dušiku. Tritij se veže v molekulo vode (HTO) in z dežjem pride do zemeljske površine. Večina tritija je razredčena v oceanih. Poskusne jedrske eksplozije v 50-tih in 60-tih letih prejšnjega stoletja so naravni inventar tritija povečale za dva velikostna reda. Tako je njegova vsebnost v deževnici na severni polobli narasla s 600 Bq/m<sup>3</sup> na 150 000 Bq/m<sup>3</sup> v letu 1963. Do danes je zaradi radioaktivnega razpada in prehoda v oceanske vode vsebnost H-3 v deževnici padla na okrog 1000 Bq/m<sup>3</sup> [9]. 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 ( $2,3 \pm 0,5$ ) kBq/m<sup>3</sup> je skoraj trikrat večja kot je na referenčnem odvzemnem mestu Krško (pred papirnico) ( $0,87 \pm 0,06$ ) kBq/m<sup>3</sup>. Najvišje vrednosti mesečnih povprečij v Brežicah so bile v mesecih februarju in marcu ( $4,8 \pm 0,4$ ) kBq/m<sup>3</sup> in ( $7,0 \pm 0,4$ ) kBq/m<sup>3</sup>, medtem ko so bile v tem obdobju vrednosti na referenčnem odvzemu Krško ( $0,5 \pm 0,08$ ) kBq/m<sup>3</sup> in ( $0,69 \pm 0,07$ ) kBq/m<sup>3</sup>. Meritve tritija na lokacijah Brežice in Krško je opravil IJS. V Jesenicah na Dolenjskem so meritve IRB pokazale letno povprečje ( $1,3 \pm 0,3$ ) kBq/m<sup>3</sup>, z največjima vrednostima ( $2,9 \pm 0,4$ ) kBq/m<sup>3</sup> in ( $3,4 \pm 0,4$ ) kBq/m<sup>3</sup>, prav tako v mesecih februarju in marcu. Razlike med referenčno lokacijo in lokacijami sotočno od NEK so podobne kot v preteklem letu. Povprečna letna vsebnost tritija v Brežicah ( $2,3$  kBq/m<sup>3</sup>) je nižja kot v letih 2004 ( $4,0$  kBq/m<sup>3</sup>), 2005 ( $6,3$  kBq/m<sup>3</sup>), 2006 ( $5,9$  kBq/m<sup>3</sup>), 2007 ( $8,5$  kBq/m<sup>3</sup>) in podobna kot leta 2008 ( $2,1$  kBq/m<sup>3</sup>). V letu 2009 so bile vsebnosti H-3 v povprečju višje za faktor 1,8 v Brežicah v primerjavi z vsebnostmi v Jesenicah na Dolenjskem. To je posledica dodatnega razredčenja 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 ( $454$  m<sup>3</sup>/s), letno povprečje je bilo  $229$  m<sup>3</sup>/s. 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. Lokacija Krško je glede na tok Save pred elektrarno in je zato referenčna.

### I-131

Kratkoživi radioaktivni jod (I-131) je občasno prisoten v tekočinskih efluentih NEK, v nekaterih rekah pa ga je mogoče najti zaradi aplikacije tega izotopa v medicini. Povišane koncentracije joda je bilo mogoče izmeriti takoj po černobilski nesreči.

#### Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode

I-131 je redno prisoten 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  $(3,1 \pm 2,0) \text{ Bq/m}^3$  do  $(6,4 \pm 3,0) \text{ Bq/m}^3$  in je bila najvišja na odvzemnem mestu v Brežicah. Najvišja vrednosti  $(16 \pm 4) \text{ Bq/m}^3$  je bila izmerjena v tretjem četrtletju. Vrednosti so običajne in sistematičnih razlik, ki bi kazale na vpliv NEK, ni bilo zaznati. Prisotnost I-131 v rekah je tako posledica uporabe tega izotopa v medicini.

#### Sedimenti

V preteklosti je bil v sedimentih I-131 občasno prisoten v nizkih koncentracijah na nekaterih vzorčevalnih mestih. V letu 2009 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 giblivem sedimentu, ki vsebuje več organskih snovi.



## Cs-137

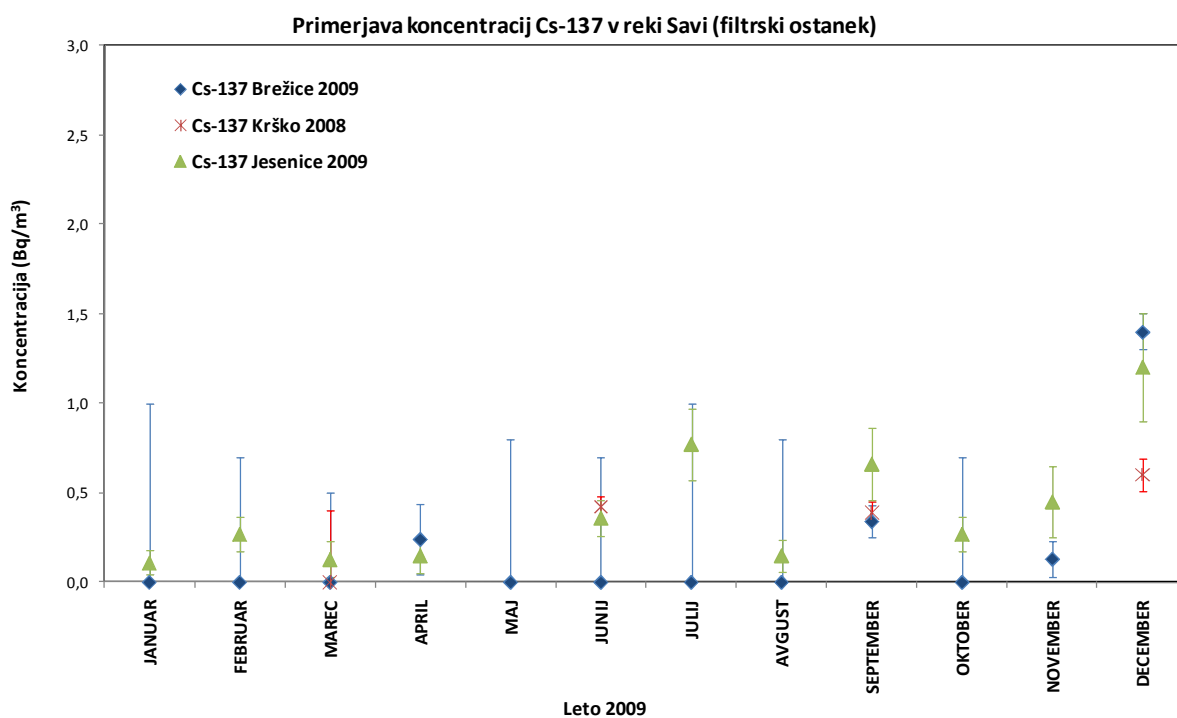
Radioaktivni izotop cezij je kot posledica globalne in regionalne kontaminacije (jedrski poskusi in nesreča v Černobilu) prisoten povsod v okolju. Najti ga je tudi v tekočinskih efluentih NEK.

### Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode

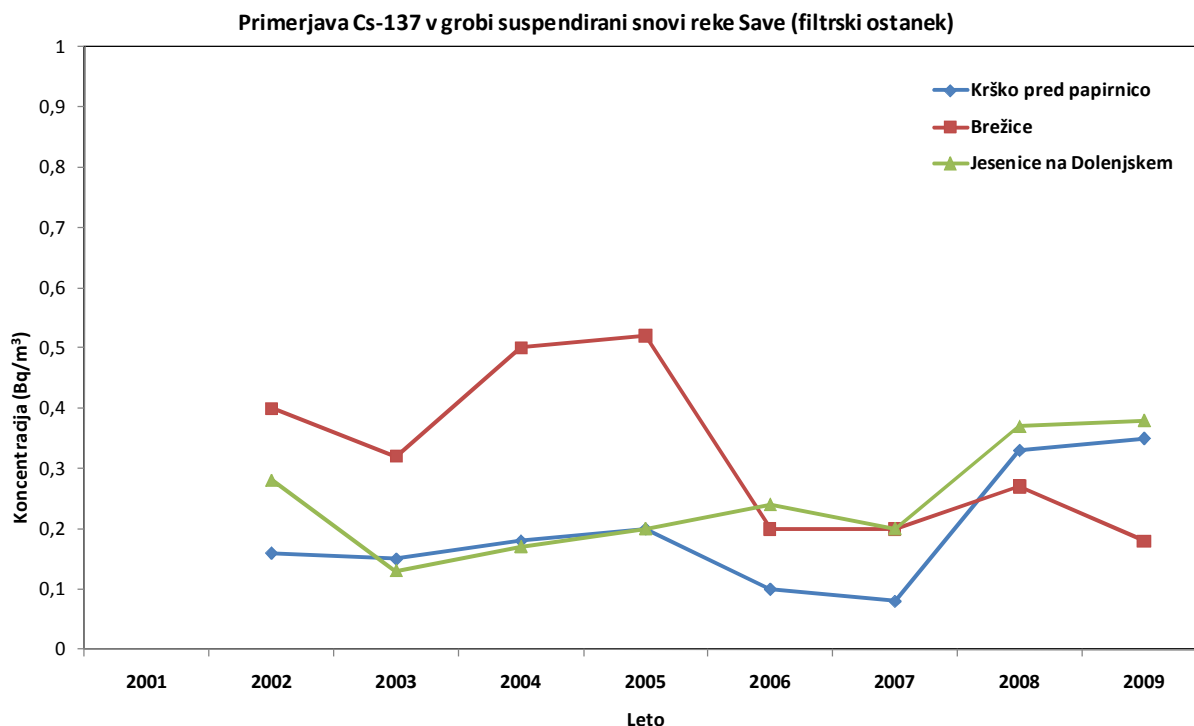
Rezultati meritev na večini odvzemnih mest so bili na meji kvantifikacije. Letna povprečna vrednost na referenčnem mestu v Krškem je bila  $< 0,3 \text{ Bq/m}^3$ , kar je v okviru negotovosti podobno kot v Brežicah ( $0,17 \pm 0,3 \text{ Bq/m}^3$ ). V preteklih letih se je povprečna koncentracija Cs-137 v Brežicah spreminjala od  $0,25 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2003,  $0,10 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2004,  $0,08 \text{ Bq/m}^3$  v letih 2005 in 2006,  $0,07 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2007 in  $0,04 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2008.

### Filtrski ostanek

Cs-137 se običajno pojavlja v nekoliko višjih koncentracijah v filtrskem ostanku kot v vodni sušini. Na slikah 1.2 in 1.3 so prikazane primerjave rezultatov meritev Cs-137 na različnih odvzemnih mestih. Filtrski ostanek kaže v Brežicah podobno sliko kot v preteklem letu. V letnem povprečju ( $0,18 \pm 0,2 \text{ Bq/m}^3$ ) je v Brežicah vsebnost v okviru negotovosti enaka kot na referenčnem mestu Krško ( $0,35 \pm 0,1 \text{ Bq/m}^3$ ). Podobne vrednosti so izmerjene v Jesenicah na Dolenjskem ( $0,38 \pm 0,1 \text{ Bq/m}^3$ ). Najvišja posamična vrednost je bila izmerjena v decembru v Brežicah ( $1,4 \pm 0,1 \text{ Bq/m}^3$ ). Primerjava vrednosti z upoštevanjem velikih merskih negotovosti kaže, da je vpliv NEK nemerljiv. Cezij se slabo veže na grobo suspendirano snov (le nekaj odstotkov). 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).



**Slika 1.2:** Primerjava mesečnih vsebnosti Cs-137 v filtrskem ostanku (groba suspendirana snov) reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem



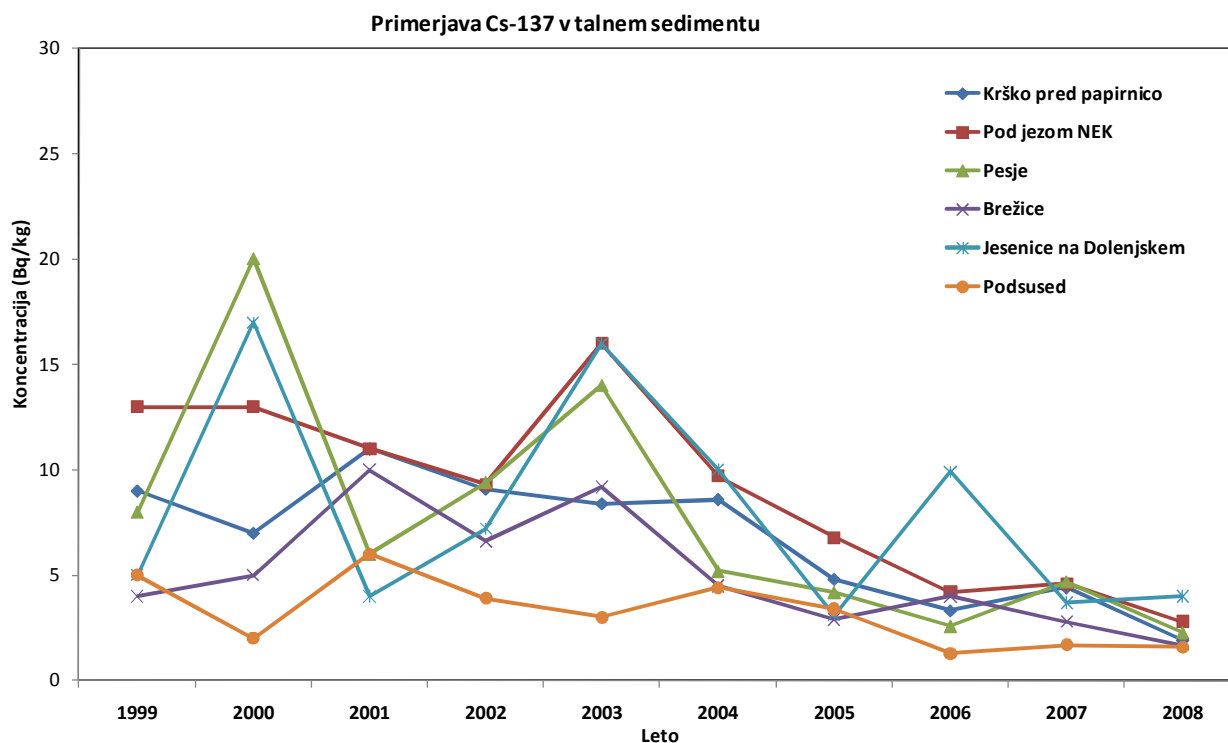
**Slika 1.3:** Primerjava povprečnih letnih vsebnosti Cs-137 v filtrskem ostanku (groba suspendirana snov) reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti povprečnih vrednosti so okrog 0,1 Bq/m<sup>3</sup>.

### 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 primerljiva.

### Sedimenti

Povprečna aktivnost cezija v talnih sedimentih (IRB) je v Krškem (pod mostom) ( $2,4 \pm 0,4$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $3,3 \pm 0,5$ ) Bq/kg), pod jezom NEK ( $2,7 \pm 0,4$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $3,5 \pm 0,6$ ) Bq/kg), v Pesju ( $1,5 \pm 0,3$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $2,1 \pm 0,5$ ) Bq/kg), v Brežicah ( $0,78 \pm 0,2$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $1,1 \pm 0,4$ ) Bq/kg), v Jesenicah na Dolenjskem ( $2,2 \pm 0,3$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $2,7 \pm 0,6$ ) Bq/kg) in v Podsusedu ( $0,68 \pm 0,2$ ) Bq/kg (z največjo vrednostjo ( $1,1 \pm 0,3$ ) Bq/kg). Rezultati meritev sedimentov, ki jih je izvedel ZVD, so v okviru merske negotovosti primerljivi meritvam IRB. Vsebnosti cezija v sedimentih so v okviru merske negotovosti na vseh odvzemnih mestih podobne. S slike 1.4 je razvidno, da se vsebnost cezija v sedimentu na vseh lokacijah z leti sistematično zmanjšuje. To je povezano z razpadom izotopa iz globalne kontaminacije ter z izpiranjem talnega sedimenta. Vpliva NEK v sedimentu ni mogoče zaznati. Na splošno ugotovljamo, 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 vrhnji plasti zemlje (običajna koncentracija cezija v zemlji je namreč nekaj deset bekerelov na kilogram).



**Slika 1.4:** Primerjava vsebnosti Cs-137 v talnem sedimentu reke Save. Merske negotovosti so 0,5 Bq/kg.

### Sr-90/Sr-89

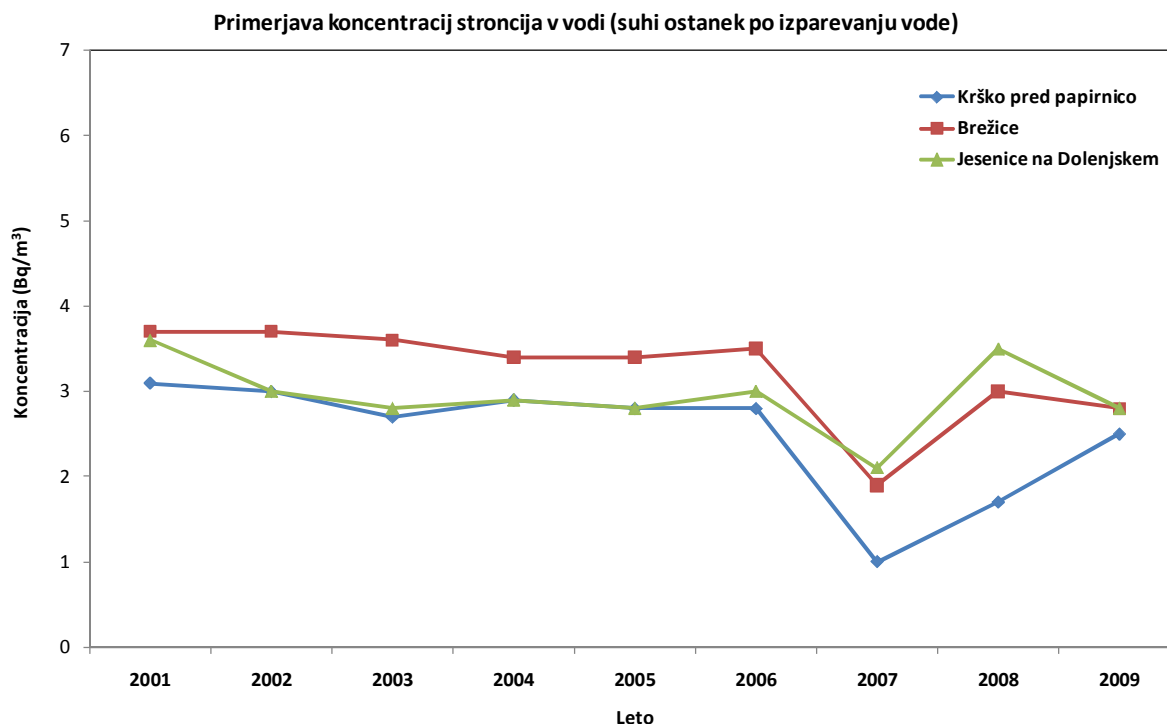
Radioaktivni izotop stroncija je podobno kot cezij prisoten povsod v okolju in je posledica globalne kontaminacije. Delež stroncija v primerjavi s cezijem je bil zaradi vpliva Černobila na področju Slovenije skoraj zanemarljiv. Kot posledica poskusnih jedrskih eksplozij pa je bil used obeh radionuklidov na naši geografski širini primerljiv. Stroncij je redno prisoten v tekočinskih izpustih NEK, vendar so njegove aktivnosti 100-krat nižje od aktivnosti cezija.

### Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode

Večina stroncija je v sami vodi. Stroncij je v vodi (suhi ostanek po izparevanju vzorca vode) v 10-krat višjih koncentracijah kot cezij. Sr-90/Sr-89 se pojavlja v vodi na referenčnem mestu Krško v podobni povprečni koncentraciji ( $2,5 \pm 0,3$ ) Bq/m<sup>3</sup> kot v nadzornem mestu v Brežicah ( $2,8 \pm 0,2$ ) Bq/m<sup>3</sup> in v Jesenicah na Dolenjskem ( $2,8 \pm 0,1$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Vrednosti so v okviru merske negotovosti podobne rezultatom iz zadnjih nekaj let (glej sliko 1.5). Težnja padanja koncentracije je povezana z razpolovno dobo stroncija, kar potrjujejo druge meritve v celotnem časovnem območju. Anomalija, ki smo jo zaznali leta 2007, še ni dokončno raziskana, vendar najverjetneje ni posledica dejanskih sprememb v okolju.

### Filtrski ostanek

V grobi suspendirani snovi (filtrskem ostanku) je vsebnost Sr-90/Sr-89 navadno 10-krat nižja kot v vodi (suhi ostanek po izparevanju vzorca vode) in se giblje okrog 0,2 Bq/m<sup>3</sup>. Vsebnosti so podobne kot pri ceziju. Najvišja povprečna vsebnost je bila izmerjena v Krškem.



**Slika 1.5:** Primerjava povprečnih vsebnosti Sr-90/Sr-89 v vodi reke Save. Merske negotovosti so okrog 0,2 Bq/m<sup>3</sup>.

### Enkratni vzorci nefiltrirane vode

Vrednosti v enkratnih vzorcih so podobne kot v vzorcih filtrirane vode. Letna povprečja so od  $(2,4 \pm 0,6)$  Bq/m<sup>3</sup> do  $(2,8 \pm 0,4)$  Bq/m<sup>3</sup>. Najvišja posamična izmerjena vrednost je bila v Brežicah  $(3,6 \pm 0,2)$  Bq/m<sup>3</sup>. Vrednosti so približno 10-krat višje, kot so koncentracije cezija v nefiltrirani vodi.

### Sedimenti

Pri meritvah IRB stroncij v talnih sedimentih ni bil merjen, razen na lokaciji Podsused, kjer je bila povprečna vrednost  $< 0,2$  Bq/kg. Povprečne vrednosti, ki jih je izmeril ZVD, so se gibale okrog 0,15 Bq/kg. Vrednosti so primerljive z rezultati iz predhodnih let. Vsebnosti stroncija v talnih sedimentih so 10-krat nižje kot vsebnosti cezija.

### Cs-134, Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-110m, Xe-133

Nekateri sevalci žarkov gama se redno pojavljajo v izpustih NEK (Cs-134, Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-110m, Xe-133). V zadnjih nekaj letih je bil zaznan le Co-60, in sicer leta 2003 in 2006. V letu 2009 noben od naštetih radionuklidov ni dosegel meje detekcije.

### Vodna biota - ribe

Tabele z merskimi podatki so: T-19, T-21, T-22 (ZVD); T-22/p1, T-24, T-25 (IRB).





### Cs-137

Analize celih rib, ulovljenih na lokacijah, od katerih je referenčna v Krškem, druge pa pod izpustom NEK, kažejo povprečne vsebnosti Cs-137 od  $(0,05 \pm 0,03)$  Bq/kg do  $(0,09 \pm 0,02)$  Bq/kg (meritve ZVD). Vrednosti so podobne kot v preteklih letih. 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  $10 \text{ Bq/m}^3$ ) bi teoretično pričakovali, da je koncentracija joda v ribah okrog  $0,2 \text{ Bq/kg}$  (upoštevajoč bioakumulacijski faktor  $B_r = 0,02 \text{ m}^3/\text{kg}$ ), kar je pod mejo detekcije.

### Sr-90/Sr-89

Stroncij 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 ( $1\text{--}2 \text{ Bq/kg}$ ), 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  $(0,24 \pm 0,07) \text{ Bq/kg}$  do  $(0,33 \pm 0,1) \text{ Bq/kg}$ , kar je v okviru negotovosti podobno kot v preteklih letih.

## VPLIV NEK NA VSEBNOSTI RADIONUKLIDOV V OKOLJU

Vpliv na okolje preko savske prenosne poti 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. Po podatkih NEK so bili največji izpusti opravljeni v prvem kvartalu (februar in marec), ko je bil mesečni izpust okrog  $2,5 \text{ TBq}$  tritija (letni izpust  $7,3 \text{ TBq}$ ). Največji mesečni izpusti drugih radionuklidov (Co-58, Co-60 in Cs-137) so bili v aprilu. Njihova skupna izpuščena aktivnost je bila pet velikostnih redov nižja kot pri tritiju.

Tritij je edini radionuklid, ki ga je mogoče sistematično spremljati v okolju in je nedvomno posledica izpustov NEK. Tritij lahko uporabljamo kot sledilec in preko njegove razredčitve ocenimo tudi koncentracije drugih radionuklidov, ki jih navadno ne zaznavamo v okolju. Na sliki 1.6 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. Tako lahko predpostavimo, da je prišlo do popolnega mešanja vode na omenjeni lokaciji. Pri izmerjenih koncentracijah smo vzeli prirastek koncentracije v Brežicah v primerjavi z referenčnim mestom v Krškem.

S slike 1.6 je razvidno, da obstaja močna korelacija med izpusti in prirastkom koncentracije H-3 v Savi predvsem na lokaciji v Brežicah. Zelo dobro so vidni dejanski povečani izpusti v prvem kvartalu in potrjujejo zanesljivost meritev efluentov. V Brežicah najverjetneje še ne pride do popolnega mešanja izpuščenih radionuklidov s savsko vodo. To je vidno na sliki 1.7, kjer so izmerjeni prirastki koncentracije sistematično večji kot izračunani prirastki ob predpostavki popolnega mešanja vode. Iz meritev lahko ocenimo razredčitveno razmerje  $DR$  (*Dilution Ratio*) v Brežicah. Razredčitveno razmerje  $DR$  je razmerje med koncentracijo tritija na nekem mestu pod izpustom (npr. v Brežicah) proti koncentraciji tritija na mestu s popolnim mešanjem vode:

$$DR = \frac{C_{w,RL}}{C_{w,tot}} \quad (1)$$

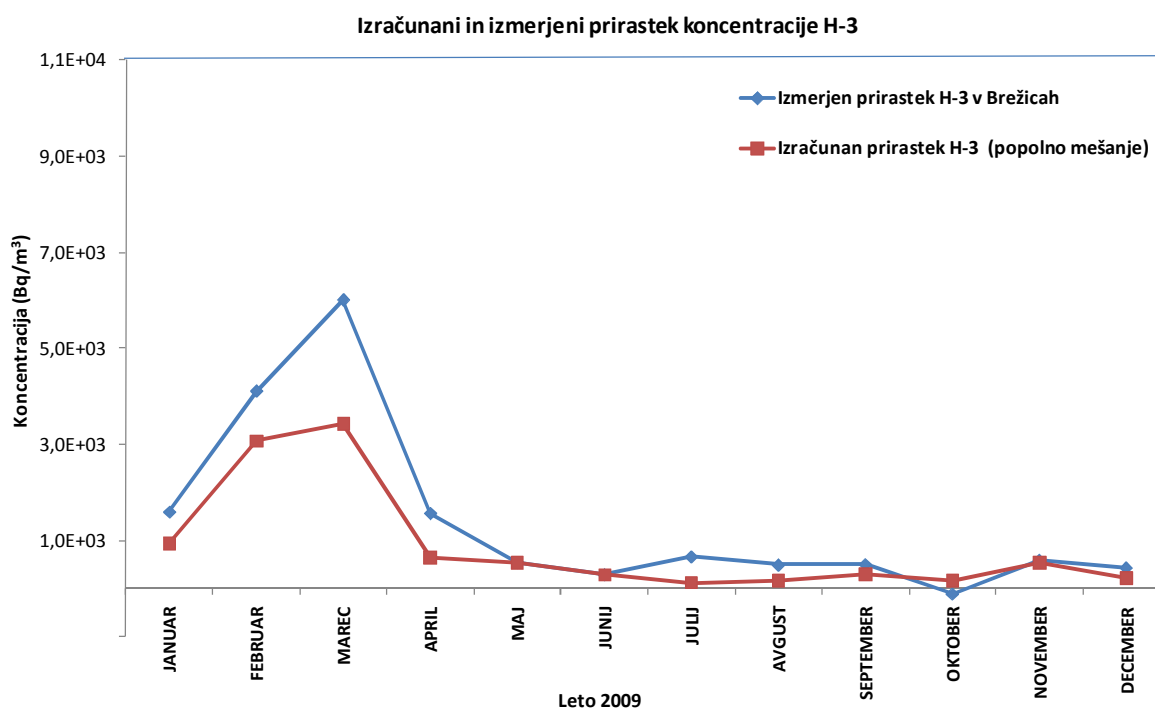


kjer sta  $C_{w,RL}$  koncentracija na referenčni lokaciji ( $Bq/m^3$ ) in  $C_{w,tot}$  koncentracija na mestu popolnega mešanja ( $Bq/m^3$ ). Koncentracijo na mestu popolnega mešanja izračunamo iz izraza (2):

$$C_{w,tot} = \frac{A_{H-3}}{F \times t} \quad (2)$$

kjer sta  $A_{H-3}$  skupna letna izpuščena aktivnost tritija (Bq), produkt  $F \times t$  pa celotni letni volumen pretečene Save v kubičnih metrih.

Vrednosti  $DR$  so lahko od 0 (na lokacijah, kjer še ni prišlo do mešanja),  $> 0$  na lokacijah, kjer je mešanje nepopolno, do 1 pri popolnem mešanju. Na sliki 1.7 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 nekoliko nižje od izmerjenih letnih povprečnih vrednosti, kar pomeni, da do popolnega mešanja dejansko še ni prišlo. Razmerje obeh vrednosti je razredčitveno razmerje  $DR$ . Izmerjen povprečni letni prispevek koncentracije tritija v savski vodi zaradi vpliva NEK na odvzemnem mestu Brežice je bil  $(1,43 \pm 0,5)$  kBq/m<sup>3</sup>, kar je podobno kot v predhodnem letu (slika 1.7). Izračunan prirastek koncentracije tritija na mestu popolnega mešanja  $C_{w,tot}$  je bil 1,02 kBq/m<sup>3</sup>. Tako je bilo v letu 2009 razredčitveno razmerje  $DR$  v Brežicah  $1,4 \pm 0,5$ . Dolgoletno povprečno razredčitveno razmerje  $DR$  (od 2002 do 2009) na vzorčevalni lokaciji ob levem bregu v Brežicah je  $1,4 \pm 0,4$ . V preteklem letu smo ocenili, da je razredčitveno razmerje 1,5 kar je v okviru merske negotovosti enako.

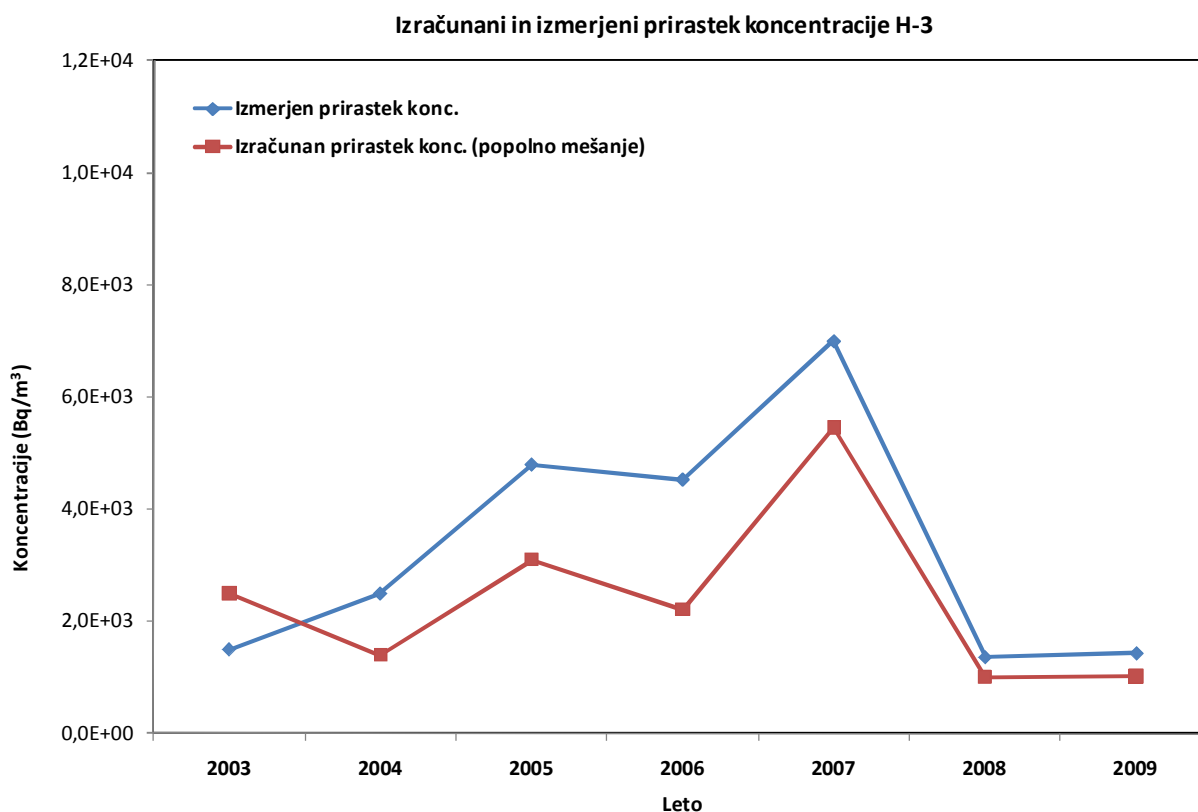


**Slika 1.6:** Primerjava med mesečnimi izmerjenimi prirastki koncentracije tritija v Brežicah in izračunanimi prirastki koncentracije. Izračunana koncentracija je dobljena iz mesečnih izpustov H-3 in pretoka Save (mesečni izpust / mesečna prostornina pretečene Save).

V letu 2009 povprečna koncentracija tritija v črpališčih krškega in brežiškega vodovoda ni bila višja v primerjavi z letom poprej. Višja koncentracija tritija kot v letu 2008 je bila izmerjena v vrtini VOP-4 v prvi polovici leta, v obdobju večjih izpustov tritija v Savo. Primerjava koncentracij z upoštevanjem velikih merskih negotovosti kaže, da je vpliv NEK pri drugih umetnih radionuklidih nemerljiv. Cezij,



stroncij in jod so prisotni 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.



**Slika 1.7:** Primerjava med letnimi povprečnimi prirastki koncentracije H-3 v Brežicah in izračunanimi koncentracijami, dobljenimi na podlagi letnih izpustov in pretoka Save (letni izpust / letna prostornina pretečene Save) ob predpostavki popolnega mešanja

## OCENA LETNIH DOZ ZA SAVSKO PRENOSNO POT

Izpostavitve prebivalstva se ocenjuje na podlagi neposrednih meritev izpustov (emisij) in z uporabo ustreznih modelov. V letu 2003 je bila izdelana metodologija in model za oceno doz pri izpostavitvi prebivalcev [7]. V začetku leta 2009 je bila opravljena revizija tega modela z naslovom *Izpostavitve referenčne skupine prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NEK v reko Savo – Nova referenčna lokacija, IJS-DP-10114* (2009) [8]. 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 preko Save, je bila izbrana kot referenčna skupina brežiških športnih ribičev in članov njihovih družin (to je tista skupina, ki potencialno prejme najvišje doze). 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 tej metodologiji. Metodologija je uporabna le za celoletno vrednotenje vplivov in ne pri ocenjevanju večletnega vpliva (večletni depozit in radioaktivni razpad nista upoštevana). Prvotne ocene so predpostavljale, 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



bližje NEK, kjer je mešanje še nepopolno. V revidiranem modelu je dodana nova referenčna lokacija za ribiče (levi del struge, 350 m pod jezom NEK), ki je prikazana na sliki 1.8. Za to skupino se upošteva drugo razredčitveno razmerje  $DR$ , saj na tem mestu ne prihaja do popolnega mešanja s savsko vodo. V študiji [8] je ocenjeno, da je koncentracija izpuščenih radionuklidov na tem mestu trikrat večja ( $DR = 3 \pm 2$ ) od koncentracije na mestu popolnega mešanja reke. Revizija modela je prav tako ugotovila, da tudi na stari referenčni lokaciji v Brežicah še ne pride do popolnega mešanja Save, kjer naj bi bilo razredčitveno razmerje  $DR$  1,5.

## VHODNI PODATKI ZA OCENO PREJETIH DOZ

V tabeli 1.1 je prikazan inventar letnih izpustov NEK v obdobju zadnjih sedem let. V tabeli so navedeni tudi vsi pomembni radionuklidi, ki bi potencialno lahko bili v izpustnih vodah. Iz tabele je razvidno, da je največ izpuščenega H-3 (tritija), vendar je z vidika radiotoksičnosti nepomemben. Pomembna sta aktivacijska produkta Co-60 in Co-58 ter fisijski produkti Cs-134, Cs-137 in Sr-90. Od naštetih radionuklidov v izračunih doz žlahtnih plinov Xe-131m, Xe-133, Xe-133m, Xe-135, Kr-85m in drugih zelo kratkoživih radionuklidov nismo upoštevali, ker pri ingestiji niso pomembni. Vpliva C-14, ki je posledica tekočih efluentov NEK, na referenčno skupino prebivalstva ne moremo ovrednotiti, ker se meritve C-14 v okviru obratovalnega nadzora ne izvajajo.

### Za izračun doz v letu 2009 so bili uporabljeni naslednji vhodni podatki:

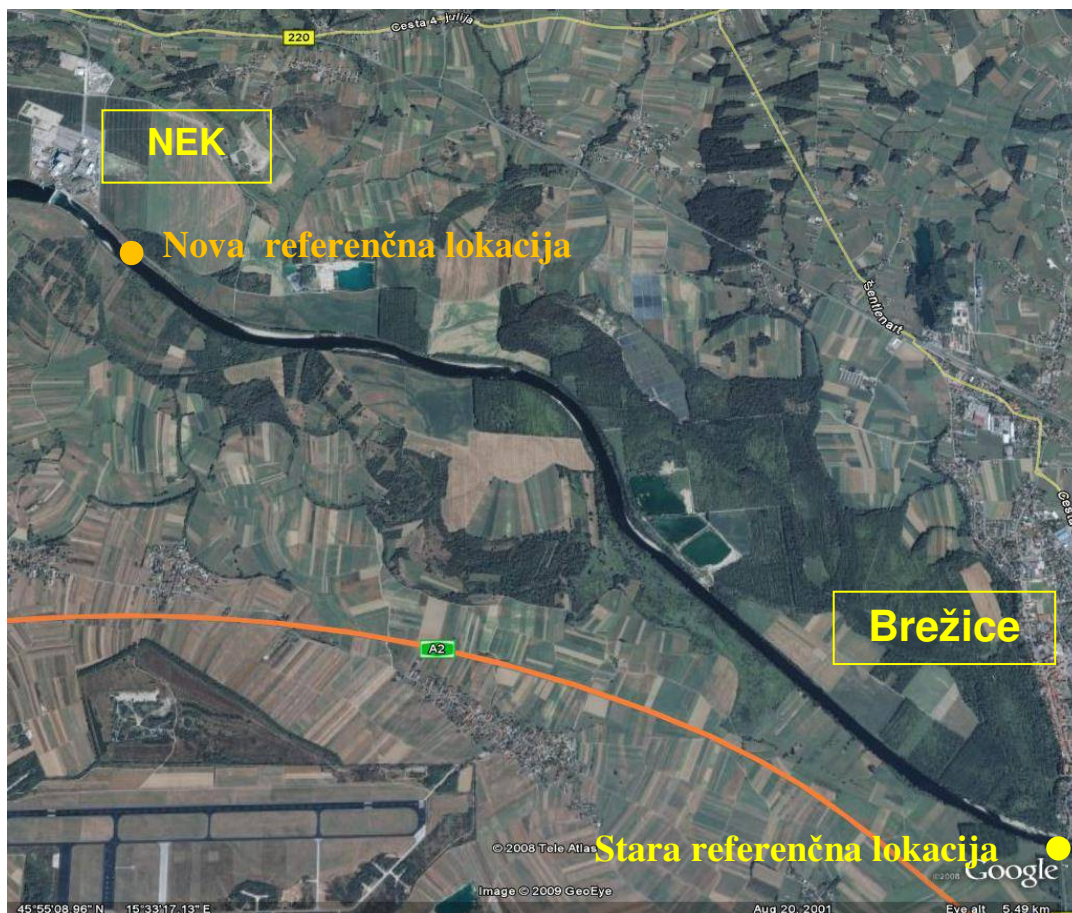
- podatki o letnem izpustu radionuklidov iz poročil NEK (tabela 1.1);
- povprečni pretok Save v Brežicah v tem obdobju ( $229 \text{ m}^3/\text{s}$ );
- razredčitveno razmerje na novi referenčni lokaciji (350 m sotočno od jezca NEK)  $DR = 3 \pm 2$  in v Brežicah  $DR = 1,4 \pm 0,4$  (dolgoletno povprečno razredčitveno razmerje od 2002 do 2009, dobljeno iz meritev tritija);
- povprečna koncentracija suspendirane snovi ( $0,02 \text{ kg}/\text{m}^3$ );
- zaradi konservativnosti smo predpostavili maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremno porabo).

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


**Tabela 1.1:** Razširjeni inventar izpustov do leta 2009. Emisijske vrednosti so vzete iz meritev NEK.

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)	2009 (Bq na leto)
H-3	1,03E+13	1,1E+13	1,9E+13	1,27E+13	2,18E+13	7,03E+12	7,33E+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	6,87E+05
Fe-55	1,03E+8	7,0E+07	3,9E+06	2,48E+06	1,39E+07	1,66E+06	1,06E+07
Fe-59	-	-	-	-	-	-	-
Co-57	-	-	-	-	-	-	-
Co-58	7,16E+7	1,3E+08	1,3E+07	1,26E+08	5,24E+07	5,29E+07	2,48E+07
Co-60	1,27E+8	3,6E+07	3,5E+07	3,99E+07	2,29E+07	8,44E+06	1,03E+07
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	5,16E+05
Y-92	-	-	-	-	-	-	-
Zr-95	2,84E+6	7,0E+05	-	1,26E+06	1,55E+06	1,50E+05	4,68E+04
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	6,04E+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	4,30E+05
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	7,46E+05
Cs-137	1,49E+7	7,7E+07	6,0E+06	1,89E+07	2,89E+07	5,90E+06	9,20E+06
Cs-136	-	-	-	-	-	-	-
Cs-138	-	-	-	-	-	-	-
Xe-131m	-	-	-	-	-	-	-
Xe-133	-	2,5E+08	2,4E+07	4,95E+08	1,92E+08	6,79E+05	1,46E+07
Xe-133m	-	-	-	-	-	-	-
Xe-135	-	-	-	-	-	1,20E+06	-
Xe-135m	-	-	-	-	-	-	-
Ba-140	-	-	-	-	-	-	-
La-140	-	-	-	-	-	-	-
Ce-141	-	-	-	-	-	-	-
Ce-144	-	-	-	-	-	-	-
Hg-203	-	-	-	-	-	-	-



**Slika 1.8:** Nova in stara referenčna lokacija za ribolov. Stara lokacija je 7,7 km sotočno od jezua NEK, nova pa 350 m od jezua.

**Tabela 1.2:** Načini in poti izpostavitve v okolici NEK – savska prenosna pot

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



### EFEKTIVNE LETNE DOZE

Ocene učinkovitih doz, narejenih na podlagi realnih izpustov NEK in ob predpostavkah največje porabe (ekstremna poraba in maksimalni čas zadrževanja na obrežju iz preglednice 1.3), dajo vrednosti do  $(0,007 \pm 0,002) \mu\text{Sv}$  na leto na stari referenčni lokaciji v Brežicah. Na novi referenčni lokaciji (350 m sotočno od NEK) z modelom dobimo vrednosti do  $(0,014 \pm 0,01) \mu\text{Sv}$  na leto. Negotovosti smo ocenili iz negotovosti razredčitvenega razmerja. Doza za standardno prenosno pot (preglednica 1.3 in 1.4) je podobna, kot smo jo ocenili v letu 2008. Na slikah 1.9 in 1.10 so deleži prispevkov posameznih radionuklidov, ki največ prispevajo k prejeti dozi pri standardni prenosni poti.

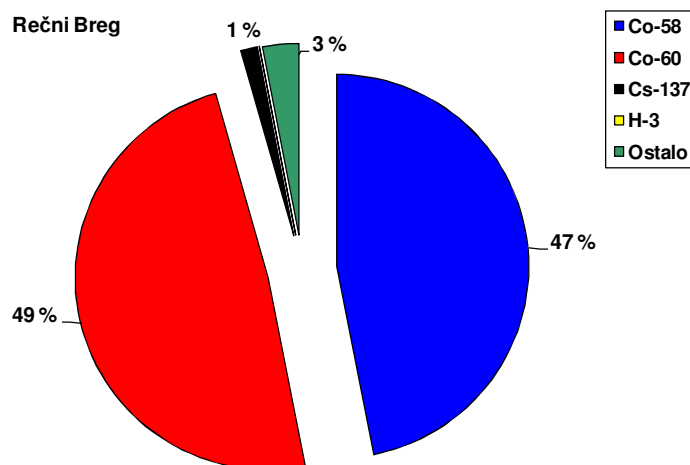
Pri zadrževanju na bregu je praktično celotna obremenitev zaradi Co-60 in Co-58. K prejeti dozi pri ingestiji rib največ prispeva Cs-137 (59 %), medtem ko je prispevek H-3 30 %. V primeru upoštevanja prenosne poti pitja savske vode postane dominanten prispevek H-3 (100 %). V poročilu *IJS-DP-10114* [8] je bilo ugotovljeno, da je prenosna pot pitja rečne vode malo verjetna.

**Preglednica 1.3:** Efektivna letna doza posameznika iz referenčne skupine prebivalstva v Brežicah za leto 2009, pri čemer upoštevamo maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremna poraba)

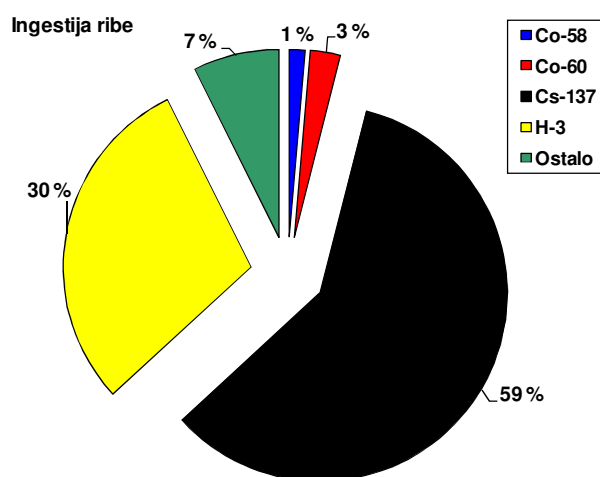
Starostna skupina	Prenosna pot	
	Standardna Brežice (rečni breg in ingestija rib)	Pitje savske vode Brežice
odrasli (>17 let)	<b>0,007 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,02 $\mu\text{Sv}$
mladinci (od 7 do 12 let)	<b>0,002 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,01 $\mu\text{Sv}$
dojenčki (<1 leto)	<b>0 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,02 $\mu\text{Sv}$

**Preglednica 1.4:** Efektivna letna doza posameznika iz referenčne skupine prebivalstva na novi referenčni lokaciji 350 m pod jezom za leto, pri čemer 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)	<b>0,014 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,04 $\mu\text{Sv}$
mladinci (od 7 do 12 let)	<b>0,005 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,02 $\mu\text{Sv}$
dojenčki (<1 leto)	<b>0 <math>\mu\text{Sv}</math></b>	0,05 $\mu\text{Sv}$



**Slika 1.9:** Prispevki posameznih radionuklidov k zunanji dozi pri zadrževanju na rečnem bregu. Največ prispevata Co-58 in Co-60.



**Slika 1.10:** Prispevki posameznih radionuklidov k efektivni dozi zaradi ingestije rib. Največ prispeva Cs-137.

## SKLEPI

Edini radionuklid, ki ga sistematično merimo v okolju in je zagotovo vsaj delno posledica izpustov NEK, je tritij (H-3). V letu 2009 so bili izpusti tritija v okolje primerljivi z letom poprej.

Vpliv NEK pri drugih radionuklidov je v okolju nemerljiv. Glede na podatke o količini izpustov NEK bi takoj za tritijem morali zaznati Co-58 in Co-60. Kobaltovih izotopov v letu 2009 nismo zaznali. Vsebnosti cezija in stroncija sotočno od NEK zelo verjetno nista posledica vpliva NEK, ampak neenakomerne globalne kontaminacije. Prisotnost joda je posledica uporabe tega izotopa v terapevtske in diagnostične namene v bolnišnicah.

Na podlagi izmerjenih izpustov NEK za leto 2009 in upoštevanja ustreznih razredčitev, ki smo jih uporabili v modelski oceni, lahko sklenemo, da je efektivna doza referenčne skupine na kateri koli referenčni lokaciji sotočno od NEK zaradi savske prenosne poti nižja od 0,02  $\mu\text{Sv}$  na leto.





## 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)
- [9] Radiation Protection No 152, EU Scientific Seminar 2007, "Emerging Issues on Tritium and Low Energy Beta Emitters", Proceedings of a scientific seminar held in Luxembourg on 13 November 2007



## 2 VODOVODI IN ČRPALIŠČA

### POVZETEK

*Vzorčevani viri vodovodne vode in črpališč vodovodov v Brežicah in Krškem so bili v letu 2009 enaki kot v preteklih letih. V odvzetih vzorcih so bile določene vsebnosti naravnih in umetnih radionuklidov (H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137, I-131 ni bil zaznan). Prav tako je bila določena vsebnost radionuklidov v podtalnicah znotraj ograje NEK in v vrtinah nizvodno po toku reke Save. Enako kot v preteklih letih tudi v letu 2009 vpliva NEK v vodovodih in črpališčih v okolici NEK ni bilo mogoče zanesljivo ugotoviti.*

*Na podlagi izmerjenih vrednosti je bila ocenjena letna doza za tri referenčne skupine prebivalstva, ki uporabljajo vodo iz vodovodov in črpališč za pitje, poleg tega je bila ocenjena doza, če bi vodo iz vrtine E1 v NEK uporabljali kot pitno vodo. Ocenjene letne doze zaradi prispevka umetnih radionuklidov v brežiškem vodovodu so približno 1 % in v krškem vodovodu 1,3 % celotne ocenjene letne doze zaradi vsebnosti vseh radionuklidov, tako umetnih kot naravnih. Četudi bi za pitje uporabljali vodo iz podtalnice v neposredni okolici NEK, je letna doza zaradi prispevka umetnih radionuklidov le približno 2,7 % celotne ocenjene doze. Celotne ocenjene doze zaradi uporabe teh vodnih virov za pitje so znatno pod mejnimi vrednostmi, kot jih navaja uredba UV2 [4].*

### UVOD

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 sklepamo na morebitni prispevek zaradi obratovanja NEK. Lokacije in obseg so določene v letnem programu nadzora za pitno vodo, ki ga pripravi upravni organ. 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 (vodovod Ljubljana).

Od sredine preteklega stoletja je tudi splošno prebivalstvo, ki prihaja v stik z radioaktivno kontaminacijo v okolju, izpostavljeno sevanju iz virov umetne radioaktivnosti, ki je posledica nekdanjih jedrskih zračnih poskusov in jedrske nesreče v Černobilu. V skladu z zahtevami pravilnika JV10 [2] ovrednotimo sevalne obremenitve za tri starostne skupine, in sicer za enoletnega otroka, desetletnega otroka in odraslo osebo. Pri tem upoštevamo dozne pretvorbene faktorje (predvidena učinkovita doza na enoto vnosa zaradi zaužitja  $h(g)_{j,ing}$  za posameznike iz prebivalstva) iz tabele 1 v uredbi UV2 za starostne skupine < 1 leta, 7–12 let ter > 17 let. Pri izračunih upoštevamo, da odrasla oseba letno zaužije 0,75 m<sup>3</sup> vode, desetletni otrok 0,35 m<sup>3</sup> vode in enoletni otrok 0,26 m<sup>3</sup> vode.

### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

Obseg, način in pogostost vzorčevanja ter zahteve za merilne postopke in opremo pri nadzoru določa *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)* [2]. V prilogi, ki določa zasnovo letnega programa nadzora radioaktivnosti v okolju jedrske elektrarne, so za pitno vodo predpisane kontrolne meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama ter specifični analizi na vsebnost stroncija (Sr-90/Sr-89) in tritija (H-3).

Izpeljane vrednosti koncentracij (IK) posameznih radionuklidov v pitni vodi so navedene v *Uredbi o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)*, *Tabela 4*, in povzete v Poročilu NEK za leto 2008 (*Tabela 2.1*).

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* (UV2) [4]. 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))*, *Vzorčenje in priprava vzorcev za določitev tritija (LSC-DN-06)* in *Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07)*.

## VZORČEVALNA MESTA

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 2009 se je vzorčevanje izvajalo na naslednjih lokacijah:

### 1. Enkratni četrtletni vzorci:

- vodovod Krško (bencinski servis Petrola Krško)
- vodovod Brežice (bencinski servis Petrola Brežice)
- vodovod Ljubljana (referenčna lokacija – enkratno vzorčevanje)

### 2. Mesečni sestavljeni vzorci črpališč vodovodov:

- črpališče Brege, 1,4 km od jeza NEK, 1,1 km od Save
- črpališče Drnovo, 3,1 km od jeza NEK, 2,3 km od Save
- vodovod Spodnji Stari Grad, levi breg Save, 2,8 km od Save
- vodovod Brežice, levi breg Save, 2,5 km od Save
- črpališče Brežice – Glogov Brod VT1, 3,2 km od Save

V črpališčih Drnovo, Brege in Brežice – Glogov Brod VT1 ter na odvzemnem mestu vodovod Spodnji Stari Grad so nameščeni avtomatski vzorčevalniki. Vzorčevanje vode iz vodovoda Spodnji Stari Grad poteka iz hiše Spodnji Stari Grad 14. Dnevni nadzor so opravljali nadzorniki črpališč ali pa uporabniki pitne vode.

### 3. Podtalnica

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

- vrtina E1 znotraj vzhodne ograje NEK (četrtletni 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 analiza tritija)

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

## REZULTATI MERITEV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenki v datoteki **VodovodiCrpalisca2009.pdf**.

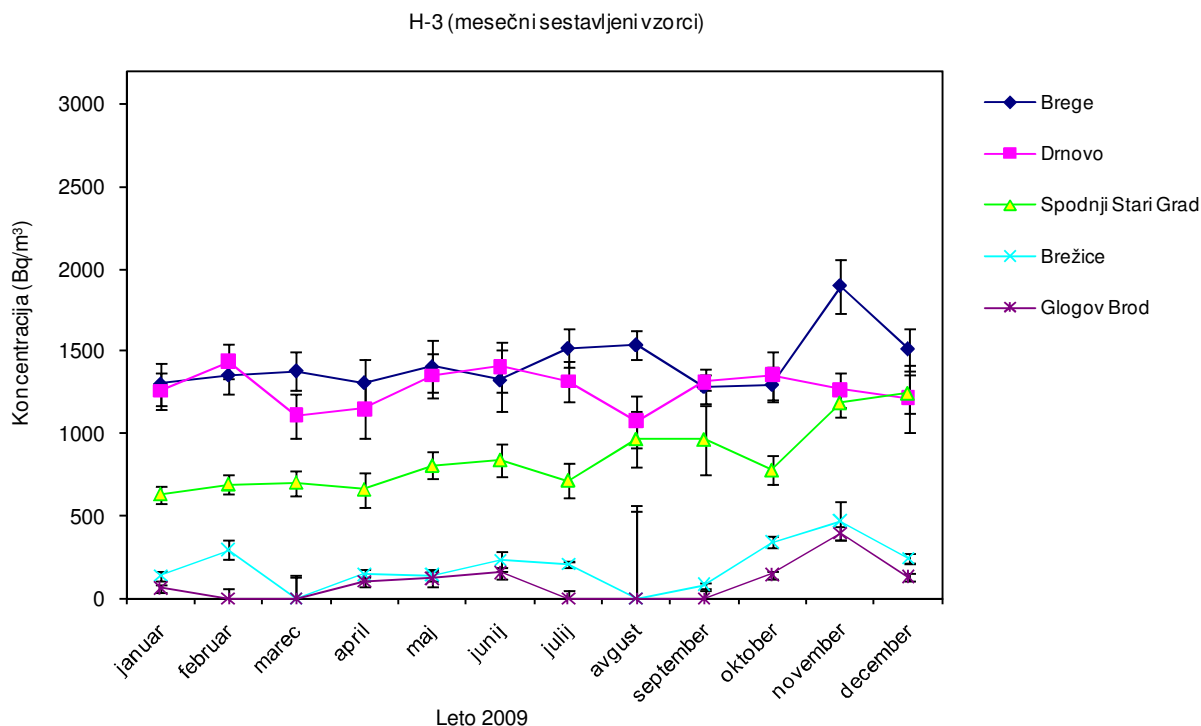


### H-3

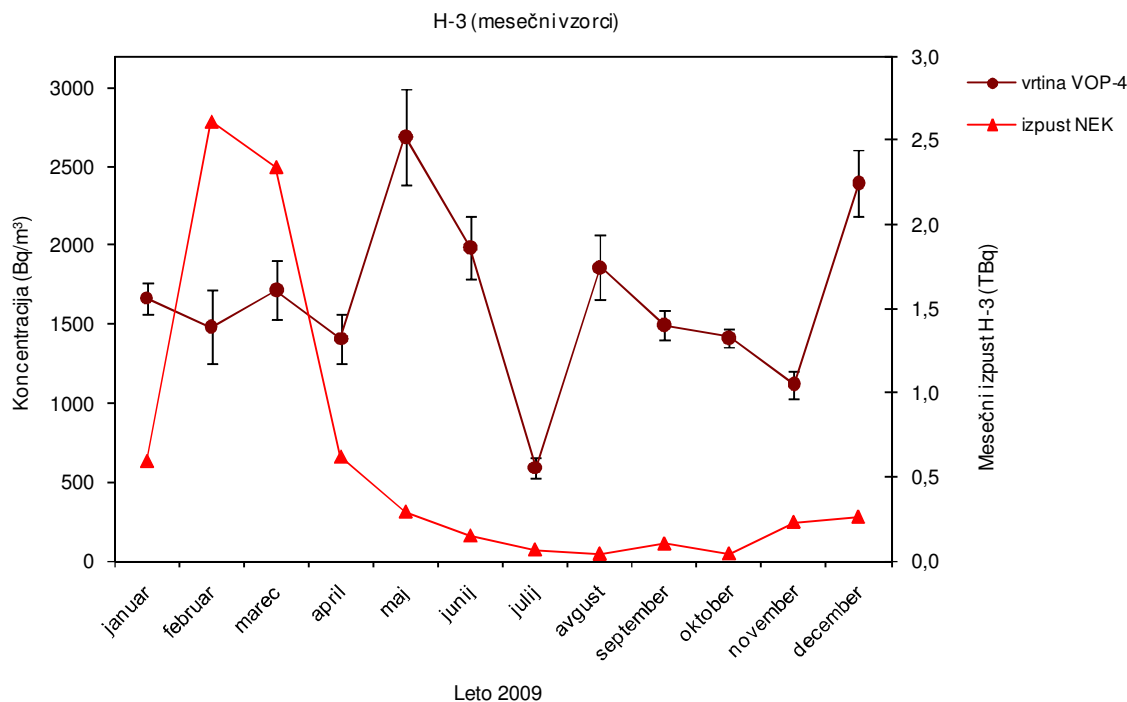
Najvišje vrednosti H-3 so bile izmerjene v črpališčih Brege, Drnovo, Spodnji Stari Grad in vodovodu Krško. Najvišje mesečno povprečje je bilo izmerjeno novembra v črpališču Brege ( $1895 \pm 160$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Izmerjeno letno povprečje v črpališču Brege ( $1428 \pm 50$ ) Bq/m<sup>3</sup> je višje od izmerjenega povprečja v črpališču Drnovo ( $1272 \pm 40$ ) Bq/m<sup>3</sup>, medtem ko je letno povprečje, izmerjeno v Spodnjem Starem Gradu, nižje: ( $848 \pm 59$ ) Bq/m<sup>3</sup>.

Izmerjene vrednosti v črpališču Brežice in v vodovodu v Brežicah so nižje. Najvišja mesečna povprečja v črpališču Brežice in v vodovodu v Brežicah so bila prav tako izmerjena novembra, in sicer ( $469 \pm 114$ ) Bq/m<sup>3</sup> v vodovodu Brežice in ( $395 \pm 41$ ) Bq/m<sup>3</sup> v črpališču Brežice. Izmerjeno letno povprečje v vodovodu Brežice je bilo ( $191 \pm 40$ ) Bq/m<sup>3</sup>, v črpališču Brežice pa ( $93 \pm 33$ ) Bq/m<sup>3</sup>.

Izmerjeno letno povprečje četrletnih vzorcev vodovoda na bencinskem servisu Petrol v Krškem je bilo ( $1212 \pm 65$ ) Bq/m<sup>3</sup>, na bencinskem servisu Petrol v Brežicah pa ( $119 \pm 49$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Najvišje vrednosti četrletnih vzorcev sta bili v obeh primerih izmerjeni v zadnji četrtini leta: na bencinskem servisu v Krškem ( $1403 \pm 116$ ) Bq/m<sup>3</sup> in bencinskem servisu v Brežicah ( $222 \pm 21$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Izmerjena vsebnost H-3 v ljubljanskem vodovodu je bila manjša od 500 Bq/m<sup>3</sup>.



**Slika 2.1a:** Koncentracija H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih iz črpališč, vodovodov in podtalnic ter mesečni izpusti H-3 v Savo



**Slika 2.1b:** Koncentracija H-3 v mesečnih vzorcih podtalnice v neposredni okolici NEK ter mesečni izpusti H-3 v Savo

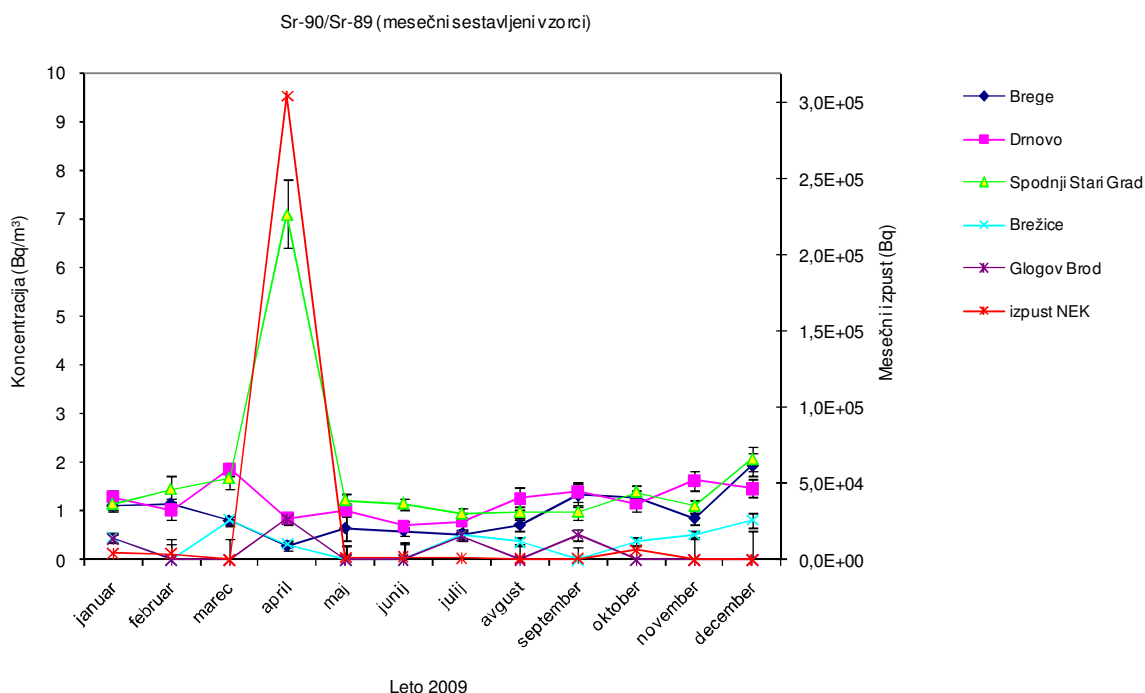
Letno povprečje meritev vzorcev iz vrtine E1 v NEK ( $1675 \pm 165$ ) Bq/m<sup>3</sup> je višje od letnih povprečij v črpališčih Brege in Drnovo. Najvišja vrednost vsebnosti H-3 je bila izmerjena v vzorcu iz prve četrtine leta ( $2026 \pm 608$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Vsebnost H-3 v vrtini VOP-4 v Vrbinji je bila v intervalu od ( $590 \pm 63$ ) Bq/m<sup>3</sup> v juliju do najvišje vrednosti ( $2692 \pm 304$ ) Bq/m<sup>3</sup> v maju. Letno povprečje odvzemov je ( $1653 \pm 160$ ) Bq/m<sup>3</sup>.

V podtalnici na področju Republike Hrvaške so bile na vzorčevalnem mestu Medsave najvišje izmerjene vrednosti v prvi četrtini leta 2009. Najvišja vrednost je bila izmerjena januarja 2009 ( $1280 \pm 190$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Vrednosti v vrtini Šibice so bile nižje, najvišje mesečno povprečje je bilo prav tako izmerjeno januarja ( $971 \pm 166$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Letni povprečni vrednosti sta bili ( $841 \pm 86$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Medsavah in ( $780 \pm 45$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Šibicah.

Na slikah 2.1a in 2.1b sta prikazani primerjavi vsebnosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih vode črpališč in vodovodov ter vsebnosti H-3 v mesečnih vzorcih podtalnice v neposredni okolici NEK z mesečnimi tekočimi izpusti H-3 v Savo. Vzorčevanje v vrtini VOP-4 je bilo opravljeno v začetku meseca, vzorčevanje sestavljenih vzorcev pa v sredini meseca.

### Sr-90/Sr-89

V mesečno sestavljenih vzorcih so meritve Sr-90/Sr-89 v črpališčih krškega vodovoda pokazale povprečne letne vsebnosti od ( $0,93 \pm 0,13$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Bregah do ( $1,77 \pm 0,49$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Spodnjem Starem Gradu, kjer je povišanje v primerjavi s preteklim letom najbolj opazno. V brežiškem vodovodu in črpališču so vrednosti nižje, in sicer ( $0,35 \pm 0,09$ ) Bq/m<sup>3</sup> v vodovodu Brežice in ( $0,19 \pm 0,09$ ) Bq/m<sup>3</sup> v črpališču Brežice – Glogov Brod.



**Slika 2.2:** Koncentracija Sr-90/Sr-89 v mesečnih sestavljenih vzorcih iz črpališč, vodovodov in podtalnic ter mesečni izpusti Sr-90 v Savo

V enkratno odvzetih četrletnih vzorcih je bila izmerjena letna povprečna vsebnost Sr-90/Sr-89 ( $0,87 \pm 0,18$ ) Bq/m<sup>3</sup> na bencinskem servisu Petrol v Krškem in ( $0,41 \pm 0,18$ ) Bq/m<sup>3</sup> na bencinskem servisu Petrol v Brežicah. Izmerjena vsebnost Sr-90/Sr-89 v ljubljanskem vodovodu je bila ( $0,41 \pm 0,07$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Primerjava vsebnosti Sr-90/Sr-89 v mesečnih vzorcih vode črpališč, vodovodov in podtalnic z mesečnimi tekočimi izpusti Sr-90 je prikazana na sliki 2.2. Nekoliko višja vrednost letnega povprečja je bila določena v vzorcih iz vrtine E1 NEK ( $3,5 \pm 0,2$ ) Bq/m<sup>3</sup>, kjer je bila izmerjena najvišja vrednost letnega povprečja v zadnji četrtini leta ( $4,0 \pm 0,4$ ) Bq/m<sup>3</sup>. Podobno visoke vrednosti so bile izmerjene tudi v podtalnici na Hrvaškem, kjer sta bili izmerjeni povprečni letni vsebnosti ( $3,0 \pm 0,2$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Medsavi in ( $3,6 \pm 0,1$ ) Bq/m<sup>3</sup> v Šibicah. Na obeh merilnih mestih so se izmerjene mesečne vrednosti gibale med 2,0 Bq/m<sup>3</sup> in 4,5 Bq/m<sup>3</sup>.

### Cs-137

V mesečnih ali četrletnih vzorcih Cs-137 na večini vzorčenih mest v Krškem in Brežicah ni bil zaznan ali pa so bili zaznane le sledi, ki pa so bile pod mejo kvantifikacije. Mejo je presegel sestavljeni mesečni vzorec iz črpališča Brežice – Glogov Brod v januarju, ko je bila izmerjena vrednost ( $1,9 \pm 0,2$ ) Bq/m<sup>3</sup>, ter prvi in tretji četrletni vzorec na bencinskem servisu Petrol v Brežicah, kjer so bile izmerjene vrednosti ( $0,28 \pm 0,2$ ) Bq/m<sup>3</sup> in ( $0,94 \pm 0,07$ ) Bq/m<sup>3</sup>. V vzorcih vrtine E1 NEK so bile zaznane le sledi.

Podobno kot v letu 2008 Cs-137 ni bil zaznan v vzorcih iz vrtin Medsave in Šibice na Hrvaškem.

### I-131

Podobno kot v letu 2008, I-131 ni bil zaznan v nobenem izmed vzorcev iz krškega in brežiškega vodovoda ali črpališč, kot tudi ne v vzorcih vrtine E1 NEK ali vrtin na Hrvaškem.



## Naravni radionuklidi

Vsebnosti K-40 so bile izmerjene na vseh vzorčevalnih mestih in kažejo letne povprečne vrednosti od  $26 \text{ Bq/m}^3$  (Spodnji Stari Grad) do  $85 \text{ Bq/m}^3$  (Brege) v črpališčih in vodovodu v Krškem, v Brežicah pa od  $21 \text{ Bq/m}^3$  (vodovod Brežice) do  $24 \text{ Bq/m}^3$  (črpališče Brežice – Glogov Brod). Podobna vrednost kot v letu 2008 je bila izmerjena v vrtini E1 NEK ( $117 \text{ Bq/m}^3$ ). Za vsa vzorčevalna mesta krškega in brežiškega vodovoda ter vrtino E1 NEK velja, da so letne povprečne vsebnosti U-238 nizke in se gibljejo med  $0,28 \text{ Bq/m}^3$  (Brege) in  $6,3 \text{ Bq/m}^3$  (vrtina E1 NEK). Izmerjene povprečne vsebnosti Ra-226 na istih lokacijah se gibljejo od  $0,12 \text{ Bq/m}^3$  (vodovod Brežice – Petrol) do  $3,4 \text{ Bq/m}^3$  (vodovod Krško – Petrol), medtem ko je izmerjeno letno povprečje v vrtini E1 NEK nekoliko višje ( $5,9 \text{ Bq/m}^3$ ). Vsebnosti Pb-210 so v sledovih, najvišja izmerjena povprečna vsebnost Pb-210 je bila  $2,1 \text{ Bq/m}^3$  (črpališče Brežice – Glogov Brod). Za Ra-228 se izmerjena letna povprečja gibljejo med  $0,11 \text{ Bq/m}^3$  (vodovod Brežice – Petrol) do  $1,7 \text{ Bq/m}^3$  (vrtina E1 NEK). Izmerjene vsebnosti Th-228 se gibljejo med  $0,13 \text{ Bq/m}^3$  (vodovod Brežice – Petrol) in  $1 \text{ Bq/m}^3$  (vrtina E1 NEK). Be-7 je bil detektiran le v črpališču Brege septembra in oktobra 2009 ( $1,8 \pm 1,2 \text{ Bq/m}^3$  ter  $2,3 \pm 1,4 \text{ Bq/m}^3$ ), črpališču Brežice – Glogov Brod v novembru 2009 ( $4,5 \pm 2,4 \text{ Bq/m}^3$ ) ter v vrtini Medsave julija 2009 ( $4,5 \pm 2,4 \text{ Bq/m}^3$ ).

## DISKUSIJA

Z analizami radionuklidov v vzorcih vod v okolici NEK ugotavljamo morebitni prispevek NEK. NEK pri obratovanju kontrolirano mesečno izpušča manjše količine radionuklidov v okolje. Koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov v izpustu merijo in nadzirajo merilniki radioaktivnosti. V tekočih izpustih odpade daleč največji delež aktivnosti na H-3, ki se prenaša kot voda ali vodna para. Tekoči izpusti H-3 v letu 2009 so bili na podlagi meritev NEK  $7,3 \text{ TBq}$  primerljivega velikostnega reda kot v preteklem letu ( $7,0 \text{ TBq}$  v letu 2008). V zadnjih dveh letih so bili izpusti H-3 veliko nižji kot v preteklih letih ( $22 \text{ TBq}$  v 2007,  $13 \text{ TBq}$  v 2006,  $19 \text{ TBq}$  v 2005 in  $11 \text{ TBq}$  v letu 2004). Največje vrednosti izpustov za H-3 pa so bile dosežene v mesecih februarju ( $2,6 \text{ TBq}$ ) in marcu ( $2,3 \text{ TBq}$ ). Tekoči izpusti Sr-90 v letu 2009 so bili ( $3,3 \text{ E}+5 \text{ Bq}$ ), višji kot leta poprej ( $8,5 \text{ E}+3 \text{ Bq}$  v 2008, ( $1,1 \text{ E}+05 \text{ Bq}$ ) v 2007, ( $1,1 \text{ E}+5 \text{ Bq}$ ) v 2006, ( $1,4 \text{ E}+5 \text{ Bq}$ ) v 2005 in ( $1,1 \text{ E}+5 \text{ Bq}$ ) v letu 2004).

Primerjava povprečnih letnih vsebnosti H-3 in Sr-90/Sr-89 v vzorcih vode črpališč, vodovodov in podtalnic v okolici NEK v zadnjih 5 letih so prikazane na slikah 2.3 in 2.4. Enako kot v preteklih letih tudi v letu 2009 vpliva NEK v vodovodih in črpališčih v okolici NEK ni bilo mogoče ugotoviti.

V krškem vodovodu je prispevek umetnih radionuklidov višji kot v brežiškem vodovodu, kar je bilo opaženo tudi v preteklih letih. Edina lokacija, kjer je mogoče sklepati o prispevku izpustov H-3 iz NEK, je vrtina VOP-4. Pri obravnavi je treba upoštevati, da so podani izpusti za ves mesec, vzorčevanje vod pa poteka od sredine enega meseca do sredine naslednjega meseca (za februar od sredine januarja 2009 do sredine februarja 2009). 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. V preglednici 2.1 so predstavljeni korelacijski koeficienti (Pearson), izračunani za izmerjene mesečne vsebnosti H-3 in Sr-90/Sr-89 v Bregah, Drnovem, Spodnjem Starem Gradu in vrtini VOP-4, ter mesečni tekoči izpusti H-3 in Sr-90 iz NEK. Pri izračunu je bil upoštevan enomesečni časovni zamik, tako da so podatki o emisijah iz enega meseca korelirani s podatki o izmerjenih vsebnostih v naslednjem mesecu. Najvišji korelacijski koeficient je pri vrtini VOP-4, čeprav bistveno nižji kot v preteklem letu. To je mogoče pripisati nižjemu vodostaju reke v času, ko so bili izpusti H-3 iz NEK najvišji, zato je bil njihov vpliv na vrtino VOP-4 manjši. Letno povprečje vsebnosti H-3 v vrtini VOP-4 ( $1653 \pm 160 \text{ Bq/m}^3$ ) je bilo prav zaradi tega nižje kot v preteklih letih ( $3200 \pm 390 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2008 in  $5170 \pm 2400 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2007).

V letu 2009 sta bili najvišji vsebnosti H-3 v vrtini VOP-4 izmerjeni v mesecu maju ( $2691 \pm 304 \text{ Bq/m}^3$ ) in juniju ( $1989 \pm 202 \text{ Bq/m}^3$ ), čeprav so bili mesečni izpusti H-3 iz NEK največji v februarju, marcu in aprilu ( $2,6 \text{ TBq}$  v februarju,  $2,3 \text{ TBq}$  v marcu in  $0,62 \text{ TBq}$  v mesecu aprilu). Vrtina VOP-4 leži približno 600 m nizvodno od jedrske elektrarne, na levem bregu približno 50 m od struge. Pri visokem vodostaju pronica rečna voda v podtalnico, pri nizkem vodostaju pa se podtalnica cedi v reko. Pretok Save je bil



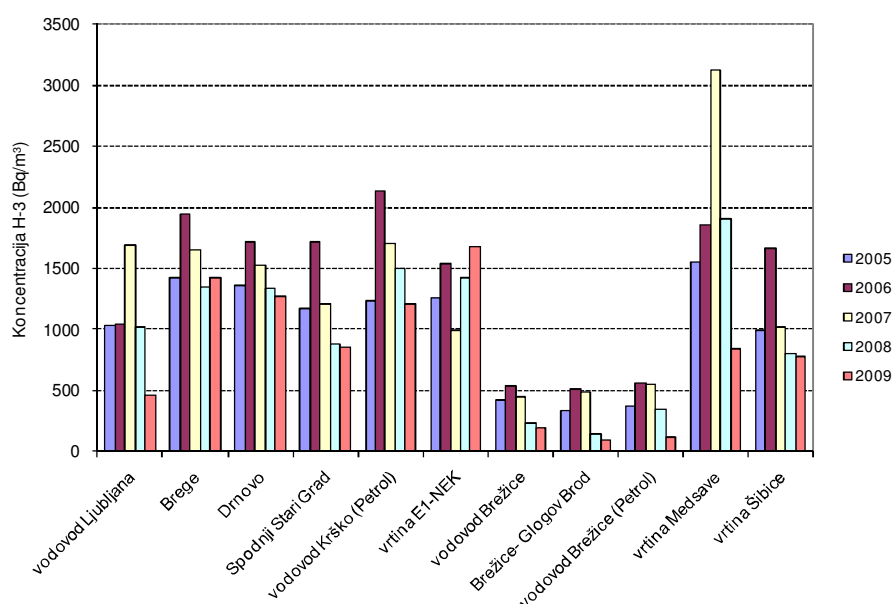
konec meseca marca in v aprilu 2009 zelo visok (v povprečju 367 m<sup>3</sup>/s v aprilu 2009), prav tako je bil višji tudi izpust H-3 v primerjavi z drugimi meseci v letu 2009. Zato je mogoče sklepati, da je vpliv izpustov H-3 iz NEK na VOP-4 posledica visokega vodostaja reke Save in njenega vpliva na vrtino VOP-4 v tem času. Izpeljana vrednost koncentracije (IK) za H-3 v pitni vodi za odrasle osebe je 1 E+5 Bq/m<sup>3</sup>, kar pomeni da je najvišja izmerjena koncentracija H-3 v VOP-4 še vedno znatno pod predpisano mejo ( ≈3 % IK).

Čeprav so bili tekoči izpusti Sr-90 v letu 2009 višji kot v prejšnjem letu, so letne povprečne vrednosti vsebnosti Sr-90/Sr-89 v vzorcih vodovodov, črpališč in podtalnic primerljivega velikostnega reda kot v preteklih letih. Višja povprečna letna vsebnost Sr-90/Sr-89 je bila izmerjena le v Spodnjem Starem Gradu (1,77 ± 0,49) Bq/m<sup>3</sup>, predvsem zaradi visoke vsebnosti Sr-90/Sr-89, izmerjene aprila (7,1 ± 0,7) Bq/m<sup>3</sup>. V mesecu aprilu je bilo s tekočimi izpusti iz NEK izpuščeno (3,0 E+5 Bq) Sr-90, kar je 93 % celotne aktivnosti tekočih izpustov Sr-90/Sr-89 iz NEK v letu 2009. Zato je mogoče sklepati, da je povišana aktivnost Sr-90/Sr-89 posledica vpliva izpustov iz NEK, katerih vpliv pa večinoma ni bilo mogoče opaziti na drugih lokacijah. Izmerjene vrednosti Sr-90/Sr-89 so bile tudi v tem letu znatno nižje od izpeljane vrednosti koncentracije (IK) za Sr-90 v pitni vodi, ki je za odrasle osebe (4,8 E+3) Bq/m<sup>3</sup>.

Izmerjene vsebnosti naravnih radionuklidov iz uran-radijeve in torijeve vrste so primerljive s tistimi, izmerjenimi drugod po Sloveniji, in se ne razlikujejo bistveno od vrednosti, izmerjenimi v preteklih letih.

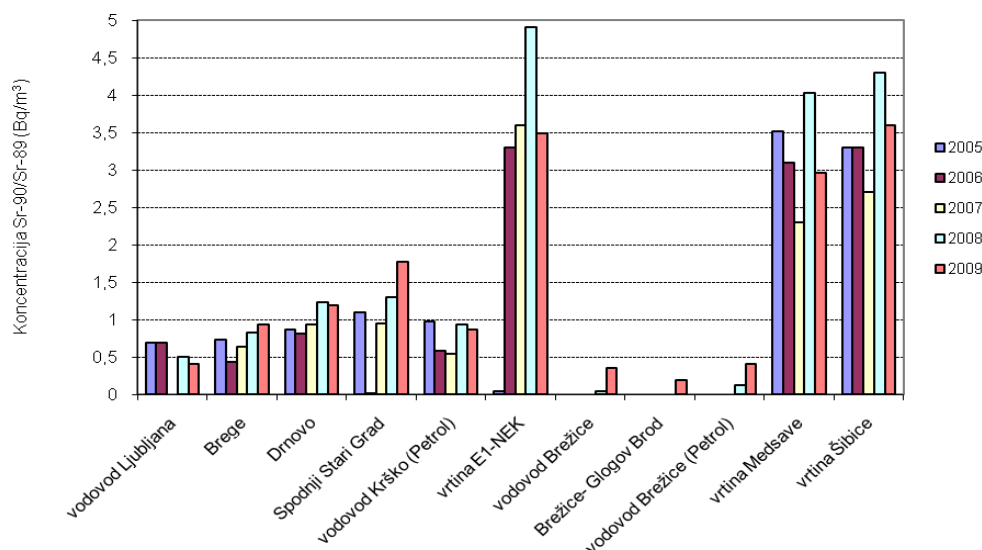
**Preglednica 2.1:** Korelacijski koeficienti, izračunani med izmerjenimi mesečnimi vsebnostmi H-3 in Sr-90/Sr-89 (Bq/m<sup>3</sup>) v črpališčih krškega vodovoda ter mesečnim tekočim izpustom H-3 in Sr-90 iz NEK (Bq)

Korelacija z mesečnimi izpusti	Bregje	Drnovo	Spodnji Stari Grad	VOP-4
H-3	-0,31	-0,48	-0,53	0,30
Sr-90/Sr-89	-0,19	-0,14	-0,12	-



**Slika 2.3:** Koncentracija H-3 v vodovodih, črpališčih in podtalnici v zadnjih petih letih





**Slika 2.4:** Koncentracija Sr-90/Sr-89 v vodovodih, črpališčih in podtalnici v zadnjih petih letih

## OCENA VPLIVOV

V preglednicah 2.2a in 2.2b so ocenjene letne efektivne doze za referenčne skupine prebivalstva, ki uporabljajo to vodo za pitje. Za primerjavo so podane tudi vrednosti, izračunane na osnovi meritev na referenčni lokaciji (vodovod Ljubljana).

Prispevek umetnih radionuklidov zaradi globalne kontaminacije okolja ocenjujemo iz vsebnosti radionuklidov iz brežiškega vodovoda. V letu 2009 je ocenjena letna doza za odraslo osebo zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov v brežiškem vodovodu ( $0,011 \pm 0,004$ )  $\mu\text{Sv}$ , medtem ko je celotna ocenjena letna doza za odraslo osebo zaradi prisotnosti umetnih in naravnih radionuklidov ( $1,0 \pm 0,7$ )  $\mu\text{Sv}$ . Od naravnih radionuklidov prispeva k dozi največ Pb-210.

Čeprav je v krškem vodovodu prispevek umetnih radionuklidov nekoliko višji, ni opaziti korelacije med ocenjeno letno dozo zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov in razdaljo od jezua NEK. Čeprav je črpališče Brege najbližje jezua NEK oziroma Savi, je ocenjena letna doza zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov nižja od tiste v Drnovem ali Spodnjem Starem Gradu. Prispevek umetnih radionuklidov k obremenitvi referenčnega človeka v krškem vodovodu je ( $0,035 \pm 0,004$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto, medtem ko je celotna ocenjena letna doza za odraslo osebo ( $2,6 \pm 0,7$ )  $\mu\text{Sv}$ . Med naravnimi radionuklidi največ prispevajo k dozi v krškem vodovodu Ra-226, Ra-228 in Pb-210.

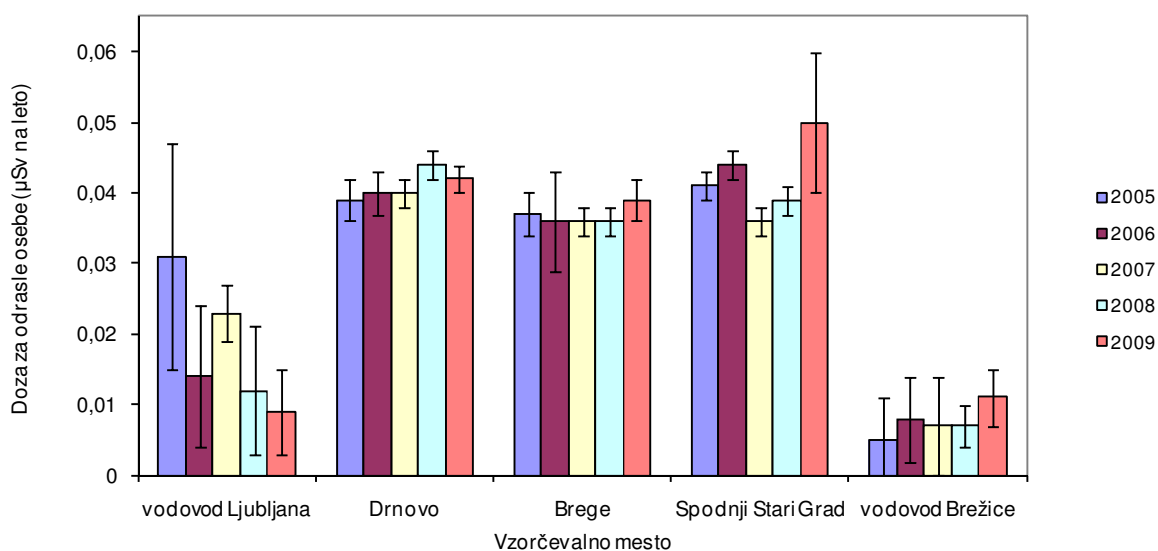
V ljubljanskem vodovodu je bil prispevek umetnih radionuklidov ocenjen na ( $0,009 \pm 0,006$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto za odraslo osebo, ( $0,009 \pm 0,004$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto za desetletnega otroka in ( $0,024 \pm 0,009$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto za enoletnega otroka.

Četudi bi za pitje uporabljali vodo iz podtalnice znotraj ograje NEK (vrtina E1), bi bila prejeta doza zaradi prispevka umetnih radionuklidov ocenjena na ( $0,096 \pm 0,006$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto za odraslo osebo, medtem ko je celotna ocenjena letna doza zaradi prisotnosti umetnih in naravnih radionuklidov ( $3,5 \pm 1,0$ )  $\mu\text{Sv}$ .

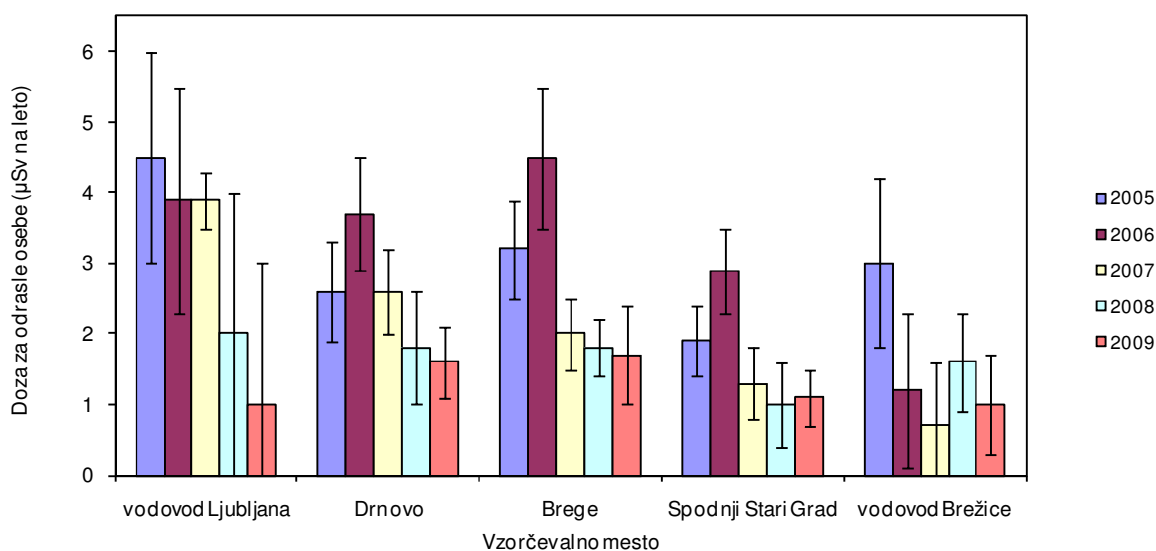
Na sliki 2.5a je prikazana primerjava ocenjenih letnih doz zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov za odraslo osebo v črpališčih Krško v primerjavi z vodovodom Ljubljana in vodovodom Brežice v zadnjih



petih letih, ko je bila metodologija za izračun doz za odrasle osebe enaka (poraba pitne vode pa ocenjena na  $0,75 \text{ m}^3$  na leto). Na sliki 2.5b je prikazana primerjava celotnih ocenjenih letnih doz (zaradi prisotnosti umetnih in naravnih radionuklidov) za odraslo osebo v črpališčih Krško v primerjavi z vodovodom Ljubljana in vodovodom Brežice.



**Slika 2.5a:** Ocenjeni prispevek umetnih radionuklidov k letni dozi za odraslo osebo v zadnjih petih letih



**Slika 2.5b:** Ocenjena letna doza zaradi prisotnosti umetnih in naravnih radionuklidov za odraslo osebo v zadnjih petih letih



**Preglednica 2.2a:** Vodovodi in črpališča pitne vode in podtalnice v letu 2009 (meritve IJS). Povzetek prispevka umetnih in naravnih radionuklidov za dojenčka, otroka (7–12 let) in odraslega\*, izračunanega iz merskih podatkov ter doznih pretvorbeneh faktorjev iz reference [4].

SKUPINA		VODOVOD LJUBLJANA (**) ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	Enkratni četrtletni vzorci		Mesečni sestavljeni vzorci					Enkratni vzorec
			VODOVOD BREŽICE ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	VODOVOD KRŠKO ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	VODOVOD BREŽICE ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	ČRPALIŠČE DRNOVO ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	ČRPALIŠČE BREGE ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	VODOVOD SPODNJI STARI GRAD ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	ČRPALIŠČE BREŽICE Glogov brod ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	VRTINA E1 V NEK (***) ( $\mu\text{Sv}$ na leto)
ENOLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	$0,024 \pm 0,009$	$0,03 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,01$	$0,024 \pm 0,005$	$0,093 \pm 0,006$	$0,080 \pm 0,008$	$0,12 \pm 0,03$	$0,014 \pm 0,005$	$0,24 \pm 0,01$
	Umetni in naravni radionuklidi	$13 \pm 9$	$5 \pm 4$	$20 \pm 4$	$9 \pm 2$	$13 \pm 4$	$14 \pm 4$	$9 \pm 3$	$15 \pm 3$	$28 \pm 7$
DESET- LETNI OTROK	Umetni radionuklidi	$0,009 \pm 0,004$	$0,010 \pm 0,004$	$0,028 \pm 0,004$	$0,009 \pm 0,002$	$0,036 \pm 0,002$	$0,031 \pm 0,003$	$0,05 \pm 0,01$	$0,005 \pm 0,002$	$0,087 \pm 0,005$
	Umetni in naravni radionuklidi	$2 \pm 2$	$1,3 \pm 0,9$	$4,2 \pm 1,0$	$2,1 \pm 0,5$	$2,6 \pm 0,8$	$2,8 \pm 1,0$	$1,8 \pm 0,6$	$3,4 \pm 0,6$	$5,5 \pm 2,0$
ODRASLI	Umetni radionuklidi	$0,009 \pm 0,006$	$0,011 \pm 0,004$	$0,035 \pm 0,004$	$0,010 \pm 0,002$	$0,042 \pm 0,002$	$0,039 \pm 0,003$	$0,05 \pm 0,01$	$0,007 \pm 0,002$	$0,096 \pm 0,006$
	Umetni in naravni radionuklidi	$1 \pm 2$	$1,0 \pm 0,7$	$2,6 \pm 0,7$	$1,5 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,5$	$1,7 \pm 0,7$	$1,1 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,5$	$3,5 \pm 1,0$

(\*) ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto  $0,75 \text{ m}^3$  vode, desetletni otrok  $0,35 \text{ m}^3$  vode in enoletni otrok  $0,26 \text{ m}^3$  vode

(\*\*) meritve iz programa nadzora radioaktivnosti v RS (enkratni vzorec)

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



**Preglednica 2.2b :** Podtalnica v letu 2009 (meritve IRB). Povzetek prispevka umetnih in naravnih radionuklidov za dojenčka, otroka (7–12 let) in odraslega\*, izračunanega iz merskih podatkov tabele 2.1b ter doznih pretvorbenih faktorjev iz reference [4].

SKUPINA		MEDSAVE ( $\mu\text{Sv}$ na leto)	ŠIBICE ( $\mu\text{Sv}$ na leto)
ENOLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	$0,19 \pm 0,01$	$0,23 \pm 0,01$
	Umetni in naravni radionuklidi	$8 \pm 2$	$19 \pm 3$
DESETLETNI OTROK	Umetni radionuklidi	$0,069 \pm 0,004$	$0,082 \pm 0,002$
	Umetni in naravni radionuklidi	$2,0 \pm 0,4$	$3,9 \pm 0,6$
ODRASLI	Umetni radionuklidi	$0,074 \pm 0,004$	$0,086 \pm 0,002$
	Umetni in naravni radionuklidi	$1,3 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,2$

(\*) ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto  $0,75 \text{ m}^3$  vode, desetletni otrok  $0,35 \text{ m}^3$  vode in enoletni otrok  $0,26 \text{ m}^3$  vode

## SKLEPI

Dozne obremenitve zaradi prisotnosti naravnih radionuklidov ne vsebujejo prispevka Po-210, ki ga ne merimo, zato pričakujemo, da so dozne obremenitve zaradi prisotnosti naravnih radionuklidov dejansko (a ne znatno) višje.

Celotna ocenjena letna doza zaradi prisotnosti umetnih in naravnih radionuklidov v brežiškem vodovodu v letu 2009 je za odraslo osebo ( $1,0 \pm 0,7$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto. Obremenitev brežiškega vodovoda z umetnimi radionuklidi je približno 1 % celotne ocenjene letne doze za odraslo osebo.

Celotna ocenjena letna doza v krškem vodovodu v letu 2009 je za odraslo osebo ( $2,6 \pm 0,7$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto. Obremenitev z umetnimi radionuklidi je približno 1,3 % celotne ocenjene letne doze za odraslo osebo.

Celotna ocenjena letna doza v ljubljanskem vodovodu v letu 2009 je ( $1 \pm 2$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto za odraslo osebo. Obremenitev ljubljanskega vodovoda z umetnimi radionuklidi je približno 1 % celotne ocenjene letne doze za odraslo osebo.

Celotne ocenjene letne doze zaradi umetnih in naravnih radionuklidov v pitni vodi so daleč pod letno mejno dozo  $100 \mu\text{Sv}$ , kot jo navaja uredba UV2 [4], oziroma avtorizirano mejno dozo. Delež doze v primerjavi z letno mejno dozo v brežiškem vodovodu je 1 %, v krškem vodovodu pa 2,6 %, pri čemer je v obeh primerih prispevek umetnih radionuklidov še veliko nižji.





### 3 P A D A V I N S K I I N S U H I U S E D I

#### POVZETEK

*V tem poglavju so obravnavane koncentracije radionuklidov v padavinah in talno odlaganje radioaktivnih snovi zaradi padavin in suhega useda. Ocenjeni so prispevki zračnih izpustov iz NEK k sevalni obremenitvi okoliškega prebivalstva. Rezultati meritev in ocen radioaktivnega onesnaženja kažejo, da je prispevek zračnih izpustov NEK k celotni prejeti dozi zanemarljiv.*

#### UVOD

Aerosoli in plini se iz ozračja izpirajo s padavinami ali pa 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 prehransko 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 človekovih dejavnosti so v okolju poleg naravnih tudi umetni radionuklidi. Jedrske elektrarne izpuščajo v okolje nekatere radioaktivne snovi, ki so že prisotne v okolju, kot sta naravna radionuklida H-3 in C-14 ter umetna izotopa, kot sta Cs-137 in Sr-90, ki sta v naravi zaradi globalne in regionalne kontaminacije po poskusnih jedrskih eksplozijah oziroma črnobilski nesreči. Dodatno pa so v izpustih tudi nekateri umetni radionuklidi, kot sta npr. Co-58 in Co-60. Za prve je prispevek elektrarne mogoče oceniti na podlagi primerjave rezultatov meritev na nadzirani in referenčni lokaciji. V drugem primeru pa odkritje teh radionuklidov kaže na vpliv objekta.

#### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

##### 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 m<sup>2</sup>, za zbiranje suhega useda pa plošče iz pleksi stekla, postavljene od 1,8 m do 2 m nad površino tal, ploščine 0,3 m<sup>2</sup> 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.<sup>4</sup> Kot referenčno vzorčevalno mesto za padavinski in suhi used je bila izbrana Ljubljana.

---

<sup>4</sup> Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10) v prilogi 4 podaja zasnovo programa obratovalnega nadzora 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. Preostala vzorčevalna mesta so 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).



### Vrsta meritev in priprava vzorcev

Za meritev koncentracij sevalcev gama uporabljamo visokoločljivostno spektrometrijo gama, 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.

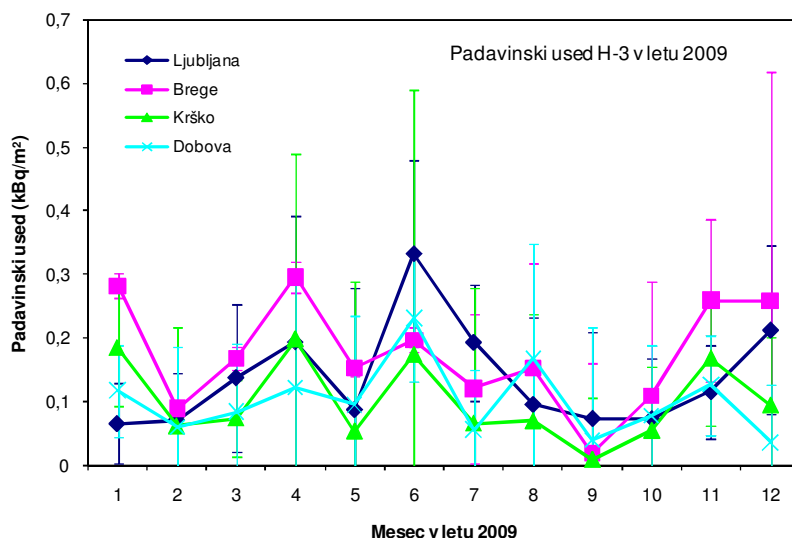
## REZULTATI MERITEV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **PadavineUsedi2009.pdf**.

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

### Padavinski usedi

Mesečne količine padavin v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi so prikazane na sliki 3.1. Ugotavljamo, da so bili izrazito deževni meseci marec, junij in november, sušni pa februar, maj in september. Največ padavin je padlo v Ljubljani (1406 mm), najmanj pa v Krškem (896 mm).



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

V vzorcih padavin so bili v letu 2009 prisotni H-3, Be-7, Na-22, K-40, Cs-137, Sr-90/Sr-89 ter potomci uranove in torijeve razpadne vrste.

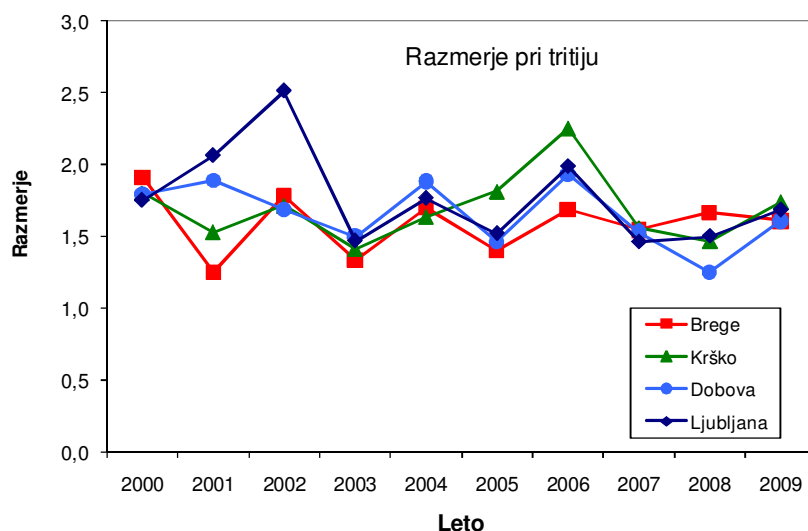
V tabeli 3.1 so zbrani podatki o največjih izmerjenih koncentracijah, letna povprečja in razmerja med največjo in povprečno vrednostjo za H-3, Sr-90/Sr-89 in Cs-137 ter Be-7, K-40 in Pb-210 v vzorcih padavin v Bregah, Krškem, Dobovi in Ljubljani. Koncentracija Sr-90/Sr-89 v vzorcih padavin iz



Ljubljane je bila pod mejo kvantifikacije. Potek razmerja med največjo in povprečno letno koncentracijo tritija od leta 2000 naprej prikazuje slika 3.2. Razmerje se skozi leta v grobem ne spreminja. Odmik imata le vrednosti v Ljubljani leta 2002 in v Krškem 2006.

**Tabela 3.1:** 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 2009

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



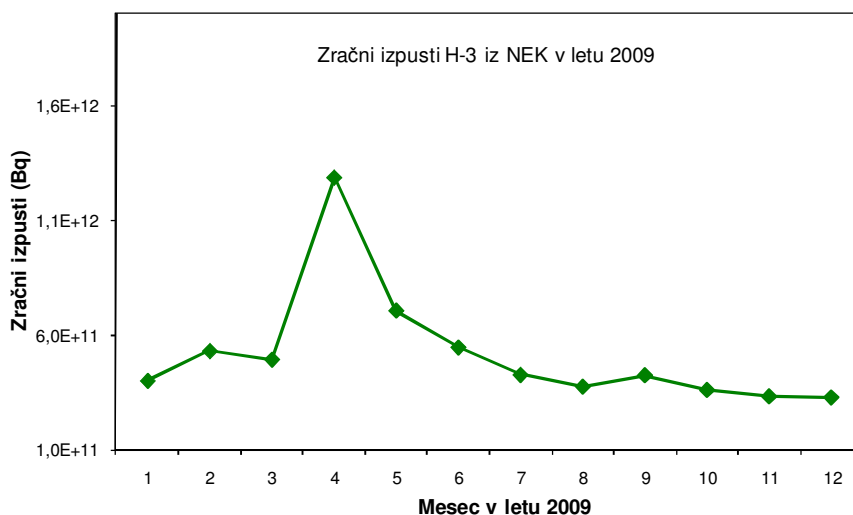
**Slika 3.2:** Razmerje med največjo in povprečno letno koncentracijo tritija v Bregah, Krškem, Dobovi in Ljubljani od leta 2000 do leta 2009



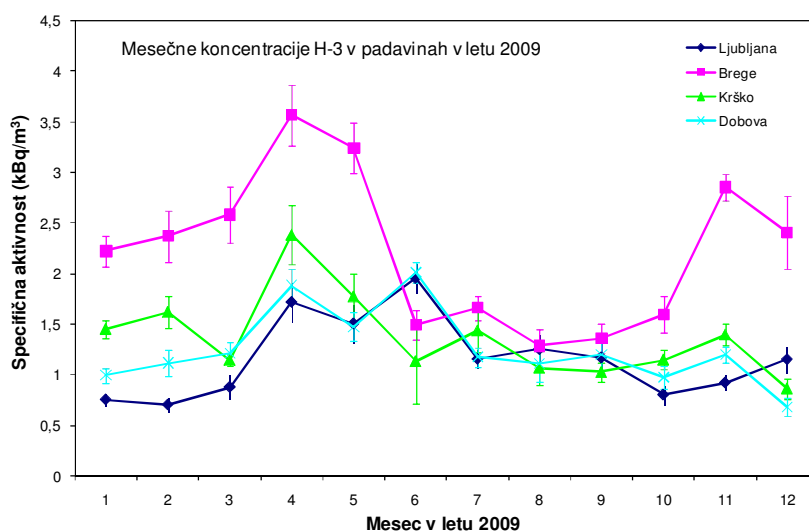


### Tritij H-3

Mesečni zračni izpusti tritija iz NEK<sup>5</sup> v letu 2009 so prikazani na sliki 3.3, mesečne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi pa so prikazane na sliki 3.4.



Slika 3.3: Mesečni zračni izpusti tritija iz NEK v letu 2009



Slika 3.4: Mesečne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi

Mesečne koncentracije H-3 v padavinah ne izkazujejo kakih izrazitih posebnosti. Vendar lahko vseeno opazimo, da so koncentracije v poletnih mesecih nižje kot v zimskih. Največja koncentracija H-3 je bila izmerjena aprila v Bregah. Primerjava mesečnih koncentracij z zračnimi izpusti tritija pokaže, da se najvišje izmerjene koncentracije v aprilu približno ujemajo s povečanim izpustom v tem mesecu. Vendar na osnovi primerjav iz preteklih let menimo, da je to bolj slučajna kot dejanska korelacija. Primerjava

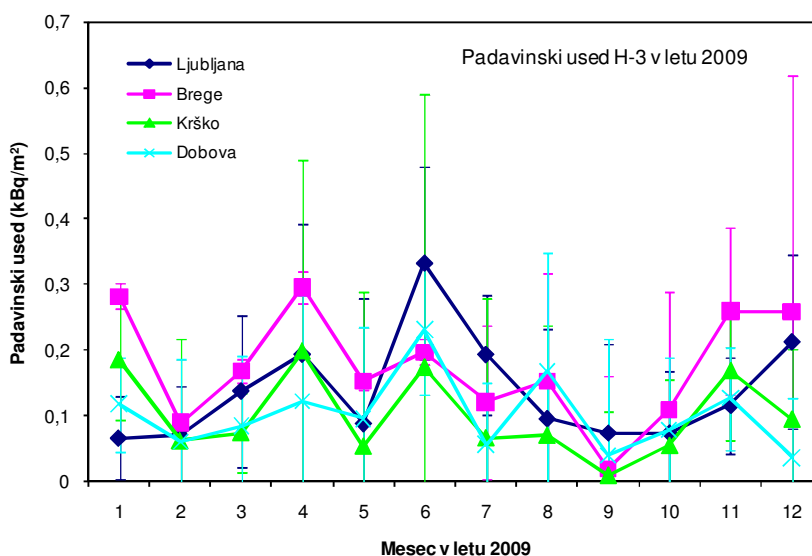
<sup>5</sup> Podatke je sporočila NEK.



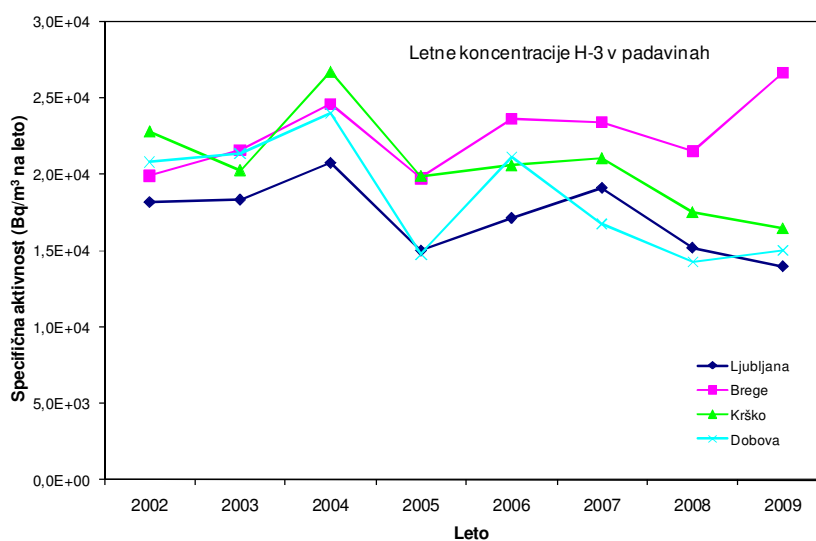
koncentracij tritija v padavinah z drugimi evropskimi državami in mesti (Hrvaška, Avstrija, Madžarska, Poljska) v zadnjih letih pokaže nekoliko nižje vrednosti; povprečne letne koncentracije v teh državah so se gibale v razponu med  $1000 \text{ Bq/m}^3$  in  $1300 \text{ Bq/m}^3$  [10–14].

Na sliki 3.5, ki prikazuje mesečni padavinski used H-3 za vsa štiri vzorčevalna mesta, je opaziti višje aktivnosti v spomladanskih mesecih in ob koncu leta. Korelacije s količino padavin skorajda ni. S slike 3.5 je tudi razvidno, da vrednosti H-3 v padavinskem usedu niso močno povezane z zračnimi izpusti tritija iz NEK.

Letne koncentracije H-3 v padavinah od leta 2002 naprej prikazuje slika 3.6. Najvišje vrednosti so bile izmerjene leta 2004. Za vse lokacije razen za Brege spada leto 2009 med tista z nizkimi koncentracijami H-3 v padavinah.



Slika 3.5: Mesečni padavinski used H-3 v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



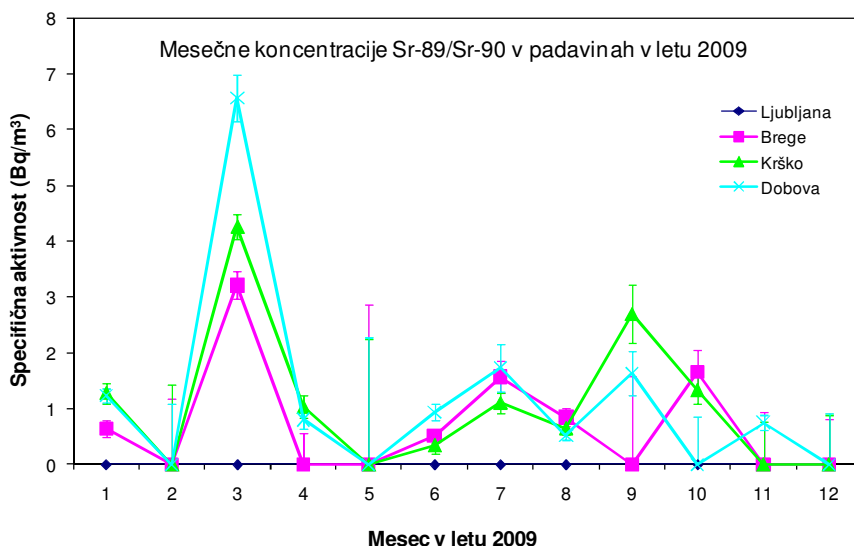
Slika 3.6: Letne koncentracije H-3 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej



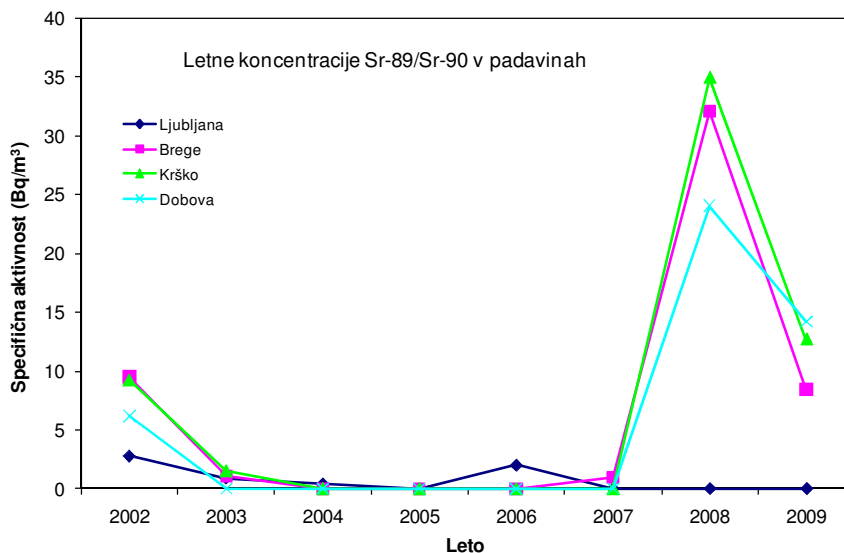
### Stroncij Sr-90/Sr-89

Slika 3.7 prikazuje mesečne koncentracije stroncija v padavinah v letu 2009. Omembe vredna koncentracija je bila izmerjena le v marcu v Bregah, Krškem in Dobovi. V Ljubljani so bile koncentracije pod mejo kvantifikacije.

Letne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah od leta 2002 naprej prikazuje slika 3.8. Najvišje vrednosti so bile izmerjene v letu 2008. Omembe vredni sta le še leti 2002 in letošnje leto. Treba je poudariti, da so vse vrednosti nizke<sup>6</sup>. V drugih letih je bil Sr-90/Sr-89 v padavinah pod mejo določljivosti ali blizu nje.



Slika 3.7: Mesečne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



Slika 3.8: Letne koncentracije Sr-90/Sr-89 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej

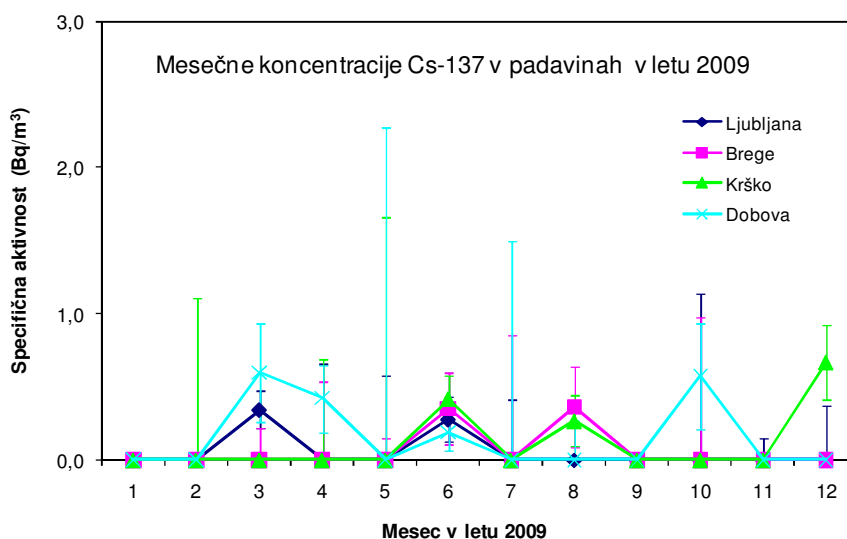
<sup>6</sup> Tipične vrednosti so nižje od 2 Bq/m<sup>3</sup>. Za primerjavo, letno povprečje za Be-7 v Krškem je 770 Bq/m<sup>3</sup>.



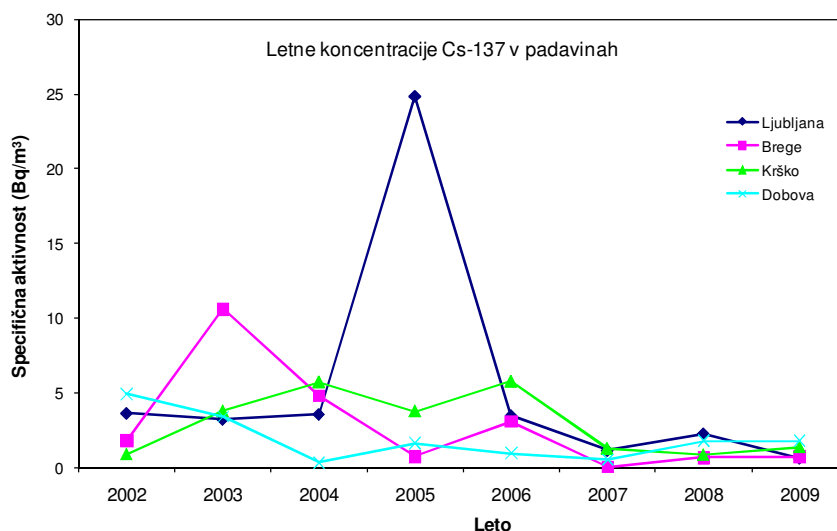
### Cezij Cs-137

Mesečne koncentracije Cs-137 v padavinah v Bregah, Krškem, Dobovi in v Ljubljani so prikazane na sliki 3.9. Najvišje koncentracije Cs-137 v padavinah so bile izmerjene marca in oktobra v Dobovi, vendar je treba poudariti, da so vse vrednosti nizke, reda velikosti  $0,5 \text{ Bq/m}^3$ , medtem ko je tipična vrednost za Be-7 nekaj  $100 \text{ Bq/m}^3$ .

Letne koncentracije Cs-137 v padavinah od leta 2002 prikazuje slika 3.10<sup>7</sup>.



Slika 3.9: Mesečne koncentracije Cs-137 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



Slika 3.10: Letne koncentracije Cs-137 v padavinah v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi od leta 2002 naprej

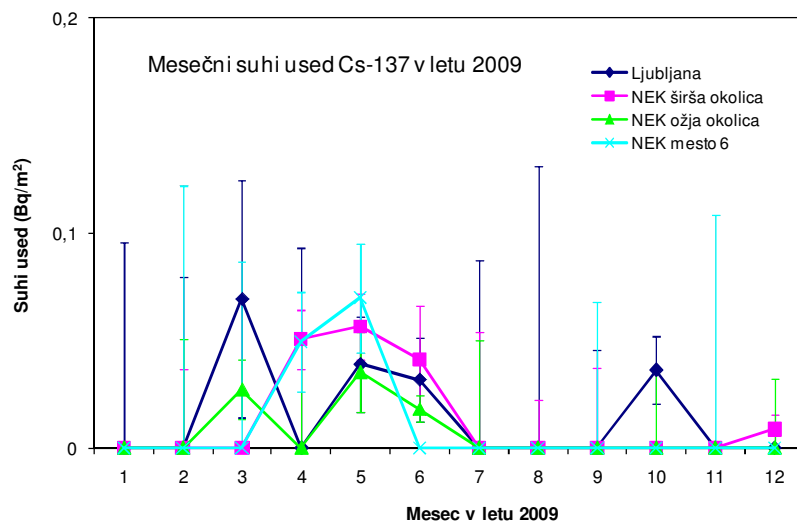
<sup>7</sup> Izmerjene koncentracije Cs-137 v padavinah v letu 2005 v okolici NEK ter meritve suhega useda v Ljubljani v tem letu (slika 3.12) ne potrjujejo povišane vrednosti Cs-137 v padavinah, zato tega povišanja ne moremo pripisati zračnim izpustom iz NEK ali iz drugih jedrskih objektov.



### Suhi usedi

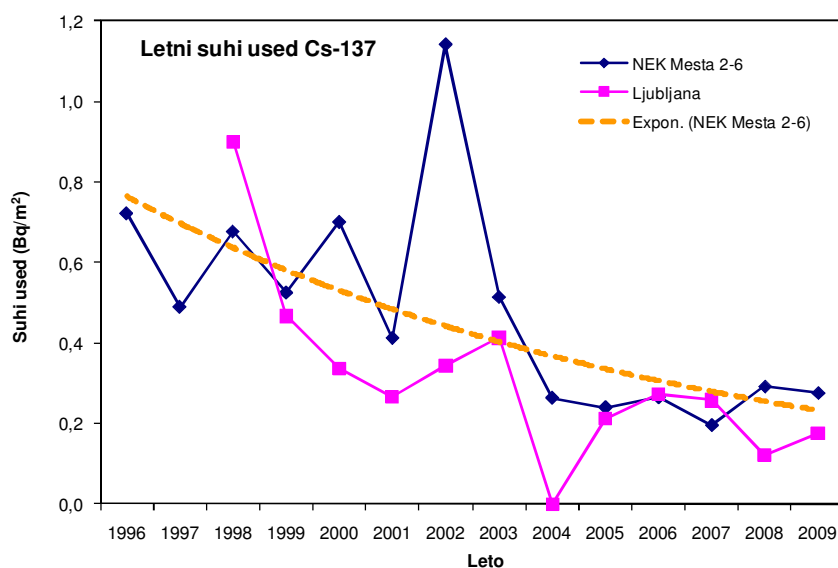
V vzorcih suhega useda so bili v letu 2009 prisotni Be-7, K-40, Cs-137 ter potomci uranove in torijeve razpadne vrste.

Mesečni suhi usedi Cs-137 v Ljubljani in okolici NEK so prikazani na sliki 3.11. Največji usedi so bili izmerjeni v spomladanskih mesecih. Vendar lahko tudi tu ugotovimo, da so vse vrednosti nizke, reda velikosti  $0,05 \text{ Bq/m}^2$ . Za primerjavo naj navedemo, da so tipične vrednosti za suhi used Be-7 nekaj  $10 \text{ Bq/m}^2$ .



**Slika 3.11:** Mesečni suhi used Cs-137 v Ljubljani, v širši in ožji okolici NEK ter na vzorčevalnem mestu 6

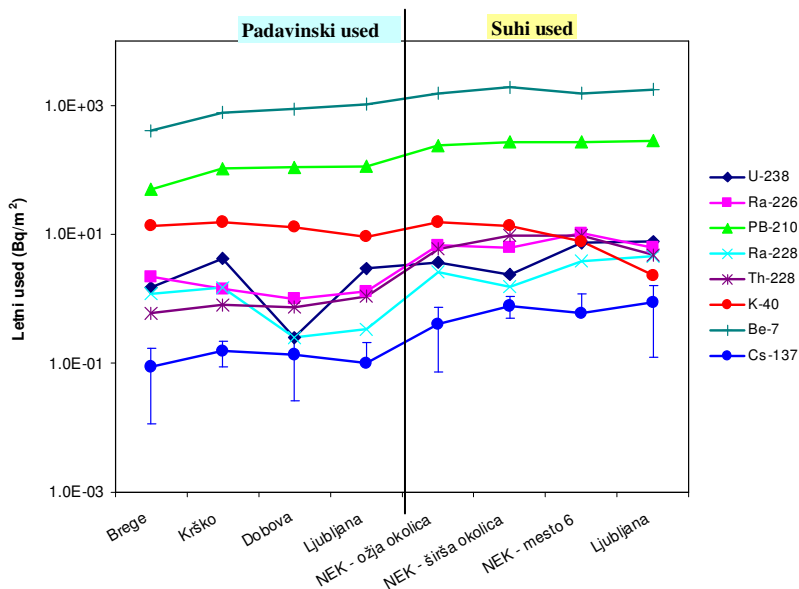
Slika 3.12 prikazuje letni suhi used Cs-137 v okolici NEK in v Ljubljani od leta 1996 do 2009. Lepo je razvidno padanje usedov z leti (približno eksponentno). To kaže na dejstvo, da je glavi prispevek k usedu resuspenzija Cs-137 iz černobilskega onesnaženja.



**Slika 3.12:** Letni suhi used Cs-137 ( $\text{Bq/m}^2$ ) v širši okolici NEK (vzorčevalna mesta 2–6) in v Ljubljani v letih 1996–2009

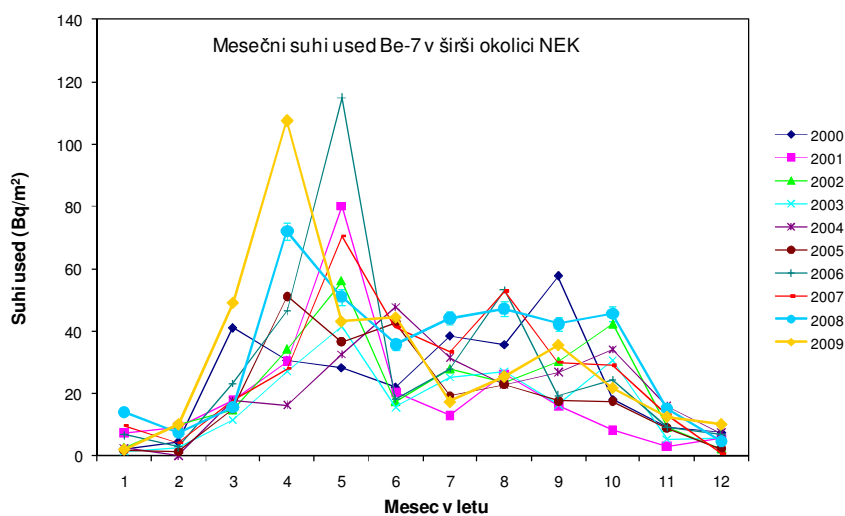


Na sliki 3.13 so prikazane količine letnih padavinskih in suhih usedov Cs-137 in naravnih radionuklidov v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi ter na vzorčevalnih mestih okrog NEK. S slike je razvidno, da je potek useda v grobem enak za vse radionuklide in za vsa vzorčevalna mesta.



**Slika 3.13:** Letni usedi Cs-137 in naravnih radionuklidov na različnih lokacijah okrog NEK in v Ljubljani v letu 2009

Na sliki 3.14 so za primerjavo prikazane sezonske vrednosti suhega useda Be-7 od leta 2000 naprej (širša okolica NEK). S slike je razvidno, da je v zimskem času znatno manj suhega useda.



**Slika 3.14:** Mesečni suhi used Be-7 v širši okolici NEK v letih 2000–2009



## OCENA VPLIVOV

Oceno vplivov radioaktivnega useda ovrednotimo z zunanjo in ingestijsko dozo.

### Zunanja doza

Efektivne zunanje doze ocenimo s produktom letnega useda in doznega faktorja [4] za posamezen radionuklid ob predpostavki štiriurnega zadrževanja na prostem. V tabeli 3.2 so povzete sumarne vrednosti zunanjih doz.

**Tabela 3.2:** Zunanje doze zaradi letnega useda v letu 2009 pri predpostavki zadrževanja na prostem 4 ure na dan

Doza ( $\mu\text{Sv}$ )	Radionuklidi	Okolica NEK	Ljubljana
ODRASLI OTROCI DOJENČKI	UMETNI	0,0002	0,0002
	VSI	0,09	0,12

Iz tabele 3.2 je razvidno, da je zunanja doza za umetne radionuklide enaka 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 niso izpostavljeni dodatnemu zunanjemu sevanju.

### Ingestijska doza

Efektivne ingestijske doze<sup>8</sup> zaradi useda radionuklidov na rastlinje ocenimo z naslednjim izrazom:

$$Doza = C_{v,d} \cdot f_d \cdot m \quad (3)$$

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]:

<sup>8</sup> Committed effective dose



$$C_{v,d} = \frac{\dot{d} \cdot \alpha \cdot [1 - \exp(-\lambda_e \cdot t_e)]}{\lambda_e} \exp(-\lambda \cdot t_h) \quad (4)$$

kjer oznake pomenijo:

$C_{v,d}$ / (Bq/kg)	koncentracija radionuklidov v masi 1 kg sveže rastline, ki jo zaužije človek
$\dot{d}$ / (Bq m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	hitrost depozicije
$\alpha$ / (m <sup>2</sup> /kg)	delež površine, ki jo zavzema 1 kg pridelka
$\lambda_e$ / d <sup>-1</sup>	efektivna razpadna konstanta za zmanjševanje aktivnosti v pridelku, ki je enaka $\lambda_e = \lambda + \lambda_w$
$t_e$ / d	čas izpostavitve rastline depoziciji
$\lambda$ / d <sup>-1</sup>	razpadna konstanta izotopa
$\lambda_w$ / d <sup>-1</sup>	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]

$\alpha$	0,3 m <sup>2</sup> /kg
$\lambda_w$	0,05 d <sup>-1</sup>
$t_e$	60 d
$t_h$	14 d

Rezultati ocenjenih ingestijskih doz zaradi usedov radionuklidov na rastlinje so zbrani v tabeli 3.3.

**Tabela 3.3: Ingestijske doze** zaradi letnega useda v letu 2009 za odrasle, otroke in dojenčke

Doza (μSv)]	Radionuklidi	Okolica NEK	Ljubljana
<b>ODRASLI</b> (od 17 leta)	UMETNI	0,02	0,01
	VSI	24	32
<b>OTROCI</b> (od 7 do 12 let)	UMETNI	0,02	0,01
	VSI	41	52
<b>DOJENČKI</b> (do 1 leta)	UMETNI	0,068	0,025
	VSI	190	230

Iz tabele 3.3 je razvidno, da sta dozi za umetne radionuklide, ki ju odrasli in otroci v okolici NEK prejmejo zaradi uživanja rastlinja, višji za 0,01 μSv od tistih, ki ju odrasli in otroci prejmejo v Ljubljani. Pri dojenčkih je ta razlika nekoliko višja.

K skupni ingestijski dozi v okolici NEK od merjenih radionuklidov največ prispeva used Pb-210, ki je naravni radionuklid.





Skupna doza (vsota zunanje in ingestijske doze<sup>9</sup>) zaradi umetnih radionuklidov v usedu za prebivalce v okolici NEK je v letu 2009 tako ocenjena na  $(0,02 \pm 0,002) \mu\text{Sv}$  za odrasle in otroke ter  $(0,068 \pm 0,008) \mu\text{Sv}$  za dojenčke. V primerjavi z dozo, ki jo prejmejo prebivalci zaradi naravnih radionuklidov, ne glede na to, da je nizka, so prispevki umetnih radionuklidov zanemarljivi.

## SKLEP

Analiza ocenjenih doz zaradi radionuklidov v usedu pokaže, da prispevki umetnih radionuklidov v usedu ne vplivajo na skupno letno dozo prebivalcev v okolici NEK. V primerjavi z dozo naravnih radionuklidov so ti prispevki zanemarljivi. Zanemarljivi pa so tudi v primerjavi z avtorizirano mejo za prebivalstvo, ki je  $50 \mu\text{Sv}$  na leto. Ugotavljamo torej, da je prispevek doze zaradi delovanja Nuklearne elektrarne Krško na okoliško prebivalstvo zanemarljiv.

## REFERENCE

- [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 stationa, 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

---

<sup>9</sup> Zunanja doza je v tej vsoti zanemarljiva.



## 4 ZRAK

### POVZETEK

*Nadzor radioaktivnosti zraka v okolici NEK je v letu 2009 potekal v enakem obsegu kot prejšnja leta. Iz meritev ocenjene letne efektivne doze prebivalcev zaradi inhalacije in imerzije umetnih radionuklidov, ki so posledica izpustov iz NEK, so zanemarljive in več velikostnih redov nižje od letne efektivne doze, ki jo zaradi inhalacije povzročajo naravni radionuklidi. Še največji prispevek k dozi lahko potencialno prejmejo prebivalci v okolici NEK zaradi izpustov C-14, ki se vgradi v rastline in ga zaužijejo s hrano. Ocenjena letna efektivna doza zaradi ingestije C-14 je 0,3  $\mu$ Sv.*

### UVOD

Vzorčevanje in meritve radioaktivnosti zraka v okolici Nuklearne elektrarne Krško se izvaja v okviru obratovalnega nadzora radioaktivnosti. Tega mora v skladu s 124. členom Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS št. 102/2004) zagotavljati upravljalec jedrskega objekta. Podobno kot spremljamo radioaktivnost v okolju v Sloveniji, jo spremljajo tudi v drugih državah članicah EU, saj to zahteva 35. člen pogodbe o ustanovitvi Evropske skupnosti za atomsko energijo.

Meritve radioaktivnosti zraka v okolici NEK se izvajajo z namenom, da se oceni doze posameznika iz referenčne skupine prebivalstva po inhalacijski in imerzijski prenosni poti. Meritve se izvajajo na osmih lokacijah v okolici NEK, kar omogoča spremljanje razširjanja radioaktivnih snovi v vseh smereh. Poudariti je treba, da so v okolici NEK pogoste spremembe smeri vetra tudi večkrat na dan in da sta prevladujoči smeri vetra proti jugozahodu in proti severovzhodu.

Aerosole smo vzorčevali na naslednjih osmih mestih v okolici NEK, ki so v zračni oddaljenosti od 1,4 km do 12 km od NEK: Spodnji Stari Grad (1,8 km), Krško - Stara vas (1,8 km), Leskovec (3 km), Brege (2,3 km), Vihre (2,9 km), Gornji Lenart (5,9 km), Spodnja Libna (1,4 km) in Dobova (12 km). Na istih mestih kot vzorčevanje aerosolov je potekalo vzorčevanje I-131 z izjemo lokacije v Dobovi. Vzorčevanje za specifično meritev Sr-90/Sr-89 je potekalo v Dobovi.

Kontrolne meritve aerosolov so bile opravljene pri vzorcih, ki so bili pridobljeni z vzorčevanjem na dveh lokacijah v Ljubljani. Do avgusta 2009 so bili vzorci zraka vzorčevani na Rektorskem centru Podgorica pri Ljubljani, kasneje pa na dvorišču Instituta "Jožef Stefan". Premestitev zračne črpalke je zahteval URSJV, ker okolica jedrskega objekta ni primerna kontrolna lokacija.

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

### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

Vzorčevanje zračnih emisij in imisij je v letu 2009 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 m<sup>3</sup> zraka mesečno. V Dobovi, na Rektorskem centru Podgorica in na dvorišču IJS je potekalo vzorčevanje z zračnimi črpalkami, ki skozi filtre prečrpajo približno od 100 000 m<sup>3</sup> do 150 000 m<sup>3</sup> zraka. Izotopska analiza aerosolov se izvaja z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Vzorčevanje in meritve vzorcev na vseh osmih mestih ter vzorčevanje in meritev v Ljubljani (program nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju RS) je opravil IJS.



Zaradi specifičnih lastnosti I-131 in njegovih spojin je vzorčevanje I-131 potekalo ločeno s črpalkami z manjšim pretokom in s posebnimi filtri iz steklenih mikrovlaken in aktivnega oglja, prepojenega s TEDA – trietilendiaminom. Filtri zbirajo atomski in molekularni jod ( $I$ ,  $I_2$ ), metiljodid ( $CH_3I$ ), HI, HOI in jod, vezan na aerosole. Črpanje je kontinuirno, filtri se menjajo vsakih 15 dni, pri čemer se skozi filtre prečrpa od  $1000\text{ m}^3$  do  $1400\text{ m}^3$  zraka. Specifična meritev adsorbiranega I-131 in izotopska analiza aerosolov 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 vzorčujejo tritij ( $H-3$ ), ogljik C-14, Sr-90/Sr-89 (specifične analize s scintilacijskim spektrometrom beta) ter aerosole 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 aerosolov na ventilacijskem kanalu pa NEK in IJS. NEK je opravil tudi meritve emisij joda ter žlahtnih plinov.

## ZNAČILNOSTI OBDELAV

Iz meritev spektrometrije gama na aerosolnih in jodovih filterih ter na osnovi podatkov o volumnu prečrpanega zraka smo določili 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 na Reaktorskem centru Podgorica in na dvorišču IJS 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 vzorčevalni mesti v Ljubljani.

Iz povprečnih vsebnosti za okolico NEK ter vsebnosti za Ljubljano so določene predvidene učinkovite doze  $E(50)$  in  $E(70)$  za tri starostne skupine: odrasle, starejše od 17 let, otroke, stare od 7 do 12 let, in dojenčke, stare do enega leta. Pri tem smo upoštevali dozne pretvorbene faktorje  $h(g)_{j,inh}$  (predvidena učinkovita doza na enoto vnosa) iz reference [4] in hitrosti dihanja 17 L/min ( $9000\text{ m}^3$  na leto) za odraslega posameznika, 10,6 L/min za otroka ( $5585\text{ m}^3$  na leto) in 2,0 L/min ( $1044\text{ m}^3$  na leto) za dojenčka<sup>#</sup>. S seštevanjem predvidenih učinkovitih doz za posamezne radionuklide dobimo predvideno učinkovito dozo zaradi inhalacije 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 ( $42\text{ m}^3/\text{s}$  oziroma  $3\,628\,800\text{ m}^3$  na dan) so določene mesečne in letne emisije posameznih radionuklidov.

Modeliranje širjenja emitiranih snovi v zraku je postopek, s katerim z ustreznimi modeli, realiziranimi v obliki programske opreme, ocenimo koncentracije emitirane snovi v zunanjem zraku. Z modelom izračunamo razredčitvene koeficiente  $(\chi/Q)/(s/m^3)$ . 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).

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.

---

<sup>#</sup> ICRP 71, stran 11, tabela 6



Za zahtevne razmere, kakršne nastopajo v okolici NE Krško, od 2007 dalje uporabljamo Lagrangeev model 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 Gaussov model. Oba modela in razlike med njima smo podrobno opisali v poročilu za leto 2007.

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 4.1), ki jih je za posamezne mesece ter mesta v okolici NEK pripravilo podjetje MEIS, so bile mogoče izračunane povprečne mesečne vsebnosti posameznih radionuklidov na posameznih mestih.

**Tabela 4.1:** Povprečni mesečni razredčitveni koeficienti  $(\chi/Q)/(s/m^3)$  v letu 2009 za naselja v okolici NEK, ki jih je pripravilo podjetje MEIS z uporabo Lagrangeevega modela

2009	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brežice	Vihre	Mrtvice	Brege	Žadovinek	Leskovec	Krško-Stara vas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
januar	2,2E-07	1,7E-07	2,4E-08	2,2E-08	2,9E-08	6,1E-08	2,1E-07	1,8E-07	3,1E-07	1,1E-07	1,3E-08	2,2E-07
februar	2,0E-07	1,2E-07	3,2E-08	3,3E-08	4,1E-08	8,7E-08	1,7E-07	9,9E-08	2,0E-07	1,2E-07	2,0E-08	1,8E-07
marec	1,4E-07	7,7E-08	2,1E-08	2,3E-08	3,2E-08	8,7E-08	9,8E-08	6,2E-08	8,0E-08	7,9E-08	1,5E-08	1,1E-07
april	1,6E-07	1,4E-07	3,3E-08	1,6E-08	1,8E-08	4,4E-08	7,3E-08	7,9E-08	5,6E-08	1,8E-07	1,6E-08	1,6E-07
maj	2,8E-07	3,0E-07	4,0E-08	6,1E-08	7,1E-08	1,3E-07	2,5E-07	1,6E-07	1,4E-07	1,8E-07	2,2E-08	4,8E-07
junij	2,5E-07	2,8E-07	4,5E-08	4,7E-08	5,8E-08	6,4E-08	1,6E-07	1,7E-07	1,3E-07	2,1E-07	2,1E-08	5,8E-07
julij	2,0E-07	4,2E-07	1,2E-07	1,3E-07	1,2E-07	1,4E-07	2,7E-07	1,7E-07	9,1E-08	2,2E-07	4,7E-08	1,8E-06
avgust	1,5E-07	4,7E-07	1,7E-07	6,8E-08	8,3E-08	1,5E-07	2,6E-07	1,3E-07	8,0E-08	1,6E-07	7,2E-08	2,4E-06
september	1,3E-07	2,3E-07	1,3E-07	5,8E-08	7,4E-08	1,9E-07	1,7E-07	7,7E-08	7,4E-08	9,4E-08	5,5E-08	8,1E-07
oktober	1,5E-07	1,4E-07	2,9E-08	3,2E-08	4,1E-08	6,9E-08	1,4E-07	7,7E-08	4,5E-08	1,5E-07	1,7E-08	2,5E-07
november	1,8E-07	6,5E-08	3,2E-08	1,7E-08	2,2E-08	3,1E-08	7,4E-08	8,2E-08	5,4E-08	1,4E-07	2,5E-08	9,7E-08
december	2,7E-07	1,3E-07	1,8E-08	1,6E-08	2,8E-08	5,2E-08	1,0E-07	1,3E-07	8,7E-08	1,5E-07	7,6E-09	1,6E-07

Ob upoštevanju dogovorjenih hitrosti dihanja za določeno starostno skupino in podatkov o povprečnih mesečnih emisijah posameznih radionuklidov lahko ocenimo vnos posameznega radionuklida v telo. Z upoštevanjem ustreznih doznih pretvorbenih faktorjev  $h(g)_{j,inh}/(Sv/Bq)$  [4] za posamezne radionuklide in posamezno starostno skupino, dobimo oceno za mesečne prispevke posameznega izotopa k letni dozi. V preglednici 4.2 podajamo ocenjene letne efektivne doze zaradi inhalacije in imerzije za odraslega prebivalca (starost >17 let) na lokaciji Spodnji Stari Grad, ocenjene na osnovi meritev mesečnih izpustov tritija (H-3), ogljika C-14 ter meritev aerosolov. Izračun je narejen ob upoštevanju povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov  $\chi/Q$ , izračunanih na podlagi Lagrangeevega modela za naselje Spodnji Stari Grad, izbrano kot referenčno naselje z najvišjo izračunano dozo.

## REZULTATI MERITEV

V letu 2009 je bil v NEK redni remont v aprilu 2009. Navadno so izpusti med remontom večji kot med rednim obratovanjem, predvsem jodov in žlahtnih plinov.

### I-131: Tabela T-43 (IJS)

Rezultati meritev vseh zbranih vzorcev so bili pod vrednostjo  $1E-4 Bq/m^3$ , 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 - program nadzora radioaktivnosti v RS)

Meritve naravnih radionuklidov na posameznih mestih kažejo dokaj dobro ujemanje, kar velja še posebej za kozmogeni Be-7, za katerega ugotovljamo, da je bila 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 višje od povprečja, izmerjenega v Ljubljani, kjer je izmerjena vrednost U-238 pod mejo detekcije.

Ob primerjavi vrednosti z lokacij v okolici NEK in v Ljubljani je treba upoštevati, da zračna črpalka na vzorčevalnem mestu v Ljubljani prečrpa približno desetkrat več zraka kot črpalke v okolici NEK, 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.

Izvajalec meritev med izmerjenimi radionuklidi od leta 2008 poroča 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 so bili v letu 2009 v aerosolih zaznani Cs-137, Sr-90/Sr-89 ter Co-60 in Co-58. Prisotnost Cs-137 in Sr-90 v okolju je posledica globalne kontaminacije in le v zelo majhni meri izpustov iz NEK. Izmerjene povprečne vsebnosti Cs-137 na posameznih merilnih mestih v okolici NEK ne kažejo bistvenih odklonov od letnega povprečja ( $1,2 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$  v obdobju 2007–2009) in so primerljive z vrednostmi v okviru programa nadzora radioaktivnosti v RS na lokacijah Ljubljana, Predmeja in Jareninski Vrh. Specifične meritve Sr-90/Sr-89 so potekale v Dobovi. Izmerjene aktivnosti so nizke.

Oba kobalta sta bila zaznana le na lokaciji Spodnji Stari Grad v mesecu aprilu, ko je bil v NEK remont. Izmerjene vrednosti so najbrž posledica prepihanja zadrževalnega hrama. Podobne vrednosti, nekaj  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ , izotopa Co-58 so bile izmerjene tudi v oktobru 2007, ko je bil v NEK redni remont.

V letu 2009 sta bila od umetnih radionuklidov v Ljubljani izmerjena Cs-137 in I-131. Izmerjene vrednosti Cs-137 so v okviru pričakovanih vrednosti (nekaj  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ ). I-131 v zraku na lokaciji v Ljubljani je bil izmerjen v decembru. Na drugih dveh lokacijah v okviru programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju RS (Predmeja in Jareninski Vrh) v decembru izvajalec nacionalnega nadzora ni zaznal I-131 v zraku. Prisotnost I-131 v Ljubljani je nepričakovana in je zelo verjetno posledica lokalnega vpliva, npr. prisotnosti osebe, ki je bila na terapiji ščitnice z I-131.



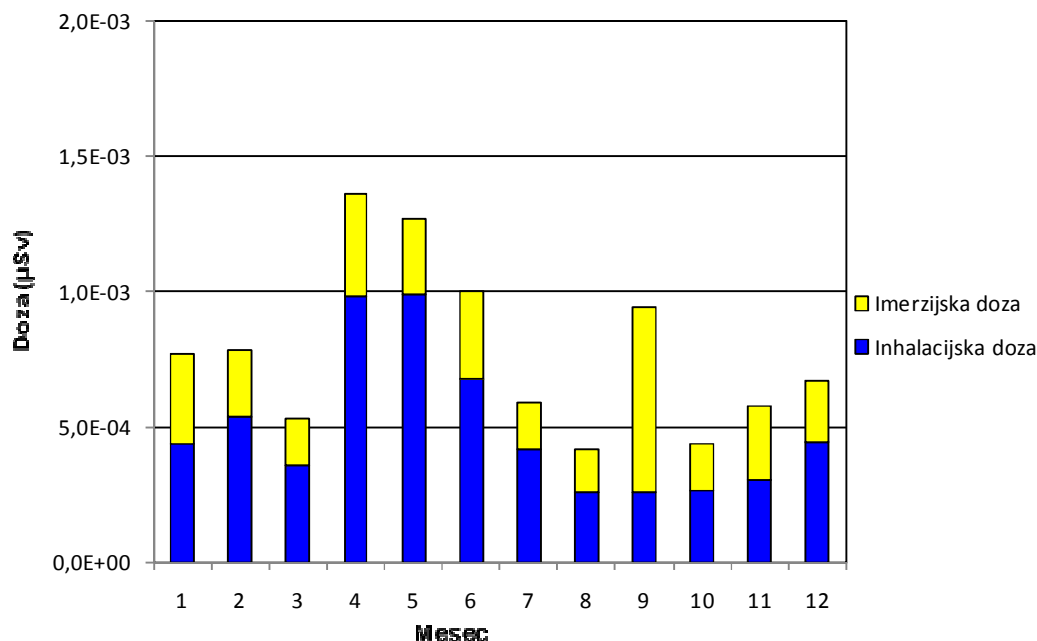
**Preglednica 4.1:** Aerosolni filtri v letu 2009 – povzetek vsot predvidenih učinkovitih doz (\*) za odrasle, otroke in dojenčke, izračunane iz merskih podatkov v T-44 do T-55 ter doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [4]

STAROSTNA SKUPINA	VRSTA VSOTE (μSv na leto)	AEROSOLNI FILTRI – POVPREČJE (μSv na leto)	
		OKOLICA NEK	LJUBLJANA
<b>ODRASLI</b> <i>E(50)</i>	umetni radionuklidi	0,0005 ± 0,0022	0,0006 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	45 ± 5	37 ± 5
<b>OTROCI</b> <i>E(70)</i>	umetni radionuklidi	0,0004 ± 0,0016	0,0005 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	35 ± 4	30 ± 4
<b>DOJENČKI</b> <i>E(70)</i>	umetni radionuklidi	0,00017 ± 0,00070	0,00023 ± 0,00009
	umetni in naravni radionuklidi	16 ± 1	14 ± 2

(\*) Predvidene učinkovite doze so izračunane iz predpostavke, da odrasel vdahne 9000 m<sup>3</sup> zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 17 L/min), da otrok (7–12 let) vdahne 5585 m<sup>3</sup> zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 10,6 L/min) in da dojenček (do 1 leta) vdahne 1044 m<sup>3</sup> zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 2,0 L/min).

**Preglednica 4.2.:** Letne učinkovite doze za odraslega prebivalca na referenčni lokaciji Spodnji Stari Grad (smer VSV, razdalja 0,8 km) – prispevki posameznih izotopov. Ocena doz je narejena na podlagi inhalacijskih in imerzijskih doznih pretvorbennih faktorjev iz ref. [4] in predpostavke o hitrosti dihanja 17 L/min ter mesečnih prizemnih razredčitvenih koeficientih  $\lambda/Q$  izračunanih na podlagi Lagrangevega modela.

	Izotop	Letna učinkovita doza (μSv)
<b>Hlapni plini (inhalacija)</b>	I-131	5,3E-06
	HTO	5,9E-03
	HT + CHT	3,5E-06
	<sup>14</sup> CO <sub>2</sub>	3,4E-05
	<sup>14</sup> CH <sub>4</sub>	1,0E-05
	Cr-51	6,1E-11
	Mn-54	2,9E-10
	Co-57	5,1E-11
	Co-58	2,6E-08
	Co-60	3,6E-06
	Zr-95	5,0E-10
	Nb-95	9,5E-10
	Cs-137	5,5E-08
	Fe-55	1,2E-08
	Sr-89/Sr-90	3,2E-08
	Se-75	7,3E-10
<b>Žlahtni plini (imerzija)</b>	Xe-131m	2,1E-04
	Xe-133	2,9E-04
	Xe-135	1,0E-04
	Ar-41	2,8E-03
	<b>Inhalacijska doza</b>	<b>5,9E-03</b>
	<b>Imerzijska doza</b>	<b>3,4E-03</b>
	<b>DOZA - SKUPAJ</b>	<b>9,3E-03</b>



**Slika 4.1:** Največji prispevek k inhalacijski dozi daje H-3 v obliki vodne pare, k imerzijski pa Ar-41(ordinata max. 1,5 E-3).

- Vir:
- mesečni emisijski podatki NEK
  - IJS - analize mesečnih sestavljenih emisijskih vzorcev H-3, C-14 in aerosolov
  - povprečni mesečni razredčitveni koeficienti  $\lambda/Q$ , MEIS za prizemni izpust

**Preglednica 4.3:** Ocene inhalacijskih in imerzijskih doz za okolico NEK v letu 2009. 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	9,4E-03	6,8E-03	2,2E-03	2,9E-01	2,1E-01	6,8E-02
Vrbina	0,8	1,0E-02	7,5E-03	2,4E-03	3,0E-01	2,2E-01	7,2E-02
Brežice	7,1	2,9E-03	2,1E-03	6,4E-04	2,5E-01	1,9E-01	6,0E-02
Vihre	3,1	2,1E-03	1,5E-03	4,8E-04	2,5E-01	1,8E-01	6,0E-02
Mrtvice	2,8	2,5E-03	1,8E-03	5,7E-04	2,3E-01	1,7E-01	5,4E-02
Brege	2,3	4,8E-03	3,4E-03	1,1E-03	2,4E-01	1,8E-01	5,9E-02
Žadovinek	1,7	7,9E-03	5,7E-03	1,8E-03	3,0E-01	2,2E-01	7,4E-02
Leskovec	2,9	5,5E-03	4,1E-03	1,3E-03	4,4E-01	3,3E-01	1,1E-01
Krško – Stara vas	1,7	5,3E-03	3,9E-03	1,3E-03	4,9E-01	3,6E-01	1,2E-01
Pesje	3,0	7,4E-03	5,5E-03	1,8E-03	4,1E-01	3,0E-01	1,0E-01
Dobova	12,1	1,4E-03	9,9E-04	3,1E-04	3,4E-01	2,5E-01	8,2E-02
Ograja NEK (zahod)	0,2	2,7E-02	1,9E-02	6,1E-03	4,4E-01	3,2E-01	1,1E-01



## OCENA VPLIVOV

### Aerosoli in I-131

Meritve I-131 v zraku (tabela T-43) kažejo, da merilna meja  $1E-4 \text{ Bq/m}^3$  v letu 2009 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 predvidene učinkovite doze, ki jih tako izračunamo, so za odraslega človeka 7 nSv, za dojenčka pa 11 nSv.

Meritve na aerosolnih filterih v okolici NEK kažejo, da je med naravnimi radionuklidi najpomembnejši prispevek k letni predvideni učinkoviti dozi za odraslega človeka prispevek naravnega izotopa Pb-210, in sicer  $(38 \pm 2) \mu\text{Sv}$  na leto, kar je zelo podobno dozam iz preteklih let ( $37\text{--}44 \mu\text{Sv}$  na leto v obdobju 2005–2008). Prispevek Pb-210 je največji, ker ima radionuklid zelo visok dozni pretvorbeni faktor.

Drugi po prispevku k dozi v letu 2009 je bil Th-230 ( $5,8 \pm 5,0$ )  $\mu\text{Sv}$ , vendar je negotovost ocene doze enake velikosti kot doza sama in vrednosti ne moremo obravnavati z enako pomembnostjo.

Prispevki umetnih radionuklidov Cs-137, Co-60, Co-58 in Sr-90/Sr-89 so zanemarljivi v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov. Izračunana predvidena učinkovita doza zaradi umetnih radionuklidov je skoraj 100 000-krat manjša od doze naravnih radionuklidov. Učinkovita doza umetnih radionuklidov v letu 2009 je 0,5 nSv in je primerljiva s povprečjem v zadnjih petih letih (0,7 nSv v obdobju 2005–2009).

Celotna predvidena učinkovita doza odraslega prebivalca vseh detektiranih radionuklidov v letu 2009 za odraslega človeka v okolici NEK je  $(45 \pm 5) \mu\text{Sv}$  na leto in so zelo podobne vrednostim iz preteklih let. Prispevek umetnih radionuklidov je zanemarljiv. Celotna predvidena učinkovita doza za otroka je  $(35 \pm 4) \mu\text{Sv}$  in za dojenčka  $(16 \pm 1) \mu\text{Sv}$ .

Meritve aerosolnih filtrov v Ljubljani in v okolici NEK kažejo, da je med naravnimi radionuklidi pomemben samo prispevek Pb-210, ki je za odraslo osebo med 30  $\mu\text{Sv}$  in 40  $\mu\text{Sv}$  na leto.

Od umetnih radionuklidov prispeva k dozi Cs-137, ki je posledica globalnega radioaktivnega onesnaženja. Obremenjenost prebivalstva zaradi vdihavanja Cs-137 je nizka in je med 0,5 nSv in 1 nSv na leto.

V letu 2009 je bil v mesecu decembru v Ljubljani izmerjen I-131. Menimo, da izmerjena aktivnost ni posledica kontaminacije zraka, ampak prej kontaminacije vzorca ali detektorja. Izračunana učinkovita doza zaradi vdihavanja I-131 je sicer zanemarljiva.

Izračunana predvidena učinkovita doza zaradi inhalacije za prebivalca v okolici NEK za leto 2009 je večja kot za prebivalca v Ljubljani, kar je posledica izmerjenih vrednosti naravnih radionuklidov. Prispevek umetnih radionuklidov je tako v okolici NEK kot v Ljubljani zanemarljiv in je v Ljubljani zaradi višjih izmerjenih koncentracij Cs-137 celo nekoliko večji.

### Emisije

Meritve emisij na izpuhu NEK in podatki o izračunanih povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientih  $(\lambda/Q)/(s/m^3)$  za posamezna mesta v okolici NEK (tabela 4.1) nam omogočajo, da izračunamo inhalacijski in imerzijski prispevek k letni učinkoviti dozi zaradi zračnih emisij NEK.

V preglednicah 4.2 in 4.3 so izračunane inhalacijske in imerzijske doze v okolici NEK. Najvišje doze so v Spodnjem Starem Gradu, kjer so stopnje razredčitve najnižje.

Iz preglednice je razvidno, da je praktično vsa inhalacijska doza posledica zračnih emisij tritija. Tritij prispeva k skupni inhalacijski dozi 5,9 nSv na leto (predvsem v obliki emisij HTO), ogljik C-14 pa še 0,04 nSv na leto (predvsem emisije  $^{14}\text{CO}_2$ ). Ocenjeni prispevek k skupni inhalacijski dozi vseh drugih radionuklidov je bistveno manjši. V letu 2009 je bilo zelo malo izpustov jodov, kar kaže na dobro integriteto goriva.

Ocenjena predvidena učinkovita letna inhalacijska doza za odraslo osebo za Spodnji Stari Grad za leto





2009 je 5,9 nSv. Ocenjena efektivna doza zaradi inhalacije v letu 2008 je bila 3,8 nSv in v letu 2007 1,7 nSv. Večja doza v 2009 je predvsem posledica večjih izpustov tritija ( $5,9 \text{ E}+12$  v 2009 v primerjavi z  $2,0 \text{ E}+12$  v 2008). Med detektiranimi radionuklidi je tudi Se-75, ki je bil zaznan v filtrih kot posledica aktivacije Se-74, ki je v sledih prisoten v filtrih [26], zaradi česar ga ne moremo pripisati izpustom iz NEK. Ker dozo ocenjujemo konzervativno, pri računanju upoštevamo aktivnosti vseh zaznanih radionuklidov. Prispevek Se-75 je v primerjavi s prispevki drugih radionuklidov k izračunani celotni dozi zanemarljiv. Zunanje obsevanje zaradi radioaktivnih izotopov v zraku (imerzijska doza) je predvsem posledica izpustov žlahtnega plina Ar-41 (2,8 nSv na leto). Precej manj so k dozi prispevali drugi izotopi.

Celotna letna imerzijska doza za Spodnji Stari Grad za leto 2009 je 3,4 nSv in je enaka za odraslo osebo in za otroka. Imerzijska doza je okoli 10-krat višja kot v preteklih letih, vendar ne toliko zaradi večjih izpustov iz NEK, temveč zaradi neugodnih vremenskih razmer in posledično manjših razredčitev. Celotna letna doza za odraslega človeka v Spodnjem Starem Gradu, ki je posledica inhalacije in imerzije v letu 2009, je 9,4 nSv. V letu 2008 je bila celotna letna doza zaradi inhalacije in imerzije 4,0 nSv. Višja doza v 2009 je predvsem posledica večjih izpustov tritija.

V preglednici 4.3 so zbrani izračuni doze za odraslega človeka, otroka in dojenčka za različna mesta v okolici NEK. Skupne letne doze za odraslega človeka se gibljejo od 1,4 nSv (Dobova) do 10 nSv (Vrbina, Spodnji Stari Grad).

## DISKUSIJA

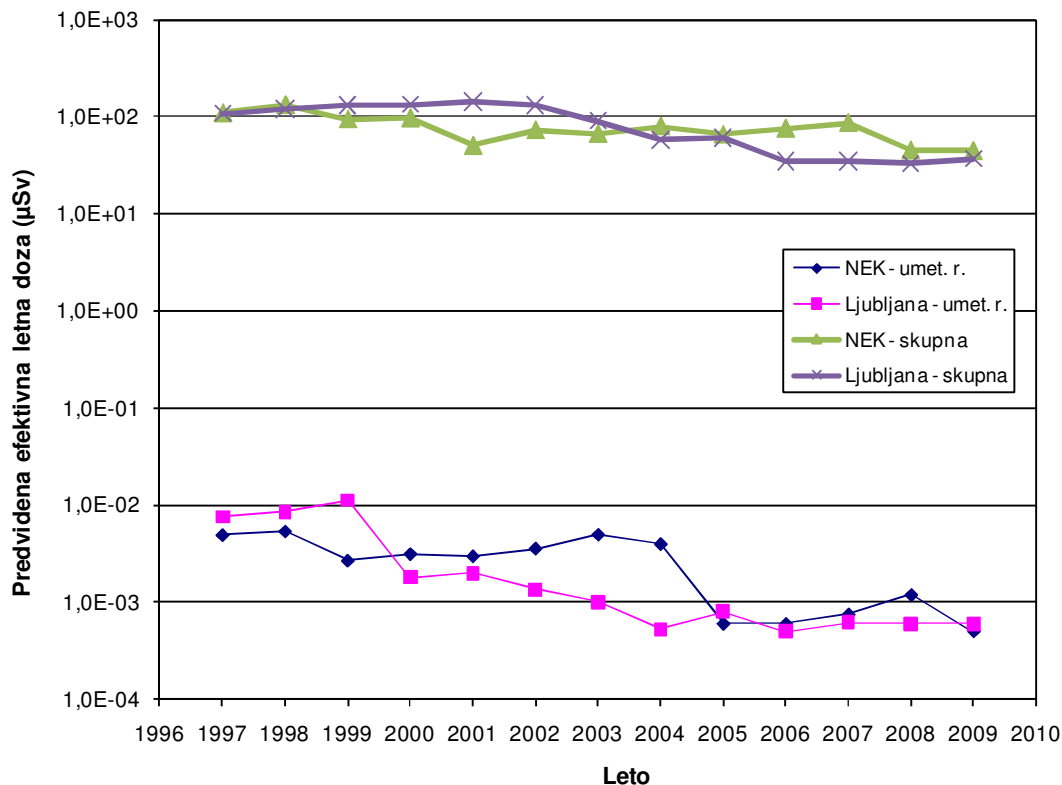
### Primerjava s prejšnjimi leti

Na sliki 4.2 so predstavljene predvidene letne efektivne doze zaradi umetnih radionuklidov ( $\mu\text{Sv}$  na leto) za odraslega človeka, izračunane iz meritev aerosolnih filtrov v okolici NEK in v Ljubljani v letih od 1997 do 2009.

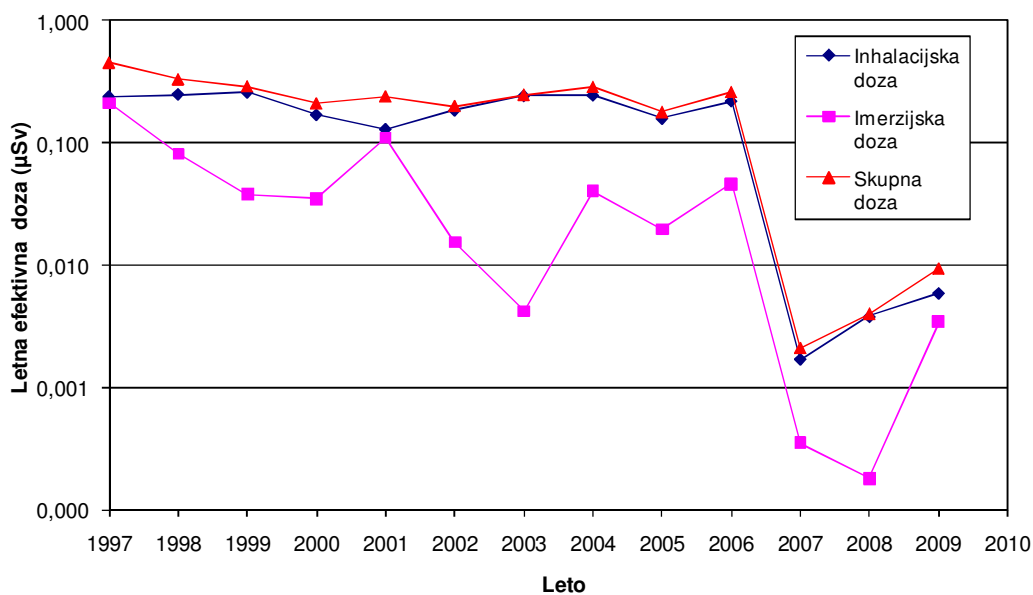
Kot je razvidno s slike 4.2, je prispevek umetnih radionuklidov v Ljubljani in okolici NEK zelo podoben in je v zadnjih letih okoli ali manj od 1 nSv. Visoka doza umetnih radionuklidov v letu 2003 je posledica prispevka Sr-90/Sr-89, ki je to leto prispeval k dozi kar  $\frac{3}{4}$  doze. Vendar pa poročilo o meritvah radioaktivnosti v okolici NEK ugotavlja, da prispevek ni posledica izpustov iz NEK, temveč resuspenzije z zemlje. Podobno velja za celotno obdobje 2000–2004. Prispevek Sr-90/Sr-89 k dozi v Ljubljani ni ovrednoten, ker se v zračnih filtrih v okviru nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije v Ljubljani ne določa vsebnost Sr-90/Sr-89. 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.

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 efektivne doze zaradi inhalacije naravnih radionuklidov enake kot drugod po Sloveniji in so nekaj 10  $\mu\text{Sv}$  na leto [20].

Na sliki 4.3 je povzetek ocen inhalacijskih in imerzijskih doz od leta 1997 dalje, izračunanih iz podatkov o emisijah NEK in iz povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov  $\chi/Q$ , 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 Lagrangeevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov oziroma razširjanja radioaktivnosti v zraku, izračunana doza bistveno zmanjša (preglednica 4.3). Gaussov model je primeren predvsem za preproste ravninske geometrije in je zelo verjetno, da so bile vrednosti efektivnih doz za inhalacijo in submerzijo zaradi emisij NEK v določeni meri precenjene v letih pred 2007, ko se je začel uporabljati Lagrangeev model. Sedanja ocenjena doza je kar za okrog faktor 100 manjša od tistih pred 2007; največ prispeva inhalacija, submerzijska doza je v primerjavi z inhalacijsko približno petkrat nižja.



**Slika 4.2:** Primerjava predvidenih učinkovitih doz v okolici NEK in Ljubljani za odrasle osebe iz meritev aerosolov za naravne in umetne radionuklide ( $\mu\text{Sv}$  na leto). Ordinarna os je v logaritemski skali.



**Slika 4.3:** Ocena inhalacijskih, imerzijskih in skupnih doz za odrasle za Spodnji Stari Grad v letih 1997–2008 ( $\mu\text{Sv}$  na leto). Ordinarna os je v logaritemski skali.



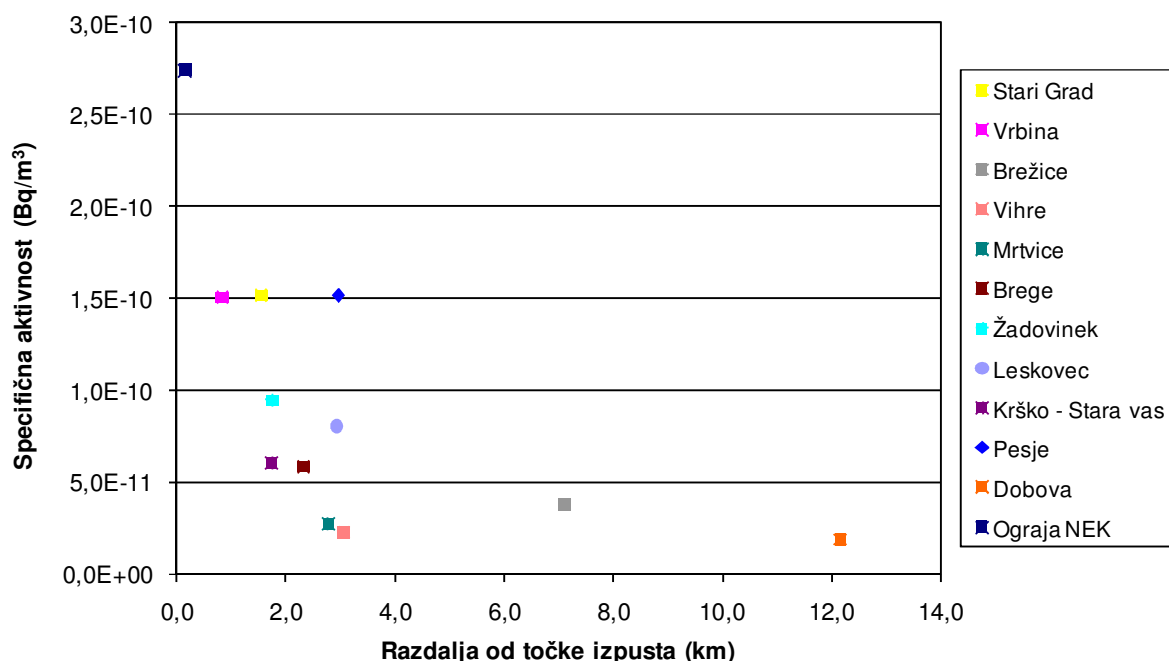
### Primerjave podatkov o koncentracijah, izračunanih iz emisij NEK in povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov $\chi/q$ za leto 2009

Na sliki 4.4 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/m<sup>3</sup>). Iz tega lahko sklenemo, da izmerjeni Cs-137 na aerosolnih filtrih v okolici NEK ni posledica izpustov iz NEK, temveč posledica resuspenzije Cs-137 iz zemlje, ki je posledica črnobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij v 50-ih in 60-ih letih dvajsetega stoletja.

Na sliki 4.5 so v logaritemskem merilu predstavljeni povprečni letni razredčitveni koeficienti  $(\chi/Q)/(s/m^3)$  za izpust na 60 m za okolico elektrarne. Porazdelitev je narejena na osnovi izračunanih mesečnih koeficientov  $\chi/Q$ , ki ga je naredil MEIS.

S slike 4.5 je razvidno, da sta prevladujoči smeri, v katere se v poprečju gibljejo izpusti NEK, proti jugozahodu in proti severovzhodu. Zato so tudi izračunane koncentracije radionuklidov v naseljih severovzhodno in jugozahodno od NEK višje za faktor štiri ali več od tistih v smeri severozahodno in jugovzhodno od NEK na približno isti oddaljenosti. Iz predstavljenih podatkov in podatkov o emisijah lahko ocenimo tudi povprečno koncentracijo v posameznih naseljih ter te ocene primerjamo z našimi merskimi podatki.

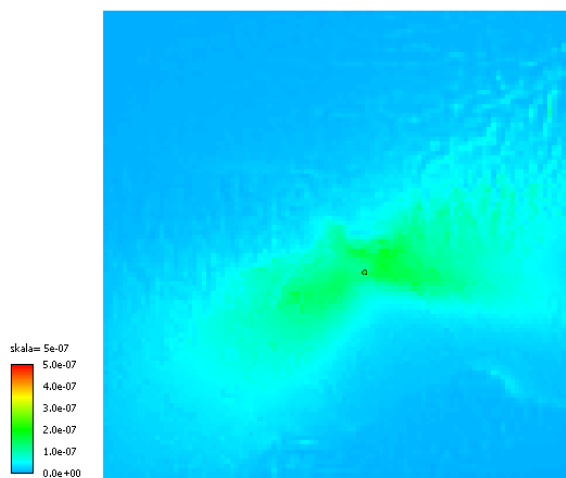
Po težavah v 2008 je marca 2009 začel delovati nov sodar nemškega proizvajalca METEK, kar je dvignilo kvaliteto modeliranja v primerjavi z letom 2008 nazaj na raven iz leta 2007. Avgusta 2009 se je spremenila lokacija AMP Krško, ki je sedaj ustrežnejša s stališča meteoroloških meritev, kar zagotavlja boljše rezultate modela v okolici mesta Krško.



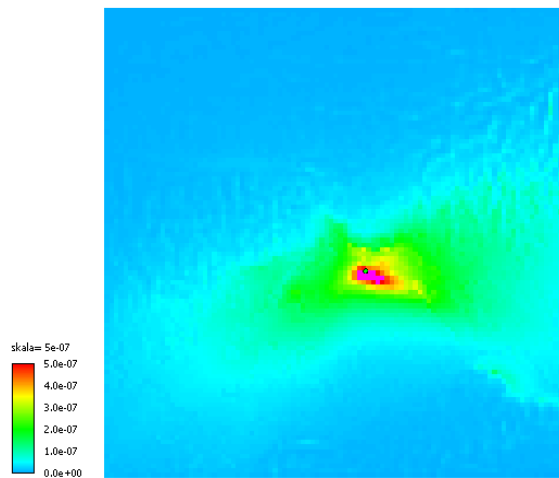
Slika 4.4: Primerjava izračunanih letnih povprečnih koncentracij Cs-137 v različno oddaljenih naseljih



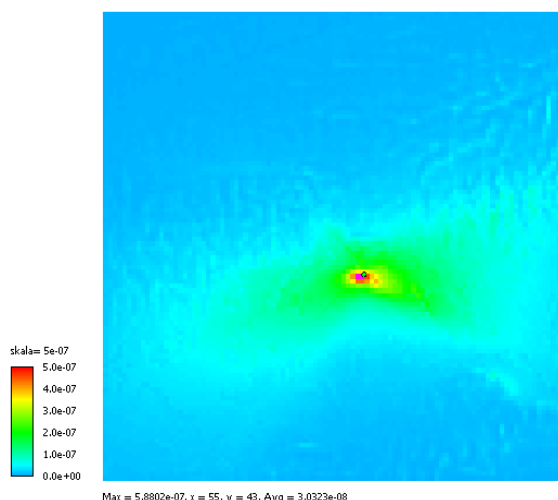
01-01-07, 00:00, NEK LGM, Yearly, X/Q, Avg.



01-01-08, 00:00, NEK LGM, Yearly, X/Q, Avg.



01-01-09, 00:00, NEK LGM, Yearly, X/Q, Avg.



**Slika 4.5:** Povprečni letni razredčitveni koeficienti  $(\chi/Q)/(s/m^3)$  za izpust z višine 60 m za okolico NEK za leta 2007, 2008, 2009, Lagrangeev model

### Ingestijske doze zaradi atmosferskih izpustov C-14

Prispevek C-14 k inhalacijski dozi je majhen, le nekaj desetink odstotka skupne inhalacijske doze, v letu 2009 tako le 0,000034  $\mu\text{Sv}$  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 predvsem ingestijsko dozo. V letu 2009 je Inštitut Ruđer Bošković izdelal študijo [25], v kateri ocenjuje dozo zaradi ingestije C-14 iz izpustov NEK v 2009 na okoli 0,3  $\mu\text{Sv}$  letno. V študiji se primerja doza zaradi uživanja jabolk iz neposredne okolice NEK in kontrolne lokacije v Dobovi. Efektivna letna doza je izračunana ob predpostavki, da človek poje vsak dan 0,3 kg jabolk iz lokacije, ki je znotraj kroga približno 750 m od NEK. Jabolka iz te lokacije uživa dva meseca v letu, drugih 10 mesecev pa uživa jabolka s kontrolne lokacije v Dobovi. Ocenjena letna efektivna doza zaradi zauživanja C-14 na kontrolni lokaciji v Dobovi je okoli 15  $\mu\text{Sv}$ , dodatna doza zaradi prispevka C-14 iz NEK pa je 1–2% (0,3  $\mu\text{Sv}$ ).



## SKLEPI

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.

Od leta 2007 za izračun doz zaradi atmosferskih izpustov uporabljamo Lagrangeev model, ki bolje opisuje razširjanje radioaktivnosti od točke izpusta na razgibanih terenih. Z uporabo tega modela so izračunane predvidene efektivne doze zaradi inhalacije in imerzije skoraj stokrat nižje kot pred 2007.

V letu 2008 je Evropska komisija izdala publikacijo [21], v kateri so izračunane doze zaradi izpustov iz jedrskih elektrarn in obratov za predelavo jedrskega goriva v Evropi. Doze so izračunane za referenčno 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 efektivna doza za 75 % objektov manjša od 1,4  $\mu\text{Sv}$  na leto na razdalji 500 m in manjša od 0,24  $\mu\text{Sv}$  na leto na razdalji 5000 m. Naselje Spodnji Stari Grad je na razdalji 1,5 km od točke izpusta iz NEK. Ocenjena letna efektivna doza za leto 2009 je 0,3  $\mu\text{Sv}$  in je predvsem posledica ingestije zaradi C-14. Podobna ugotovitev velja tudi za druge jedrske objekte v Evropi.

Ovrednotenje imisij na osnovi evalvacije meritev aerosolnih filtrov ter atmosferskih emisij z modelskimi izračuni razredčitvenih koeficientov, ki temeljijo na realnih vremenskih podatkih, je za leto 2009 pokazalo naslednje:

- predvidena efektivna doza zaradi inhalacije aerosolov v okolici NEK je predvsem posledica inhalacije dolgoživih naravnih radionuklidov in je za odraslega posameznika ( $45 \pm 5$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto. Doza je v okviru pričakovanj in na ravni povprečne vrednosti zadnjih let;
- predvidena efektivna doza zaradi inhalacije umetnih radionuklidov v aerosolih v okolici NEK je posledica radionuklidov, ki so del globalne kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in černobilske kontaminacije in je za odraslega posameznika ( $0,0005 \pm 0,0022$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto;
- izpusti žlahtnih plinov iz NEK povzročajo glavino zunanjega sevanja, ki je za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva (naselje Spodnji Stari Grad) 3,4 nSv na leto;
- izpusti hlapov in plinov, ki vsebujejo tritij, povzročajo največjo efektivno dozo zaradi inhalacije; ta je za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva 5,9 nSv na leto; prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, vendar pri tem niso upoštevane posledice prehoda radionuklidov iz zraka v druge prenosne poti;
- ocena izpostavitve sevanju, narejena na osnovi meritev C-14 v vzorcih hrane, ki so bile opravljene v letu 2009, potrjuje pomembnost te prenosne poti; ocenjeni prispevek NEK k letni efektivni dozi za posameznika, ki bi v določenem deležu užival hrano, pridelano ob ograji NEK z največjo izmerjeno vsebnostjo C-14, je v letu 2009 ocenjena na 0,3  $\mu\text{Sv}$  na leto (Izveštaj o rezultatih mjenja, LNA-2a/2010, Institut Ruđer Bošković [25]), kar pomeni 1–2 % povečanje glede na referenčno lokacijo v Dobovi;
- skupna letna efektivna doza za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva, ki je posledica inhalacije in imerzije, je 9,3 nSv v letu 2009.



## 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, (1991) 36 (2-4), 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] 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
- [22] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161
- [23] Izveštaj o rezultatima mjerenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 6. 2. 2008
- [24] B. Obelić, Izveštaj o rezultatima mjerenja BO-5/09, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, februar 2009
- [25] Izveštaj o rezultatima mjerenja, LNA-2a/2010, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 3. 3. 2010
- [26] Ya. E. Yudovich, M. P. Ketris, Selenium in coal: A review, International Journal of Coal Geology 67 (2006) 112–126





## 5 ZUNANJE SEVANJE

### POVZETEK

*V letu 2009 so bili v okviru obratovalnega nadzora radioaktivnosti NEK opravljene vse meritve doze zunanjega sevanja s TL-dozimetri in kontinuirnimi merilniki hitrosti doze po programu, ki ga predvideva Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (Ur. l. RS 20/07) (JV10). Povprečna letna doza  $H^*(10)$ , izmerjena s TLD-400, je bila v okolici NEK ( $0,837 \pm 0,100$ ) mSv, na ograji NEK ( $0,628 \pm 0,050$ ) mSv in na Hrvaškem ( $1,14 \pm 0,148$ ) mSv. Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so bili, enako kot prejšnja leta, v letu 2009 nemerljivi. Posredno smo konservativno ocenili, da je bila njihova letna efektivna doza manjša od 0,00001 mSv. V poglavju "Zrak" je bilo ocenjeno, da je skupna letna efektivna doza za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva zaradi imerzije 0,34 nSv v letu 2009, v tem poglavju pa je bila dodatno ocenjena letna efektivna doza zaradi useda radionuklidov na 0,2  $\mu$ Sv. Prispevek kontaminacije zemljišča in urbanih površin s Cs-137 k letni dozi zaradi poskusnih jedrskih eksplozij in černobilske kontaminacije v letu 2009 je bil velikostnega reda enega odstotka naravnega ozadja.*

### UVOD

Prebivalstvo v okolici NEK je izpostavljeno različnim virom zunanjega sevanja, kot so: sevanje žarkov gama zaradi naravnih izotopov v okolju, kozmično sevanje, sevanje žarkov gama zaradi černobilske kontaminacije in kontaminacije zaradi poskusnih jedrskih eksplozij, zunanje sevanje zaradi vplivov NEK in medicinskih izpostavitvev, predvsem rentgenskih pregledov (teh izpostavitvev ne obravnavamo, saj ne razpolagamo s podatki).

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.

Ob izpuščanju radioaktivnih snovi v ozračje izvira zunanje sevanje iz radioaktivnega oblaka. Po prehodu oblaka sevajo izotopi, ki so se usedli na tla (izpiranje s padavinami, resuspenzija). Zunanje sevanje s kontaminiranega zemljišča sčasoma upada zaradi radioaktivnega razpada in pronicanja radioaktivnih snovi v zemljo.

Na podlagi Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS 102/04, UPB-2 okrajšano ZVISJV) in Pravilnika o monitoringu radioaktivnosti (Ur. l. RS 20/07) (JV10) se zunanje sevanje v okolici NEK meri neprekinjeno z okoljskimi termoluminiscenčnimi dozimetri (TLD) in da se določa okoliški ekvivalent doze  $H^*(10)$ . Dozimetri naj bi bili postavljeni na višini 1 m od tal na travnatem, neobdelanem zemljišču in ne v bližini zidanih objektov. Poleg tega ARSO upravlja in vzdržuje še sistem za neprekinjeno merjenje hitrosti doze (MFM), elektronsko zbira rezultate teh meritev, skrbi za njihovo kakovost in jih posreduje na URSJV v sistem zgodnjega obveščanja o povečanih ravneh zunanjega sevanja.

Termoluminiscenčni dozimetri (TLD) se uporabljajo 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 nezgodi po prehodu radioaktivnega oblaka;
- oceno izpostavitve zunanjemu sevanju zaradi nelokalnih vplivov (kot je bila npr. černobilska kontaminacija).





Kontinuirni merilniki hitrosti doze so namenjeni za:

- sprotno spremljanje doze zunanjega sevanja in
- zgodnje opozarjanje.

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 [29]. Program v izračunu doz upošteva Gaussov model razširjanja izpuščenih delcev v atmosferi in usedanju na tla. 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.

## ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

### Termoluminiscenčni dozimetri TLD

V okviru nadzora radioaktivnosti v okolici NEK se zunanja doza sevanja (sevanje gama in ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja) meri s 57 termoluminiscenčnimi dozimetri (TLD-400) v okolici NEK in z devetimi TLD-400 na ograji NEK. Dozimetri so nameščeni krožno okoli NEK na razdaljah do 10 km. Postavljeni so na lokacijah, ki vključujejo tako urbano kot ruralno okolje z obdelanim in neobdelanim zemljiščem in so postavljeni na višini 1 m od tal. Seznam dozimetrov zunaj in na ograji NEK z osnovnimi podatki je v tabelah T-53/a, razmestitev pa je prikazana na drugem zemljevidu v prilogi poročila. V okviru nadzornega programa NEK je na Hrvaškem postavljenih še 10 TLD (podatki v tabeli T-55). V Sloveniji dodatno poteka v okviru programa nadzora radioaktivnosti v RS meritev doze zunanjega sevanja s TLD na 50 lokacijah po vsej državi (podatki so v tabeli T-54). Kot referenčni dozimeter za obdelavo rezultatov meritev doze zunanjega sevanja upoštevamo dozimeter, ki je postavljen na dvorišču IJS.

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. Z merskim sistemom lahko merimo osebne in okoljske doze v intervalu doz od 5  $\mu$ Sv do 5 Sv [31]. Dozimetri TLD-400 (CaF<sub>2</sub>:Mn) so umerjeni v fotonskem sevalnem polju pri energijah od 40 keV do 1260 keV v Laboratoriju za dozimetrične standarde (NDS) na IJS. Pred namestitvijo TLD se opravi individualna kalibracija tabletk po postopku *Umerjanje (kalibracija) dozimetrov IJS TLD-05 (TLD-KP-02)*.

Na Hrvaškem se doza zunanjega sevanja meri s TL-dozimetri (LiF: Mg, Cu, P; TLD-100H, LiF: Mg, Ti; TLD-100) [32]. Vsi dozimetri so kalibrirani v Sekundarnem standardnem dozimetrijskem laboratoriju (SSDL) na Institutu Ruđer Bošković v Zagrebu. Čitanje dozimetrov se izvaja s komercialnim merskim sistemom TOLEDO 654 (Vinten) [31, 32].

### Kontinuirni merilniki hitrosti doze zunanjega sevanja

V okolici NEK je postavljenih 14 kontinuirnih merilnikov MFM-203, 13 jih nadzira NEK, enega pa URSJV. Podatki o lokacijah kontinuirnih merilnikov so v tabeli T-56/a. Poleg teh je po vsej Sloveniji še 52 kontinuirnih merilnikov. Kontinuirni merilniki hitrosti doze so povezani v sistem mreže za zgodnje zaznavanje radioaktivnosti, ki je dostopna na spletnem naslovu "<http://www.radioaktivnost.si>".



## MERSKI REZULTATI

### Termoluminiscenčni dozimetri TLD

Rezultati meritev doze zunanjšega sevanja (sevanja gama in ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja) za leto 2009 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 povprečne letne doze TLD za okolico NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem. Povprečna letna doza  $H^*(10)$  v okolici NEK je bila  $(0,837 \pm 0,100)$  mSv z razponom od 0,642 mSv do 1,064 mSv. Na ograji NEK je bila letna doza zunanjšega sevanja  $(0,628 \pm 0,050)$  mSv z razponom od 0,529 mSv do 0,678 mSv. Dozimetri na Hrvaškem so pokazali letno dozo zunanjšega sevanja  $(1,14 \pm 0,148)$  mSv z razponom od 0,91 mSv do 1,45 mSv. Pri meritvah s 50 TLD v Sloveniji, ki jih je izvajal IJS, je bila v letu 2009 povprečna letna doza  $(0,922 \pm 0,160)$  mSv, z razponom od 0,627 mSv do 1,439 mSv.

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. 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, saj so lokacije TLD v Sloveniji bolj raznolike, kot je to pri tistih v okolici NEK. Povprečna letna doza v okolici NEK je za tretjino višja od tiste na ograji NEK. Razliko pripisujemo prodnatim 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 dozimetre na ograji NEK pa je poleg nižjih vrednosti značilna še majhna disperzija izmerkov na različnih mestih, kar kaže na uniformno sevalno okolje.

Na sliki 5.1 je prikazana porazdelitev povprečne letnih doz  $H^*(10)$  po smereh neba za leta od 2000 do 2009 in posebej povprečne letne doze za leto 2009. Za zadnjih 9 let ni mogoče opaziti korelacije med povprečno letno dozo zunanjšega sevanja glede na smer rože vetrov, s čimer potrjujemo, da s TLD-ji v okolici NEK merimo naravno ozadje. Na sliki 5.2 je prikazana pogostost doz po doznih intervalih za vseh 67 TL-dozimetrov, ki se uporabljajo pri rednem nadzoru NEK. S slike je razvidno, da ima porazdelitev dva vrhova. Prvega pri intervalu 0,65–0,7 mSv, kar ustreza dozam, ki so bile izmerjene na ograji NEK ter drugi vrh pri doznem intervalu 0,8–0,85 mSv, kar ustreza povprečju doz, ki je bila izmerjena z dozimetri v okolici NEK.

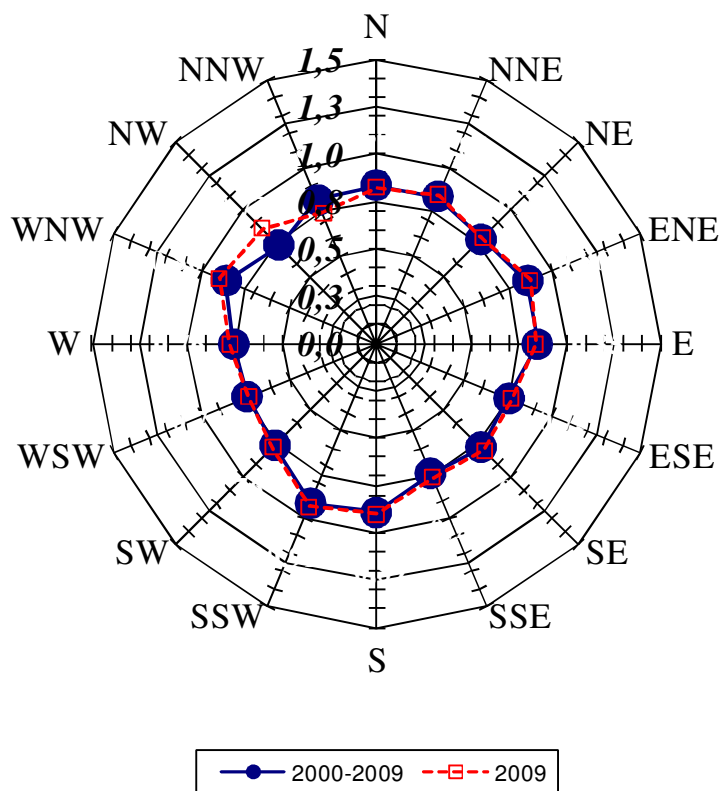
### Kontinuirni merilniki hitrosti doze zunanjšega sevanja

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 izmerkov. V letu 2009 je bila izmerjena povprečna letna doza  $(0,682 \pm 0,07)$  mSv v razponu od 0,560 mSv do 0,79 mSv. Povprečna letna doza iz teh meritev je 20 % manjša, kot je povprečna letna doza, izmerjena s TLD v okolici NEK. Omeniti je treba, da je za 20 % sicer pod relativno negotovostjo posamezne meritve, vendar kaže na sistematski vpliv pri nizkih hitrostih doze. Povprečna letna doza pri 42 kontinuirnih merilnikih v Sloveniji, ki so pod nadzorom URSJV, je v letu 2009  $(0,611 \pm 0,138)$  mSv v razponu od 0,40 mSv do 1,07 mSv. Povprečna letna doza ni primerljiva s tisto, ki jo kažejo meritve s TLD na območju Slovenije. Iz tabele T-56/b lahko ugotovimo, da 22 MFM-jev kaže letne doze nižje kot 0,6 mSv. V mreži desetih MFM, ki jo vzdržuje ARSO, pa je bila v letu 2009 povprečna letna doza  $(1,131 \pm 0,142)$  mSv v razponu od 0,93 mSv do 1,40 mSv. Ta doza prav tako ni primerljiva s povprečno leto dozo, izmerjeno s TLD v Sloveniji, saj je višja za dobrih 15 %.

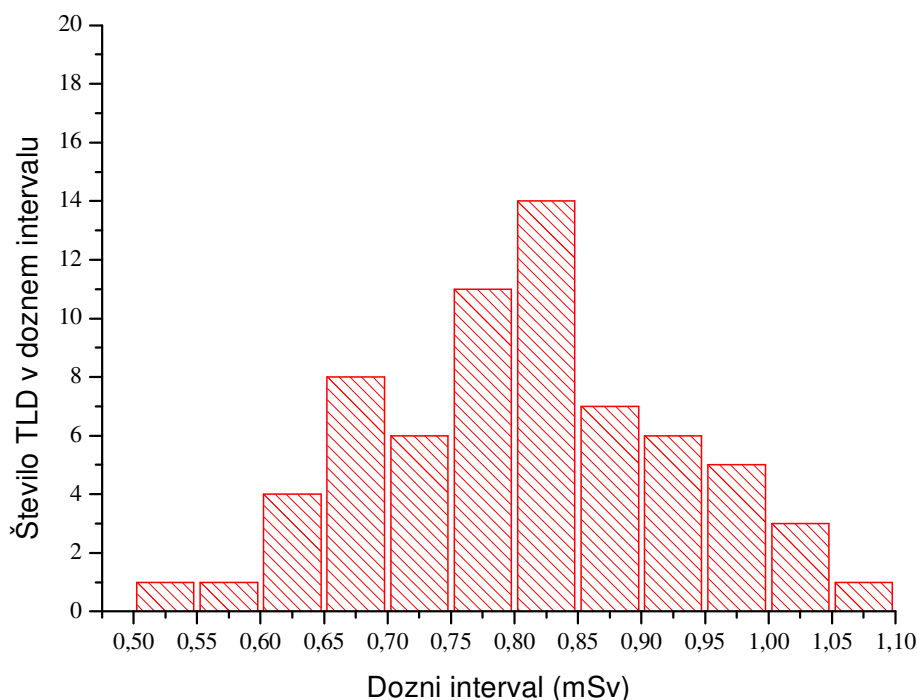


**Tabela 5.1:** Letne doze TLD,  $H^*(10)$  na ograji NEK, v okolici NEK, v Sloveniji, Ljubljani in na Hrvaškem v letu 2009.

Lokacija	št. TLD	Letna doza (mSv)	Razpon letnih doz (mSv)
Na ograji NEK	9	$0,628 \pm 0,050$	0,529–0,678
Okolica NEK vsi	57	$0,837 \pm 0,100$	0,642–1,064
Okolica NEK do 1,5 km	13	$0,835 \pm 0,126$	0,642–1,064
Okolica NEK od 1,5 do 5 km	22	$0,828 \pm 0,079$	0,693–1,032
Okolica NEK od 5 do 10 km	22	$0,848 \pm 0,096$	0,669–1,020
Slovenija	50	$0,922 \pm 0,160$	0,627–1,439
Ljubljana – referenčna lokacija	1	$0,868 \pm 0,089$	/
Hrvaška	10	$1,14 \pm 0,148$	0,91–1,45



**Slika 5.1:** Porazdelitev povprečnih letnih doz  $H^*(10)$  po smereh neba za leta od 2000 do 2009 in posebej za leto 2009. Doze so podane v mSv, negotovost rezultatov izračunanih povprečij je 12-odstotna.



**Slika 5.2:** Porazdelitev povprečnih letnih doz  $H^*(10)$  vseh TL-dozimetrov po doznih intervalih v letu 2009

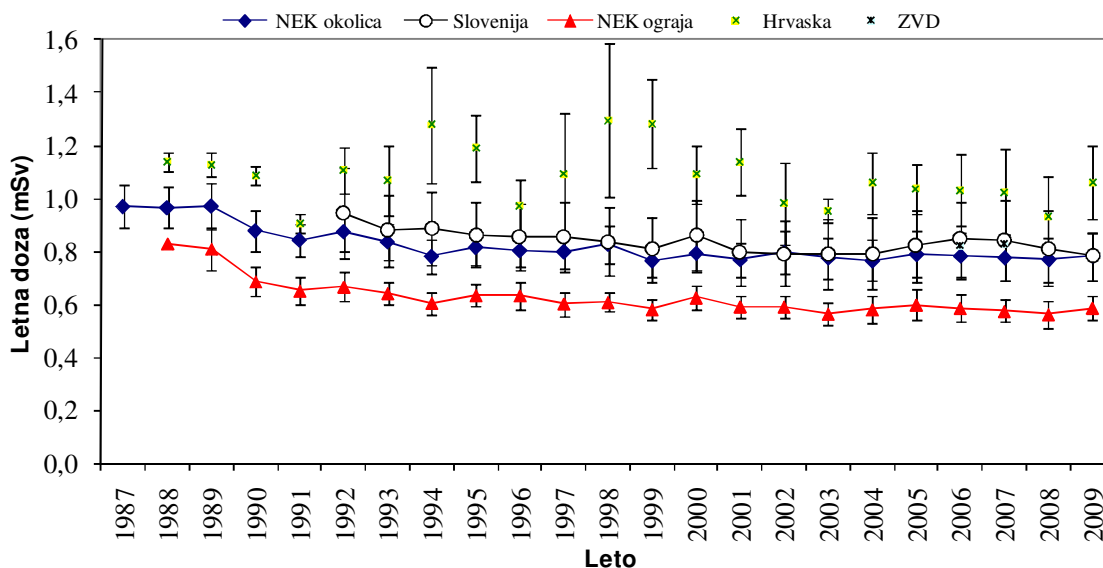
## DISKUSIJA

Na sliki 5.3 so za vsa obdobja od 1987 do 2009 povzeti rezultati letnih doz s TLD v okolici NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem. Za leti 2006 in 2007 sta dodani povprečni meritev s TLD za Slovenijo, ki jih je izvajal ZVD. Na sliki 5.3 podajamo dozo zunanjega sevanja kot fotonsko ekvivalentno dozo  $H_x$ , zaradi kontinuitete meritev v preteklosti. Za spekter ionizirajočega sevanja v naravnem okolju velja zveza  $H^*(10) = 1,07 H_x$ .

Za meritve v Sloveniji je v vseh primerih značilno zmanjševanje letne doze, predvsem v prvih letih po černobilski 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 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. Prispevka Cs-137 k zunanjemu sevanju iz meritev s TLD ni mogoče oceniti, ker ne razpolagamo s primerljivimi podatki iz predčernobilskega obdobja.

Od 1987 do 2009 so bile doze v Sloveniji neznatno višje od tistih v okolici NEK. Razlog je najverjetnejše v večji pestrosti točk v programu nadzora radioaktivnosti v RS, ki vključuje tudi lokacije, kjer zaradi konfiguracije zemljišča, sestave tal 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.

Vrednosti letnih doz TLD na Hrvaškem so bile v preteklosti sistematično višje od tistih v Sloveniji.



**Slika 5.3:** Povprečne letne doze TLD v okolici NEK, na ograji NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem od 1987 do 2009

## OCENA VPLIVOV

### Naravno sevanje

Ugotovili smo, da prispevkov NEK k dozi zunanega sevanja ni mogoče neposredno meriti s TLD-ji in MFM-ji. Mreža TLD zato meri dozo sevanja gama naravnih radionuklidov v okolju, ionizirajoče komponente in sevanja gama kozmičnega porekla ter prispevka globalne kontaminacije s Cs-137. Ker pa je sedanjí 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 2009 je bila 0,84 mSv na leto, kar je v okviru merske negotovosti enako kot v letu 2008, 0,82 mSv, in se dobro sklada z oceno iz poročila [19] za svetovno prebivalstvo, ki je 0,87 mSv.

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 0,1 mSv na leto. Ker leži območje Krškega 200 m nad morskó 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 efektivna doza kozmičnih nevtronov za prebivalstvo okolice NEK 0,070 mSv.

### Globalna kontaminacija

V poglavju "Zemlja" je bila iz meritev vsebnosti Cs-137 v zemlji v okolici NEK ocenjena letna efektivna doza na vrednosti od 0,0009 mSv do 0,0062 mSv, upoštevajoč 80-odstotno zadrževanje v hiši in 20-odstotno na prostem. To je od 0,1 % do 0,73 % 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).

### Neposredno sevanje iz objektov znotraj ograje NEK

Kot smo že ugotovili, je bil prispevek sevanja gama iz objektov znotraj ograje NEK k letni dozi na ograji pod mejo zaznavnosti. V preteklosti so bili nekajkrat izmerjeni počasni in hitri nevtroni v bližini odprtine za vnos in iznos opreme na zadrževalnem hramu ("*equipment hatch*") [1], prav tako pa tudi meritve zunaj ograje NEK. V primeru meritev zunaj ograje NEK se je pokazalo, da je bilo izmerjeno le naravno ozadje kozmičnih nevtronov [28]. 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 koeficientov, dobljenih iz dveh modelov, in merjenih vremenskih podatkov. Glavnina izpostavitve je zaradi izpustov žlahtnih plinov (predvsem Ar-41). Rezultati so v tabeli 5.2. Rezultati Lagrangeevega modela so nižji kot rezultati Gaussovega modela. Najmanjše so razlike pri manjših razdaljah, medtem ko z razdaljo naraščajo. Iz rezultatov meritev je mogoče skleniti, da so imerzijske doze zaradi izpustov radioaktivnih žlahtnih plinov iz NEK popolnoma nepomembne, 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 1 E-5 naravne doze.

**Tabela 5.2:** Letne efektivne doze zunanjega sevanja za odrasle iz oblaka za leto 2009

Lokacija	Razdalja od NEK (km)	Lagrangeev model (mSv)	Gaussov model (mSv)
Spodnji Stari Grad	1,5	9,4E-06	2,9E-04
Vrbina	0,8	1,0E-05	3,0E-04
Brežice	7,1	2,9E-06	2,5E-04
Vihre	3,1	2,1E-06	2,5E-04
Mrtvice	2,8	2,5E-06	2,3E-04
Brege	2,3	4,8E-06	2,4E-04
Žadovinek	1,7	7,9E-06	3,0E-04
Leskovec	2,9	5,5E-06	4,4E-04
Krško – Stara vas	1,7	5,3E-06	4,9E-04
Pesje	3,0	7,4E-06	4,1E-04
Dobova	12,1	1,4E-06	3,4E-04
Ograja NEK (zahod)	0,2	2,7E-05	4,4E-04



### Used radioaktivnih snovi iz oblaka

Izpostavitev zunanjemu sevanju zaradi usedlih radioaktivnih snovi iz oblaka je bila ocenjena z računalniškim programom RASCAL 3.0.3 [29]. Program za razširjanje delcev uporablja Gaussov "puff" (pih) model. 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 (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  $ft$  (enačba 5) :

$$ft = \frac{1}{4\lambda}(1 - e^{-\lambda t}) \quad (5)$$

kjer je  $\lambda$  razpadna konstanta radionuklida, čas  $t$  pa je enak 365 dni. V oceno niso vključeni radioaktivni žlahtni plini, ker se ne usedajo iz oblaka [30]. Oceno smo naredili z naslednjimi vremenskimi razmerami: zimsko jutro, razred stabilnosti E, hitrost vetra 4 m/s, brez padavin, saj se občasni atmosferski izpusti iz NEK praviloma izvajajo v obdobju brez padavin. Končna ocena je bila narejena za več razdalj od dimnika NEK. Ocena vključuje predpostavko, da gre ves letni izpust zgolj v smeri severovzhod (NE). Iz tabele 5.3 je razvidno, da je bila v letu 2009 letna doza največja, 186 nSv na leto na oddaljenosti 3,25 km od dimnika NEK. Na oddaljenosti 0,8 km od dimnika NEK je bila izračunana letna doza zaradi useda 1,9 nSv, kar je enako kot v letu 2008. Tega prispevka NEK ni mogoče izmeriti niti s TLD-ji niti s kontinuirnimi merilniki, ki so v okolici NEK, saj je meja detekcije s TLD-ji in MFM-ji vsaj dva velikostna reda višja. Poleg tega pa tudi variacije letnih doz na posameznih lokacijah zaradi različnosti naravnega sevanja daleč presegajo prispevek NEK. K celotni dozi največ prispevata izpusta Co-60 (75 %) in I-131 (24 %), izpusti drugih radionuklidov zanemarljivo prispevajo k dozi zunanjega sevanja zaradi useda.

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

**Tabela 5.3:** Ocena letne zunanje doze zaradi useda radioaktivnih snovi za različne razdalje  $r$  od NEK za leto 2009

Oddaljenost od dimnika NEK:			$r = 0,5$ km	$r = 0,8$ km	$r = 1$ km	$r = 1,5$ km	$r = 3,25$ km	$r = 7,5$ km		$r = 0,5$ km	$r = 0,8$ km	$r = 1$ km	$r = 1,5$ km	$r = 3,25$ km	$r = 7,5$ km
Izotop	$t_{1/2}$ /dan	Bq [leto]	$(E/\text{t YAJ})/(\text{Sv}\sqrt{d})/\text{Bq}$						ft (dan)	Sv na leto					
I-131	8,02E+00	1,57E+07	4,22E-17	1,08E-16	1,69E-16	3,80E-16	1,01E-15	3,59E-17	2,89E+00	1,92E-09	4,91E-09	7,69E-09	1,73E-08	4,59E-08	1,63E-09
H-3	4,50E+03	6,24E+12	0	0	0	0	0	0	8,87E+01	0	0	0	0	0	0
C-14	2,09E+06	1,32E+11	0	0	0	0	0	0	9,12E+01	0	0	0	0	0	0
Cr-51	2,77E+01	3,65E+04	9,02E-21	2,31E-20	3,61E-20	8,12E-20	2,16E-19	7,70E-21	9,99E+00	3,29E-15	8,42E-15	1,32E-14	2,96E-14	7,87E-14	2,81E-15
Mn-54	3,12E+02	4,26E+03	2,91E-20	7,44E-20	1,16E-19	2,62E-19	6,96E-19	2,48E-20	6,25E+01	7,75E-15	1,98E-14	3,09E-14	6,98E-14	1,85E-13	6,61E-15
Co-57	2,72E+02	1,13E+03	1,09E-21	2,79E-21	4,37E-21	9,82E-21	2,69E-20	9,31E-22	5,94E+01	7,30E-17	1,87E-16	2,93E-16	6,58E-16	1,80E-15	6,24E-17
Co-58	7,09E+01	2,70E+05	2,61E-19	6,67E-19	1,04E-18	2,35E-18	6,24E-18	2,23E-19	2,48E+01	1,75E-12	4,47E-12	6,97E-12	1,57E-11	4,18E-11	1,49E-12
Co-60	1,93E+03	1,86E+06	3,69E-17	9,44E-17	1,48E-16	3,32E-16	8,83E-16	3,14E-17	8,55E+01	5,86E-09	1,50E-08	2,35E-08	5,28E-08	1,40E-07	4,99E-09
Zr-95	6,40E+01	1,88E+03	1,17E-20	2,99E-20	4,67E-20	1,09E-19	2,80E-19	9,96E-21	2,26E+01	4,97E-16	1,27E-15	1,98E-15	4,63E-15	1,19E-14	4,23E-16
Nb-95	3,50E+01	1,16E+04	7,07E-20	1,81E-19	2,83E-19	6,36E-19	1,69E-18	6,04E-20	1,26E+01	1,04E-14	2,65E-14	4,15E-14	9,33E-14	2,48E-13	8,86E-15
Cs-137	1,10E+04	2,87E+04	1,00E-19	2,56E-19	4,00E-19	9,00E-19	2,39E-18	8,52E-20	9,02E+01	2,58E-13	6,62E-13	1,03E-12	2,33E-12	6,18E-12	2,20E-13
Fe-55	1,00E+03	3,10E+05	0	0	0	0	0	0	8,07E+01	0	0	0	0	0	0
Sr-90	1,04E+04	3,20E+03	1,29E-23	3,30E-23	5,15E-23	1,16E-23	3,08E-22	1,12E-23	9,01E+01	3,72E-18	9,53E-18	1,49E-17	3,35E-18	8,89E-17	3,23E-18
Se-75	1,20E+02	1,00E+04	3,13E-20	8,02E-20	1,25E-19	2,82E-19	7,50E-19	2,69E-20	3,80E+01	1,19E-14	3,05E-14	4,75E-14	1,07E-13	2,85E-13	1,02E-14
Vsota :										7,79E-09	1,99E-08	3,12E-08	7,01E-08	1,86E-07	6,63E-09



**Tabela 5.4:** Letne efektivne doze zunanjega sevanja v letu 2009 za prebivalstvo v okolici NEK

Vir	Podatki	Letna efektivna doza (mSv)
sevanje gama + ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja	TLD ( $H^*(10)$ )	0,84 (92 %)
kozmični nevtroni	[19]	0,070 (8 %)
<b>naravno sevanje – skupaj</b>		<b>0,91 (100 %)</b>
kontaminacija zaradi černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij	Cs-137 v zemlji ali na urbani površini + model	<0,01 (<1 %)
<b>NEK – atmosferski izpusti</b>	<b>oblak + used (model)</b>	<b>&lt;0,0001 (&lt;0,1 %)</b>
<b>SKUPAJ</b>		<b>0,92</b>

## SKLEPI

Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so zanemarljivi in nemerljivi s TLD-ji in kontinuirnimi merilniki. Meja detekcije s TL-dozimetri je 0,0075 mSv. Posredno konservativno ocenjujemo, da je letna efektivna doza manjša od 0,0001 mSv.

Celotna letna doza naravnega ozadja zaradi naravnih sevalcev gama, ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja in kozmičnih nevtronov v letu 2009 je bila za prebivalstvo v okolici NEK 0,91 mSv na leto in je primerljiva z oceno za svetovno prebivalstvo.

Prispevek kontaminacije zemljišča in urbanih površin s Cs-137 (černobilska nesreča in poskusne jedrske eksplozije) k letni dozi v letu 2009 je velikostnega reda enega odstotka naravnega ozadja oziroma največ okrog 0,0062 mSv.

Primerjava modelskih rezultatov, ki so bili narejeni z Lagrangeevim modelom (Poglavje "Zrak") in modelom ocene useda (program Rascal), je prav tako pokazala, da so bile posledice atmosferskih izpustov NEK v letu 2009 nemerljive. V poglavju "Zrak" je bilo izračunano, da je skupna letna efektivna doza za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva, ki je posledica imerzije, 3,4 nSv v letu 2009, medtem ko je bila v tem poglavju ocenjena letna efektivna doza zaradi useda 1,9 nSv na oddaljenosti 0,8 km od dimnika NEK.

## REFERENCE

- [27] HSK – Annual Report 1995 Tables 1-5  
(<http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/annual-report1995.pdf>)
- [28] Matjaž Korun, osebno sporočilo, 2003
- [29] PC program: Radiological Assessment System for Consequence Analysis RASCAL 3.0.3, NRC, June 2002
- [30] Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, Radiation Protection 72, European Commission, Report EUR 15760 EN, 1995
- [31] B. Zorko, S. Miljanić, B. Vekić, M. Štuhec, S. Gobec, M. Ranogajec - Komor, Intercomparison of dosimetry systems based on CaF<sub>2</sub>: Mn TL-detectors, Radiat. Prot. Dosim. 119 (2006) 300–305
- [32] S. Miljanić, Ž. Knežević, M. Štuhec, M. Ranogajec - Komor, K. Krpan, B. Vekić, Radiat. Prot. Dosim. 106 (2003) 253–256







## 6 Z E M L J A

### POVZETEK

*V letu 2009 so bili v okviru nadzora radioaktivnosti NEK zbrani vzorci na štirih lokacijah v okolici NEK iz raznih globin, da je bilo omogočeno spremljanje globinske odvisnosti koncentracije radionuklidov. Koncentracije naravnih radionuklidov se z globino ne spreminjajo, so pa večje na lokacijah, kjer je tip zemlje rjava naplavina. Globinske odvisnosti koncentracije Cs-137 se znatno ne razlikujejo od tistih, izmerjenih v prejšnjih letih. Prejete doze zaradi Cs-137 so okrog 4 nSv na leto in so manjše od doz, ocenjenih iz meritev radioaktivnosti življenjskega okolja v Republiki Sloveniji v letu 2008. Hitrosti doze zaradi naravne radioaktivnosti v zemlji so 44 nGy/h in 60 nGy/h na lokacijah, kjer je tip zemlje mivkasta borovina ter rjava naplavina, in so primerljive s svetovnim povprečjem hitrosti doze zaradi naravne radioaktivnosti v zemlji, ki je 51 nGy/h.*

### UVOD

Pravilnik o nadzoru radioaktivnosti predpisuje periodična vzorčevanja in meritve radioaktivnosti vzorcev zemlje z lokacij v okolici NEK. Namen meritev je ugotoviti in ovrednotiti morebitni vpliv elektrarne na koncentracije radionuklidov v zemlji in določiti prispevke le-teh k zunanji dozi sevanja ter spremljati transport radionuklidov v zemlji. Vzorce zemlje se zbira na poplavnih območjih na štirih lokacijah sotočno od NEK. Tri lokacije so na neobdelanih površinah, ena pa na njivi. Vzorce se zbira na štirih globinah, tako da je možno spremljati koncentracije radionuklidov z globino.

Pomembno je, da so si vzorčevalna mesta blizu, tako da je mogoče spremljati časovno spreminjanje koncentracij na posameznih lokacijah ter tako sklepati na transport radionuklidov v zemlji.

### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

Zemlja se vzorčuje spomladi in jeseni na naslednjih lokacijah:

- Amerika, oznaka 5D, levi breg Save, sotočna razdalja od NEK 3,5 km, tip zemlje je rjava naplavina;
- Gmajnice, oznaka 7C, desni breg Save, sotočna razdalja od NEK 2,5 km, tip zemlje: mivkasta borovina;
- Gmajnice, oznaka 7D, desni breg Save, sotočna razdalja od NEK 3,6 km, tip zemlje je rjava naplavina, obdelana zemlja;
- Kusova Vrbina – Trnje, oznaka 6E, levi breg Save, sotočna razdalja od NEK 8,5 km, tip zemlje: mivkasta borovina.

Najpogosteje je poplavljen lokacija na Kusovi Vrbini, in sicer pri pretoku 1000 m<sup>3</sup>/s. Zaradi izpiranja Cs-137 v globlje plasti zemlje smo v letu 2009 vzorčevali le vrhnji sloj zemlje iz globine 0–5 cm in ne 0–2 cm in 2–5 cm. Tako se na lokacijah, kjer se vzorčuje neobdelano zemljo, zbira vzorca z globin 0–5 cm, 5–10 cm, 10–15 cm in 15–30 cm. Na obdelani površini se vzorčuje na globinah 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm in 40–50 cm.

Vzorčevalna metoda je predpisana s *Pravilnikom o monitoringu radioaktivnosti (JV 10)*, postopek vzorčevanja pa je opisan v navodilu *Zbiranje in priprava vzorcev zemlje (LMR-DN-07)*. Zaradi večje občutljivosti meritev se hkrati z vzorcem zemlje zbere še vzorec trave z iste lokacije. Vsebnost sevalcev gama se v vzorcih zemlje meri z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Po meritvi s spektrometrijo gama se izmeri še koncentracija stroncija z destruktivno radiokemijsko analizo.



## REZULTATI MERITEV

Merski rezultati so zbrani v tabelah T-57, T-58, T-59 in T-60, ki so v elektronski obliki na priloženi zgoščenci (**Zemlja2009.pdf**). Razen pričakovane prisotnosti naravnih radionuklidov ter Cs-137 in Sr-90, ki sta povsod prisotna zaradi globalne kontaminacije, niso bili zaznani drugi radionuklidi, ki bi jih lahko pripisali izpustom NEK. Koncentracije naravnih radionuklidov, členov uranove in torijeve razpadne vrste, ter K-40 se ujemajo pri spomladanskem in jesenskem vzorčevanju. V okviru merskih negotovosti niso odvisne od globine vzorčevanja. Edina izjema je Pb-210, ki ima, podobno kot kozmogeni Be-7, povečano koncentracijo v vrhnjem sloju zaradi usedanja iz atmosfere. Koncentraciji obeh potomcev torijeve razpadne vrste, Ra-228 in Th-228, sta enaki, pri uranovi razpadni vrsti pa je koncentracija U-238 za približno 30 % nižja od koncentracije Ra-226. Aktivnosti K-40, U-238 in Ra-226 se ujemajo s povprečnimi aktivnostmi, ki jih UNSCEAR [19] navaja za države južne Evrope.

Posamezni izmerki koncentracije Sr-90 so v razponu od 0,3 Bq/kg do 3 Bq/kg, vendar spreminjanje z globino ni sistematsko. Za Cs-137 opažamo neizrazito odvisnost koncentracije od globine na lokacijah Kusova Vrbina in Amerika, obe lokaciji na Gmajnicah pa kažeta konstantno koncentracijo v vrhnji plasti zemlje.

## DISKUSIJA

### Vpliv NEK

Usedanje iz zraka in poplavljanje reke Save sta glavni prenosni poti, s katerimi lahko izpusti NEK dosežejo lokacije, kjer se zbirajo vzorci zemlje.

V letu 2009 so bili zračni izpusti Cs-137 2,2 E+4 Bq, izpusti v Savo pa 9,2 E+6 Bq. Zračni izpusti v istem letu so bili 1,9 E+6 Bq za Co-60 in izpusti v reko Savo 2,5 E+7 za Co-58. Ker kljub večjim izpuščenim aktivnostim izotopov kobalta nismo zaznali v merjenih vzorcih, sklepamo, da Cs-137 v okolju ni posledica izpustov iz NEK.

### Globalna kontaminacija

Used Cs-137 do globine 30 cm, izmerjen v zadnjih letih na neobdelanih površinah, je predstavljen v tabeli 6.1. Opazno je stresanje izmerkov, ki izvira iz nehomogenosti useda in počasno zmanjševanje zaradi razpadanja in izpiranja. Globinska porazdelitev, ki je prikazana na slikah 6.1, 6.2 in 6.3, kaže, da se z leti globinska porazdelitev ne spreminja, posamezne odmikajoče se porazdelitve izvirajo iz razlik v hitrosti migracije cezija v globino. Odmikajoče se globinske porazdelitve namreč niso korelirane z odmikajočimi se usedi, kar kaže na to, da porazdelitev useda, ki je določena z obliko terena, ni povezana s prepustnostjo zemlje.

Koncentracija Sr-90 v zemlji je do globine 30 cm konstantna in je od 0,3 Bq/kg do 2,6 Bq/kg. Used do globine 30 cm, izmerjen v letu 2009, je največji na lokaciji Amerika in najmanjši na lokaciji Trnje, prav tako kot used Cs-137.



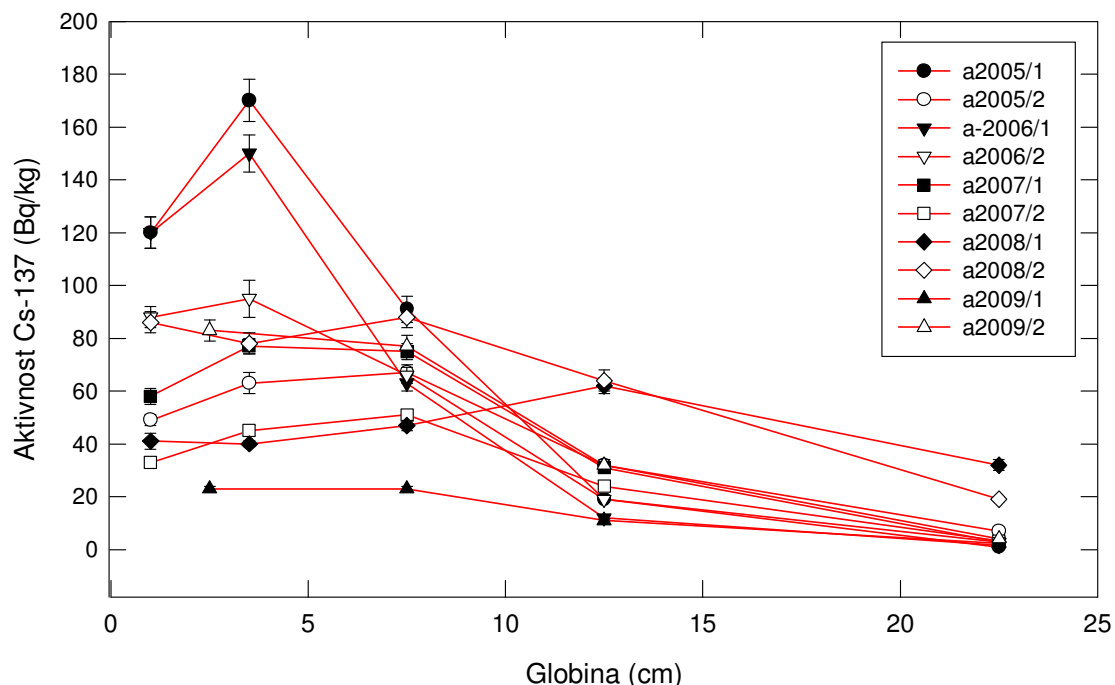
**Tabela 6.1:** Primerjava med usedom Cs-137 do globine 30 cm na vzorčevalnih mestih z neobdelano zemljo

LETO / ODVZEM	GMAJNICE	TRNJE	AMERIKA
	Used (kBq/m <sup>2</sup> )		
2005/1	13,0 ± 0,4	4,5 ± 0,1	13,4 ± 0,4
2005/2	11,0 ± 0,3	6,4 ± 0,2	8,4 ± 0,3
2006/1	10,0 ± 0,3	3,10 ± 0,09	13,0 ± 0,4
2006/2	10,0 ± 0,3	3,7 ± 0,1	11,0 ± 0,3
2007/1	11,0 ± 0,2	3,6 ± 0,1	8,5 ± 0,2
2007/2	6,9 ± 0,2	7,2 ± 0,2	14,0 ± 0,3
2008/1	13,0 ± 0,3	3,2 ± 0,1	9,3 ± 0,2
2008/2	14,0 ± 0,4	3,4 ± 0,1	9,2 ± 0,3
2009/1	3,20 ± 0,09	3,9 ± 0,1	8,1 ± 0,3
2009/2	6,6 ± 0,2	2,5 ± 0,1	7,7 ± 0,2

V okviru nadzora radioaktivnosti v okolju v Republiki Sloveniji se meri used do globine 15 cm v Ljubljani, Kobaridu in Murski Soboti. V letu 2008 so bili na teh lokacijah izmerjeni povprečni usedi Cs-137 ( $8,9 \pm 1,1$ ) kBq/m<sup>2</sup>, ( $11,1 \pm 0,2$ ) kBq/m<sup>2</sup>, in ( $3,5 \pm 0,5$ ) kBq/m<sup>2</sup> [33] kar, razen v Murski Soboti, presega usede do globine 15 cm v Gmajnicah, Trnju in Ameriki, kjer so bile izmerjene vrednosti ( $4,7 \pm 1,9$ ) kBq/m<sup>2</sup>, ( $1,0 \pm 0,1$ ) kBq/m<sup>2</sup> in ( $4,3 \pm 0,3$ ) kBq/m<sup>2</sup>. Tudi usedi Sr-90 na lokacijah iz nadzora radioaktivnosti v Republiki Sloveniji presegajo usede na lokacijah v okolici NEK. Usedi na lokacijah iz nadzora radioaktivnosti v Republiki Sloveniji so ( $0,42 \pm 0,02$ ) kBq/m<sup>2</sup>, ( $0,48 \pm 0,03$ ) kBq/m<sup>2</sup> in ( $0,25 \pm 0,08$ ) kBq/m<sup>2</sup>, na lokacijah v okolici NEK pa so ( $0,16 \pm 0,03$ ) kBq/m<sup>2</sup>, ( $0,08 \pm 0,01$ ) kBq/m<sup>2</sup> in ( $0,14 \pm 0,01$ ) kBq/m<sup>2</sup>.

### Naravna radioaktivnost

Naravni radionuklidi, potomci uranove in torijeve razpadne vrste, ter K-40 so v zemlji porazdeljeni enakomerno, razen Pb-210, ki se useda iz zraka. Potomca iz torijevega razpadnega niza Ra-228 in Th-228 sta v ravnovesju v vseh globinah in na vseh lokacijah. U-238 in Ra-226 nista v ravnovesju, ker je uran v vodi topnejši od radija in se zato bolj izpira. Opazne so višje koncentracije potomcev uranove in radijeve razpadne vrste ter K-40 na lokacijah, kjer je tip zemlje rečna naplavina.



**Slika 6.1:** Globinska porazdelitev koncentracije Cs-137 na lokaciji Gmajnice (neobdelana zemlja). Na legendi so navedeni simboli, ki označujejo merske rezultate iz zadnjih petih let.

## OCENA VPLIVOV

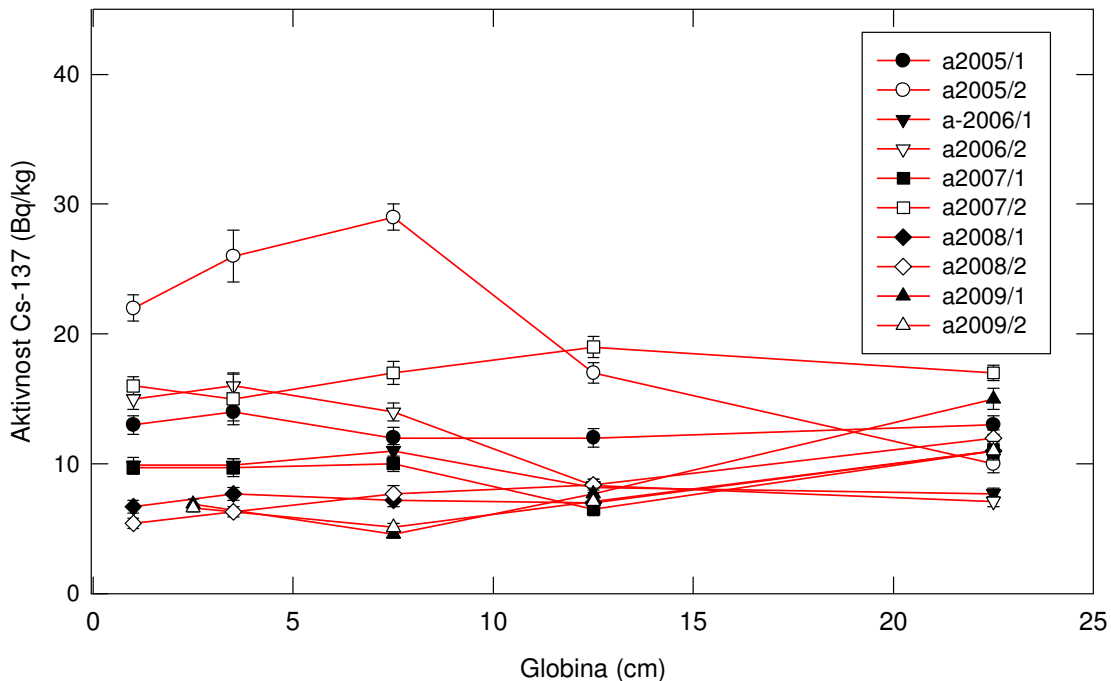
### Globalna kontaminacija

Iz globinske porazdelitve koncentracije Cs-137 smo ocenili letno efektivno dozo zunanega sevanja, ki izvira iz globalne kontaminacije. Predpostavili smo, da se prebivalec zadržuje 20 % časa na prostem in da je faktor ščitenja pri zadrževanju v hiši 0,1. Ocene efektivne doze so v tabeli 6.2. Pri ocenjevanju smo za zemljo predpostavili kemijsko sestavo 56 % kisika, 32 % silicija, 7 % aluminija, 1 % ogljika in 1 % vodika in gostoto  $1,8 \text{ g/cm}^3$  [35]. Negotovost doze smo na podlagi negotovosti kemijske sestave in gostote ocenili na 20 %. Ocenjene doze se ujemajo z oceno za leto 2008, razen pri lokaciji Gmajnice na neobdelani površini, kjer je ocena za leto 2009 nižja od tiste za leto 2008.

Letne doze zunanega sevanja zaradi useda Cs-137, ocenjena na lokacijah, kjer se vzorčuje zemlja v okviru nadzora radioaktivnosti v Republiki Sloveniji, so v območju med  $9,7 \mu\text{Sv}$  in  $12,8 \mu\text{Sv}$ , kar presega ocene na lokacijah v okolici NEK.

### Naravna radioaktivnost

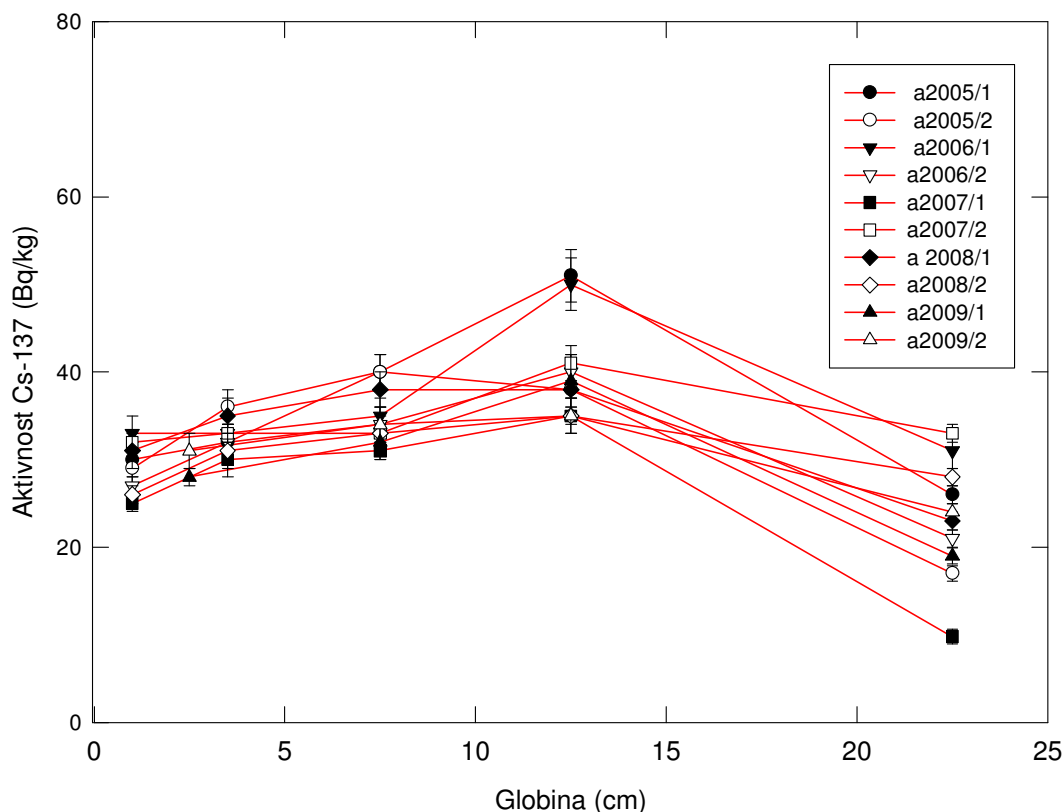
UNSCEAR navaja za povprečno absorbirano hitrost doze v zraku  $51 \text{ nGy/h}$  zaradi K-40 ter potomcev uranove in torijeve razpadne vrste. Na lokacijah v okolici NEK je hitrost doze nad zemljo iz mivkaste borovine (Gmajnice, neobdelana zemlja in Kusova Vrbinja – Trnje)  $46 \text{ nGy/h}$  in  $43 \text{ nGy/h}$ , na lokacijah, kjer je zemlja rjava naplavina (Gmajnice – njiva in Amerika) pa  $64 \text{ nGy/h}$  in  $54 \text{ nGy/h}$ . Pri oceni hitrosti doze je bila za koncentracijo potomcev v uranovi razpadni verigi uporabljena koncentracija Ra-226, ker njegovi potomci največ prispevajo k hitrosti doze v zraku.



**Slika 6.2:** Globinska porazdelitev koncentracije Cs-137 na lokaciji Kusova Vrbina – Trnje. Na legendi so navedeni simboli, ki označujejo merske rezultate iz zadnjih petih let.

**Tabela 6.2:** Ocenjena letna efektivna doza zaradi globalne kontaminacije s Cs-137 v juniju in septembru 2009

LOKACIJA	junij 2009	september 2009
	Letna doza ( $\mu\text{Sv}$ )	
Gmajnice, neobdelana	$3,0 \pm 0,6$	$6,2 \pm 1,2$
Gmajnice, obdelana	$3,9 \pm 0,8$	$5,6 \pm 1,2$
Kusova Vrbina – Trnje	$1,3 \pm 0,3$	$0,9 \pm 0,2$
Amerika	$4,2 \pm 0,8$	$3,0 \pm 0,6$



**Slika 6.3:** Globinska porazdelitev koncentracije Cs-137 na lokaciji Amerika. Na legendi so navedeni simboli, ki označujejo merske rezultate iz zadnjih petih let.

## SKLEPI

Pri meritvah specifičnih aktivnosti v vzorcih zemlje, zbranih v letu 2009, vpliva NEK ni bilo mogoče zaznati. Prisotnost umetnih radionuklidov v okolju je posledica globalne kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in černobilske nesreče. Povprečne hitrosti absorbirane doze v zraku so zaradi globalne kontaminacije v razponu od 0,6 nGy/h do 3,6 nGy/h, kar je primerljivo z razponom od 0,65 nGy/h do 5,9 nGy/h, ocenjenimi iz meritev v letu 2008.

Hitrost absorbirane doze v zraku zaradi naravnih radionuklidov v zemlji je na lokacijah, kjer je zemlja mivkasta borovina, okrog 45 nGy/h, na lokacijah, kjer je zemlja rjava naplavina, pa okrog 60 nGy/h.

## REFERENCE

- [33] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2008 (LMSAR-20090029-MG), marec 2009
- [34] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, Health Physics, 75 (1998) 2



## 7 HRANA

### POVZETEK

*Namen določanja radioaktivnosti v živilih je, da se preveri vpliv izpustov NEK na vsebnost radionuklidov v vzorcih iz prehranske verige in se posledično oceni sevalna obremenitev prebivalstva. Pri tej oceni smo konservativno predpostavili, da prebivalci uživajo le hrano, pridelano na krško-brežiškem področju.*

*Ocenili smo, da je bila predvidena efektivna doza prebivalstva v okolici NEK zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani v letu 2009 ( $80 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$ .*

*Kontaminacija hrane z umetnimi radionuklidi Cs-137 in Sr-90/Sr-89 je povečala sevalno obremenitev prebivalcev še za ( $0,96 \pm 0,11$ )  $\mu\text{Sv}$ , kar je le 1,2 % celotne predvidene efektivne doze (ali 2 % avtorizirane mejne vrednosti 50  $\mu\text{Sv}$ ) in je v primerjavi z dozo, ki jo prebivalci prejmejo zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani z biološkega vidika zanemarljivo. Rezultati meritev kažejo, da izotopi Cs-137 in Sr-90/Sr-89 izvirajo iz kontaminacije zaradi jedrskih poskusov v preteklosti in nesreče v Černobilu, niso pa posledica atmosferskih izpustov iz NEK.*

*V zračnih izpustih NEK je tudi radioizotop C-14, ki je v okolju kot naravni produkt kozmičnega sevanja, njegova vsebnost pa se je povečala še zaradi poskusnih jedrskih eksplozij. Izotop se v procesu fotosinteze vgrajuje v rastline. Ocenjena potencialna doza prebivalstva zaradi kontaminacije rastlinske hrane s C-14 je bila v letu 2009 15,4  $\mu\text{Sv}$ , pri čemer so prebivalci v neposredni bližini NEK prejeli za 0,029 % višjo dozo kot tisti na kontrolni točki v Dobovi, kar pa je prav tako, kot v primeru doz, prejetih zaradi Cs-137 in Sr-90/Sr-89, z biološkega vidika zanemarljivo.*

### UVOD

Izpusti radionuklidov v okolje, bodisi zaradi normalnega obratovanja nuklearnih objektov ali izrednih dogodkov, lahko potencialno vodijo k izpostavitvi okoliškega prebivalstva ionizirajočemu sevanju. Radionuklidi prehajajo v okolje najpogosteje preko izpustov v atmosfero ali vodne sisteme, pri čemer lahko posledično prihaja do kontaminacije tal, rastlinstva in živalstva [35]. Poti vnosa radionuklidov v človeški organizem so predvsem inhalacija in ingestija, zato je v okolici nuklearnih objektov potreben stalen nadzor radioaktivnosti v zraku, vodi, tleh, pa tudi v hrani rastlinskega in živalskega izvora, ki se prideluje na omenjenih območjih [35].

Ker vsebnosti radionuklidov v hrani pod normalnimi pogoji niso zakonsko opredeljene, obstaja pa potreba po ureditvi tega področja, predvsem zaradi preverjanja kvalitete hrane v smislu omejevanja prejete doze prebivalstva na 1 mSv na leto (ali 50  $\mu\text{Sv}$  na leto kot prispevek NEK), so bile predlagane sprejemljive vsebnosti radionuklidov v hrani v primeru kronične izpostavitve (tabela 7.1).

### ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

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. Vzorčevanje živil poteka na mestih, ki imajo podobno sestavo tal kot tista pri vzorčevanju 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 odvezemajo vedno na istem mestu. Odvzemna mesta vzorcev hrane v letu 2009, ki so označena na priloženem zemljevidu na koncu poročila, so bila: sadovnjak ob NEK (sadje), Pesje (mleko), Spodnja in Zgornja Pohanca (sadje), Brege (zelenjava, žito, mleko, meso), Vihre (mleko), Vrbina (jajca, zelenjava), Spodnji Stari Grad





(zelenjava, meso, jajca), Žadovinek (zelenjava, žito), Trnje (zelenjava), Drnovo (zelenjava), Pleterje, Loka (meso), Krško – vinska klet (vino).

V vzorcih živil so bile izmerjene specifične aktivnosti sevalcev gama z visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG) in vsebnost Sr-90/Sr-89 z radiokemijsko metodo. Vzorčenje, meritve in analize vseh vzorcev živil so bile opravljene na IJS in ZVD. Rastlinski vzorci živil so bili pred analizami oprani s 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.

**Tabela 7.1:** Primerjava maksimalnih vsebnosti nekaterih radionuklidov v hrani določenih v sedanjih regulativah (izredni dogodki) in predlaganih maksimalnih sprejemljivih vsebnosti nekaterih radionuklidov v hrani v primeru kronične izpostavitve

	CAC / GL-5-2006		2218/89 / EURATOM		UV2 (mejne vrednosti ob zaužitju 250 kg hrane na leto)		Predlagane sprejemljive vsebnosti [35] (v primeru kronične izpostavitve)	
	Otroci < 6 mes.	Odrasli	Otroci < 6 mes.	Odrasli	Otroci < 1 leto	Odrasli	Otroci < 1 leto	Odrasli
Radionuklid	Bq/kg							
H-3	1000	10 000	400	1250	35 000	95 000	5000	10 000
C-14	1000	10 000	400	1250	2900	7.000	400	700
Sr-90	100	100	75	750	17	140	2	10
Cs-137	1000	1000	400	1250	190	300	30	30
Pb-210	/	/	400	1250	0,5	6	0.08	0.6
Ra-226	/	/	400	1250	8	140	0,1	1
U-238	/	/	400	1250	5	40	1	9

## REZULTATI MERITEV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **Hrana2009.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, T-67 (Sadje – jabolka, hruške, jagode), T-68 (vino), T-69 do T-73 (Povrtnine in poljščine – solata, peteršilj, bučke, čebula, krompir, koruza, pšenica, paradižnik, paprika, feferoni, jajčevci, ohrovt, zelje, fižol v zrnju, korenje, kumare, ječmen), T-74, T-75 (Jajca in meso; kokošja jajca; kokošje, svinjsko in goveje meso).

V vzorcih hrane so bili detektirani naravni radionuklidi iz razpadnih vrst radionuklidov U-238 in Th-232 ter K-40 in kozmogeni Be-7, med umetnimi pa le Cs-137 in Sr-90/Sr-89. Povprečna aktivnost Be-7 je bila  $(1,3 \pm 1,5)$  Bq/kg, predvidena efektivna doza zaradi kontaminacije hrane z Be-7 pa je bila  $(0,002 \pm 0,0001)$   $\mu$ Sv, kar je zanemarljivo, zato smo ga izključili iz nadaljnje predstavitve rezultatov.

### Umetni radionuklidi

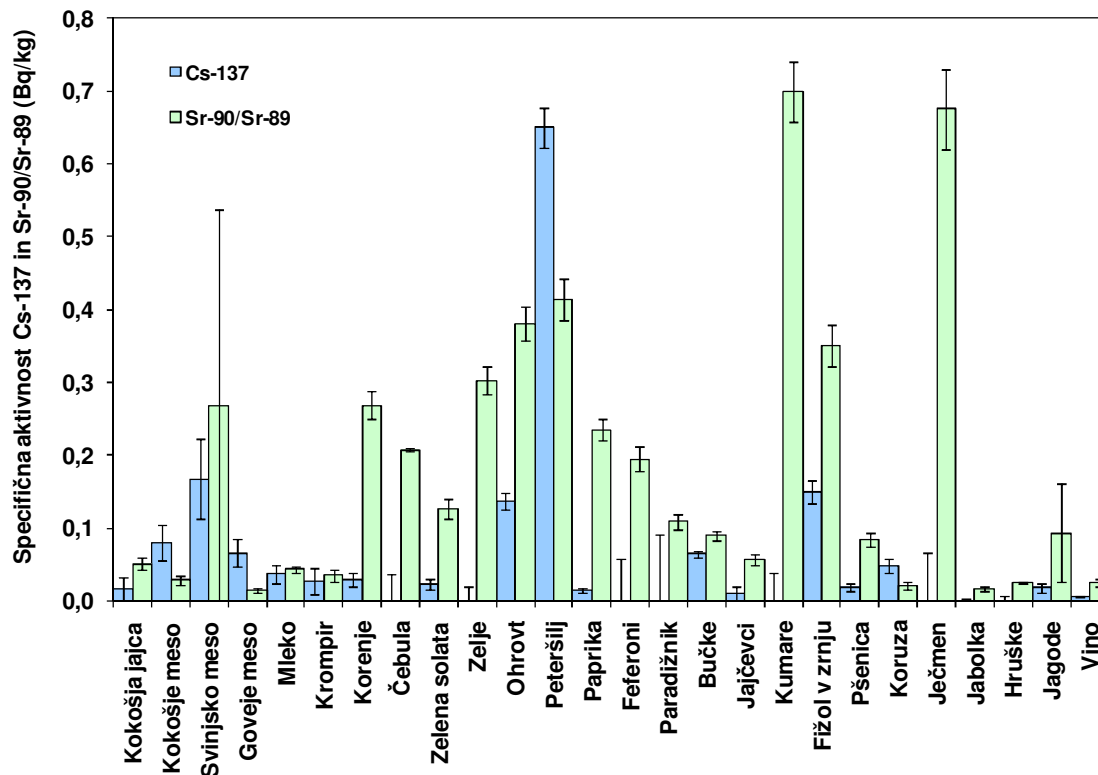
Radionuklida Cs-137 in Sr-90/Sr-89 se pojavljata kot kontaminacija v vrhnji plasti zemlje zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu. Specifična aktivnost obeh radionuklidov v živilih na maso sveže snovi je bila v letu 2009 manjša od 1 Bq/kg.



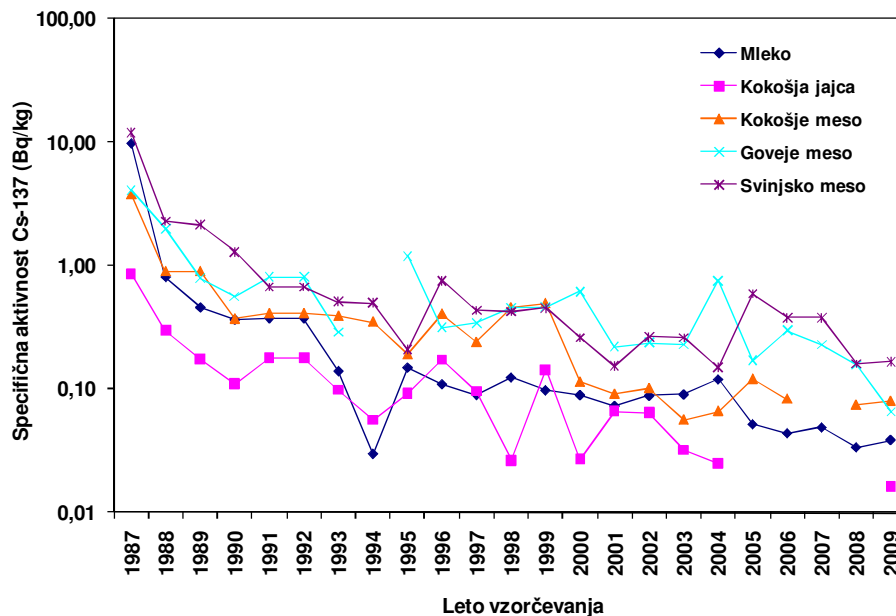
Povprečna izmerjena specifična aktivnost izotopa Cs-137 v hrani v letu 2009 je bila  $(0,054 \pm 0,009)$  Bq/kg. Koncentracija Cs-137 v vzorcih hrane živalskega izvora se je gibala od  $(0,02 \pm 0,02)$  Bq/kg v kokošjih jajcih in svinjskem mesu do  $(0,06 \pm 0,02)$  Bq/kg v govejem mesu (slika 7.1). V povrtninah so bile v letošnjem letu najvišje vsebnosti Cs-137 izmerjene v peteršilju  $(0,65 \pm 0,03)$  Bq/kg in bučkah  $(0,65 \pm 0,004)$  Bq/kg, medtem ko v čebuli, zelju, feferonih, paradižniku, kumarah, ječmenu, jabolkah in hruškah vsebnosti niso bile detektirane (slika 7.1).

Povprečna izmerjena specifična aktivnost sevalcev beta Sr-90/Sr-89 v hrani v letu 2009 je bila  $(0,17 \pm 0,05)$  Bq/kg. Najvišje specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 so bile izmerjene v zelenjavi, predvsem kumarah  $(0,7 \pm 0,04)$  Bq/kg in ječmenu  $(0,7 \pm 0,05)$  Bq/kg, najnižje pa v govejem mesu, jabolkah in hruškah (slika 7.1).

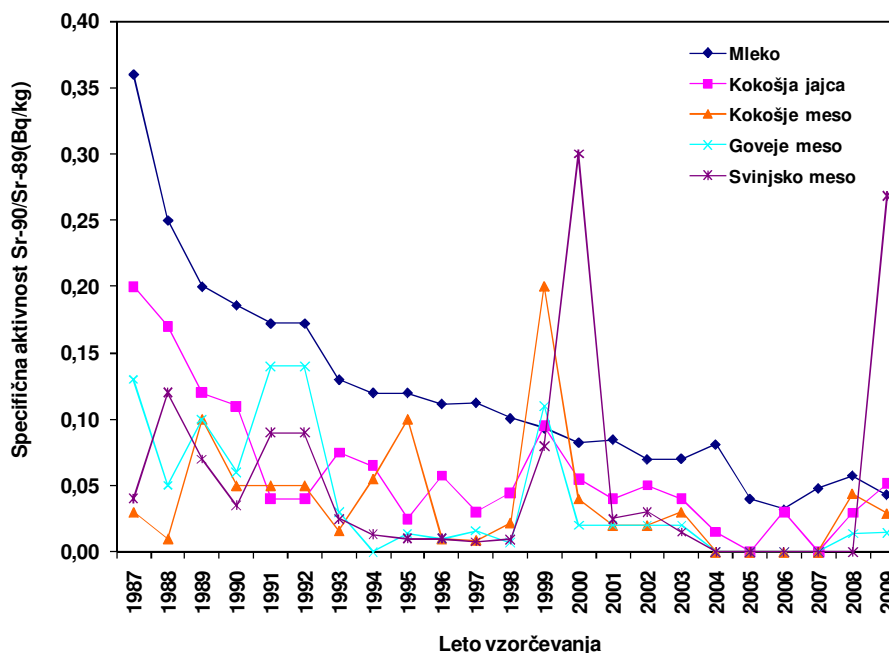
Vsebnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hrani z leti nihajo, vendar je opazna težnja zmanjševanja. Tako je s slike 7.2 razvidno, da se je specifična aktivnost Cs-137 v mleku od černobilske nesreče do danes znižala za približno 200-krat, specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 pa se je v enakem obdobju v mleku znižala za faktor 10 (slika 7.3). 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 7.2 in 7.3) 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 (foliarne) vnosa radionuklida v rastline. Na kultiviranih površinah 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 [36]. Poleg tega se koncentracija Cs-137 okolju znižuje tudi zaradi radioaktivnega razpada, saj je razpolovni čas tega radioizotopa 30,1 let.



**Slika 7.1:** Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah živil v letu 2009 (povprečje  $\pm$  negotovost)



**Slika 7.2:** Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu po letih. Vrednosti so prikazane v logaritemski skali. V kokošjih jajcih je bila specifična aktivnost v letih 2005–2008 pod mejo detekcije, prav tako pa tudi v kokošjem mesu leta 2007. Leta 1994 svinjsko meso ni bilo vzorčevano.



**Slika 7.3:** Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v mleku, kokošjih jajcih ter kokošjem, govejem in svinjskem mesu po letih. 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 Sr-90/Sr-89 pod mejo detekcije v letih 2005 in 2007.

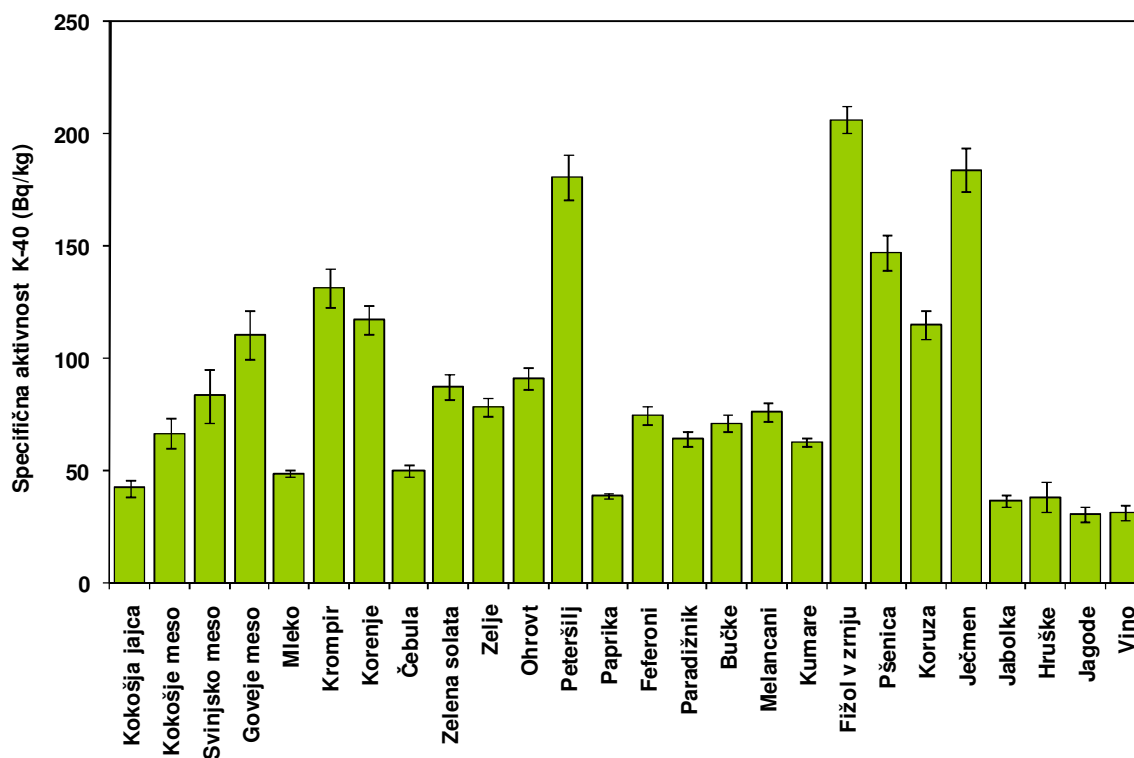


### Naravni radionuklidi

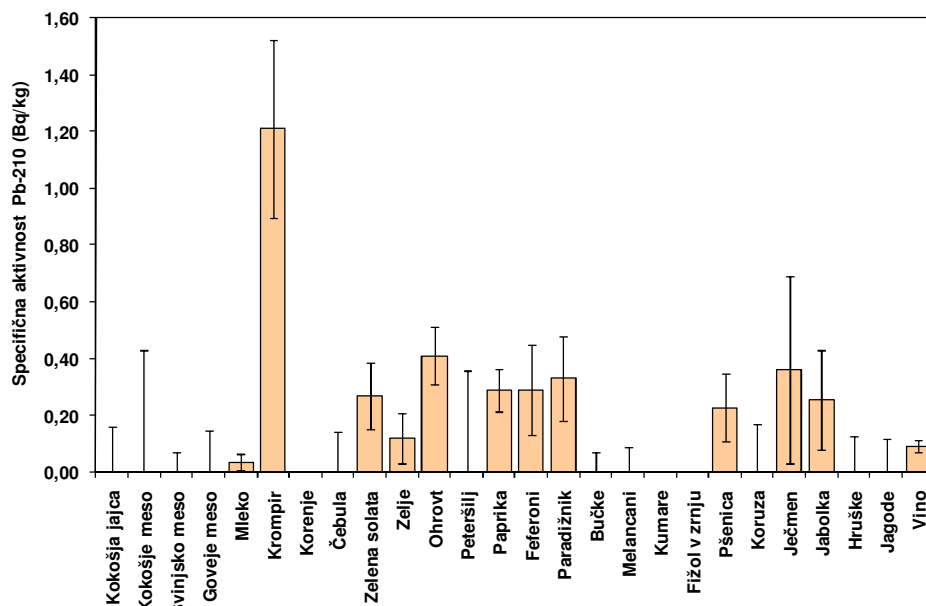
Med naravnimi radionuklidi v hrani, kamor pridejo po različnih prenosnih poteh iz zemlje in umetnih gnojil, je najbolj zastopan K-40, prisotni pa so tudi radionuklidi iz razpadnih vrst U-238 in Th-232.

Povprečna specifična aktivnost K-40 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je bila v letu 2009 ( $78 \pm 31$ ) Bq/kg. Specifične aktivnosti K-40 v posameznih živilih, pa so prikazane na sliki 7.4. Največ K-40 v letu 2009 je v peteršilju, fižolu v zrnju in ječmenu, najmanj pa v sadju.

Od naravnih radioizotopov je k letni učinkoviti dozi zaradi uživanja hrane brez upoštevanja K-40 največ prispeval Pb-210, in sicer 64,7 %. Povprečna specifična aktivnost vzorčenih živil je bila ( $0,15 \pm 0,14$ ) Bq/kg, kar je v okviru sprejemljivih maksimalnih vsebnosti radionuklidov v hrani pri normalnih pogojih (tabela 7.1). Specifična aktivnost Pb-210 v živilih je prikazana na sliki 7.5 in je bila najvišja v krompirju ( $1,2 \pm 0,9$  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.

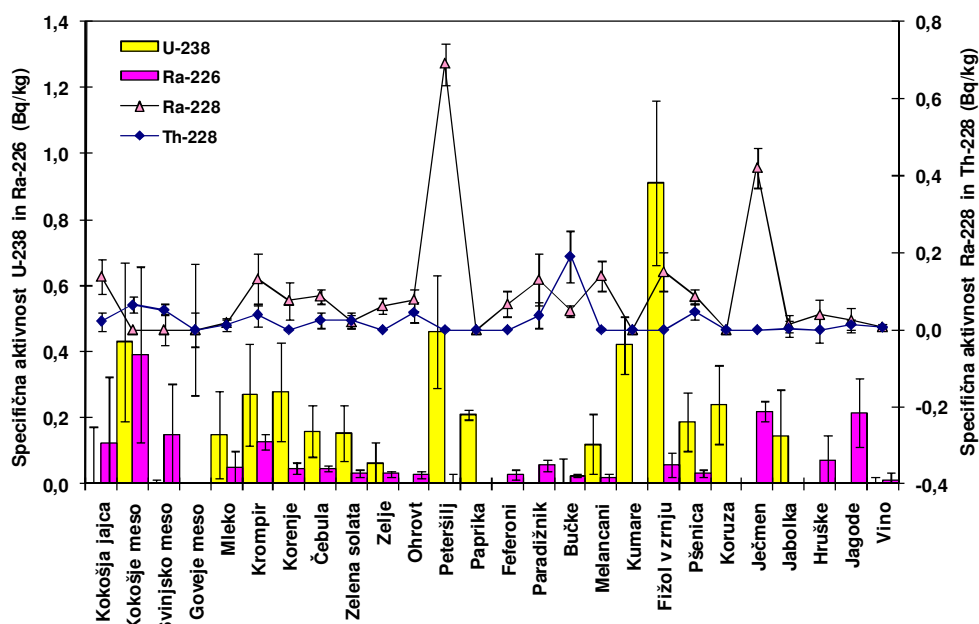


**Slika 7.4:** Izmerjene specifične aktivnosti K-40 v različnih vrstah živil v letu 2009 (povprečje  $\pm$  negotovost)



**Slika 7.5:** Izmerjene specifične aktivnosti Pb-210 v različnih vrstah živil v letu 2009 (povprečje ± negotovost)

Največji delež U-238 zaužijemo s pitno vodo. Povprečna specifična aktivnost U-238 v hrani je bila v letu 2009 ( $0,16 \pm 0,08$ ) Bq/kg, največja specifična aktivnost pa je bila izmerjena v fižolu v zrnju ( $9,1 \pm 2,5$ ) Bq/kg in kokošjem mesu ( $4,3 \pm 2,4$ ) Bq/kg, pri veliko živilih pa je bila specifična aktivnost U-238 pod mejo kvantifikacije (slika 7.6).



**Slika 7.6:** Izmerjene specifične aktivnosti U-238, Ra-226, Ra-228 in Th-228 v različnih vrstah živil v letu 2009 (povprečje ± negotovost)



V normalnih razmerah je uživanje hrane glavna pot vnosa Ra-226 ter Ra-228. Povprečna specifična aktivnost Ra-226 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je bila v letu 2009 ( $0,06 \pm 0,04$ ) Bq/kg, Ra-228 pa ( $0,09 \pm 0,03$ ) Bq/kg. Najvišja specifična aktivnost Ra-226 in Ra-228 je bila detektirana v ječmenu in peteršilju, najmanjša pa v zelenjavi – plodovkah (slika 7.6). Doza prejeta zaradi uživanja peteršilja je zanemarljiva, saj se peteršilj v prehrani uporablja le kot začimba.

Zadnji od detektiranih radionuklidov v živilih je bil Th-228, ki je v zemeljski skorji sicer trikrat bolj pogost kot U-238. Povprečna specifična aktivnost vzorčenih živil je bila ( $0,029 \pm 0,002$ ) Bq/kg. Najvišja aktivnost je bila izmerjena v bučkah ( $0,19 \pm 0,06$ ) Bq/kg, v večini vzorcev zelenjave pa je bila pod mejo detekcije (slika 7.6).

## DISKUSIJA

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)*):

$$E_{50-70, i} / \mu\text{Sv} = a_i f_i m_i \quad (4)$$

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

Celotna predvidena 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 [1], ki temelji na povprečni količini nabavljenih živil in pijač na člana gospodinjstva, ki jo je pripravil Statistični urad Republike Slovenije [37].

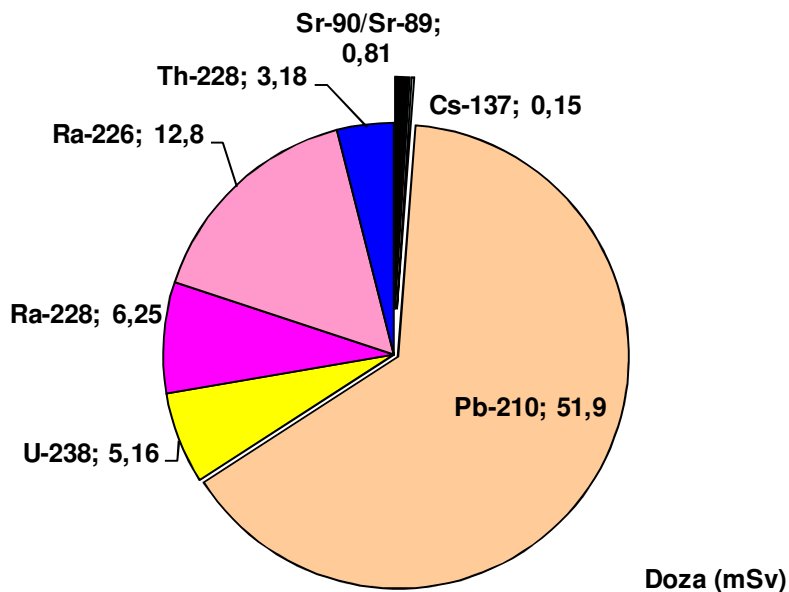
Ocenili smo, da je efektivna doza odrasle osebe ob zaužitju vseh vrst vzorčene hrane za radionuklide Cs-137, Sr-90/Sr-89, Pb-210, U-238, Ra-226, Ra-228 in Th-228 v letu 2009 ( $80 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$ . V letu 2008 je bila prejeta efektivna doza ( $100 \pm 38$ )  $\mu\text{Sv}$ , v letu 2007 pa ( $62 \pm 75$ )  $\mu\text{Sv}$ .

Poudariti je treba, da prebivalci poleg doze, prejete zaradi omenjenih radionuklidov, z uživanjem hrane prejmejo letno še okoli 170  $\mu\text{Sv}$  (v letu 2009 174  $\mu\text{Sv}$ ) zaradi prisotnosti naravnega radionuklida K-40, ki je tako največji delež skupne sevalne obremenitve zaradi uživanja radionuklidov v hrani.

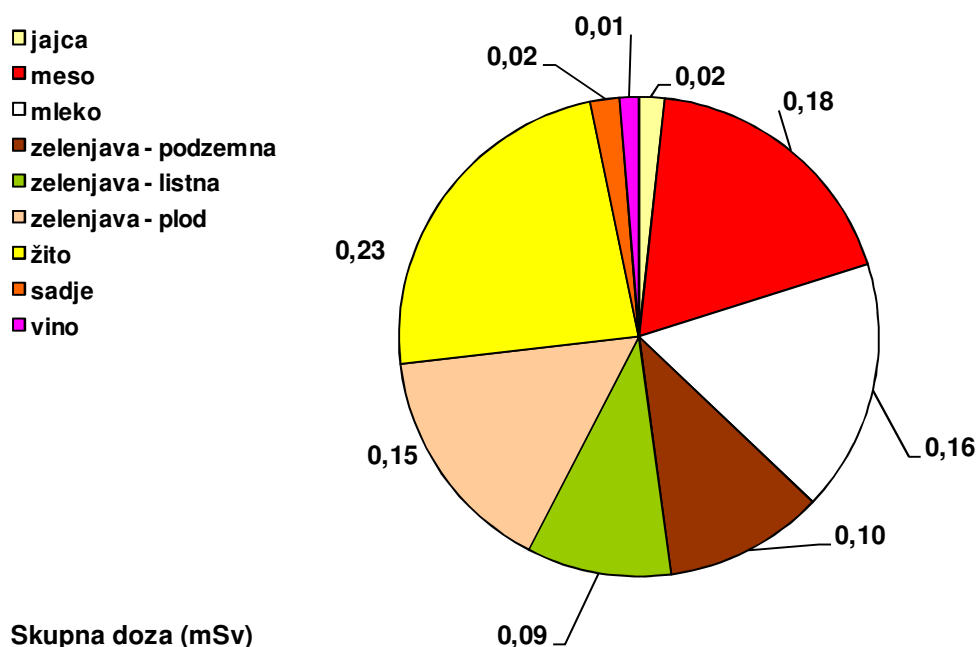
### Umetni radionuklidi

Prispevki posameznih radionuklidov k efektivni dozi za odraslo osebo v letu 2009 so prikazani na sliki 7.7. Skupna letna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 je bila tako v letu 2009 ( $0,15 \pm 0,01$ )  $\mu\text{Sv}$ , skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Sr-90/Sr-89 pa je bila v letu 2009 ( $0,81 \pm 0,04$ )  $\mu\text{Sv}$ . Deleža letnih efektivnih doz glede na celotno prejeto efektivno dozo zaradi umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pri uživanju hrane pa sta bila 0,15 % in 0,81 %, (1,2 % skupne doze), kar je z biološkega vidika zanemarljivo.

K letni dozi, prejeti zaradi umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hrani, je najbolj prispevalo prehranjevanje z mesom in mlekom (37 %) ter žiti (23,6 %) (slika 7.8).



**Slika 7.7:** Prispevki posameznih radionuklidov k skupni efektivni dozi, izračunani za odraslo osebo zaradi kontaminacije hrane z radionuklidi v letu 2009. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane je bila v letu 2009  $(80 \pm 12) \mu\text{Sv}$ .



**Slika 7.8:** Izračunane efektivne doze za odraslo osebo zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah živil. Skupna efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pa je bila v letu 2009  $(0,96 \pm 0,004) \mu\text{Sv}$ .

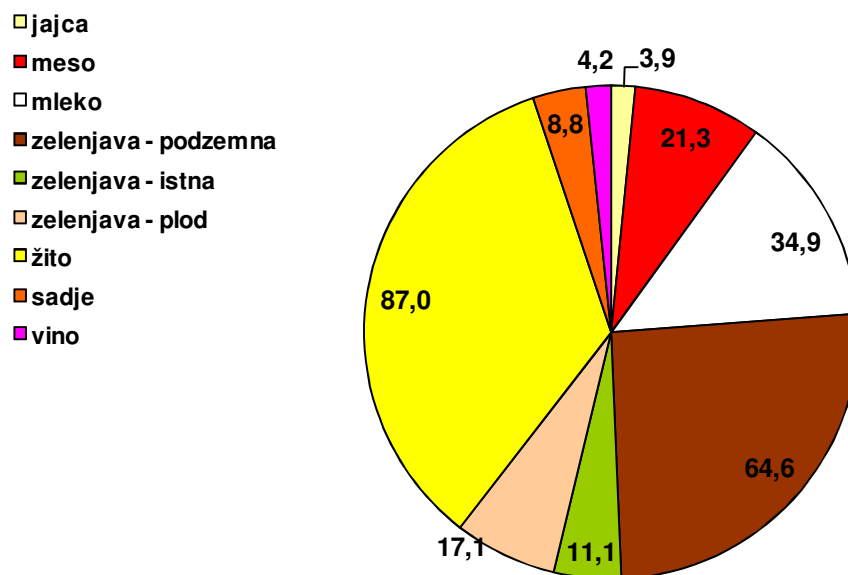


### Naravni radionuklidi

Največji delež k skupni efektivni dozi zaradi kontaminacije hrane prispevajo naravni radionuklidi (98,8 %) - Pb-210 (64,7 %), Ra-226 (16 %), Ra-228 (7,8 %), U-238 (6,4 %) in Th-228 (4 %).

Največji delež je k celotni dozi ( $254 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$  zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani z upoštevanjem K-40 je prispevalo prehranjevanje z žiti (34,4 %), podzemno zelenjavo (25,5 %) ter mlekom (13,8 %) in mesom (10 %) (slika 7.9).

Efektivna doza zaradi kontaminacije hrane s Pb-210 je bila v letu 2009 ( $51,9 \pm 5,4$ )  $\mu\text{Sv}$ , 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. Efektivna doza zaradi vsebnosti z U-238 v hrani je bila v letu 2009 ( $5,16 \pm 0,38$ )  $\mu\text{Sv}$ . Efektivna doza zaradi vsebnosti Ra-226 in Ra-228 v hrani pa ( $38 \pm 2$ )  $\mu\text{Sv}$ . Ra-226 in 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. Efektivna doza zaradi vsebnosti Th-228 v hrani je bila enaka kot v letu 2008 ( $3,2 \pm 0,2$ )  $\mu\text{Sv}$ , vendar je prispevek Th-228 k skupni efektivni dozi zaradi kratkega razpolovnega časa in izjemno nizkih vsebnosti z biološkega vidika zanemarljiv.



### Skupna doza (mSv)

**Slika 7.9:** Izračunane efektivne doze zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v različnih vrstah živil. Skupna efektivna doza prejeta zaradi prisotnosti naravnih radionuklidov v hrani je bila v letu 2009 z upoštevanjem K-40 v hrani ( $254 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$ , brez upoštevanja K-40 pa ( $80 \pm 11$ )  $\mu\text{Sv}$ .

Poleg omenjenih radionuklidov ima pri vnosu naravnih radionuklidov v organizem pomembno težo tudi sevalec alfa Po-210. Iz poročila UNSCEAR [19] lahko razberemo, da je prispevek tega izotopa k celotni dozi zaradi uživanja hrane 64-odstoten ali ( $70 \pm 40$ )  $\mu\text{Sv}$  na leto. Pri tem pa je treba poudariti, da je največ Po-210 v hranilih morskega izvora. Prispevka Po-210 k efektivni 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

V zračnih in tekočinskih izpustih NEK smo v preteklih letih detektirali naslednje umetne radionuklide, ki niso del globalne kontaminacije: Mn-54, Fe-55, Co-58, Co-60, Ag-110m, Te-125m, in I-131, vendar so bile koncentracije teh radionuklidov v okolju tako nizke, da v živilih tudi v letu 2009 niso bili detektirane. V izpustih NEK se pojavljata tudi C-14 in tritij. C-14 se v ekosistemih pojavlja tudi kot naravni radioizotop ogljika, v rastline se vgrajuje v procesu fotosinteze, v živalski in človeški organizem pa prehaja z ingestijo predvsem rastlinske hrane. V letih od 2006 do 2009 so potekale meritve C-14 v izpustih in bioloških vzorcih, zbranih v okolici NEK [25]. V letu 2009 je bila ocenjena doza zaradi prisotnosti C-14 v hrani na kontrolni točki v Dobovi ocenjena na 15,1  $\mu\text{Sv}$ , v okolici NEK pa na 15,4  $\mu\text{Sv}$ , kar je za 0,3  $\mu\text{Sv}$  oziroma za 0,02 % več kot na kontrolni točki, vendar pa je omenjena razlika z biološkega vidika zanemarljiva. Ocena omenjene doze temelji le na meritvah vsebnosti C-14 v jabolkih [25]. Za natančnejšo določitev doze, ki jo prebivalstvo v okolici NEK prejme z ingestijo živil rastlinskega izvora, pridelanih na omenjenem področju, pa bi bilo treba izvesti neposredne meritve vsebnosti C-14 v več vrstah živil, ki se pridelujejo na omenjenem področju. Meritve C-14 v rastlinju (jabolka, koruza in trava), ki jih je v letih 2006–2009 izvedel Institut Ruđer Bošković v Zagrebu namreč kažejo, da izvajanje remonta NEK (povečani izpusti C-14 v obliki  $\text{CO}_2$ ) v vegetacijski sezoni vpliva na povišanje C-14 v rastlinju, medtem ko izvajanje remonta zunaj vegetacijske sezone ne vpliva na povišanje koncentracij C-14 v rastlinju [25].

Tritij prehaja v organizme predvsem z vodo, v človeka pa tudi z rastlinsko hrano. Tekoči izpusti H-3 v letu 2009 so bili 7,33  $\text{E}+12$  Bq, za določitev sevalne izpostavljenosti populacije zaradi kontaminacije hrane s H-3 pa bi bilo treba izmeriti vsebnosti H-3 neposredno v živilih, ki se pridelujejo na omenjenem območju.

V plinastih izpustih, ki jih v okolje spušča NEK, sta tudi Cs-137 in Sr-89/Sr-90. Celoletni izpust v letu 2009 je bil 2,1  $\text{E}+04$  Bq za Cs-137 in 3,2  $\text{E}+03$  za Sr-90/Sr-89. V vzorcih jabolk in hrušk iz neposredne bližine NEK (sadovnjak ob ograji) so bile vsebnosti Cs-137 pod mejo detekcije, vsebnosti Sr-89/Sr-90 pa primerljive z vsebnostmi v drugih vzorčenih živilih. Zato ocenjujemo, da izpusti Cs-137 in Sr-89/Sr-90 iz NEK nimajo neposrednega vpliva na koncentracijo omenjenih radionuklidov v živilih.

### SKLEPI

V letu 2009 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 učinkovita doza zaradi kontaminacije hrane z naravnimi radionuklidi, pridelane na krško-brežiškem polju v letu 2009, brez upoštevanja K-40 ( $80 \pm 11$ )  $\mu\text{Sv}$ , z upoštevanjem K-40 pa ( $254 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$ . Največji delež k skupni učinkoviti dozi zaradi kontaminacije hrane prispevajo naravni radionuklidi, kot so Pb-210 (64,7 %), Ra-226 (16 %), Ra-228 (7,8 %), U-238 (6,4 %) in Th-232 (4 %). Delež letnih učinkovitih doz glede na celotno prejeto učinkovito dozo zaradi umetnih radionuklidov Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pri uživanju hrane sta bila 0,15 % in 0,81 %, (1,2 % skupne doze), 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.

Največji delež je k celotni dozi ( $254 \pm 12$ )  $\mu\text{Sv}$ , prejeti zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani, z upoštevanjem K-40 prispevalo prehranjevanje z žiti (34,4 %), podzemno zelenjavo (25,5 %) ter mlekom (13,8 %) in mesom (10 %).

Glavni vir vnosa Cs-137 sta bila v letu 2009 meso in mleko (67,1 %), Sr-90/Sr-89 žita in meso (42,5 %), naravnih radionuklidov, kot so Pb-210, U-238, Ra-226 in Ra-228 ter Th-232, pa žita (34,4 %), podzemna



zelenjava (25,5 %) ter meso in mleko (23,8 %). Omenjeni rezultati se povezujejo z izmerjenimi relativno višjimi specifičnimi aktivnostmi radionuklidov v omenjenih živilih (Pb-210 v krompirju) in z relativno večjo porabo kot v primeru pšenice.

Med detektiranimi radionuklidi v zračnih izpustih NEK so tudi drugi umetni radionuklidi, ki pa jih v hrani v letu 2009 nismo detektirali, zato vpliv zračnih izpustov NEK v hrani ni neposredno določljiv. Izračuni efektivnih doz zaradi uživanja hrane, ki vsebuje umetne in naravne radionuklide, so pokazali, da je delež efektivne doze v letu 2009 zaradi umetnih radionuklidov v hrani 1,2-odstoten glede na celotno efektivno dozo zaradi vseh radionuklidov v hrani (ali 2 % avtorizirane mejne vrednosti 50  $\mu\text{Sv}$ ), kar je z biološkega vidika zanemarljivo. Od tod izhaja, da je prejeta efektivna doza zaradi uživanja hrane v glavnini posledica vnosa naravnih radionuklidov. Posebej je očitien prispevek Pb-210, ( $52 \pm 5$ )  $\mu\text{Sv}$ , 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.

V zračnih in tekočinskih izpustih NEK sta merljiva tudi C-14 in H-3, ki pa jih v vzorčenih vrstah živil nismo določali. Meritve C-14 so bile izvedene le v jabolkah na Institutu Ruđer Bošković v Zagrebu, rezultati pa kažejo, da izvajanje remonta NEK (povečani izpusti C-14 v obliki  $\text{CO}_2$ ) v vegetacijski sezoni vpliva na povišanje C-14 v rastlinju, medtem ko izvajanje remonta zunaj vegetacijske sezone ne vpliva na povišanje koncentracij C-14 v rastlinju [25]. Za natančnejšo določitev sevalnih obremenitev zaradi C-14 in H-3 v hrani pa bi morali izvesti neposredne meritve na vzorčenih živilih s krško-brežiškega področja.

## REFERENCE

- [35] Varga B. 2008. Regulations for radioisotope content in food- and feedstuffs. *Food and chemical Toxicology* 46, 3448-3457
- [36] Y. G. Zhu, E. Smolders, Plant uptake and radiocaesium: a review of mechanisms, regulation and application. *Journal of experimental Botany*, 51 (2000), 1635–1645
- [37] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 5, 30. julij 2002





## 8 MERITVE PLINASTIH IN TEKOČIH EFLUENTOV

### POVZETEK

*NEK kot jedrski objekt med svojim obratovanjem izpušča majhne količine radioaktivnih snovi v zrak in savsko vodo. Neposredne izpuste v okolje spremljajo v NEK, neodvisne institucije pa merijo vnos radioaktivnih snovi v okolje. Aktivnost cepitvenih in aktivacijskih produktov v odpadni vodi je bila daleč pod letno omejitvijo, aktivnost tritija pa je bila približno 16 % letne omejitve. Izpuščene aktivnosti radionuklidov v zrak so bile prav tako znatno pod letnimi omejitvami.*

### OBSEG PRIMERJALNIH IN NADZORNIH MERITEV

V skladu z 35. in 36. členom Pogodbe Euratom o nadzoru stopnje radioaktivnosti v okolju za namene ocenjevanja izpostavljenosti prebivalstva ter s priporočilom Komisije 2000/473/EURATOM in priporočilom Komisije 2004/2/EURATOM o standardiziranih podatkih o atmosferskih in tekočinskih radioaktivnih izpustih v okolje iz reaktorjev jedrskih elektrarn je v Sloveniji narejena zasnova programa nadzora radioaktivnosti, načina in obsega nadzora radioaktivnosti okolja ter obratovalnega nadzora radioaktivnosti, vrste meritev ter metode vzorčevanja in merjenja radioaktivnosti in kakovosti opreme za meritve radioaktivnosti.

Upravljalca jedrskega objekta, ki sme izpuščati v okolje radioaktivne snovi, izvaja obratovalni nadzor radioaktivnosti, da dokaže, da aktivnosti izpustov pri normalnem obratovanju ne presegajo avtoriziranih mej in mejnih vrednosti, določenih s predpisi, ter da obratovanje jedrskega objekta ne povzroča izpostavitve sevanju prebivalstva nad avtoriziranimi mejami in drugimi mejami, določenimi s predpisi. V skladu s Pravilnikom o monitoringu radioaktivnosti (JV10) mora URSJV zagotavljati stalne nadzorne meritve emisij in imisij. Teh meritev ne sme izvajati zavezanec za obratovalni nadzor ali izvajalec nadzora radioaktivnosti, ki izvaja te iste meritve za zavezanca za obratovalni nadzor.

Meritve nadzornega dela programa meritev efluentov so namenjene dodatnemu preverjanju oziroma dopolnjevanju emisijskih meritev, 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<sub>3</sub>T) in analize C-14 v ogljikovem dioksidu (<sup>14</sup>CO<sub>2</sub>) ter ogljikovodikih (<sup>14</sup>CH<sub>4</sub>) oziroma neoksidiranim 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 vsebnosti H-3 v alikvotno sestavljenih reprezentančnih mesečnih vzorcih iz izpustnih tankov (WMT) in kaluže uparjalnikov (SGBD); meritve je opravil IRB;
- meritve na izviru zračnih izpustov, visokoločljivostna spektrometrija gama v aerosolnih filtrih; meritve je opravil IJS.

Nadzorne meritve obratovalnega nadzora NEK izvajajo Institut "Jožef Stefan" iz Ljubljane, Institut Ruder Bošković iz Zagreba in Zavod za varstvo pri delu (ZVD) iz Ljubljane, ki so pooblaščenici za izvajanje nadzora radioaktivnosti. Posamezni rezultati meritev tekočinskih izpustov NEK so predstavljeni na slikah 8.1, 8.2 in 8.3. Podrobni rezultati so v zbirnem poročilu »Poročilo o radioaktivnih emisijah iz NE Krško za leto 2009«, ki ga je pripravil NEK.



## OBRAVNAVA REZULTATOV

Obravnavo rezultatov meritev je podana v ustreznih predhodnih poglavjih o zračnih in tekočinskih emisijah ("Sava" in "Zrak").

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 2009 izvajal IRB.

## OCENA VPLIVOV

### Zračni izpusti

Za vrednotenje vplivov atmosferskih izpustov je treba na osnovi slovenske in zakonodaje EU opredeliti vpliv naslednjih skupin radionuklidov: tritija H-3, C-14, jodovih izotopov, žlahtnih plinov, drugih sevalcev beta/ gama in sevalcev alfa.

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 aerosolnih filterih z vzorčevanjem na oddušniku NEK.

Program meteoroloških meritev v okolici NEK zagotavlja podatke za izračun povprečnih razredčitvenih koeficientov, 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 koeficiente, 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 mesečnih poročilih NEK. Iz omenjenih podatkov in razredčitvenih koeficientov 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 so zbrani tako ocenjeni prispevki posameznih radionuklidov k efektivni dozi, izračunani za odraslega človeka v referenčnem naselju Spodnji Stari Grad.

Iz preglednice 4.2 je razvidno, da je inhalacijska doza predvsem posledica emisij tritija v obliki tritirane vode (HTO). Imerzijska doza je predvsem posledica emisij Ar-41 (približno 92 %), ter ksenonov Xe-131m in X-133 (oba približno 3 %). Od drugih radionuklidov, detektiranih v hlapih, plinih in aerosolih, prispevata k skupni letni inhalacijski dozi še ogljik C-14 (v obliki  $^{14}\text{CO}_2$  in  $^{14}\text{CH}_4$ ), vendar približno dva do tri velikostne razrede manj. Prispevki drugih detektiranih radionuklidov k skupni letni dozi so še bistveno manjši od omenjenih. Pri tem je treba omeniti, da je pri 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 2009 ocenili na 0,016  $\mu\text{Sv}$  z uporabo Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev oziroma na 0,29  $\mu\text{Sv}$  z uporabo razredčitvenih koeficientov, ki jih je izračunal ARSO, kar je približno petkrat manj kot leta 2008, ko smo dozo ocenili 1,30  $\mu\text{Sv}$ , ter malo več kot v letih 2007, 2006 in 2005, ko je bila ta doza ocenjena na 0,19  $\mu\text{Sv}$ , 0,21  $\mu\text{Sv}$ , 0,16  $\mu\text{Sv}$ . Prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, tako da je bila skupna letna inhalacijska doza v letu 2009 0,016  $\mu\text{Sv}$  na leto. Za otroka je bila v letu 2009 celotna inhalacijska efektivna doza 0,012  $\mu\text{Sv}$  na leto, za dojenčka pa 0,0048  $\mu\text{Sv}$  na leto.

Imerzijski prispevek k skupni letni dozi je bil za odraslo osebo 0,011  $\mu\text{Sv}$  (150 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO), za otroka 6,9  $\mu\text{Sv}$  (93 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO) in za dojenčka 1,3  $\mu\text{Sv}$  (17 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunal ARSO) in je bil v letu 2009 predvsem posledica izpustov Ar-41 (10  $\mu\text{Sv}$  za odraslo osebo, 6,5  $\mu\text{Sv}$  za otroka, in 1,2  $\mu\text{Sv}$  za dojenčka na osnovi Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev), ki so bili porazdeljeni čez celo leto 2009. Približno desetino te vrednosti pa je prispeval še Xe-131m. Skupna



efektivna doza za odraslega človeka v Vrbini, ki je posledica inhalacije in imerzije, je bila v letu 2009 10  $\mu\text{Sv}$  na leto, za otroka, starega od sedem do dvanajst let, 7,5  $\mu\text{Sv}$  na leto ter za dojenčka, starega do enega leta, 2,4  $\mu\text{Sv}$  na leto (1,1  $\mu\text{Sv}$ , 0,79  $\mu\text{Sv}$ , in 0,33  $\mu\text{Sv}$  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 2009 je v preglednici 4.3.

Zračni izpusti H-3 in I-131 iz NEK v letu 2009 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.

### Tekočinski izpusti

NE Krško pri obratovanju kontrolirano mesečno izpušča manjše količine radionuklidov v reko Savo. Tekočine se izpuščajo iz izpustnih tankov (Waste Monitoring Tank - WMT) in iz kaluž uparjalnikov (Steam Generator Blowdown System Discharge – SGBD). Glede na zahteve slovenske zakonodaje (Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)) se sprotno opravljajo neposredne meritve sevalcev gama in H-3 v tekočinskih izpustih nadzornih tankov in kalužah uparjalnikov, ter laboratorijske analize sevalcev gama, H-3, Sr-89, Sr-90 in Fe-55 vseh tekočinskih izpustov iz nadzornih tankov in kaluž uparjalnikov.

V reko Savo je bilo izpuščenih 1850 m<sup>3</sup> vode iz WMT in 2660 m<sup>3</sup> iz SGBD. Primerjava z letom 2008 (1060 m<sup>3</sup> vode iz WMT in 1110 m<sup>3</sup> iz SGBD) kaže zvišanje volumna tekočinskih izpustov, kar je odvisno od načina obratovanja jedrske elektrarne.

Meritve nerazredčenih efluentov v zadrževalnikih WMT in meritve kaluž uparjalnikov (SGBD), ki sta jih opravila NEK in IRB, so v letu 2009 pokazale nekoliko višje emisije kot v letu 2008 (približno 5 %), kar je še vedno za okrog 30 % nižja vrednost od svetovnega povprečja. Večji izpusti so bili v februarju in marcu (slika 8.1).

Tekoči izpusti H-3 v letu 2009 so bili na podlagi meritev NEK 7,3 TBq na leto, kar je nekoliko višje kot v letu 2008 (7 TBq) in 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); prikazani so na sliki 8.2.

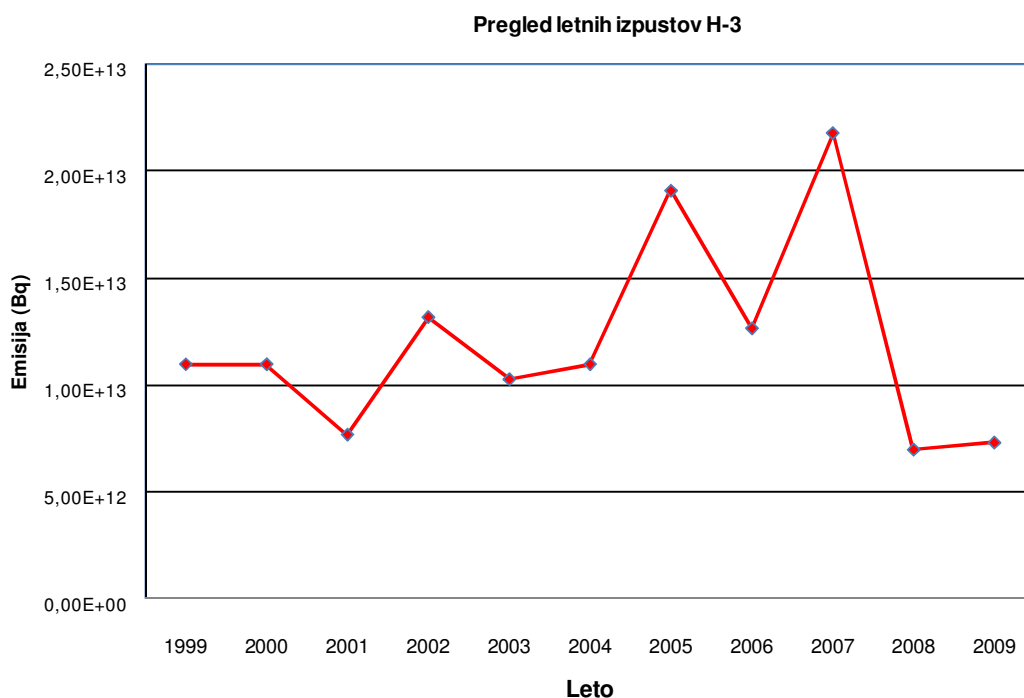
Tekoči izpusti H-3 so bili od leta 2004 dalje nekoliko večji in so v letu 2007 dosegli najvišjo vrednost, saj so presegli nekdanjo letno mejno vrednost 20 TBq, kar je rezultat spremenjenega načina obratovanja elektrarne (prehod na 18 mesečni cikel) in s tem daljšega gorivnega cikla. Vpliv povečanih izpustov se je kazal tudi v povečanih koncentracijah H-3 v Savi in v podtalnici nizvodno od NEK. V letu 2008 je bila izpuščena aktivnost prvič po letu 2001 nižja od 10 TBq.

Normaliziran izpust H-3 glede na količino proizvedene električne energije je bil tako 1,34 GBq / (GW h) (letna proizvodnja električne energije 5,46 TW h). Primerjava tekočih izpustov H-3 glede na proizvedeno električno 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 je 100 GBq (sevalci beta/gama) na leto.

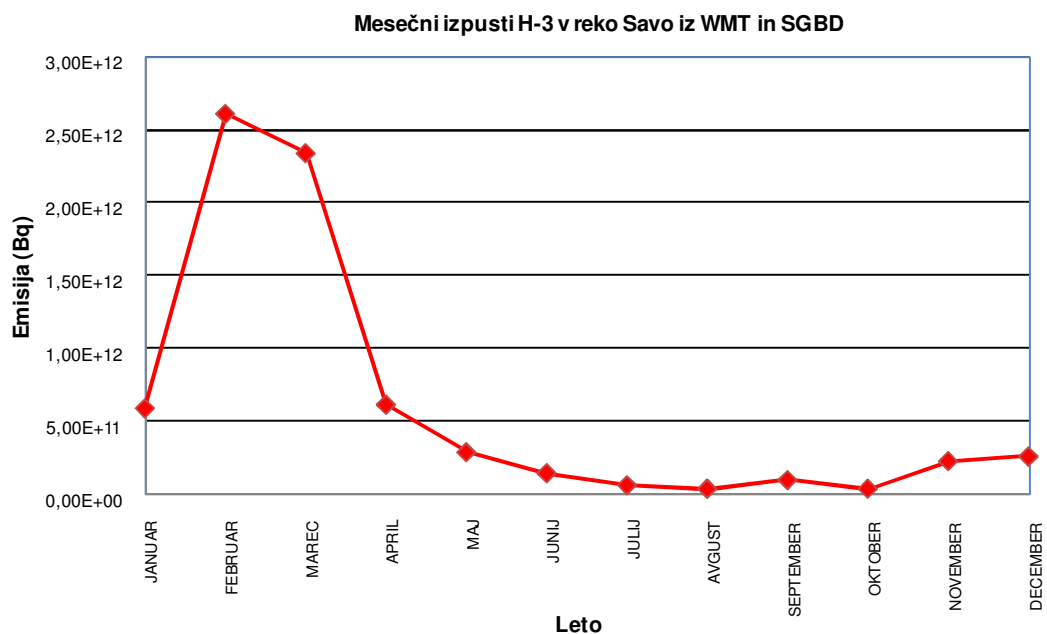
Analize Sr-90/Sr-89 v alikvotnih tekočih vzorcih so dale oceno velikosti emisij (3,3 E+5) Bq na leto (meritve je opravil IRB), kar je bistveno nižje v primerjavi z vrednostmi v preteklih letih (slika 8.3) in nekoliko višje v primerjavi z letom 2008. Skupna aktivnost izpuščenega Co-60 v reko Savo je bila (1,03 E+7) Bq na leto in skupna aktivnost izpuščenega Cs-137 v Savo (9,2 E+6) Bq na leto. V letu 2009 je bila količina izpuščenega Co-58 (2,50 E+7) Bq nekoliko nižja kot v letu 2008 (5,3 E+7 Bq).

Primerjava letnih izpustov Co-60, Co-58, Cs-134 in Cs-137 v zadnji dekadi kaže težnjo njihovega zmanjševanja.

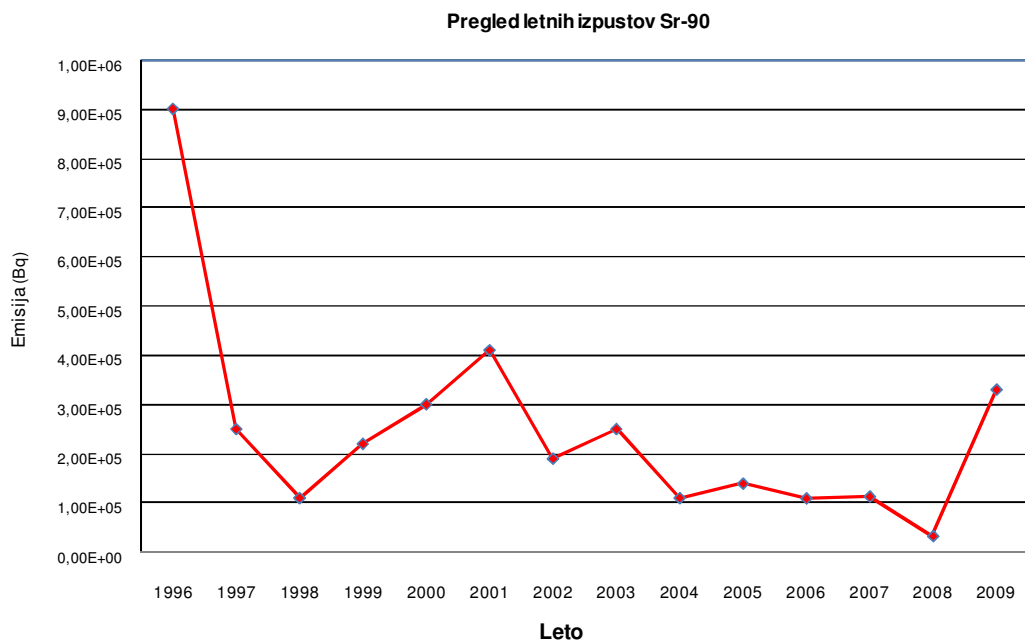
Poleg H-3 je bilo med izpuščenimi radionuklidi največ Co-58 ((2,5 E+7) Bq na leto), Co-60 ((1,0 E+7) Bq na leto) ter Fe-55 ((1,1 E+7) Bq na leto). V efluentih sta izmerjena tudi I-131 ((4,3 E+5) Bq na leto) in Xe-133 ((1,5 E+7) Bq na leto).



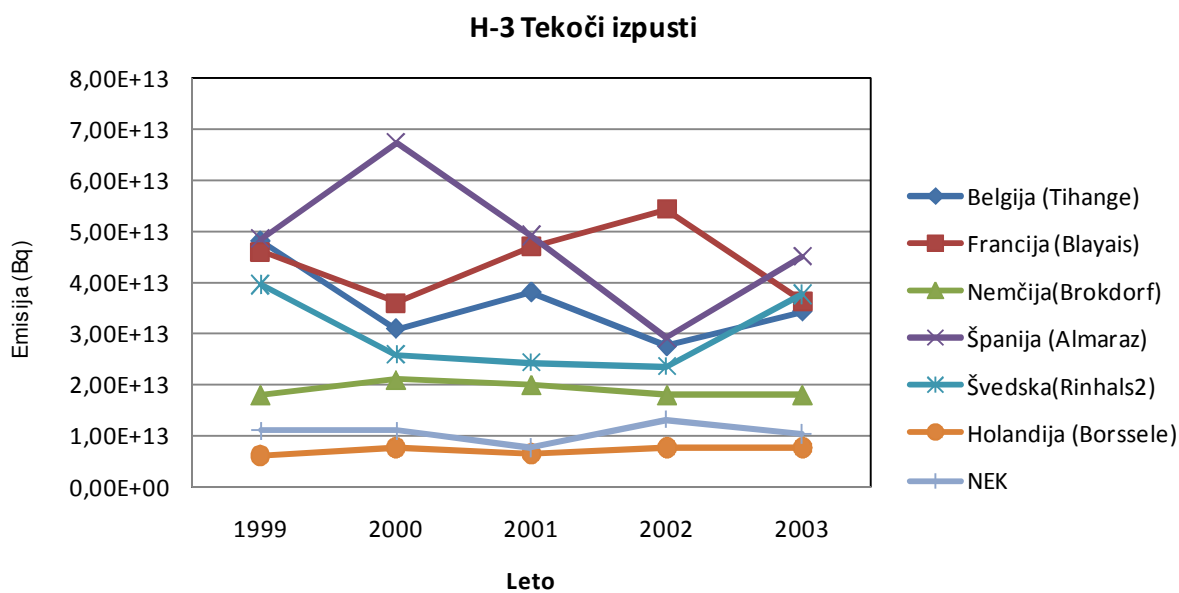
**Slika 8.1:** Letni izpusti H-3 v reko Savo (največji izpust H-3 je bil v letu 2007)



**Slika 8.2:** Mesečni izpusti H-3 v reko Savo v letu 2009. Največja aktivnosti je bila izpuščena v mesecu februarju.



Slika 8.3: Letni izpusti Sr-90/Sr-89 v reko Savo



Slika 8.4: Letni tekoči izpusti H-3 za različne evropske elektrarne





**Tabela 8.1** Razpon letne doze predstavnikov referenčne skupine (države EU) na razdalji 500 m od elektrarne ( $\mu\text{Sv}$ )

Razpon letne doze na razdalji 500 m od elektrarne ( $\mu\text{Sv}$ )					
Delež	1996	1997	1999	2002	2004
50 %	0,086	0,13	0,14	0,55	0,61
75 %	0,56	0,8	0,45	1,5	1,4
90 %	18	18	14	12	12
Maksimalna	120	120	140	70	40

## SKLEP

Največkrat so koncentracije radionuklidov v okolju zaradi izpustov iz NEK pod mejami zaznave instrumentov, zato je treba vplive vrednotiti iz merjenih emisijskih podatkov in z uporabo modelov za razširjanje radionuklidov v okolje. Pregled letnih izpustov kaže na težnjo zmanjševanja izpustov v zadnji dekadi. Izpusti iz NEK in obremenitve prebivalstva, ki so v zgornjem tekstu podani za razdaljo 200 m od reaktorja (ograja NEK) in za razdaljo 800 m od reaktorja (Vrbina), so primerljivi ali nižji od povprečnih vrednosti v evropskih elektrarnah, kar se da razbrati iz tabele 8.1 (EC "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") in s slike 8.4 (EC "Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999 – 2003").



## 9 MEDLABORATORIJSKE PRIMERJALNE MERITVE

Tabele z rezultati mednarodnih primerjalnih meritev in primerjalnih meritev pooblaščenih laboratorijev so na priloženi zgoščenci v datoteki **MednarodnePrimerjave2009.pdf**.

### POVZETEK

*Ocenjeno je sodelovanje laboratorijev IJS, IRB in ZVD v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah in preverjanjih usposobljenosti. Kolikor je bilo mogoče, smo rezultate primerjali s podobnimi iz prejšnjih let, kar je omogočilo tudi delno oceno teženj in morebitnih izboljšav. Ugotovimo lahko, da je bilo sodelovanje vseh treh laboratorijev uspešno, da so z medlaboratorijskimi primerjavami obseženi skoraj vsi merjenci in tipi vzorcev, ki jih laboratoriji analizirajo v okviru nadzora radioaktivnosti v okolici NEK, in da so rezultati enaki ali boljši od tistih iz prejšnjih let. Dejstvo, da domače primerjave v letu 2009 niso bile izvedene, ni negativno vplivalo na kvaliteto rezultatov.*

### UVOD

Eden temeljnih načinov zagotavljanja kvalitete merilnih rezultatov je redno sodelovanje laboratorijev v medlaboratorijskih primerjavah oziroma preskusih usposobljenosti. S sodelovanjem v primernih primerjavah, kjer so vzorci in merjenci podobni tistim, merjenim v rutinskih postopkih, laboratoriji pridobijo informacije o pravilnosti rezultatov, primernosti ocenitve merilne negotovosti in drugih metroloških parametrov njihovega merilnega postopka. Medlaboratorijske primerjave so dopolnilna aktivnost pri notranji kontroli kvalitete in v delujočem sistemu kakovosti. Glede na evropsko in slovensko zakonodajo morajo biti laboratoriji, ki sodelujejo pri nadzoru okolja nuklearnih objektov, od decembra 2008 formalno akreditirani v skladu s standardom SIT/ISO 17025:2005. Ena od zahtev standarda je tudi sodelovanje pri medlaboratorijskih primerjavah, če so le te dostopne. IJS, IRB in ZVD tradicionalno redno sodelujejo pri mednarodnih primerjavah, pri čemer je seveda treba upoštevati dejstvo, da ponujene sheme niso vedno enake in da so taka sodelovanja tudi finančna obremenitev za laboratorije. Torej je izbira ustreznih medlaboratorijskih primerjav zelo pomembna. V letu 2009 je IJS tako sodeloval pri 18, IRB in ZVD pa pri 6 medlaboratorijskih primerjavah. To je praktično enako kot v letu poprej. Nasprotno od prejšnjih let pa v letu 2009 domače medlaboratorijske primerjave INTNEK niso bile več organizirane.



## OCENA REZULTATOV SODELOVANJA LABORATORIJEV PRI MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITVAH IN PREVERJANJIH USPOSOBLJENOSTI LABORATORIJEV

**Tabela 9.1:** Sodelovanje pooblaščenih organizacij pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjalnih meritvah glede na vrsto vzorca

Tip vzorca	SODELUJOČA ORGANIZACIJA		
	IJS	IRB	ZVD
ZRAK	2	-	3
VODA	10	5	1
VEGETACIJA, RIBE	-	1	1
ZEMLJA	-	-	1
URIN	4	-	-
BETON, aktiviran z nevtroni	1	-	-
FOSFORGIPS	1	-	-
$\Sigma$	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

### NATIONAL PHYSICS LABORATORY (NPL), UK

**Environmental Radioactivity Comparison Exercise 2008:** V letu 2008 je IJS sodeloval pri primerjalnih meritvah, ki jih je organiziral National Physics Institute (NPL) iz Velike Britanije [38]. IJS je analiziral šest vzorcev, od tega pet vzorcev vode, kontaminirane z radioaktivnimi izotopi, in vzorec betona, aktiviranega z nevtroni. Pet vzorcev vode je bilo laboratorijsko pripravljenih na način, da so simulirali možne realne vzorce pri nadzoru radioaktivnosti v okolici nuklearnih objektov. IJS je tako analiziral vzorec vodne raztopine, ki je vsebovala sevalce alfa in beta nizkih aktivnosti (do nekaj Bq/g), dva vzorca vodne raztopine, ki je vsebovala tritij, ter dve vodni raztopini, od katerih je ena vsebovala nizke (nekaj Bq/kg), druga pa visoke (nekaj Bq/g) aktivnosti sevalcev gama. Rezultati so bili objavljeni v maju 2009. NPL je rezultate vrednotil kot relativni odmik od pripisane vrednosti in kot  $\zeta$ -preskus, pri katerem sta upoštevani merilna negotovost pripisane vrednosti in tudi rezultata IJS. Princip  $\zeta$ -preskusa je podoben kot pri  $u$ -preskusu, ki ga uporablja Mednarodna agencija za atomsko energijo (glej tekst v nadaljevanju).

Vodna raztopina AH, kontaminirana s sevalci alfa in beta nizkih aktivnosti, je vsebovala Ra-226, U-235, U-238, Np-237 in Am-241. IJS je izmeril aktivnosti vseh petih izotopov, pri čemer pa je bil rezultat določitve U-235 dvomljiv (odmik 18 %,  $\zeta$ -preskus 5,51), rezultat določitve Ra-226 pa neustrezen (odmik -37 %,  $\zeta$ -preskus -5,62). Rezultati določitev U-238, Np-237 in Am-241 se dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi (odmiki do 10 %), relativno nizke vrednosti  $\zeta$ -preskusa pa potrjujejo tudi ustrezno vrednotenje merilne negotovosti. Tehničnega razloga za neujemanje rezultatov določitve U-235 in Ra-226 pa iz danih podatkov ni mogoče določiti.

Pri določitvi H-3 v vzorcih B1 in B2 se rezultata IJS zelo dobro skladata s pripisano vrednostjo, saj sta



odmika 1 % oziroma 3 %. Istočasno kažejo rezultati  $\zeta$ -preskusa (0,16 in 0,39), da so merilne negotovosti pri določitvi H-3 ustrezno določene.

Vzorec C je bil z nevtroni aktivirani beton. NPL je ovrednotil samo rezultate, podane za Co-60, Ba-133, Eu-152 in Eu-154. IJS je izmeril tudi aktivnosti Na-22, Cs-137, Ra-226, Ra-228, Th-228 in U-238. Rezultati določitve Co-60, Ba-133 in Eu-152 se zelo dobro ujemajo z vrednostimi NPL, in sicer v okviru odmika do 2 % in vrednosti  $\zeta$ -preskusa med 0,19 in 0,46. Rezultat meritve aktivnosti Eu-154 je za 10 % prenizek, vendar še zmeraj povsem sprejemljiv, kar potrjuje tudi nizka vrednost  $\zeta$ -preskusa  $-1,58$ . Pravilnosti drugih podanih rezultatov ne moremo oceniti, dejstvo pa je, da IJS podaja za vse rezultate tudi merilne negotovosti in s tem pokaže, da vso si rezultati nad mejo kvantitativne določitve.

V sklopu vzorcev sta bili tudi dve vodni raztopini, kontaminirani s sevalci gama nizke (vzorec GL) oziroma visoke aktivnosti (vzorec GH). Razlika v aktivnostih radionuklidov med vzorcema je bila približno tri velikostne rede, vključeni pa so bili Na-22, Co-60, Zr-95, Nb-95, Ba-133, Cs-134, Cs-137 in Eu-152. Tako za visoko kot tudi za nizko aktivni vzorec velja, da se vsi podani rezultati zelo dobro ujemajo z pripisanimi vrednostmi NPL. Pri nizkih aktivnostih je največji odmik 5 %, in sicer pri Nb-95, pri visokih pa pri Na-22, in sicer  $-3$  %. Tudi vrednosti  $\zeta$ -preskusa so praktično v vseh primerih pod 1. Le za Na-22 v vzorcu visoke aktivnosti je vrednost  $-1,05$  in za Zr-95 in Nb-95 v nizko aktivnem vzorcu 1,29 oziroma 1,59. Tudi ti trije so zelo dobri rezultati, ki potrjujejo ustreznost uporabljenega merilnega postopka z visokoločljivostno spektrometrijo gama.

## ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA), ZDA

**MRAD-011:** Enako kot v prejšnjem letu je v septembru 2009 ERA v okviru primerjalnih meritev MRAD-11 razposlala vzorce vegetacije, zemlje, zračnega filtra in tri vzorce vode. En vzorec vode je bil namenjen določitvi tritija, drugi za določitev celotne beta in celotne alfa-aktivnosti, tretji pa za določitev aktivnosti Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Fe-55, Sr-90 in Zn-65. Medlaboratorijske primerjave sta se udeležila IRB in ZVD, pri čemer je IRB analiziral vse tri vodne vzorce, vzorec zemlje in vegetacije, ZVD pa vzorce zemlje, vegetacije in zračni filter. Končni rezultati so bili objavljeni v decembru 2009 [39].

V vzorcu zračnega filtra je ZVD določil aktivnosti Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Sr-90, U-238 in Zn-65. Vsi rezultati ZVD so po merilih ERA sprejemljivi. Opaziti pa je odmike od pripisanih vrednosti med 1 % (Cs-137) do 19 % (U-238). Glede na območje sprejemljivosti, ki ga je postavila ERA in je  $\pm 30$  %, lahko rezultate ocenimo kot zelo dobre. So pa ti rezultati nekoliko slabši kot tisti iz prejšnje podobne medlaboratorijske primerjave, kjer so bili odmiki pri določitvah istih radionuklidov do 6 %. 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 odmike od pripisanih vrednostih v razponu od 1 % do 52 %. V primerjavi z letom 2008 pa je pomembno poudariti, da je ZVD uspel odpraviti negativni odmik za večino merjencev, ki je sicer prevladoval v letu 2008. 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 23 %, kar je zelo podobno kot pri ZVD in podobno rezultatom IRB pri podobni medlaboratorijski primerjavi v letu 2008.

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. V primeru ZVD je ujemanje rezultatov s pripisanimi vrednostmi zelo podobno tistemu iz leta 2008. Opaženi odmiki od pripisanih vrednosti ležijo med  $-6$  % in 5 %. Pri IRB so odmiki za Cs-137 ( $-5$  %), Co-60 (12 %) in K-40 (13 %) nekoliko manjši kot leta 2008. Vsi rezultati ZVD in IRB so v mejah 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  $\pm 44$  %.

V vzorcu vode, namenjenim 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 zelo dobro



ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so med 0,1 % v primeru Co-60 in 9 % v primeru Am-241. Vsi rezultati IRB so sprejemljivi, pri čemer je treba poudariti rezultat določitve Fe-55, ki se tokrat ujema s pripisano vrednostjo v okviru 8 %. V primeru z letom 2008, ko je bil rezultat za Fe-55 za 40 % previsok, pomeni ta rezultat znatno izboljšanje.

Tudi v primeru določitve tritija je IRB zelo izboljšal rezultat. Opaženi odmik od pripisane vrednosti je praktično zanemarljiv (1 %), kar je pomembno izboljšanje v primerjavi z letom 2008, ko je bil odmik -21 %.

Edini nesprejemljivi rezultat IRB najdemo pri meritvi celotne aktivnosti alfa v vodnem vzorcu. IRB vrednost 14,8 pCi/L je več kot petkrat manjša od pripisane vrednosti 80,0 pCi/L. Možen vzrok prenizkega rezultata so izgube pri pripravi vzorca ali pa napake pri izračunih. Priporočamo, da IRB čim prej razišče in odpravi razloge za odmik. Meritve celotne aktivnosti beta se odmikajo za 18 %, kar je po merilih ERA povsem sprejemljivo, saj so meje postavili na  $\pm 45$  %.

**RAD-77:** Spomladi 2009 je ERA organizirala primerjalno meritev radionuklidov stroncija, namreč Sr-89 in Sr-90 [40]. Medlaboratorijske primerjave se je udeležil IRB, ki je aktivnosti obeh radionuklidov izmeril s tekočinskoscintilacijskim štetjem (LSC) in s proporcionalnim števcem (PC). Vsi rezultati so sprejemljivi, pri čemer se tudi rezultati obeh postopkov praktično ujemajo. Pri določitvi aktivnosti Sr-90 je opažen odmik pri uporabi LSC 2 % in PC 3 %, pri določitvi Sr-90 pa pri LSC 13 % in pri PC 14 %.

## MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO (MAAE = IAEA), Avstrija

**IAEA-CU-2008-04:** V novembru 2008 je MAAE v okviru merilne mreže laboratorijev ALMERA organizirala preskus usposobljenosti laboratorijev za določanje naravnih radionuklidov v vzorcih fosforgipsa in dveh vzorcih kontaminirane vode [41]. IJS je kot član mreže ALMERA pri tej primerjavi sodeloval in podal rezultate za vse tri vzorce. MAAE vrednoti rezultate v obliki *u*-preskusa, kjer se pri oceni upoštevata tudi merilna negotovost izmerjenega rezultata in merilna negotovost pripisane vrednosti. Postopek je podoben kot pri  $\zeta$ -preskusu, ki smo ga omenili v opisu medlaboratorijske primerjave, organizirane od NLP na začetku ocene. *u*-preskus je definiran kot:

$$u_{\text{preskus}} = \frac{|Value_{\text{IAEA}} - Value_{\text{Analyst}}|}{\sqrt{Unc_{\text{IAEA}}^2 + Unc_{\text{Analyst}}^2}}$$

Meje sprejemljivosti določi organizator vnaprej na osnovi podatkov o vzorcu in izkušnjah, pridobljenih pri podobnih predhodnih medlaboratorijskih primerjavah. V tem specifičnem primeru je rezultat sprejemljiv, če je  $u < 2,58$ .

V vzorcih vode je IJS določil Ra-226, U-234 in U-238. Koncentracije (aktivnosti) posameznih radionuklidov v prvem vzorcu ( $\approx 1,5$  Bq/kg) so bile približno trikrat višje kot v drugem vzorcu (0,5 Bq/kg). Torej ni presentljivo, da so bili odmiki pri nižjih aktivnostih U-234 in U-238 okrog 9 % in s tem nekoliko višja kot pri višjih aktivnostih omenjenih radionuklidov. Pri Ra-226 pa v obeh primerih ugotovimo odmik v okviru 17 %. V vseh primerih pa so rezultati *u*-preskusa ustrezni in so med 0 in 2,20. Kot že omenjeno, so pri teh ocenah upoštevane merilne negotovosti, in dobri rezultati potrjujejo dejstvo, da so le-te od IJS ustrezno ovrednotene.

Poseben vzorec je IAEA-CU-2008-04 fosforgips, ki je kot naravni tehnološki odpadek zelo homogen in predviden kot nov referenčni material. Fosforgips je bil vsestransko karakteriziran tudi s sodelovanjem nekaterih nacionalnih metroloških inštitutov, tako da so pripisane vrednosti metrološko zanesljive. Rezultati IJS kažejo dobro ujemanje za radionuklide: Pb-210, Ra-226, Th-230 in U-238, tako glede relativnega odmika kot tudi *u*-preskusa in potrjujejo kvalitetno izvedbo merilnega postopka z visokoločljivostno spektrometrijo gama.



**IAEA-CU-2008-02:** MAEA je v okviru regionalnega projekta RER/8/009 "Air Pollution Monitoring in the Mediterranean Region" organizirala preskus usposobljenosti laboratorijev za določanje radionuklidov v vzorcih zračnega filtra [42]. Sodelujoči laboratoriji so analizirali kontaminirani in "prazen" filter (ozadje). Sodeloval je IJS in izmeril aktivnosti naslednjih radionuklidov: Co-57, Co-60, Cs-134, Cs-137 in Mn-54, pa tudi celotno aktivnost sevalcev alfa in celotno aktivnost sevalcev beta. Rezultati določitve posameznih radionuklidov kažejo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi z odmiki med -0,3 % in 2,7 %. Rezultati *u*-preskusa so med vrednostmi -0,12 in 0,88 in s tem potrjujejo ustrezno vrednotenje merilne negotovosti. Rezultati meritev celotne aktivnosti sevalcev alfa pa se odmikajo za 58 %, rezultati meritve celotne aktivnosti sevalcev beta pa za 21 %. Čeprav so ti rezultati za organizatorja (MAAE) sprejemljivi, priporočamo, da IJS analizira razloge za tak odmik in jih skuša čim prej odpraviti.

**TRIC2008:** V decembru 2008 je MAAE organizirala medlaboratorijsko primerjavo določitve nizkih aktivnosti tritija v vodah [43]. IJS je analiziral šest vzorcev vode, v katerih so bile aktivnosti H-3 med 0,67 Bq/L in 568,7 Bq/L. Razen pri vzorcu T-18, kjer je bila aktivnost H-3 najnižja in je bil odmik rezultata IJS 32 %, se vsi drugi rezultati izredno dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Značilnost vseh rezultatov je zelo dobra vrednost *u*-preskusa. Izjema je bil vzorec T-18, kjer je bil 1,18, za vse druge vzorce pa je bil pod 0,8.

#### ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA

**Radichemical Cross Check:** V okviru programa Cross Check je IRB v letu 2009 ponovno sodeloval pri primerjalni meritvi Sr-89/Sr-90, H-3 in Fe-55 v 0,1 M HCl [44]. Tukaj je način podajanja rezultatov drugačen kot v primeru ERA oziroma MAAE, in sicer so podana razmerja med vrednostjo, določeno v sodelujočem laboratoriju in pripisano vrednostjo. Pregled rezultatov pa kaže, da so vsi rezultati IRB sprejemljivi. V letu 2009 se IJS teh primerjav ni udeležil.

#### PROCORAD, Francija

Procorad je tudi v letu 2009 organiziral medlaboratorijske primerjave za določitev sevalcev gama in H-3 v vzorcih urina. Vzorce so pripravili in razposlali marca 2009, končno poročilo pa je bilo objavljeno v juniju 2009 [45]. Vzorce so v Procoradu pripravili z dodajanjem certificiranih referenčnih materialov s točno znano aktivnostjo posameznih radionuklidov proizvajalca Amersham. Tudi v letu 2009 je pri teh meritvah sodeloval samo IJS. Analizirani so bili vzorci urina B, C, D, E in "Surprise Urin". V vzorcu B so bile določene aktivnosti Y-88, I-129 in Ce-141; v vzorcu C aktivnosti Y-88, Cs-137 in Ce-141; v vzorcu "Surprise Urin" pa aktivnosti K-40, Cd-109 in Cs-134. V vzorcih B, C, D in E je bil določen še tritij in v vzorcu E C-14. Procorad podaja rezultate uspešnosti sodelovanja pri svojih medlaboratorijskih primerjavah v obliki relativnega odmika (relative bias), in sicer:

$$(vrednost\ IJS - pripisana\ vrednost) / pripisana\ vrednost \times 100\ (\%)$$

Lahko poudarimo, da se vsi rezultati IJS dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Največji odmik, in sicer -13,3 %, opazimo pri določitvi C-14 v vzorcu E. Vsi drugi rezultati pa se ujemajo s pripisanimi vrednostmi v okviru 10 %. Ujemanja pri določitvi H-3 so še boljša in so v okviru 5 %, kar je podobno rezultatom v prejšnjih letih. Za radionuklide v vzorcih B, C in "Surprise Urin" pa primerjava z lanskimi rezultati ni možna, ker le-ti niso vsebovali enakih radionuklidov.



**BUNDESAMT FÜR STRAHLENSHUTZ (BfS) in PHYSIKALISCH-TECHNISCHE  
BUNDESANSTALT (PTB), Nemčija**

**Ringversuch 1/2008 Radionuklidgehaltes in Wasserproben:** V letu 2009 je IJS ponovno 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) [46]. Znova sta bila pripravljena 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: Mn-54, Co-60, Zn-65, Cs-137, Eu-152, Am-241, H-3, Sr-89 in Sr-90, 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, Sr-89 in Sr-90. BsF je rezultate vrednotil kot odmik (bias). Za vse sevalce gama v vzorcu umetno kontaminirane vode je ujemanje rezultatov zelo dobro, in sicer v okviru 3 %. Večje odmike pa opazimo pri H-3 in Sr-89, in sicer 10 % in 16 %. Tudi pri določitvi radionuklidov v vzorcu "realne" vode je opažena dokaj dobra skladnost rezultatov s pripisanimi vrednostmi. So pa tu rezultati ovrednoteni z *u*-preskusom, katerega vrednosti so za večino radionuklidov pod 1, le za Na-22 in Cs-134 sta vrednosti 1,16 oziroma 1,63, kar pa je še zmeraj zelo dobro ujemanje in znova potrjuje ustrezno vrednotene in podane merilne negotovosti.

**Ringversuch 3/2008 Radionuklidgehaltes im Wasser:** V letu 2009 je ZVD sodeloval pri medlaboratorijski primerjalni določitvi radionuklidov v vzorcu vode [47]. ZVD je tokrat določil naslednje radionuklide: Mn-54, Co-60, Zn-65, Cs-137, Eu-152 in Am-241. Podati je bilo treba rezultate dveh vzporednih meritev. Merila sprejemljivosti rezultatov od organizatorja, kakor tudi negotovost pripisanih vrednosti, niso poznane. Primerjava s pripisanimi vrednostmi pa kaže dobro ujemanje rezultatov za vse radionuklide, razen za Am-241, kjer je rezultat ZVD ocenjen kot neustrezen (outlier).

**Fortluft 2008:** V letu 2009 je ZVD sodeloval pri primerjalni meritvi radionuklidov v simuliranih aerosolnih fitrih, ki jo je organiziral BfS/PTB [48]. Izmerjena je bila aktivnost I-131. Ujemanje rezultata ZVD s pripisano vrednostjo je zelo dobro, in sicer je odmik samo 1,22 %. Čeprav organizator pri vrednotenju rezultata ni upošteval merilne negotovosti rezultata ZVD, lahko ocenimo, da je ta nizka in rezultatu primerna.

**Abluft 2008:** V letu 2009 sta pri medlaboratorijski primerjavi določitve sevalcev gama v aerosolnem filtru sodelovala IJS in ZVD. BsF je pripravil aerosolni filter za vsako sodelujočo organizacijo posebej [49]. Neposredna primerjava rezultatov torej ni mogoča, so pa bile aktivnosti v istem velikostnem razredu in z enako izotopsko sestavo. Filtri so vsebovali Na-22, Co-60, Sr-85 in Ru-106. Zanimivo je, da se rezultati IJS in ZVD v principu ujemajo pri določitvi Na-22, Co-60 in Ru-106 (odmiki okrog 2 % do 3,5 % in -6 %), nekaj večjo razliko pa opazimo le pri določitvi ZVD aktivnosti Sr-85, in sicer -11 %. V splošnem lahko rečemo, da so rezultati analize aerosolnega filtra tako od IJS kot ZVD zelo dobri.

**EUROPEAN COMMISSION, JRC, INSTITUTES FOR REFERENCE MATERIALS AND  
MEASUREMENTS (IRMM), Belgium**

**EC2008:** IRMM je leta 2008 organiziral medlaboratorijsko primerjavo določitve radija in urana v mineralnih vodah [50]. Udeležil se je IJS in določil U-238, Ra-226 in Ra-228. Trije vzorci so bili analizirani v paralelkah, tako da so bili v vseh primerih podani pari rezultatov. Preliminarna ocena nakazuje dobro ujemanje rezultatov za U-238 in Ra-228, kjer so tudi vrednosti *u*-preskusa zelo nizke. Pozornost pa vzbuja rezultat določitve Ra-226 v vzorcu vode W1, kjer je vrednost 5. Ker so to preliminarni rezultati in ocene, osnovane na predpostavki, da je negotovost IRMM pripisanih vrednost 0, je smiselno z dokončno oceno še počakati.



## SKLEPI

V splošnem lahko sodelovanje laboratorijev IJS, IRB in ZVD pri medlaboratorijskih primerjavah v letu 2009 ocenimo kot zadovoljivo. Glede na vrste vzorcev iz okolja, ki jih laboratoriji merijo v okviru nadzora NEK (IJS: pitna voda zajetij in črpališč, padavine, aerosolni in jodovi filtri, sadje, meso, jajca in zemlje; IRB: mesečni zbirni vzorci Save, sediment, ribe, pitna voda in podtalnica; ZVD: mesečni zbirni in enkratni vzorci Save, sediment, ribe, mleko, povrtnine in poljščine), bi lahko laboratoriji svojo udeležbo v medlaboratorijskih primerjavah delno prilagodili, seveda če so ustrezne sheme dostopne.

Tokratna ocena temelji samo na analizi rezultatov medlaboratorijskih primerjav. Upoštevati moramo, da so vsi trije laboratoriji akreditirani in da redne notranje in zunanje presoje tudi močno prispevajo k stalnemu izboljšanju kvalitete, kar je opazno iz pregledanih rezultatov. Dejstvo, da so vsi trije sodelujoči laboratoriji akreditirani v skladu z mednarodnim standardom ISO/IEC 17025:2005 in imajo aktivne sisteme zagotavljanja kakovosti, zagotovo pozitivno vpliva na kakovost rezultatov in stalno izboljševanje.

Ponovno lahko ugotovimo opažanje iz preteklih let, namreč da se pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah vedno pogosteje uporabljajo vzorci, v katerih so aktivnosti radionuklidov metrološko dobro definirane. Organizatorji lahko tako ocenijo pravilnost rezultatov, kakor tudi ustreznost podane merilne negotovosti. In prav v tem pogledu so rezultati IJS, IRB in ZVD zelo dobri. Vrednosti  $u$ - in  $\zeta$ -preskusov so v večini primerov nizke, kar potrjuje sprejemljive rezultate.

Sklenemo lahko, da je bila ukinitvev domačih medlaboratorijskih primerjav smiselna. Te medlaboratorijske primerjave namreč niso prispevale rezultatov, ki bi opravičili napor in čas, potreben za njihovo izvedbo. Ponovimo pa naj predlog, da naj bi laboratoriji po možnosti vsaj dvakrat na leto sodelovali pri mednarodnih laboratorijskih primerjavah, ki obsegajo vse tipe vzorcev in merjencev, ki se rutinsko določajo pri programu nadzornih meritev v okolici NEK.

## REFERENCE

- [38] NPL REPORT IR 15, Environmental Radioactivity Proficiency Test Exercise 2008, A. Harms and C. Gilligan, maj 2009
- [39] Study MRAD-11, Final Report, MRaD™ Proficiency Testing, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/09/09, ERA Customer Number: Z495414 (za ZVD) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2009
- [40] Study RAD-77, Final Report, MRaD™ Proficiency Testing, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 5/22/09, ERA Customer Number: R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, maj 2009
- [41] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 298 (IJS), on the IAEA-CU-2008-04 ALMERA proficiency test on the determination of natural radionuclides in phosphogypsum and spiked water, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, Seibersdorf, julij 2009
- [42] Mediteranean Region Proficiency Test on the Determination of Radionuclides in Air Filters, IAEA-CU-2008-02, IAEA/AQ/2, IAEA, Analytical Quality Control Services, oktober 2009
- [43] Eight IAEA Interlaboratory Comparison on the Determination of Low-level Tritium Activities in Water (TRIC2008), Report, M. Gröning, H. Tatzber, A. Trinkl, P. Klaus, M. van Duren, Isotope Hydrology Laboratory, Chemistry Unit, Agency's Laboratories Seibersdorf and IAEA, Dunaj, september 2009
- [44] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Ruđer Bošković Institute, Fourth Quarter 2009, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, december 2009
- [45] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium, Tritium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2009, Grenoble, junij 2009





- [46] Ringversuch 1/2008, Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, SW 1-1/2009, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2009
- [47] Ringversuch 3/2008 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, SW 1-2/2009, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, februar 2009
- [48] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Fortluft), 31. Ringversuch "Fortluft 2009 – Iod-131", SW 1.4-13/2009, G. Böhm, M. Ehlers, B. v. Helden, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, december 2009
- [49] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 30. Ringversuch "Abluft 2008", SW 1.4-10/2009, G. Böhm, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, oktober 2009
- [50] EC 2008, EC Interlaboratory Comparison on Radium and Uranium in Mineral Waters, draft report, EC, JRC, IRMM, Belgija, 2009



## 10 PREGLED REFERENC

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2008, Ljubljana, marec 2009, interna oznaka 25/2008, 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] Radiation Protection No 152, EU Scientific Seminar 2007, "Emerging Issues on Tritium and Low Energy Beta Emitters", Proceedings of a scientific seminar held in Luxembourg on 13 November 2007
- [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 stationa, 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, (1991) 36 (2-4), 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] 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 Comission, Bruselj, 2008



- [22] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161
- [23] Izveštaj o rezultatih mjenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjenja niskih aktivnosti, 6. 2. 2008
- [24] B. Obelić, Izveštaj o rezultatih mjenja BO-5/09, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, februar 2009
- [25] Izveštaj o rezultatih mjenja, LNA-2a/2010, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjenja niskih aktivnosti, 3. 3. 2010
- [26] Ya. E. Yudovich, M. P. Ketris, Selenium in coal: A review, *International Journal of Coal Geology* 67 (2006) 112–126
- [27] HSK – Annual Report 1995 Tables 1-5  
(<http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/annual-report1995.pdf>)
- [28] Matjaž Korun, osebno sporočilo, 2003
- [29] PC program: Radiological Assessment System for Consequence Analysis RASCAL 3.0.3, NRC, June 2002
- [30] Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, *Radiation Protection* 72, European Commission, Report EUR 15760 EN, 1995
- [31] B. Zorko, S. Miljanić, B. Vekić, M. Štuhec, S. Gobec, M. Ranogajec - Komor, Intercomparison of dosimetry systems based on CaF<sub>2</sub>: Mn TL-detectors, *Radiat. Prot. Dosim.* 119 (2006) 300–305
- [32] S. Miljanić, Ž. Knežević, M. Štuhec, M. Ranogajec - Komor, K. Krpan, B. Vekić, *Radiat. Prot. Dosim.* 106 (2003) 253–256
- [33] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2008 (LMSAR-20090029-MG), marec 2009
- [34] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, *Health Physics*, 75 (1998) 2
- [35] Varga B. 2008. Regulations for radioisotope content in food- and feedstuffs. *Food and chemical Toxicology* 46, 3448-3457
- [36] Y. G. Zhu, E. Smolders, Plant uptake and radiocaesium: a review of mechanisms, regulation and application. *Journal of experimental Botany*, 51 (2000), 1635–1645
- [37] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 5, 30. julij 2002
- [38] NPL REPORT IR 15, Environmental Radioactivity Proficiency Test Exercise 2008, A. Harms and C. Gilligan, maj 2009
- [39] Study MRAD-11, Final Report, MRaDTM Proficiency Testing, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/09/09, ERA Customer Number: Z495414 (za ZVD) in R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, december 2009
- [40] Study RAD-77, Final Report, MRaDTM Proficiency Testing, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 5/22/09, ERA Customer Number: R460987 (za IRB), Arvada, ZDA, maj 2009
- [41] Individual Evaluation Report for Laboratory No. 298 (IJS), on the IAEA-CU-2008-04 ALMERA proficiency test on the determination of natural radionuclides in phosphogypsum and spiked water, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, Seibersdorf, julij 2009
- [42] Mediterranean Region Proficiency Test on the Determination of Radionuclides in Air Filters, IAEA-CU-2008-02, IAEA/AQ/2, IAEA, Analytical Quality Control Services, oktober 2009
- [43] Eight IAEA Interlaboratory Comparison on the Determination of Low-level Tritium Activities in Water (TRIC2008), Report, M. Gröning, H. Tatzber, A. Trinkl, P. Klaus, M. van Duren, Isotope Hydrology Laboratory, Chemistry Unit, Agency's Laboratories Seibersdorf and IAEA, Dunaj, september 2009
- [44] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Ruđer Bošković Institute, Fourth Quarter 2009, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, december 2009
- [45] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium, Tritium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2009, Grenoble, junij 2009



- [46] Ringversuch 1/2008, Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, SW 1-1/2009, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2009
- [47] Ringversuch 3/2008 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, SW 1-2/2009, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, februar 2009
- [48] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Fortluft), 31. Ringversuch "Fortluft 2009 – Iod-131", SW 1.4-13/2009, G. Böhm, M. Ehlers, B. v. Helden, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, december 2009
- [49] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 30. Ringversuch "Abluft 2008", SW 1.4-10/2009, G. Böhm, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, oktober 2009
- [50] EC 2008, EC Interlaboratory Comparison on Radium and Uranium in Mineral Waters, draft report, EC, JRC, IRMM, Belgija, 2009





## 11 MERSKI REZULTATI

### PROGRAM REDNEGA NADZORA RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2009

Osnova za izvajanje obratovalnega nadzora je *Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10)*, Ur. l. RS 20/2007, 2509, 6. 3. 2007.

- (i) Program obsega **meritve v okolju jedrske elektrarne (emisije – 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.

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) Označba Sr-90/Sr-89 pomeni, da ni bila narejena analiza na Y-90. Ločitev za Y-90 se izvede samo v primerih, ko iz ponovitev meritev Sr-90/Sr-89 ugotovimo, da je izmerjena hitrost štetja res manjša od predhodno določene in je ta razlika hitrosti štetja posledica radioaktivnega razpada Sr-89.



## PROGRAM RADIOLOŠKIH MERITEV V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2009

### 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
		3. Jesenice na Dolenjskem		voda+susp.snov filtrski ostanek	1-krat na 31 dni
				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		1-krat na dan	1-krat na 31 dni	12 × 5
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	3. Zajetje Dolenja vas 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, kontinuirno 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	sestavljani mesečni vzorec iz 3 skupin lokacij oz. celomesečni vzorec iz posamezne lokacije pri povišanih vrednostih	kontinuirno 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	kontinuirno 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	kontinuirno 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 HITROST DOZE ZUNANJEGA SEVANJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITEV	LETNO ŠT. MERITEV
Doza z okoljskimi TL-dozimetri v pasu okoli elektrarne	67 merilnih točk v Sloveniji, od tega 57 merilnih točk razporejenih v krogih v pasu od 1,5–10 km okoli elektrarne, 9 merilnih točk na ograji NEK - skupaj 66 merilnih točk v okolici NEK in 1 merilna točka na IJS v Ljubljani;  10 na Hrvaškem	TL dozimeter, najmanj 2 na merilno mesto	1-krat na pol leta	1-krat na pol leta	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	enkratni vzorec zemlje iz 4 globin 0–5cm, 5–10cm, 10–15cm, 15–30cm	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. Trnje (Kusova Vrbina), ZR = 8,5 km, poplavno področje, borovina  3. Gmajnice (Vihre) ZR = 2,6 km, poplavno področje, rjava naplavina	enkratni vzorci: naplavine, pašnik ali obdelovalna zemlja			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
Stroncij Sr-90/Sr-89, specifična analiza	2. Drnovo	enkratni vzorec vsakih 31 dni			12 × 3
I-131, 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 2009

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:  $\text{Bq/m}^3$   
( $1 \text{ Bq/m}^3 = 1\text{E-3 Bq/kg} = 1\text{E-3 Bq/L}$ ).

1.2 Izraz "suspendirana snov" velja za ostanek filtracije nad  $0,45 \mu\text{m}$ .

- aktivnost se navaja v enotah  $\text{Bq/m}^3$  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  $\text{Bq/m}^3$  prefiltrirane vode, ki je dala ta filtrski ostanek.

1.3 **H-3** iz vode

Aktivnost se navaja v enotah  $\text{Bq/m}^3$  vode.

### 2 **USEDI** (padavine): aktivnost se podaja z dvema podatkom:

- Aktivnost se navaja v enotah  $\text{Bq/m}^2$  terena (vodoravne prestrezne površine).
- Aktivnost se podaja v enotah  $\text{Bq/m}^3$  tekočih padavin.

### 3 **HRANA**

Aktivnost se navaja v  $\text{Bq/kg}$  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  $\text{Bq/kg}$  za sveže ribe, navede se tudi delež (%) suhe snovi v ribi; za mahove, ribjo hrano in drugo se podaja aktivnost v  $\text{Bq/kg}$  suhe snovi z navedbo deleža suhe snovi v vzorcu (%), kadar je to smiselno.

### 5 **ZRAK**

Aktivnost se podaja za aerosole in jod v  $\text{Bq/m}^3$  (pri približno normalnih pogojih).

### 6 **ZEMLJA**

Aktivnost se podaja v  $\text{Bq/kg}$  "zračno suhe zemlje" in v  $\text{Bq/m}^2$ .

### 7 **ZUNANJA DOZA**

Ta 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
trij	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
kali	K-40	1,277 10 <sup>9</sup> 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
selen	Se-75	119,7 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 10 <sup>9</sup> let



## IZVAJALCI MERITEV

### INSTITUT "JOŽEF STEFAN" (IJS), LJUBLJANA

*Koordinator projekta za IJS:* 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 Modec, dipl. inž. fiz., dr. M. Nečemer, B. Svetek, inž. kem. tehnol., iz. prof. dr. V. Stibilj, Z. Trkov, inž. kem. tehnol., 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.





## MERSKE METODE

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 (CaF<sub>2</sub>:Mn) za uporabo v osebni in okoljski dozimetriji v energijskem območju od 40 keV do 1,2 MeV in v območju doz od 7,5 μSv do 5 Sv [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 8/2010. En izvod tega poročila smo poslali naročniku, en izvod pa arhivirali na IJS. Rezultate iz celovitega poročila 8/2010 smo v poročilu *Ovrednotenje rezultatov meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško* 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.



**SLOVENSKA  
AKREDITACIJA**  
SIST EN ISO/IEC 17025  
**LP-090**

Institut "Jožef Stefan", Odsek za znanosti o okolju (Odsek O-2), je za meritve stroncija, tritija in C-14 akreditiran pri Slovenski akreditaciji (SA) od junija 2009 dalje. Sr-90, Sr-89 ali Sr-90/Sr-89 se lahko določa v tekočinah, trdnem stanju ali usedlinah na zračnem filtru.

Specifično aktivnost tritija v vodi se ugotavlja z direktno metodo ali z elektrolitsko obogatitvijo. Specifično aktivnost C-14 se določa v bazični raztopini. Specifične aktivnosti navedenih radionuklidov se izraža v Bq/kg ali Bq/g prinesenega vzorca.

#### 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)*, izdaja 10 (do maja 2009), izdaja 11 (od maja 2009 dalje), IJS, Ljubljana
- [iii] Guide on Expression of Uncertainty in Measurement, ISO 1995, Geneva
- [iv] *Ocena merilne negotovosti (LMR-RP-05)*, izdaja 02, oktober 2003, 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 <sup>3</sup>	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m <sup>3</sup>	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg	Bq/kg
Količina vzorca (*)	10.000 m <sup>3</sup>	0,5 kg	0,1 kg	0,05 m <sup>3</sup>	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 m<sup>3</sup>.

**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<sub>3</sub>. Aktivnosti beta se izmeri na proporcionalnem števcu beta s pretokom plina. Najbolj pogosto se uporablja mešanica 90 % Ar in 10 % CH<sub>4</sub>. Izkoristek števca EBERLINE Multi-Low-Level Counter FHT 770 T za izbrane radionuklide je določen s certificiranimi standardi francoskega laboratorija LEA, division de CERCA.

V primerih, ko je potrebna določitev Sr-89, se izvrši separacija stroncija Sr-90/Sr-89 ter po izpostavljenem ravnotežju Sr-90/Y-90 izolacija itrija. Iz prve meritve SrCO<sub>3</sub> izmerimo skupno aktivnost obeh, Sr-90/Sr-89; iz meritve Y-90 pa najprej izračunamo aktivnost Sr-90 ter nato še aktivnost Sr-89.

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 pa v [vii, xi].

### 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), 4. izdaja, dec. 2009
- [viii] *Navodilo za uporabo proporcionalnega števca*, DP-O2-STC(01), 2. izdaja, sep. 2008
- [ix] *Poročilo o validaciji metode za določanje stroncija z beta štetjem*, IJS-DP-9893, maj 2008
- [x] *Poročilo o validaciji metod STC v letu 2009*, IJS-DP-10349, december 2009
- [xi] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*, 2004

## c) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3 (Odsek O-2)

Tritij določamo v desorbirani vodi z adsorbenta in v vodnih vzorcih po postopkih, ki so natančno opisani v [xii] in [xiii] ter v referencah [xiv–xviii]. Vzorce vode najprej destiliramo in nato izvedemo elektrolizo. Po končani elektrolizi, s tritijem obogateni preostanek destiliramo, odvzamemo alikvot in dodamo koktajl ULTIMA GOLD LLT. Aktivnost tritija 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:

- [xii] *Določanje tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem*, SDN-O2-STC(02), 3 izdaja, marec, 2009
- [xiii] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL*, DP-O2-STC(02), 2 izdaja, sept., 2008
- [xiv] 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
- [xv] *Validacija metode za določitev tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem v letu 2007*, IJS-DP-9890, 2008
- [xvi] *Poročilo o validaciji metod STC v letu 2009*, IJS-DP-10349, december 2009
- [xvii] *HASL-300*, Procedure Manual, November 1990
- [xviii] Isotope Hydrology lab.; Tehnical 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 vod z elektrolitsko obogatitvijo in tekočinskoscintilacijskim štetjem.

Vzorke najprej destiliramo, preverimo pH destilata in mu dodamo natrijev peroksid. Pol litra vzorca elektrolitsko obogatimo, preostanku dodamo svinčev klorid in opravimo drugo destilacijo. V tekočinskoscintilacijskem števcu Quantulus 1220 (Wallac, PerkinElmer) merimo merjenje, pripravljene iz destilata vzorca in scintilacijskega koktajla po postopkih *LSC-DN-06* in *LSC-DN-07*. Za kalibracijo števca in pripravo krivulje dušenja uporabljamo certificiran NIST-ov standard, za dodatno kontrolo pa certificirane pripravke Perkin Elmerja.

*Reference:*

- [xix] *Umeritvene krivulje za tekočinskoscintilacijski spektrometer (LSC-DN-05)*, izdaja 00, jan. 2008, IJS, Ljubljana
- [xx] *Vzorčenje in priprava vzorcev za določitev tritija (LSC-DN-06)*, izdaja 01 (do avg. 2009), izdaja 02 (od avg. 2009 dalje), IJS, Ljubljana
- [xxi] *Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07)*, izdaja 02 (do avg. 2009), izdaja 03 (od avg. 2009 dalje), IJS, Ljubljana

**e) RADIOKEMIČNA ANALIZA C-14 (Odsek O-2)**

Ogljik C-14 določamo v bazični raztopini po postopku, ki je opisan v [xxii– xxvi]. Raztopljeni  $^{14}\text{CO}_2$  oborimo z  $\text{BaCl}_2$  iz lužne raztopine. Uprašeni oborini  $\text{BaCO}_3$  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.

*Reference:*

- [xxii] Woo H. J., Chun S. K., Cho S. Y., Kim Y. S., Kang D. W., Kim E. H., *Optimization of liquid scintillation counting techniques for the determination of carbon-14 in environmental samples*, Radional. Nucl. Cem. 239, 3, 1999, str. 649–655
- [xxiii] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements* (2004)
- [xxiv] *Določanje  $^{14}\text{C}$  v bazični raztopini*, SDN-O2-STC(03), 3. izdaja, marec, 2009
- [xxv] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL*, D-O2-STC(02), 2. izdaja, sept., 2008
- [xxvi] *Poročilo o validaciji metode za določanje  $^{14}\text{C}$  v bazični raztopini*, IJS-DP-9892, april 2008

**f) TERMOLUMINISCENČNA DOZIMETRIJA (Odsek F-2)**

Merilni sistem MR 200 (C) z računalnikom, pečica za brisanje tablet, vsebnik za shranjevanje tablet, jeklenka z dušikom in veliko število dozimetrov tvorijo celovit sistem za termoluminiscenčno dozimetrijo, ki omogoča enostavno, hitro in natančno merjenje absolutnih doz sevanja v okolju in osebni dozimetriji. Dozimetre sestavljajo tablete  $\text{CaF}_2\text{:Mn}$  z odličnimi odzivnimi lastnostmi, saj lahko merimo zelo nizke doze (manjše od 20  $\mu\text{Sv}$ ).

Meritve zunanje doze so bile opravljene po postopku, opisanem v *TLD-DN-02* [xxxii].

V letu 2002 smo posodobili in izboljšali prvi merilni sistem, 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 [xxvii] ter delovnih poročilih IJS [xxviii–xxx]:

- a) ponovljivost sistema je 5 %



- b) ponovljivost tabletk je 2 %
- c) detekcijski prag je 5,7  $\mu\text{Sv}$
- č) bledenje je manjše kot 10 %
- d) linearnost sistema je  $\pm 10$  %
- e) spomin je 0,1 % doze obsevanja
- f) samoobsevanje je zanemarljivo

Vse karakteristike sistema, preverjene v letu 2008 in 2009, so v skladu s standardom CEI/IEC 61066 [xxxii].

*Reference:*

- [xxviii] D. Jezeršek, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, 2002
- [xxviii] Validation of the TLD IJS MR 200C (3) measuring system, IJS-DP-9519, jan. 2007
- [xxix] Validation of the TLD IJS MR 200C (2) measuring system, IJS-DP-9520, jan., 2007
- [xxx] Validacija termoluminiscenčnega sistema TLD IJS MR 200 C po standardu IEC/CEI 61066, IJS-DP-10126, feb. 2009
- [xxxii] International standard CEI/IEC 61066; Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring; Second Edition, IEC Central Office Geneva, Switzerland, 2006
- [xxxiii] Čitanje (merjenje) termoluminiscenčnih dozimetров (TLD) (TLD-DN-02), izdaja 05 (do apr. 2009), izdaja 06 (od apr. 2009 dalje), IJS, Ljubljana

## INSTITUT "RUDER 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.

Metodi določanja tritija in Sr-89/Sr-90 sta akreditirani pri Hrvatski akreditacijski agenciji (HAA) od konca leta 2009 dalje.

*Reference:*

- [xxxiii] Priručnik sistema upravljanja kvaliteto P SUK (izdaji 04 in 05), Institut Ruđer Bošković, 2008/2009

### a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Spektre gama merimo na germanijevih 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) in 2,05 keV pri 1332,5 keV (Co-60);
- na germanijevem detektorju GC2519 z izkoristkom 25,4 % glede na izkoristek detektorja z natrijevim jodidom, ki ima kristal z dimenzijami (3 × 3) inčev; germanijev detektor ima ločljivost 1,82 keV pri 1332,5 keV in razmerje vrh/compton 52,3.



Germanijevi detektorji so povezani z računalnikom s programsko opremo GENIE 2000. Ta se uporablja za analizo izmerjenih spektrov skladno s postopki, opisanimi v PS 5.4/1 [xxxiv]. Izkoristke detektorjev merimo s certificiranimi standardi ČMI in LEA-CERCA, skladno z zahtevami, predpisanimi v postopkih in delovnih navodilih PS 5.4/1, RU 5.4/1-1 [xxxiv]. Meritve so bile opravljene po postopku, opisanem v PS 5.4/1 [xxxiv]. Negotovosti rezultatov so ocenjene v skladu z vodilom IAEA-TECDOC-1401 [xxxvi] in postopkom SUK PS 5.4/6 [xxxv].

Spodnja meja detekcije in minimalna aktivnost (MDA), ki so določene z intervalom zaupanja 95 %, je za izmerjene vzorce (Currie 1968, IAEA 295) [xxxvii]:

$$MDA = \frac{2,71 + 4,66\sqrt{B}}{K} : K = I \cdot t \cdot (V, m) \cdot \varepsilon$$

Kjer je:

- $t$  - čas merjenja
- $V, m$  - volumen ali masa vzorca (m<sup>3</sup> ali kg)
- $\varepsilon$  - izkoristek
- $I$  - jakost žarkov gama
- $B$  - ozadje v času meritve  $t$

#### ORIENTACIJSKE SPODNJE DETEKCIJSKE MEJE (MDA) ZA SPEKTROMETRIJO GAMA ZA DVA DETEKTORJA\*

Detektor	BE3830			GC2519		
	RIBE	VODA	SEDIMENT	RIBE	VODA	SEDIMENT
Medij	kg	m <sup>3</sup>	kg	kg	m <sup>3</sup>	kg
Enota	kg	m <sup>3</sup>	kg	kg	m <sup>3</sup>	kg
Količina vzorca (**)	0,4	0,05	0,175	0,4	0,05	0,175
Radionuklid	Bq/kg	Bq/m <sup>3</sup>	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m <sup>3</sup>	Bq/kg
Be-7	0,03	0,1	0,07	0,05	0,1	0,1
K-40	0,1	0,3	0,2	4,5	22,7	10,36
Mn-54	0,01	0,02	0,014	0,01	0,02	0,02
Co-58	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Co-60	0,01	0,3	0,02	0,01	0,03	0,02
Zn-65	0,02	0,05	0,04	0,02	0,06	0,04
Ru-103	0,004	0,01	0,01	0,005	0,02	0,01
Sb-124	0,02	0,07	0,05	0,03	0,1	0,06
Sb-125	0,01	0,03	0,02	-	-	-
I-131	0,003	0,01	0,01	0,005	0,01	0,01
Cs-134	0,005	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Cs-137	0,006	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02
Bi-214	0,01	0,03	0,02	0,01	2,3	1,0
Pb-214	0,01	0,03	0,02	0,4	1,9	1,0
Ra-228	0,02	0,07	0,05	0,4	2,4	1,1
Ra-226	0,03	0,1	0,07	1,8	9,0	4,1
U-238	0,6	2,9	1,3	2,26	11,29	5,16

\* Spodnje meje detekcije se lahko spreminjajo v odvisnosti od pogojev meritev (števeni čas, masa, statistične fluktuacije sevanja ipd.)

#### Reference:

- [xxxiv] SUK PS 5.4/1 (izdaja 04), RU 5.4/1-1 Gama spektrometrija, Institut Ruđer Bošković, 2008/2009
- [xxxv] SUK PS 5.4/6 (izdaji 04 in 05) Mjerna nesigurnost kod gama spektrometrijskih određivanja, Institut Ruđer Bošković, 2008/2009
- [xxxvi] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*, 2004



[xxxvii] IAEA, Technical Reports Series No. 295, Measurement of radionuclides in food and the environment, 1989

## b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-90/Sr-89

Princip določanja stroncija v okoljskih vzorcih (voda, hrana in krma, tla in sedimenti) temelji na raztapljanju vzorca v ustreznih raztopinah in uporabi ionskih izmenjevalcev [xxxviii, xxxix]. Radiokemična separacija temelji na ločitvi stroncija od kalcija na koloni, napoljeni z anionskim izmenjevalcem Amberlite CG-400 in raztopino 0,25 M HNO<sub>3</sub> v metanolu [xl]. Izkoristek separacije določimo gravimetrično s tehtanjem oborine SrCO<sub>3</sub>. Aktivnosti beta se izmeri na proporcionalnem števcu beta s pretokom plina. Najbolj pogosto se uporablja mešanica 90 % Ar in 10 % CH<sub>4</sub>. Aktivnost izmerimo s plinskim proporcionalnim števcem in s števcem s silicijevim detektorjem (2404 Alpha/Beta System, i-Matic, Canberra).

V primerih, ko je potrebna določitev Sr-89, se izvrši separacija stroncija in izolacija itrija. Iz prve meritve na SrCO<sub>3</sub> 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 PS 5.4/2 [xli] in v delovnih navodilih RU 5.4/2-1/ [xlii], izračun merilne negotovosti pa v PS 5.4/7 in IAEA-TECDOC-1401 [xliv, xliii].

### Reference:

- [xxxviii] IAEA, Technical Reports Series No. 295, Measurement of radionuclides in food and the environment, 1989
- [xxxix] 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
- [xl] Grahek Ž et al, Improved methods for the radioactive strontium determination, *Journal Radioanal. Nucl. Chem.*, 242 (1999), 33–40
- [xli] SUK PS 5.4/2 (izdaji 04 in 05) Određivanje <sup>89,90</sup>Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [xlii] SUK RU 5.4/2-1/ (izdaji 04 in 05) Određivanje <sup>89,90</sup>Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [xliii] IAEA-TECDOC-1401, Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements, 2004
- [xliv] SUK PS 5.4/7 (izdaji 04 in 05) Mjerna nesigurnost kod određivanja <sup>89,90</sup>Sr, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009

## c) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3

Tritij določamo v zračnih izpustih in v vodnih vzorcih po postopkih, ki so natančno opisani v referencah [xlv–]. Vzorec vode se predestilira z dodatkom KMnO<sub>4</sub>. 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 2 impulza na minuto. Izkoristek določamo z uporabo "quench-standarda" in certificiranih standardov H-3 (Perkin Elmer).

### Reference:

- [xlv] Reference Manual TRI-CARB Liquid Scintillation Analyzer, Model 2770 TR/SL Series, Packard a Canberra Company, 1995
- [xlvi] IAEA, Technical Reports Series No. 295, Measurement of radionuclides in food and the environment, 1989





- [xlvii] 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
- [xlviii] SUK PS 5.4/3 (izdaje 04–06) Određivanje tritija, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [xlix] SUK PS 5.4/8 (izdaje 04–06) Mjerna nesigurnost kod određivanje tritija, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [l] SUK RU 5.4/3-1/ (izdaji 04 in 05) Određivanje tritija, Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009

#### 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 [li, lii]. 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 [li, liii] ter v referencah [liv, lv].

##### Reference:

- [li] SUK PS 5.4/4 (izdaji 04 in 05) Određivanje  $^{55}\text{Fe}$ , Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [lii] SUK RU 5.4/4-1/ (izdaji 04 in 05) Određivanje  $^{55}\text{Fe}$ , Institut "Ruđer Bošković", 2008/2009
- [liii] SUK PS 5.4/9 (izdaji 04 in 05) Mjerna nesigurnost kod određivanja  $^{55}\text{Fe}$ , Institut "Ruđer Bošković", 2008/09
- [liv] 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
- [lv] Ž. Grahek, M. Rožmarić, Isolation of iron and strontium from liquid samples and the determination of  $^{55}\text{Fe}$  and  $^{89,90}\text{Sr}$  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 jih je do tedaj 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.

Metoda določitve stroncija je akreditirana od februarja 2009 dalje pri Slovenski akreditaciji (SA).

### a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Ta 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 našteje 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 <sup>3</sup>	kg	m <sup>3</sup>
Količina vzorca (**)	3	0,15	0,1	0,05	10000
Radionuklid	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m <sup>3</sup>	Bq/kg	Bq/m <sup>3</sup>
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 številska 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 je 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  $0 \pm 0$ .

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 številska 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) v obdobju  $T$ .

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.

- 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.
- 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 IMISIJSKIH MERITEV

	Tabele	Stran
<b>1. REKA SAVA - sestavljeni mesečni vzorci filtrirane vode in filtrskega ostanka</b>		
– 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–3
JESENICE na Dolenjskem	T – 5, 6	M–6
<b>1. REKA SAVA – enkratni vzorci nefiltrirane vode</b>		
– 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
<b>2. REKA SAVA – sedimenti</b>		
– 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
<b>2. REKA SAVA – vodna biota – ribe</b>		
– 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





**3. VODOVODI – enkratni vzorci pitne vode**

- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

vodovod KRŠKO	T – 28	M–20
vodovod BREŽICE	T – 29	M–20
vertina E1 v NEK	T – V1	M–21
vertina VOP-4 v Vrbini	T – V2	M–21

**4. ČRPALIŠČA VODOVODOV – sestavljeni mesečni vzorci**

- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

vodovod BREŽICE	T – 30	M–22
črpališče BREGE	T – 31	M–23
črpališče DRNOVO	T – 32	M–24
vodovod SPODNJI STARI GRAD	T – 33	M–25
črpališče BREŽICE - Glogov Brod	T – 34	M–26

**4. PODTALNICE – enkratni oz. sestavljeni mesečni vzorci**

- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3

MEDSAVE (R Hrvaška)	T – 35	M–27
ŠIBICE (R Hrvaška)	T – 36	M–28

**5. PADAVINE – 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 *)	T – 40	M–36
PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI	T – 41	M–38

**6. SUHI USEDI – mesečni vzorci**

- izotopska analiza sevalcev gama

SUHI USED – vazelinske plošče	T – 42	M–39
-------------------------------	--------	------

\*) Iz programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju RS



**7. 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 *)	T – 52	M–54

**8. 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

**9. ZEMLJA – enkratni vzorci**

– izotopska analiza sevalcev gama in  
specifična analiza Sr-90/Sr-89

GMAJNICE – neobdelana zemlja	T – 57	M–70
– normalno orana njiva	T – 58	M–72
KUSOVA VRBINA – neobdelana zemlja	T – 59	M–74
AMERIKA – neobdelana zemlja	T – 60	M–76

**10. MLEKO – enkratni oz. sestavljeni mesečni vzorci**

– izotopska analiza sevalcev gama in  
specifični analizi Sr-90 in I-131

PESJE	T – 61	M–80
VIHRE	T – 62	M–81
BREGE	T – 63	M–82
PESJE, VIHRE, BREGE (I-131)	T – 64	M–83

**11. SADJE – enkratni vzorci**

– izotopska analiza sevalcev gama in  
specifična analiza Sr-90/Sr-89

JABOLKA	T – 65	M–83
HRUŠKE	T – 66	M–84
JAGODE	T – 67	M–84
VINO	T – 68	M–85

\*) Iz programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju RS



**12. POVRTNINE IN POLJŠČINE** – enkratni vzorci

– izotopska analiza sevalcev gama in  
specifična analiza Sr-90/Sr-89

SOLATA, PETERŠILJ, BUČKE, ČEBULA	T – 69	M–85
KROMPIR, KORUZA, PŠENICA, SOLATA	T – 70	M–86
PARADIŽNIK, PAPRIKA, FEFERONI, MALANCANI	T – 71	M–86
OHROVT, ZELJE, FIŽOL V ZRNJU, KROMPIR	T – 72	M–87
KROMPIR, KORENJE, KUMARE, JEČMEN	T – 73	M–87

**13. MESO IN KOKOŠJA JAJCA** – enkratni vzorci

– izotopska analiza sevalcev gama in  
specifična analiza Sr-90/Sr-89

KOKOŠJE MESO IN JAJCA	T – 74	M–88
SVINJSKO IN GOVEJE MESO	T – 75	M–88

**TABELE REZULTATOV PRIMERJALNIH MERITEV**

M–89



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**

<b>1, 2</b>	<b>REKA SAVA</b>	Sava2009.pdf
<b>3, 4</b>	<b>VODOVODI, ČRPALIŠČA, PODTALNICE</b>	VodovodiCrpalisca2009.pdf
<b>5, 6</b>	<b>PADAVINE, TALNI USEDI</b>	PadavineUsedi2009.pdf
<b>7</b>	<b>ZRAK</b>	Zrak2009.pdf
<b>8</b>	<b>DOZA ZUNANJEGA SEVANJA</b>	ZunanjeSevanje2009.pdf
<b>9</b>	<b>ZEMLJA</b>	Zemlja2009.pdf
<b>10, 11, 12, 13</b>	<b>HRANA</b>	Hrana2009.pdf

## **TABELE REZULTATOV PRIMERJALNIH MERITEV**

<b>Rezultati mednarodnih primerjalnih meritev</b>	MednarodnePrimerjave2009.pdf
---	------------------------------



**1. VODA - REKA SAVA**

VODA - SESTAVLJENI MESEČNI VZORCI

VODA - ENKRATNI VZORCI

**2. SEDIMENTI**

VODNA BIOTA – RIBE

LETO 2009 T – 1a

1. REKA SAVA – VODA – sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Vzrč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	144,00	139,90	136,90	138,9	
Pretok (m³/s)	277,3	256,6	142,9	237,3	
Oznaka vzorca	NEKVKRK109	NEKVKRK209	NEKVKRK309	NEKVKRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)				
U-238	3,1E+00 ± 1E+00	4,2E+00 ± 9E-01	6,3E+00 ± 2E+00	5,2E+00 ± 1E+00	4,7E+00 ± 7E-01
Ra-226	2,8E+00 ± 2E-01	1,0E+00 ± 1E-01	8,3E-01 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 4E-01
Pb-210	1,5E+01 ± 1E+00	1,9E+00 ± 2E+00	4,5E+00 ± 1E+00	8,7E+00 ± 2E+00	7,5E+00 ± 3E+00
Ra-228	4,4E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	5,3E-01 ± 3E-01	1,8E+00 ± 4E-01	9,4E-01 ± 3E-01
Th-228		4,6E-01 ± 2E-01	6,7E-01 ± 3E-01	2,9E-01 ± 2E-01	4,7E-01 ± 1E-01
Th-230					
K-40	3,3E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	4,7E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 3E+00
Be-7	6,6E+01 ± 3E+00		7,7E+00 ± 1E+00	7,2E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+01
I-131	1,6E+01 ± 1E+00		1,0E+01 ± 2E+00		8,6E+00 ± 5E+00
Cs-134					
Cs-137	< 6E-01	< 4E-01	< 6E-01	< 6E-01	< 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	1,6E+00 ± 1E-01	2,7E+00 ± 2E-01	2,7E+00 ± 2E-01	3,0E+00 ± 2E-01	2,5E+00 ± 3E-01

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T - 2a

1. REKA SAVA – VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzrč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	144,0	145,6	147,2	147,2	
Oznaka vzorca	NEKFKRK109	NEKFKRK209	NEKFKRK309	NEKFKRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)				
U-238					
Ra-226	5,2E-01 ± 8E-02	2,0E+00 ± 1E-01	4,1E-01 ± 1E-01	2,2E+00 ± 7E-01	5,5E-01 ± 6E-01
Pb-210	2,9E+00 ± 9E-01	2,7E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 4E-01
Ra-228	5,2E-01 ± 2E-01	2,4E+00 ± 2E-01	4,7E-01 ± 2E-01	3,4E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 5E-01
Th-228	2,9E+00 ± 8E-01	2,1E+00 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	9,6E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 5E-01
Th-230	2,9E+00 ± 8E-01	2,1E+00 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 2E-01	1,7E+00 ± 5E-01
Th-230	4,3E+00 ± 1E+00	3,3E+01 ± 2E+00	6,7E+00 ± 1E+00	1,1E+01 ± 2E+00	1,4E+01 ± 6E+00
K-40	1,6E+00 ± 4E-01	6,0E+00 ± 9E-01	3,9E+00 ± 8E-01	2,3E+00 ± 8E-01	3,4E+00 ± 1E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	< 4E-01	4,2E-01 ± 6E-02	3,9E-01 ± 6E-02	6,0E-01 ± 9E-02	3,5E-01 ± 1E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	3,4E-01 ± 3E-02	3,3E-01 ± 3E-02	3,5E-01 ± 3E-02	6,5E-02 ± 3E-02	2,7E-01 ± 7E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 1b, 2b

1. 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)							
Pretok (m <sup>3</sup> /s)	242,4	326,6	262,9	366,5	206,8	196,5	
Oznaka vzorca							
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
H-3	8,0E+02 ± 9E+01	6,9E+02 ± 7E+01	1,0E+03 ± 4E+02	8,3E+02 ± 8E+01	9,5E+02 ± 1E+02	8,0E+02 ± 8E+01	8,5E+02 ± 7E+01

Vzorč. mesto	Krško						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)							
Pretok (m <sup>3</sup> /s)	204,5	94,4	129,7	95,0	162,8	454,0	
Oznaka vzorca							
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
H-3	9,3E+02 ± 2E+02	5,0E+02 ± 8E+01	6,9E+02 ± 7E+01	1,3E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 1E+02	7,6E+02 ± 8E+01	8,7E+02 ± 6E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2 .

LETO 2009 T – 4a, 4b

1. REKA SAVA – VODA – sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)

Specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	222,4	219,1	234,0	210,1	
Oznaka vzorca	NEKFBRK109	NEKFBRK209	NEKFBRK309	NEKFBRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )				
Sr-89/Sr-90	< 4E-02	< 1E-02	9,0E-02 ± 1E-02	2,5E-02 ± 2E-02	2,9E-02 ± 2E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.



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)	44,88	42,68	49,28	45,9	47,78	43,62	
Pretok (m <sup>3</sup> /s)	242,4	326,6	262,9	366,5	206,8	196,5	
Oznaka vzorca	NEKVBR0109	NEKVBR0209	NEKVBR0309	NEKVBR0409	NEKVBR0509	NEKVBR0609	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	5,3E+00 ± 2E+00	8,1E+00 ± 2E+00	4,1E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 2E+00	< 4E+00	7,7E+00 ± 2E+00	4,8E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,7E-01 ± 2E-01	8,4E-01 ± 3E-01	7,1E+00 ± 4E-01	1,0E+00 ± 2E-01	5,6E-01 ± 3E-01	7,1E-01 ± 2E-01	1,8E+00 ± 1E+00
Pb-210	2,5E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 5E+00	6,0E+00 ± 2E+00	6,0E+00 ± 2E+00	8,0E+00 ± 3E+00	< 2E+00	1,1E+01 ± 4E+00
Ra-228	1,0E+00 ± 5E-01	1,8E+00 ± 9E-01	2,9E+00 ± 7E-01	2,2E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 6E-01	7,9E-01 ± 5E-01	1,7E+00 ± 3E-01
Th-228		7,8E-01 ± 6E-01			7,3E-01 ± 6E-01	6,5E+00 ± 2E+00	1,3E+00 ± 1E+00
Th-230							
K-40	3,4E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 2E+00
Be-7	1,7E+02 ± 1E+01	1,5E+02 ± 1E+01	2,2E+01 ± 2E+00	7,9E+00 ± 2E+00			6,1E+01 ± 3E+01
I-131	8,9E+00 ± 9E-01	3,6E+00 ± 9E-01	8,1E+00 ± 9E-01		5,5E+00 ± 9E-01		4,4E+00 ± 2E+00
Cs-134							
Cs-137	5,5E-01 ± 1E-01	4,5E-01 ± 1E-01	< 1E+00	3,7E-01 ± 1E-01	3,5E-01 ± 1E-01	< 8E-01	2,9E-01 ± 2E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	2,1E+00 ± 1E-01	2,3E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 1E-01	2,3E+00 ± 2E-01	3,2E+00 ± 2E-01	3,6E+00 ± 2E-01	2,4E+00 ± 3E-01
H-3	2,4E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 4E+02	7,0E+03 ± 4E+02	2,4E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 1E+02	3,2E+03 ± 9E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na ZVD, radiokemijske analize H-3 pa na IJS na Odseku F-2.

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	68,7	70,0	83,7	70,9	71,4	76,8	
Oznaka vzorca	NEKFBR0109	NEKFBR0209	NEKFBR0309	NEKFBR0409	NEKFBR0509	NEKFBR0609	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	2,5E+00 ± 2E+00		4,4E+00 ± 1E+00		< 1E+00		1,2E+00 ± 8E-01
Ra-226	3,7E-01 ± 2E-01	1,6E-01 ± 1E-01	7,9E-01 ± 1E-01	1,5E+00 ± 3E-01	< 2E+00	< 2E-01	4,7E-01 ± 3E-01
Pb-210		8,7E-01 ± 8E-01	2,8E+00 ± 1E+00			1,8E+00 ± 1E+00	9,1E-01 ± 5E-01
Ra-228	2,5E+00 ± 1E+00	5,8E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 3E-01	6,8E-01 ± 4E-01		8,5E-01 ± 4E-01	9,6E-01 ± 3E-01
Th-228				1,3E+00 ± 4E-01		7,3E-01 ± 3E-01	3,3E-01 ± 2E-01
Th-230		7,0E+00 ± 2E+00	8,0E+00 ± 2E+00	8,6E+00 ± 2E+00	2,2E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 2E+00	5,3E+00 ± 1E+00
K-40				5,5E+00 ± 1E+00			9,2E-01 ± 9E-01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E+00	< 7E-01	< 5E-01	2,4E-01 ± 2E-01	< 8E-01	< 7E-01	4,0E-02 ± 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.

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)	46,5	45,8	46,2	45,6	45,9	47,7	
Pretok (m³/s)	204,5	94,4	129,7	95,0	162,8	454,0	
Oznaka vzorca	NEKVBR0709	NEKVBR0809	NEKVBR0909	NEKVBR1009	NEKVBR1109	NEKVBR1209	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)</b>						
U-238	8,3E+00 ± 2E+00	4,0E+00 ± 2E+00	5,3E+00 ± 2E+00	7,9E+00 ± 2E+00	4,3E+00 ± 3E+00	6,5E+00 ± 1E+00	5,4E+00 ± 7E-01
Ra-226	1,4E+00 ± 3E-01	8,6E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	8,6E-01 ± 3E-01	3,0E+00 ± 4E-01	9,9E-01 ± 2E-01	1,6E+00 ± 5E-01
Pb-210	4,9E+00 ± 2E+00		1,4E+00 ± 1E+00	1,4E+01 ± 4E+00	4,7E+00 ± 3E+00		7,4E+00 ± 2E+00
Ra-228	1,4E+00 ± 5E-01	1,4E+00 ± 7E-01	2,4E+00 ± 6E-01	3,5E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 7E-01	1,4E+00 ± 4E-01	1,8E+00 ± 2E-01
Th-228		7,6E-01 ± 6E-01	7,5E-01 ± 6E-01	1,4E+00 ± 6E-01		7,8E-01 ± 4E-01	9,8E-01 ± 5E-01
Th-230							
K-40	3,6E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 5E+00	3,1E+01 ± 5E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 5E+00	3,1E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 1E+00
Be-7		3,0E+01 ± 4E+00		7,5E+01 ± 6E+00			3,9E+01 ± 2E+01
I-131				7,9E+00 ± 1E+00	7,9E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 1E+00
Cs-134							
Cs-137	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 2E+00	2,9E-01 ± 1E-01	1,7E-01 ± 3E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	1,8E+00 ± 1E-01	3,2E+00 ± 2E-01	3,3E+00 ± 2E-01	2,5E+00 ± 2E-01	3,6E+00 ± 2E-01	4,3E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 2E-01
H-3	1,6E+03 ± 3E+02	1,0E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 1E+02	2,3E+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, radiokemijske analize H-3 pa na IJS na Odseku F-2.

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	76,9	77,5	79,6	70,0	73,6	66,5	
Oznaka vzorca	NEKFBR0709	NEKFBR0809	NEKFBR0909	NEKFBR1009	NEKFBR1109	NEKFBR1209	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)</b>						
U-238	4,0E+00 ± 1E+00	1,7E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 9E-01	3,9E+01 ± 6E+00	3,7E+00 ± 1E+00	5,0E+00 ± 3E+00
Ra-226	4,1E+00 ± 3E-01	3,4E-01 ± 2E-01	3,8E-01 ± 2E-01	7,3E-01 ± 2E-01	4,7E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 2E-01	9,3E-01 ± 3E-01
Pb-210	3,6E+00 ± 2E+00	4,2E+00 ± 2E+00	9,9E-01 ± 9E-01			3,7E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 5E-01
Ra-228		1,4E+00 ± 7E-01	8,9E-01 ± 3E-01	7,6E-01 ± 4E-01	1,2E+00 ± 6E-01	3,2E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 3E-01
Th-228		9,2E-01 ± 4E-01	3,9E-01 ± 3E-01	6,7E-01 ± 4E-01	4,3E-01 ± 4E-01	2,6E+00 ± 4E-01	5,8E-01 ± 2E-01
Th-230	8,4E+00 ± 3E+00	2,2E+00 ± 2E+00	7,1E+00 ± 1E+00	1,3E+00 ± 1E+00		3,2E+01 ± 3E+00	6,8E+00 ± 2E+00
K-40	5,4E+00 ± 1E+00					4,6E+00 ± 1E+00	1,3E+00 ± 7E-01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E+00	< 8E-01	3,4E-01 ± 9E-02	< 7E-01	1,3E-01 ± 1E-01	1,4E+00 ± 1E-01	1,8E-01 ± 2E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 5a**  
**1. 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)	271,9	244,8	272,3	266,0	268,9	244,3	
Pretok (m <sup>3</sup> /s)	312,0	441,0	311,0	466,0	238,0	211,0	
Oznaka vzorca	JFV01-09	JFV02-09	JFV03-09	JFV04-09	JFV05-09	JFV06-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	6,9E+00 ± 1E+00	7,3E+00 ± 1E+00	7,5E+00 ± 1E+00	5,9E+00 ± 1E+00	4,7E+00 ± 1E+00	5,5E+00 ± 1E+00	6,3E+00 ± 5E-01
Ra-226	1,4E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 1E-01
Pb-210							
Ra-228	1,1E+00 ± 4E-01	1,5E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 4E-01	9,4E-01 ± 4E-01	8,7E-01 ± 4E-01	1,2E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Th-228							
Th-230							
K-40	4,8E+01 ± 6E+00	4,8E+01 ± 6E+00	4,4E+01 ± 6E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,4E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 5E+00	4,0E+01 ± 3E+00
Be-7	3,9E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 9E-01	4,7E+00 ± 2E+00	4,7E+00 ± 1E+00	4,9E+00 ± 1E+00	3,7E+00 ± 5E-01
I-131	7,7E+00 ± 2E+00	7,0E+00 ± 2E+00	1,4E+01 ± 2E+00	4,7E+00 ± 3E+00	7,9E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 2E+00	7,8E+00 ± 1E+00
Cs-134							
Cs-137		1,5E-01 ± 1E-01	2,1E-01 ± 1E-01	1,8E-01 ± 1E-01			9,0E-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	3,0E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 2E-01	2,6E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 3E-01	3,3E+00 ± 3E-01	2,7E+00 ± 2E-01
H-3	1,5E+03 ± 3E+02	2,9E+03 ± 4E+02	3,4E+03 ± 4E+02	1,0E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 4E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 6a**  
**1. REKA SAVA – VODA – sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)**



Izotopska analiza sevalcev gama

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 <sup>3</sup> )	5,3	10,5	6,7	5,4	3,4	14,5	
Oznaka vzorca	JST01-09	JST02-09	JST03-09	JST04-09	JST05-09	JST06-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238		1,3E+00 ± 7E-01	6,6E-01 ± 5E-01	7,4E-01 ± 5E-01	7,3E-01 ± 5E-01	7,7E-01 ± 5E-01	6,9E-01 ± 2E-01
Ra-226	1,9E-01 ± 2E-01	4,9E-01 ± 2E-01	2,7E-01 ± 2E-01	2,6E-01 ± 1E-01		6,6E-01 ± 2E-01	3,1E-01 ± 9E-02
Pb-210							
Ra-228	3,5E-01 ± 2,7E-01	9,0E-01 ± 3,6E-01		5,2E-01 ± 3E-01	2,8E-01 ± 2E-01	9,3E-01 ± 3,8E-01	5,0E-01 ± 1E-01
Th-228							
Th-230							
K-40	3,0E+00 ± 1E+00	8,5E+00 ± 2E+00	4,8E+00 ± 1E+00	4,3E+00 ± 1E+00	2,0E+00 ± 1E+00	7,5E+00 ± 1E+00	5,0E+00 ± 1E+00
Be-7	1,7E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 2E+00	2,0E+00 ± 1E+00	2,4E+00 ± 1E+00	4,8E+00 ± 1E+00	9,6E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 1E+00
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,1E-01 ± 7,0E-02	2,7E-01 ± 1E-01	1,3E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 1E-01		3,6E-01 ± 1E-01	1,7E-01 ± 5E-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.

## 1. 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)	263,6	273,8	251,5	281,1	268,8	271,6	
Pretok (m <sup>3</sup> /s)	230,0	107,0	134,0	33,0	86,0	375,0	
Oznaka vzorca	JFV07-09	JFV08-09	JFV09-09	JFV10-09	JFV11-09	JFV12-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	5,2E+00 ± 1E+00	6,0E+00 ± 1E+00	5,3E+00 ± 1E+00	7,3E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 2E+00	5,6E+00 ± 6E-01	
Ra-226	1,7E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 5E-01	6,0E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 1E-01	
Pb-210							
Ra-228	9,0E-01 ± 4E-01	9,5E-01 ± 4E-01	1,4E+00 ± 5E-01	7,0E-01 ± 5E-01		6,1E-01 ± 4E-01	
Th-228							
Th-230							
K-40	4,4E+01 ± 6E+00	4,7E+01 ± 6E+00	5,1E+01 ± 6E+00	4,7E+01 ± 7E+00	5,8E+01 ± 7E+00	5,8E+01 ± 7E+00	
Be-7	5,1E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 1E+00	5,1E+00 ± 2E+00		4,3E+00 ± 2E+00	4,3E+00 ± 2E+00	
I-131	2,4E+00 ± 2E+00	2,5E+00 ± 1E+00	1,0E+01 ± 2E+00	4,3E+00 ± 2E+00	1,0E+01 ± 2E+00	4,8E+00 ± 3E+00	
Cs-134							
Cs-137			2,7E-01 ± 1E-01			2,0E-01 ± 2E-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	3,3E+00 ± 3E-01	2,6E+00 ± 2E-01	3,1E+00 ± 2E-01	2,5E+00 ± 2E-01	3,1E+00 ± 3E-01	3,1E+00 ± 2E-01	
H-3	9,4E+02 ± 2E+02	9,1E+02 ± 2E+02	1,3E+03 ± 2E+02	4,2E+02 ± 2E+02	5,9E+02 ± 2E+02	6,5E+02 ± 2E+02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

## 1. 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 <sup>3</sup> )	14,9	4,3	10,6	3,4	3,2	13,1	
Oznaka vzorca	JST07-09	JST08-09	JST09-09	JST10-09	JST11-09	JST12-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	1,4E+00 ± 6E-01	3,1E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 3E-01		1,3E+00 ± 4E-01	
Ra-226	8,3E-01 ± 2E-01						
Pb-210							
Ra-228	1,3E+00 ± 4E-01	5,3E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 4E-01			2,4E+00 ± 7E-01	
Th-228							
Th-230							
K-40	1,8E+01 ± 3E+00	2,8E+00 ± 1E+00	1,1E+01 ± 2E+00	6,7E+00 ± 3E+00		2,9E+01 ± 5E+00	
Be-7	1,1E+01 ± 2E+00	4,7E+00 ± 1E+00	6,2E+00 ± 1E+00	2,0E+00 ± 1E+00			
I-131							
Cs-134							
Cs-137	7,7E-01 ± 2E-01	1,5E-01 ± 9E-02	6,6E-01 ± 2E-01	2,7E-01 ± 1E-01	4,5E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 3E-01	
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 2009 T – 6a, 6b

1. 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 <sup>3</sup> )	7,4	7,7	10,0	6,6	
Oznaka vzorca	JST-I-09	JST-II-09	JST-III-09	JST-IV-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )				
Sr-89/Sr-90	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 5E-01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 7

1. 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.	11. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	44,76	45,10	48,70	46,14	
Oznaka vzorca	RSKRK109	RSKRK209	RSKRK309	RSKRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )				
U-238		1,5E+00 ± 1E+00	8,7E+00 ± 3E+00		2,6E+00 ± 2E+00
Ra-226	7,1E-01 ± 3E-01	6,3E+00 ± 4E-01	4,7E+00 ± 4E-01	2,0E+00 ± 4E-01	3,4E+00 ± 1E+00
Pb-210	1,3E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 8E+00	2,2E+01 ± 6E+00	1,8E+01 ± 5E+00	2,2E+01 ± 5E+00
Ra-228	2,1E+00 ± 7E-01	2,3E+00 ± 5E-01	3,2E+00 ± 8E-01	1,1E+00 ± 8E-01	2,2E+00 ± 4E-01
Th-228	1,0E+00 ± 7E-01	6,2E+00 ± 2E+00	1,1E+00 ± 8E-01		2,1E+00 ± 1E+00
K-40	3,1E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 4E+00	5,2E+01 ± 6E+00	4,3E+01 ± 6E+00	3,7E+01 ± 7E+00
Be-7	4,8E+01 ± 6E+00	1,1E+02 ± 8E+00	4,1E+01 ± 4E+00	5,8E+01 ± 5E+00	6,4E+01 ± 2E+01
I-131		4,1E+00 ± 4E-01		8,2E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 2E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	2,0E-01 ± 1E-01	1,0E+00 ± 2E-01	3,4E-01 ± 2E-01	3,8E-01 ± 4E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	1,7E+00 ± 1E-01	2,6E+00 ± 2E-01	3,6E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,6E+00 ± 4E-01
H-3	1,0E+03 ± 8E+01	9,3E+02 ± 1E+02	1,0E+03 ± 1E+02	7,5E+02 ± 1E+02	9,4E+02 ± 7E+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 na IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 9  
1. REKA SAVA – VODA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzdrž. mesto	Brežice				
Datum vzor.	11. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
KoL vzorca (lg)	43,70	44,90	48,66	44,10	
Oznaka vzorca	RSBRK109	RSBRK209	RSBRK309	RSBRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B qm <sup>3</sup> )				
U-238			1,4E+01 ± 3E+00		3,4E+00 ± 3E+00
Ra-226	7,2E+00 ± 6E-01	4,2E+00 ± 6E-01	2,4E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 3E-01	4,2E+00 ± 1E+00
Pb-210	1,2E+01 ± 4E+00	2,0E+00 ± 1E+00	1,4E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 9E+00	1,6E+01 ± 7E+00
Ra-228	3,1E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 8E-01	2,1E+00 ± 7E-01		1,7E+00 ± 6E-01
Th-228	1,2E+00 ± 8E-01	1,6E+00 ± 9E-01	3,1E+00 ± 8E-01	1,0E+00 ± 7E-01	1,7E+00 ± 5E-01
K-40	2,9E+01 ± 5E+00	2,2E+01 ± 5E+00	5,7E+01 ± 7E+00	5,2E+01 ± 6E+00	4,0E+01 ± 9E+00
Be-7	3,0E+01 ± 4E-01		1,9E+01 ± 3E+00	9,6E+01 ± 7E+00	3,6E+01 ± 2E+01
I-131		3,6E+00 ± 5E-01	1,6E+01 ± 4E+00	6,2E+00 ± 1E+00	6,4E+00 ± 3E+00
Cs-134					
Cs-137	2,9E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	5,1E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 2E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	1,8E+00 ± 1E-01	3,5E+00 ± 2E-01	3,6E+00 ± 2E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,8E+00 ± 4E-01
H-3	6,5E+02 ± 1E+02	8,2E+02 ± 1E+02	7,3E+02 ± 8E+01	9,0E+02 ± 6E+01	7,8E+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 na IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 10  
1. REKA SAVA – VODA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzdrž. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	12. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
KoL vzorca (lg)	43,24	44,14	44,08	46,14	
Oznaka vzorca	RSJEK109	RSJEK209	RSJEK309	RSJEK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B qm <sup>3</sup> )				
U-238	4,8E+00 ± 2E+00		5,8E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 3E+00	3,6E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,2E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	3,4E+00 ± 3E-01		1,5E+00 ± 7E-01
Pb-210	2,4E+01 ± 6E+00	4,9E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 3E+00	5,6E+00 ± 3E+00	1,1E+01 ± 4E+00
Ra-228	9,2E-01 ± 8E-01	1,3E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 5E-01	1,4E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 4E-01
Th-228			2,1E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 8E-01	9,5E-01 ± 6E-01
K-40	3,1E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 4E+00	6,1E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 5E+00	3,7E+01 ± 8E+00
Be-7	2,6E+01 ± 2E+00	5,6E+00 ± 1E+00	2,6E+01 ± 2E+00		1,4E+01 ± 7E+00
I-131	2,5E+00 ± 5E-01	3,1E+00 ± 3E-01	8,9E+00 ± 9E-01	1,1E+01 ± 2E+00	6,3E+00 ± 2E+00
Cs-134					
Cs-137	5,9E-01 ± 1E-01	< 1E+00	< 8E-01	< 2E+00	1,5E-01 ± 6E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	2,5E+00 ± 2E-01	2,3E+00 ± 2E-01	3,0E+00 ± 2E+00	2,0E+00 ± 2E+00	2,4E+00 ± 6E-01
H-3	7,5E+02 ± 8E+01	9,8E+02 ± 1E+02	8,9E+02 ± 8E+01	6,3E+02 ± 1E+02	8,1E+02 ± 8E+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 na IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 11**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI – enkratni vzorci sedimentov**



Izotopska analiza sevancev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	11. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0883	0,079	0,07	0,0753	
Oznaka vzorca	SDKRK109	SDKRK209	SDKRK309	SDKRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,1E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 6E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 8E+00
Ra-226	2,0E+01 ± 7E-01	2,1E+01 ± 7E-01	3,3E+01 ± 7E-01	2,6E+01 ± 8E-01	2,5E+01 ± 3E+00
Pb-210	2,0E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 5E+00	3,1E+01 ± 6E+00
Ra-228	1,9E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 9E-01	2,1E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 4E+00
Th-228	2,0E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 3E+00
K-40	2,4E+02 ± 2E+01	2,6E+02 ± 2E+01	4,4E+02 ± 2E+01	2,7E+02 ± 1E+01	3,0E+02 ± 5E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,8E+00 ± 3E-01	2,2E+00 ± 3E-01	6,8E+00 ± 2E-01	1,9E+00 ± 3E-01	3,2E+00 ± 1E+00
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	1,1E-01 ± 3E-02	1,2E-01 ± 3E-02	2,4E-01 ± 4E-02	1,2E-01 ± 4E-02	1,5E-01 ± 3E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 13**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI – enkratni vzorci sedimentov**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	11. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0826	0,089	0,0833	0,0776	
Označa vzorca	SDBRK109	SDBRK209	SDBRK309	SDBRK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,1E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 2E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 5E+00	2,2E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,1E+01 ± 8E-01	2,4E+01 ± 5E-01	2,5E+01 ± 7E-01	2,1E+01 ± 8E-01	2,3E+01 ± 1E+00
Pb-210	1,9E+01 ± 4E+00	1,2E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 4E+00
Ra-228	1,9E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 7E-01	2,5E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00
Th-228	1,7E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 7E-01	2,2E+01 ± 1E+00	1,6E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00
K-40	2,5E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 1E+01	2,6E+02 ± 2E+01	2,6E+02 ± 2E+01	2,4E+02 ± 1E+01
Be-7	3,0E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 5E-01	3,9E+00 ± 3E+00		2,1E+00 ± 9E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,2E+00 ± 2E-01	1,6E+00 ± 1E-01	2,8E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 3E-01	2,1E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	2,0E-01 ± 4E-02	1,4E-01 ± 4E-02	2,1E-01 ± 4E-02	1,2E-01 ± 3E-02	1,7E-01 ± 2E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 14**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI – enkratni vzorci sedimentov**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	11. 3. 2009	16. 4. 2009	10. 7. 2009	8. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0791	0,0888	0,0908	0,0779	
Označa vzorca	SDJEK109	SDJEK209	SDJEK309	SDJEK409	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	3,1E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 4E+04	2,8E+01 ± 6E+00	2,6E+01 ± 1E+04
Ra-226	2,4E+01 ± 8E-01	2,2E+01 ± 6E-01	2,0E+01 ± 4E-01	2,3E+01 ± 7E-01	2,2E+01 ± 1E+00
Pb-210	2,6E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Ra-228	2,0E+01 ± 1E+00	1,7E+01 ± 8E-01	1,9E+01 ± 6E-01	2,3E+01 ± 1E+00	2,0E+01 ± 1E+00
Th-228	1,8E+01 ± 1E+00	1,5E+01 ± 8E-01	1,8E+01 ± 7E-01	2,0E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00
K-40	2,5E+02 ± 1E+01	1,7E+02 ± 1E+01	1,8E+02 ± 1E+01	3,2E+02 ± 2E+01	2,3E+02 ± 3E+01
Be-7				1,6E+01 ± 2E+00	4,0E+00 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,7E+00 ± 2E-01	3,3E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 9E-02	2,5E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 5E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-90	1,9E-01 ± 4E-02	1,3E-01 ± 4E-02	1,2E-02 ± 4E-02	2,3E-01 ± 5E-02	1,4E-01 ± 5E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.



**LETO 2009 T – 15/p**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Krško (pod mostom)				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,191	0,178	0,174	0,164	
Oznaka vzorca	SIZ02-09	SIZ05-09	SIZ08-09	SIZ11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,7E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 4E+00	1,1E+01 ± 5E+00	1,6E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,0E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,6E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 3E+00	1,6E+01 ± 1E+00
Th-228					
K-40	2,3E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 3E+01	2,0E+02 ± 2E+01	2,4E+02 ± 1E+01
Be-7		9,7E+00 ± 4E+00	1,3E+01 ± 5E+00	1,1E+01 ± 5E+00	8,6E+00 ± 3E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,4E+00 ± 4E-01	2,8E+00 ± 6E-01	3,3E+00 ± 5E-01	2,1E+00 ± 5E-01	2,4E+00 ± 4E-01
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 2009 T – 16/p1**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Krško (pod jezom NEK)				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,182	0,191	0,174	0,181	
Oznaka vzorca	SIS02-09	SIS05-09	SIS08-09	SIS11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,3E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,9E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,7E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 2E+00
Th-228					
K-40	2,4E+02 ± 3E+01	2,3E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 3E+01	2,4E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 2E+01
Be-7			2,2E+01 ± 6E+00	3,1E+01 ± 9E+00	1,3E+01 ± 8E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,1E+00 ± 6E-01	1,9E+00 ± 5E-01	3,5E+00 ± 6E-01	3,4E+00 ± 9E-01	2,7E+00 ± 4E-01
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 2009 T – 16/p2**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Pesje				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,186	0,188	0,191	0,179	
Oznaka vzorca	SPE02-09	SPE05-09	SPE08-09	SPE11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,1E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 4E+00	9,5E+00 ± 5E+00	1,7E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,9E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 2E+00	8,3E+00 ± 1E+00	1,6E+01 ± 3E+00
Pb-210					
Ra-228	1,7E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	7,3E+00 ± 2E+00	1,5E+01 ± 3E+00
Th-228					
K-40	2,3E+02 ± 3E+01	2,3E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 3E+01	1,7E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 2E+01
Be-7			1,6E+01 ± 4E+00		4,0E+00 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,7E+00 ± 5E-01	9,9E-01 ± 7E-01	2,1E+00 ± 5E-01	1,2E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 3E-01
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 2009 T – 16/p3**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,196	0,205	0,201	0,195	
Oznaka vzorca	SBR02-09	SBR05-09	SBR08-09	SBR11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,8E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 3E+00	1,1E+01 ± 5E+00	1,5E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,2E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	2,1E+01 ± 3E+00	1,6E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 1E+00
Th-228					
K-40	1,8E+02 ± 2E+01	1,9E+02 ± 2E+01	1,9E+02 ± 2E+01	2,0E+02 ± 2E+01	1,9E+02 ± 1E+01
Be-7				6,2E+00 ± 5E+00	1,5E+00 ± 2E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,1E+00 ± 4E-01	4,3E-01 ± 3E-01	6,9E-01 ± 4E-01	9,3E-01 ± 5E-01	7,8E-01 ± 2E-01
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 2009 T – 17/p**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,193	0,184	0,183	0,177	
Označa vzorca	SJE02-09	SJE05-09	SJE08-09	SJE11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,6E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 6E+00	1,9E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,8E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,4E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 1E+00
Th-228					
K-40	2,1E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 3E+01	2,5E+02 ± 1E+01
Be-7	5,8E+00 ± 4E+00	8,2E+00 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	7,6E+00 ± 5E+00	1,1E+01 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,5E+00 ± 5E-01	1,8E+00 ± 5E-01	2,7E+00 ± 6E-01	2,7E+00 ± 5E-01	2,2E+00 ± 3E-01
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 2009 T – 18**  
**2. REKA SAVA – SEDIMENTI**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Podsused (R Hrvška)				
Datum vzor.	15. 2. 2009	14. 5. 2009	15. 8. 2009	16. 11. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,202	0,200	0,204	0,197	
Označa vzorca	SPO02-09	SPO05-09	SPO08-09	SPO11-09	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,9E+01 ± 4E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,0E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 5E+00	1,4E+01 ± 2E+00
Ra-226	1,7E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,6E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 1E+00
Pb-210					
Ra-228	1,2E+01 ± 2E+00	1,4E+01 ± 2E+00	1,4E+01 ± 2E+00	1,3E+01 ± 2E+00	1,3E+01 ± 1E+00
Th-228					
K-40	1,9E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 1E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	5,2E-01 ± 4E-01	4,8E-01 ± 3E-01	5,9E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 3E-01	6,8E-01 ± 2E-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	< 4E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 2E-01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 19  
2. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Krško				
Vrsta vzorca	klen	mrena	podust	podust	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	23. 6. 2009	23. 6. 2009	24. 7. 2009	27. 8. 2009	
Oznaka vzorca	RIKR0109	RIKR0409	RIKR0709	RIKR1009	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	4,4E-01 ± 2E-01	5,6E-01 ± 2E-01	8,9E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 2E-01	7,9E-01 ± 2E-01
Ra-226	1,9E-01 ± 2E-02	4,3E-01 ± 4E-02	9,4E-02 ± 5E-02	3,1E-01 ± 4E-02	2,6E-01 ± 7E-02
Pb-210	2,3E-01 ± 2E-01	4,4E-01 ± 4E-01	2,5E-01 ± 3E-01		2,3E-01 ± 1E-01
Ra-228	1,2E-01 ± 4E-02	7,4E-02 ± 7E-02	8,9E-02 ± 6E-02	1,6E-01 ± 7E-02	1,1E-01 ± 3E-02
Th-228	6,6E-02 ± 4E-02	1,4E-01 ± 7E-02		7,2E-02 ± 6E-02	6,8E-02 ± 3E-02
K-40	9,2E+01 ± 6E+00	9,5E+01 ± 6E+00	9,9E+01 ± 7E+00	9,5E+01 ± 5E+00	9,5E+01 ± 3E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	< 9E-02	8,2E-02 ± 2E-02	4,9E-02 ± 1,4E-02	6,8E-02 ± 2E-02	5,0E-02 ± 2E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-90	4,2E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 3E-02	1,5E-01 ± 2E-02	2,1E-01 ± 3E-02	2,5E-01 ± 6E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 21  
2. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Brežice				
Vrsta vzorca	klen	mrena	podust	klen	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	23. 6. 2009	24. 7. 2009	27. 8. 2009	27. 8. 2009	
Oznaka vzorca	RIBR0209	RIBR0509	RIBR0809	RIBR1109	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238			7,9E-01 ± 2E-01	3,1E-01 ± 3E-01	2,8E-01 ± 2E-01
Ra-226	1,3E-01 ± 2E-02	1,7E-01 ± 4E-02	1,2E-01 ± 4E-02	3,5E-01 ± 4E-02	1,9E-01 ± 5E-02
Pb-210			1,1E+00 ± 4E-01	4,5E-01 ± 3E-01	3,9E-01 ± 3E-01
Ra-228	1,2E-01 ± 5E-02		2,5E-01 ± 7E-02	1,3E-01 ± 8E-02	1,3E-01 ± 5E-02
Th-228	5,7E-02 ± 3E-02	1,1E-01 ± 8E-02	1,2E-01 ± 7E-02		7,2E-02 ± 3E-02
K-40	5,7E+01 ± 3E+00	9,2E+01 ± 6E+00	1,2E+02 ± 7E+00	8,8E+01 ± 3E+00	8,9E+01 ± 1E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,0E-02 ± 8E-03	9,2E-02 ± 2E-02	1,2E-01 ± 2E-02	1,3E-01 ± 3E-02	9,1E-02 ± 2E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-90	5,8E-01 ± 4E-02	7,6E-02 ± 2E-02	1,2E-01 ± 2E-02	5,7E-01 ± 4E-02	3,3E-01 ± 1E-01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 22  
2. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Vrsta vzorca	klen	mrena	podust	mrena	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	23. 6. 2009	24. 7. 2009	27. 8. 2009	27. 8. 2009	
Oznaka vzorca	RIJE0309	RIJE0609	RIJE0909	RIJE1209	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238		4,7E-01 ± 2E-01	8,1E-01 ± 2E-01	6,5E-01 ± 2E-01	4,8E-01 ± 2E-01
Ra-226	3,1E-01 ± 4E-02	2,4E-01 ± 3E-02	4,2E-01 ± 4E-02	1,2E-01 ± 3E-02	2,7E-01 ± 6E-02
Pb-210	6,2E-01 ± 3E-01	3,5E-01 ± 3E-01	5,2E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	4,8E-01 ± 2E-01
Ra-228	4,0E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 8E-02	1,8E-01 ± 7E-02	2,1E-01 ± 6E-02	2,4E-01 ± 6E-02
Th-228	2,2E-01 ± 8E-02			4,2E-02 ± 4E-02	6,6E-02 ± 5E-02
K-40	1,0E+02 ± 5E+00	9,8E+01 ± 6E+00	1,0E+02 ± 6E+00	7,8E+01 ± 4E+00	9,5E+01 ± 6E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,0E-01 ± 2E-02	3,1E-02 ± 1E-02	7,4E-02 ± 1E-02	< 1E-01	5,1E-02 ± 3E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-90	4,5E-01 ± 4E-02	2,0E-01 ± 2E-02	1,4E-01 ± 3E-02	1,5E-01 ± 2E-02	2,4E-01 ± 7E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 22/p1  
2. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Vrsta vzorca	Klen	Sivi tolstolobik	Bolen	Sivi tolstolobik	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	Leuciscus cephalus	Aristichthy s nobilis	Aspius aspius	Aristichthy s nobilis	
Kol. vzor. (kg)	15. 6. 2009	15. 6. 2009	2. 11. 2009	2. 11. 2009	
Delež suhe snovi (%)	0,419	0,496	0,504	0,345	
Oznaka vzorca	30,12	25,56	23,55	28,27	
	JE0609R1	JE1109R2	JE1109R1	JE1109R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238				9,9E-01 ± 5E-01	2,5E-01 ± 2E-01
Ra-226					
Pb-210					
Ra-228					
Th-228					
K-40	8,7E+01 ± 1E+01	7,5E+01 ± 9E+00	9,2E+01 ± 1E+01	9,1E+01 ± 1E+01	8,6E+01 ± 5E+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 2009 T – 24**  
**2. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Otok (R Hrvaška)				
Vrsta vzorca	Jez Leuciscus idus	Mrena Barbus barbus	Podust Chondrostoma nasus	Bolen Aspius aspius	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	15. 6. 2009	15. 6. 2009	2. 11. 2009	2. 11. 2009	
Kol. vzor. (kg)	0,329	0,478	0,378	0,395	
Delež suhe snovi (%)	33,74	25,55	29,14	25,03	
Oznaka vzorca	OT0609R1	OT0609R2	OT1109R1	OT1109R2	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/kg)</b>				
U-238	2,6E-01 ± 2E-01				6,5E-02 ± 6E-02
Ra-226					
Pb-210	1,1E+02 ± 1E+01	9,5E+01 ± 1E+01	9,9E+01 ± 1E+01	9,9E+01 ± 1E+01	1,0E+02 ± 6E+00
Ra-228					
Th-228					
K-40					
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 2009 T – 25**  
**2. 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	Mrena Barbus barbus	Som Silurus glanis	Mrena Barbus barbus	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	15. 6. 2009	15. 6. 2009	2. 11. 2009	2. 11. 2009	
Kol. vzor. (kg)	0,349	0,376	0,266	0,405	
Delež suhe snovi (%)	32,03	27,61	26,54	27,50	
Oznaka vzorca	PO0609R1	PO0609R2	PO1109R1	PO1109R2	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/kg)</b>				
U-238	3,9E-01 ± 2E-01			3,5E-01 ± 3E-01	1,9E-01 ± 1E-01
Ra-226					
Pb-210	1,0E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 1E+01	9,8E+01 ± 1E+01	9,2E+01 ± 1E+01	1,0E+02 ± 6E+00
Ra-228					
Th-228					
K-40					
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.



## **VODOVODI, ČRPALIŠČA in ZAJETJA**

- 3. ENKRATNI VZORCI PITNE VODE  
PODTALNICE**
- 4. ČRPALIŠČA VODOVODA KRŠKO IN BREŽICE**



LETO 2009 T – 28  
3. 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. 2. 2009	8. 4. 2009	13. 7. 2009	27. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	49,46	52,16	48,14	38,48		
Oznaka vzorca	K09VD121	K09VD141	K09VD171	K09VD1A1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )					
U-238	4,7E+00 ± 2E+00	4,8E+00 ± 3E+00	3,4E+00 ± 7E-01	4,6E+00 ± 2E+00	4,4E+00 ± 1E+00	
Ra-226	< 3E+00	9,1E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 5E-01	2,1E+00 ± 7E-01	3,4E+00 ± 2E+00	
Pb-210	< 3E+00	< 4E+00	< 2E+00	4,6E+00 ± 2E+00	1,2E+00 ± 1E+00	
Ra-228	1,0E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 2E-01	
Th-228	3,9E-01 ± 2E-01	4,9E-01 ± 1E-01	< 3E-01	6,5E-01 ± 4E-01	3,8E-01 ± 1E-01	
K-40	6,2E+01 ± 6E+00	7,5E+01 ± 8E+00	7,6E+01 ± 1E+01	8,0E+01 ± 8E+00	7,3E+01 ± 4E+00	
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137		< 3E-01			< 5E-02	
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sr-89/Sr-90	9,5E-01 ± 1E-01	3,7E-01 ± 6E-02	9,1E-01 ± 9E-02	1,3E+00 ± 1E-01	8,7E-01 ± 2E-01	
H-3	1,2E+03 ± 8E+01	1,2E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 6E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 29  
3. 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. 2. 2009	8. 4. 2009	13. 7. 2009	27. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	51,76	48,2	50,72	37,98		
Oznaka vzorca	K09VD321	K09VD341	K09VD371	K09VD3A1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )					
U-238	1,5E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 8E-01	4,8E+00 ± 3E+00	< 1E+01	2,1E+00 ± 2E+00	
Ra-226	4,7E-01 ± 2E-01	< 9E-01			1,2E-01 ± 2E-01	
Pb-210	1,2E+00 ± 6E-01	2,3E+00 ± 7E-01	1,5E+00 ± 1E+00	< 8E+00	1,2E+00 ± 1E+00	
Ra-228	4,2E-01 ± 2E-01	< 2E-01	< 7E-01	< 2E+00	1,1E-01 ± 3E-01	
Th-228	1,1E-01 ± 6E-02	3,9E-01 ± 8E-02	< 1E+00	< 6E-01	1,3E-01 ± 2E-01	
K-40	1,9E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 2E+00	
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137	2,8E-01 ± 2E-01	< 2E-01	9,4E-02 ± 7E-02		9,2E-02 ± 7E-02	
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sr-89/Sr-90	< 3E-01	4,3E-01 ± 7E-01	4,4E-01 ± 7E-02	7,8E-01 ± 1E-01	4,1E-01 ± 2E-01	
H-3	1,7E+02 ± 3E+01	< 1E+02	8,2E+01 ± 2E+01	2,2E+02 ± 2E+01	1,2E+02 ± 5E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – V1  
3. VRTINA E1 V NEK – enkratni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	vrtina E1 - NEK					
	Datum vzor.	10. 2. 2009	8. 4. 2009	13. 7. 2009	27. 10. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	48,72	48,6	44,06	46,6		
Oznaka vzorca	K09VRE121	K09VRE141	K09VRE171	K09VRE1A1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )					
U-238	2,5E+00 ± 1E+00	4,8E+00 ± 2E+00	8,9E+00 ± 4E+00	9,2E+00 ± 3E+00	6,3E+00 ± 2E+00	
Ra-226	4,4E+00 ± 1E+00	< 4E+00	1,9E+01 ± 3E+00	< 3E+00	5,9E+00 ± 5E+00	
Pb-210	1,8E+00 ± 8E-01	< 4E+00	< 8E+00	< 4E+00	4,6E-01 ± 1E+00	
Ra-228	1,9E+00 ± 4E-01	1,7E+00 ± 7E-01	1,1E+00 ± 4E-01	2,1E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 3E-01	
Th-228	9,4E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 5E-01	6,7E-01 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	
K-40	1,1E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 1E+01	1,2E+02 ± 6E+00	
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137		< 3E-01	< 1E+00		< 2E-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	3,7E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 1E-01	3,3E+00 ± 2E-01	4,0E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 2E-01	
H-3	2,0E+03 ± 6E+02	1,8E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – V2  
3. VRTINA VOP-4 V VRBINI – enkratni vzorci



Specifična analiza H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	vrtina VOP-4 - VRBINA							
	Datum vzor.	28. 12. 2008	2. 2. 2009	2. 3. 2009	1. 4. 2009	4. 5. 2009	1. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	0	0	0	0	0	0	0	
Oznaka vzorca	K09VRP411	K09VRP421	K09VRP431	K09VRP441	K09VRP451	K09VRP461		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
H-3	1,7E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 2E+02	2,7E+03 ± 3E+02	2,0E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 2E+02	

Vzorč. mesto	vrtina VOP-4 - VRBINA							
	Datum vzor.	1. 7. 2009	3. 8. 2009	1. 9. 2009	5. 10. 2009	2. 11. 2009	1. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	0	0	0	0	0	0	0	
Oznaka vzorca	K09VRP471	K09VRP481	K09VRP491	K09VRP4A1	K09VRP4B1	K09VRP4C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
H-3	5,9E+02 ± 6E+01	1,9E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 9E+01	1,4E+03 ± 6E+01	1,1E+03 ± 9E+01	2,4E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 30a  
4. 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.	15. 12. 2008 - 16. 1. 2009	16. 1. 2009 - 15. 2. 2009	16. 2. 2009 - 15. 3. 2009	16. 3. 2009 - 15. 4. 2009	27. 5. 2009 - 27. 5. 2009	16. 5. 2009 - 15. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	45,4	47,78	43,04	45,52	46,18	46,2	
Oznaka vzorca	K09VC3111	K09VC3121	K09VC3131	K09VC3141	K09VC3152	K09VC3161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
U-238	3,3E+00 ± 2E+00	2,9E+00 ± 2E+00	< 9E+00	< 5E+00	7,8E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 4E+00	3,5E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,3E+00 ± 1E+00				1,2E+00 ± 7E-01		5,8E-01 ± 4E-01
Pb-210	4,5E+00 ± 2E+00	< 2E+00	< 3E+00	2,5E+00 ± 1E+00	5,1E+00 ± 1E+00	< 4E+00	2,0E+00 ± 1E+00
Ra-228	< 2E+00	< 2E+00	< 9E-01	< 1E+00	5,9E-01 ± 5E-01	< 8,4E-01 ± 6E-01	2,4E-01 ± 3E-01
Th-228	8,6E-01 ± 3E-01	< 1E+00	< 4E+00	< 5E-01	< 8E-01	< 8E-01	1,4E-01 ± 2E-01
K-40	2,6E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 4E+00	< 2,5E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Be-7						< 6E+00	< 6E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137			< 1E-01				< 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	4,6E-01 ± 1E-01	< 3E-01	8,2E-01 ± 8E-02	3,2E-01 ± 7E-02	< 3E-01	< 4E-01	2,7E-01 ± 1E-01
H-3	1,4E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 6E+01	< 1E+02	1,5E+02 ± 4E+01	1,4E+02 ± 3E+01	2,3E+02 ± 6E+01	1,6E+02 ± 4E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 30b  
4. 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. 2009 - 15. 7. 2009	16. 7. 2009 - 15. 8. 2009	16. 8. 2009 - 15. 9. 2009	16. 9. 2009 - 15. 10. 2009	16. 10. 2009 - 15. 11. 2009	16. 11. 2009 - 15. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	50,16	46,14	48,94	45,6	45,38	44,11	
Oznaka vzorca	K09VC3171	K09VC3181	K09VC3191	K09VC31A1	K09VC31B1	K09VC31C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
U-238	3,8E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 2E+00	3,8E+00 ± 1E+00	< 4E+00	2,8E+00 ± 2E+00	3,1E+00 ± 8E-01
Ra-226	5,7E-01 ± 3E-01		1,2E+00 ± 8E-01		< 2E+00	< 5E+00	4,4E-01 ± 3E-01
Pb-210	< 2E+00	< 2E+00	< 6E+00	4,3E+00 ± 2E+00	4,5E+00 ± 2E+00	< 5E+00	1,7E+00 ± 6E-01
Ra-228	< 1E+00	< 1E+00	1,7E+00 ± 5E-01	4,1E-01 ± 3E-01	< 1E+00	1,4E+00 ± 7E-01	4,1E-01 ± 2E-01
Th-228	2,7E-01 ± 2E-01	3,3E-01 ± 2E-01	2,8E-01 ± 2E-01	< 5E-01	< 5E-01	3,2E-01 ± 2E-01	1,7E-01 ± 2E-01
K-40	2,4E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	1,3E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 1E+00
Be-7				1,1E+00 ± 8E-01			9,2E-02 ± 3E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 4E-01	< 5E-01					< 3E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	5,1E-01 ± 9E-02	3,7E-01 ± 8E-02	< 3E-01	3,8E-01 ± 8E-02	5,1E-01 ± 8E-02	8,1E-01 ± 1E-01	3,5E-01 ± 9E-02
H-3	2,1E+02 ± 2E+01	< 6E+02	8,2E+01 ± 2E+01	3,4E+02 ± 4E+01	4,7E+02 ± 1E+02	2,4E+02 ± 3E+01	1,9E+02 ± 4E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 31a  
4. 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. 2008 - 15. 1. 2009	16. 1. 2009 - 15. 2. 2009	16. 2. 2009 - 15. 3. 2009	16. 3. 2009 - 15. 4. 2009	16. 4. 2009 - 15. 5. 2009	16. 5. 2009 - 15. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	50,1	42,08	44,22	41,04	37,32	46,64	
Oznaka vzorca	K09VC1111	K09VC1121	K09VC1131	K09VC1141	K09VC1151	K09VC1161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	1,2E+00 ± 8E-01	<	<	<	<	<	2,0E-01 ± 2E+00
Ra-226	1,6E+00 ± 5E-01	<	<	<	5,0E+00 ± 1E+00	2,5E+01 ± 5E+00	5,4E+00 ± 4E+00
Pb-210	<	<	<	<	<	<	<
Ra-228	9,8E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 7E-01	1,4E+00 ± 6E-01	1,6E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Th-228	3,0E-01 ± 8E-02	5,2E-01 ± 4E-01	<	3,0E-01 ± 2E-01	<	9E-01	1,9E-01 ± 1E-01
K-40	9,0E+01 ± 9E+00	8,9E+01 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01	8,6E+01 ± 1E+01	8,2E+01 ± 1E+01	8,5E+01 ± 9E+00	8,7E+01 ± 4E+00
Be-7							
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	1,1E+00 ± 1E-01	1,2E+00 ± 1E-01	8,0E-01 ± 1E-01	2,8E-01 ± 8E-02	6,5E-01 ± 2E-01	5,9E-01 ± 8E-02	7,6E-01 ± 1E-01
H-3	1,3E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 6E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 31b  
4. 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. 2009 - 15. 7. 2009	16. 7. 2009 - 15. 8. 2009	16. 8. 2009 - 15. 9. 2009	16. 9. 2009 - 16. 10. 2009	16. 10. 2009 - 15. 11. 2009	16. 11. 2009 - 15. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	43,24	46,6	41,88	43,44	46,56	43,49	
Oznaka vzorca	K09VC1171	K09VC1181	K09VC1191	K09VC11A1	K09VC11B1	K09VC11C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	<	<	<	<	2,2E+00 ± 2E+00		2,8E-01 ± 1E+00
Ra-226	5,4E+00 ± 2E+00	<	<	<	1,2E+00 ± 5E-01		3,2E+00 ± 2E+00
Pb-210	<	<	<	<	<	4E+00	<
Ra-228	1,3E+00 ± 7E-01	1,7E+00 ± 7E-01	1,7E+00 ± 7E-01	1,6E+00 ± 6E-01	9,4E-01 ± 3E-01	8,2E-01 ± 4E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Th-228	4,6E-01 ± 2E-01	<	<	8,2E-01 ± 2E-01	<	4E-01	2,0E-01 ± 1E-01
K-40	8,5E+01 ± 9E+00	8,0E+01 ± 8E+00	9,4E+01 ± 1E+01	8,6E+01 ± 1E+01	7,4E+01 ± 9E+00	8,0E+01 ± 8E+00	8,5E+01 ± 3E+00
Be-7			1,8E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 1E+00			3,4E-01 ± 2E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137				<	3E-01		<
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	5,3E-01 ± 1E-01	7,1E-01 ± 1E-01	1,3E+00 ± 2E-01	1,3E+00 ± 2E-01	8,5E-01 ± 1E-01	1,9E+00 ± 2E-01	9,3E-01 ± 1E-01
H-3	1,5E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 9E+01	1,3E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 5E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 32a  
4. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo							
Datum vzor.	15. 12. 2008 - 16. 1. 2009	16. 1. 2009 - 15. 2. 2009	16. 2. 2009 - 15. 3. 2009	16. 3. 2009 - 15. 4. 2009	16. 4. 2009 - 15. 5. 2009	16. 5. 2009 - 15. 6. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	42,52	43,72	37,88	42,26	39,68	38,34		
Oznaka vzorca	K09VC1211	K09VC1221	K09VC1231	K09VC1241	K09VC1251	K09VC1261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	1,4E+00 ± 9E-01	< 7E+00	< 1E+01	< 8E+00	< 9E+00	3,5E+00 ± 2E+00	8,1E-01 ± 2E+00	
Ra-226	1,4E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 1E+00	< 4E+00	< 2,2E+00 ± 1E+00	< 5,2E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 8E-01		
Pb-210	3,7E+00 ± 8E-01	< 4E+00	< 3E+00	< 4E+00	< 9E+00	6,2E-01 ± 1E+00		
Ra-228	1,0E+00 ± 4E-01	1,0E+00 ± 6E-01	1,6E+00 ± 8E-01	< 2E+00	< 1,3E+00 ± 7E-01	2,0E+00 ± 7E-01	1,2E+00 ± 3E-01	
Th-228	3,9E-01 ± 1E-01	< 7E-01	4,5E-01 ± 3E-01	< 7E-01	< 7E-01	8,0E-01 ± 3E-01	2,7E-01 ± 1E-01	
K-40	6,7E+01 ± 7E+00	6,8E+01 ± 7E+00	7,4E+01 ± 8E+00	5,8E+01 ± 8E+00	6,7E+01 ± 7E+00	6,4E+01 ± 7E+00	6,6E+01 ± 3E+00	
Be-7						3,6E+00 ± 2E+00	6,0E-01 ± 6E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 5E-01	< 6E-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	1,3E+00 ± 1E-01	1,0E+00 ± 2E-01	1,9E+00 ± 1E-01	8,6E-01 ± 9E-02	1,0E+00 ± 1E-01	7,0E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 2E-01	
H-3	1,3E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 6E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 32b  
4. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo							
Datum vzor.	16. 6. 2009 - 15. 7. 2009	16. 7. 2009 - 15. 8. 2009	16. 8. 2009 - 15. 9. 2009	16. 9. 2009 - 15. 10. 2009	16. 10. 2009 - 15. 11. 2009	16. 11. 2009 - 15. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	22,26	16,94	39,82	41,64	41,86	39,04		
Oznaka vzorca	K09VC1271	K09VC1281	K09VC1291	K09VC12A1	K09VC12B1	K09VC12C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	< 4E+00	< 1E+01		9,6E+00 ± 5E+00	< 5E+00	1,8E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 1E+00	
Ra-226	6,0E+00 ± 3E+00	6,5E+00 ± 4E+00		< 4E+00	< 4E+00	< 2E+00	1,9E+00 ± 7E-01	
Pb-210	< 4E+00	< 7E+00	< 4E+00	< 4E+00	< 2E+00	< 2E+00	3,1E-01 ± 8E-01	
Ra-228	1,7E+00 ± 9E-01	< 6E+00	< 2E+00	2,3E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 6E-01	< 1E+00	1,0E+00 ± 4E-01	
Th-228	1,1E+00 ± 3E-01	< 2E+00	< 6E-01	7,7E-01 ± 2E-01	7,7E-01 ± 2E-01	3,6E-01 ± 2E-01	3,2E-01 ± 1E-01	
K-40	7,3E+01 ± 2E+01	6,1E+01 ± 9E+00	6,7E+01 ± 7E+00	6,8E+01 ± 7E+00	5,3E+01 ± 6E+00	6,3E+01 ± 7E+00	6,5E+01 ± 3E+00	
Be-7							3,0E-01 ± 3E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 7E-01				< 3E-01		< 6E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	7,8E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 2E-01	1,4E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 2E-01	1,2E+00 ± 1E-01	
H-3	1,3E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 5E+01	1,4E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 4E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	21. 1. 2009 - 21. 1. 2009	19. 1. 2009 - 16. 2. 2009	16. 2. 2009 - 16. 3. 2009	16. 3. 2009 - 16. 4. 2009	16. 4. 2009 - 18. 5. 2009	18. 5. 2009 - 16. 6. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	51,18	48,76	43,66	45,3	47,26	48,74	
Oznaka vzorca	K09VC212	K09VC221	K09VC231	K09VC241	K09VC251	K09VC261	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	< 8E+00	3,4E+00 ± 2E+00	< 9E+00	1,9E+00 ± 2E+00	1,8E+00 ± 6E-01	4,6E+00 ± 2E+00	2,0E+00 ± 1E+00
Ra-226		1,0E+00 ± 5E-01	< 2E+00	< 5E+00	2,1E+00 ± 8E-01		5,1E-01 ± 6E-01
Pb-210	< 3E+00	< 3E+00	< 2E+00	< 3E+00	< 6E-01	< 8E+00	< 1E+00
Ra-228	< 2E+00	1,5E+00 ± 5E-01	< 2E+00	7,2E-01 ± 4E-01	7,8E-01 ± 3E-01	< 1E+00	4,9E-01 ± 3E-01
Th-228	< 4,0E-01 ± 2E-01	< 7E-01	4,4E-01 ± 3E-01	< 5E-01	4,7E-01 ± 1E-01	< 5E-01	2,2E-01 ± 1E-01
K-40	1,0E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,1E+01 ± 8E+00	1,8E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 2E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137			< 3E-01	< 3E-01	< 3E-01	< 3E-01	< 6E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,1E+00 ± 1E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,7E+00 ± 2E-01	7,1E+00 ± 7E-01	1,2E+00 ± 1E-01	1,2E+00 ± 1E-01	2,3E+00 ± 1E+00
H-3	6,3E+02 ± 6E+01	6,9E+02 ± 6E+01	7,0E+02 ± 8E+01	6,6E+02 ± 1E+02	8,1E+02 ± 8E+01	8,4E+02 ± 1E+02	7,2E+02 ± 3E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*)

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	16. 6. 2009 - 16. 7. 2009	16. 7. 2009 - 17. 8. 2009	17. 8. 2009 - 16. 9. 2009	17. 9. 2009 - 19. 10. 2009	19. 10. 2009 - 16. 11. 2009	16. 11. 2009 - 16. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	43,54	50,23	43,96	47,64	43,88	32,94	
Oznaka vzorca	K09VC271	K09VC281	K09VC291	K09VC2A1	K09VC2B1	K09VC2C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	< 1E+01	5,5E+00 ± 1E+00	1,7E+00 ± 5E-01	2,9E+00 ± 8E-01	2,7E+00 ± 1E+00	4,3E+00 ± 2E+00	2,4E+00 ± 9E-01
Ra-226	6,6E+00 ± 3E+00	< 2E+00	1,4E+00 ± 9E-01	< 3E+00	< 2E+00	< 5E+00	9,2E-01 ± 6E-01
Pb-210	< 1E+01	< 2E+00	< 3E+00	< 2E+00	1,4E+00 ± 1E+00	3,7E+00 ± 2E+00	4,3E-01 ± 7E-01
Ra-228	1,0E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 1E+00	8,8E-01 ± 3E-01	< 1E+00	1,0E+00 ± 6E-01	< 1E+00	6,1E-01 ± 2E-01
Th-228	< 8E-01	< 2E-01	4,5E-01 ± 1E-01	5,6E-01 ± 2E-01	7,8E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 3E-01	3,4E-01 ± 1E-01
K-40	1,9E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 4E+00	5,3E+01 ± 1E+01	2,8E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 3E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137			< 4E-01	< 3E-01		< 4E-01	< 4E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	9,5E-01 ± 1E-01	9,8E-01 ± 1E-01	9,8E-01 ± 1E-01	1,4E+00 ± 1E-01	1,1E+00 ± 1E-01	2,1E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 5E-01
H-3	7,2E+02 ± 1E+02	9,7E+02 ± 2E+02	9,6E+02 ± 2E+02	7,8E+02 ± 9E+01	1,2E+03 ± 9E+01	1,2E+03 ± 1E+02	8,5E+02 ± 6E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 34a  
4. 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. 12. 2008 - 19. 1. 2009	19. 1. 2009 - 16. 2. 2009	16. 2. 2009 - 16. 3. 2009	16. 3. 2009 - 16. 4. 2009	16. 4. 2009 - 18. 5. 2009	18. 5. 2009 - 16. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	49,1	41,72	41,78	45,94	46,64	43	
Oznaka vzorca	K09VC3211	K09VC3221	K09VC3231	K09VC3241	K09VC3251	K09VC3261	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	2,8E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 8E-01	3,1E+00 ± 2E+00	< 5E+00	< 5E+00	< 5E+00	1,3E+00 ± 8E-01
Ra-226	< 1E+00	< 1E+00	< 4E+00	1,6E+00 ± 1E+00	8,0E+00 ± 2E+00	1,8E+00 ± 6E-01	1,9E+00 ± 1E+00
Pb-210	4,7E+00 ± 4E+00	< 5E+00	< 7E+00	4,7E+00 ± 3E+00	< 6E+00	< 6E+00	1,6E+00 ± 1E+00
Ra-228	8,2E-01 ± 4E-01	< 1E+00	1,5E+00 ± 7E-01	1,3E+00 ± 6E-01	< 6E-01	1,3E+00 ± 4E-01	8,3E-01 ± 3E-01
Th-228	5,8E-01 ± 3E-01	2,6E-01 ± 1E-01	4,9E-01 ± 2E-01	4,9E-01 ± 2E-01	2,5E-01 ± 2E-01	< 3E-01	3,4E-01 ± 9E-02
K-40	2,0E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,9E+00 ± 2E-01						3,2E-01 ± 3E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	4,4E-01 ± 9E-02	< 4E-01	< 4E-01	8,3E-01 ± 9E-02	< 3E-01	< 3E-01	2,1E-01 ± 1E-01
H-3	6,5E+01 ± 2E+01	< 6E+01	< 1E+02	1,0E+02 ± 3E+01	1,2E+02 ± 5E+01	1,6E+02 ± 4E+01	7,5E+01 ± 3E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 34b  
4. 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. 2007 - 16. 7. 2007	16. 7. 2009 - 17. 8. 2009	17. 8. 2009 - 16. 9. 2009	17. 9. 2009 - 19. 10. 2009	19. 10. 2009 - 16. 11. 2009	16. 11. 2009 - 16. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	44,54	47,26	44,16	49,06	41,7	44,99	
Oznaka vzorca	K09VC3271	K09VC3281	K09VC3291	K09VC32A1	K09VC32B1	K09VC32C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
U-238	< 5E+00	1,7E+00 ± 5E-01	4,0E+00 ± 1E+00	< 6E+00	8,2E+00 ± 2E+00	6,8E+00 ± 3E+00	2,4E+00 ± 8E-01
Ra-226	4,6E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 5E+00	< 5E+00	1,3E+00 ± 7E-01
Pb-210	< 6E+00	3,3E+00 ± 5E-01	3,8E+00 ± 1E+00	4,3E+00 ± 2E+00	4,6E+00 ± 2E+00	< 3E+00	2,1E+00 ± 8E-01
Ra-228	1,6E+00 ± 6E-01	4,3E-01 ± 2E-01	8,0E-01 ± 5E-01	1,0E+00 ± 8E-01	2,2E+00 ± 2E+00	< 1E+00	9,2E-01 ± 2E-01
Th-228	< 6E-01	1,5E-01 ± 6E-02	3,7E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 2E-01	9,9E-01 ± 2E-01	3,4E-01 ± 2E-01	3,7E-01 ± 8E-02
K-40	2,5E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 5E+00	1,5E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 1E+00
Be-7					2,4E+00 ± 1E+00		2,0E-01 ± 2E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137			< 5E-01	< 3E-01			1,6E-01 ± 2E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	5,0E-01 ± 1E-01	< 3E-01	5,1E-01 ± 1E-01	< 3E-01	< 5E-01	< 6E-01	1,9E-01 ± 9E-02
H-3	< 5E+01	< 5E+02	< 5E+01	1,5E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 4E+01	1,3E+02 ± 2E+01	9,3E+01 ± 3E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 35a  
4. 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. 2009	5. 2. 2009	9. 3. 2009	2. 4. 2009	5. 5. 2009	8. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	40,91	51,52	52,57	53,22	48,78	49,98	
Oznaka vzorca	MED01-09	MED02-09	MED03-09	MED04-09	MED05-09	MED06-09	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	2,3E+01 ± 6E+00	2,0E+01 ± 5E+00	1,5E+01 ± 5E+00	6,7E+00 ± 2E+00	7,1E+00 ± 2E+00	8,4E+00 ± 2E+00	1,3E+01 ± 3E+00
Ra-226	1,4E+00 ± 1E+00	1,1E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 7E-01	4,7E-01 ± 4E-01		8,0E-01 ± 5E-01	8,2E-01 ± 2E-01
Pb-210							
Ra-228			2,1E+00 ± 1E+00				3,5E-01 ± 4E-01
Th-228							
K-40	9,2E+01 ± 1E+01	1,5E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 2E+01	8,1E+01 ± 1E+01	6,9E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+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	2,2E+00 ± 4E-01	2,9E+00 ± 3E-01	3,0E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 3E-01	3,1E+00 ± 3E-01	3,6E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 2E-01
H-3	1,3E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 2E+02	9,4E+02 ± 2E+02	8,5E+02 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	8,6E+02 ± 1E+02	1,0E+03 ± 8E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 35b  
4. 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.	2. 7. 2009	4. 8. 2009	11. 9. 2009	5. 10. 2009	3. 11. 2009	9. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	52,42	42,42	46,15	41,93	49,18	49,12	
Oznaka vzorca	MED07-09	MED08-09	MED09-09	MED10-09	MED11-09	MED12-09	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	4,8E+00 ± 1E+00	8,4E+00 ± 2E+00	2,7E+00 ± 1E+00	7,9E+00 ± 2E+00			8,7E+00 ± 2E+00
Ra-226	6,9E-01 ± 4E-01	1,2E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 7E-01	1,1E+00 ± 6E-01	3,4E+00 ± 1E+00		1,1E+00 ± 3E-01
Pb-210							
Ra-228			1,1E+00 ± 8E-01	1,2E+00 ± 9E-01	2,1E+00 ± 1E+00		5,4E-01 ± 2E-01
Th-228							
K-40	8,8E+01 ± 1E+01	4,8E+01 ± 8E+00	4,3E+01 ± 7E+00	5,4E+01 ± 9E+00	7,1E+01 ± 1E+01	9,6E+01 ± 2E+01	8,8E+01 ± 1E+01
Be-7	4,5E+00 ± 2E+00						3,7E-01 ± 4E-01
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	2,1E+00 ± 2E-01	3,5E+00 ± 3E-01	4,0E+00 ± 3E-01	3,6E+00 ± 3E-01	2,7E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 4E-01	3,0E+00 ± 2E-01
H-3	5,3E+02 ± 1E+02	6,0E+02 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	8,4E+02 ± 2E+02	4,0E+02 ± 1E+02	4,3E+02 ± 1E+02	8,4E+02 ± 9E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.



LETO 2009 T – 36a  
4. 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 Hrvaska)						
Datum vzor.	8. 1. 2009	5. 2. 2009	9. 3. 2009	2. 4. 2009	5. 5. 2009	8. 6. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	53,98	55,16	56,85	55,05	51,06	48,86	
Oznaka vzorca	SIB01-09	SIB02-09	SIB03-09	SIB04-09	SIB05-05	SIB06-09	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	1,8E+01 ± 5E+00	1,3E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 4E+00	7,1E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 2E+00	7,5E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,1E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	4,0E+00 ± 1E+00	1,3E+00 ± 5E-01	2,3E+00 ± 7E-01	1,7E+00 ± 6E-01	2,4E+00 ± 4E-01
Pb-210							
Ra-228	4,4E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 2E+00	3,8E+00 ± 2E+00		1,9E+00 ± 9E-01	1,9E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 7E-01
Th-228							
K-40	8,8E+01 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01	9,1E+01 ± 1E+01	5,0E+01 ± 8E+00	4,6E+01 ± 7E+00	5,3E+01 ± 8E+00	7,3E+01 ± 1E+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	3,5E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 4E-01	3,6E+00 ± 4E-01	3,4E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 4E-01	3,7E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 2E-01
H-3	9,7E+02 ± 2E+02	7,0E+02 ± 2E+02	6,8E+02 ± 2E+02	5,6E+02 ± 2E+02	7,8E+02 ± 1E+02	7,3E+02 ± 1E+02	7,4E+02 ± 6E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 36b  
4. 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 Hrvaska)						
Datum vzor.	2. 7. 2009	4. 8. 2009	11. 9. 2009	5. 10. 2009	3. 11. 2009	9. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	54,07	51,34	63,69	49,82	52,40	59,23	
Oznaka vzorca	SIB07-09	SIB08-09	SIB09-09	SIB10-09	SIB11-09	SIB12-09	
SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
U-238	6,3E+00 ± 2E+00	6,3E+00 ± 2E+00	5,1E+00 ± 1E+00	4,2E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 1E+00	4,8E+00 ± 4E+00	7,6E+00 ± 2E+00
Ra-226	1,4E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 7E-01	1,4E+00 ± 5E-01				2,2E+00 ± 4E-01
Pb-210							
Ra-228	1,8E+00 ± 9E-01	1,7E+00 ± 9E-01	1,6E+00 ± 8E-01			1,1E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 4E-01
Th-228							
K-40	5,8E+01 ± 9E+00	4,2E+01 ± 7E+00	4,5E+01 ± 7E+00	5,8E+01 ± 1E+01	6,2E+01 ± 1E+01	5,6E+01 ± 1E+01	6,3E+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							
Sr-89/Sr-90	3,6E+00 ± 4E-01	3,6E+00 ± 3E-01	3,4E+00 ± 3E-01	4,5E+00 ± 4E-01	3,9E+00 ± 4E-01	3,1E+00 ± 5E-01	3,6E+00 ± 1E-01
H-3	7,5E+02 ± 2E+02	8,9E+02 ± 2E+02	9,0E+02 ± 2E+02	7,4E+02 ± 2E+02	8,8E+02 ± 2E+02	8,0E+02 ± 2E+02	7,8E+02 ± 5E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**5. PADAVINE IN USEDI**

**6. USEDI – VAZELINSKE PLOŠČE**

**LETO 2009 T – 37a**  
**5. 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	Brege							Polletno povprečje (*)
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		
Kol. vzorca (L)	34,34	14,82	23,82	27,04	8,1	37,48		
Padavine (mm)	127,0	38,0	65,0	83,0	47,0	132,0		
Oznaka vzorca	K09PD211	K09PD221	K09PD231	K09PD241	K09PD251	K09PD261		
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m<sup>2</sup>)</b>							
Na-22	< 7E+00	< 2E+01	6,9E+00 ± 4E+00	8,3E-01 ± 2E-01	9,1E-01 ± 6E-01	6,9E-01 ± 3E-01	4,1E-01 ± 2E-01	
U-238	< 2E+00	< 1E+01	5,5E+00 ± 4E+00	< 5E+00	9E+00	< 8E+00	1,2E+00 ± 2E+00	
Ra-226	< 2E+00	< 1E+01	5,5E+00 ± 4E+00	< 5E+00	9E+00	< 8E+00	1,2E+00 ± 2E+00	
Pb-210	3,2E+01 ± 2E+00	6,8E+01 ± 8E+00	3,3E+01 ± 5E+00	1,1E+02 ± 8E+00	1,4E+02 ± 9E+00	9,3E+01 ± 5E+00	8,0E+01 ± 2E+01	
Ra-228	< 2E+00	6,9E+00 ± 2E+00	2,6E+00 ± 2E+00	< 7E+00	< 7E+00	2,4E+00 ± 7E-01	2,0E+00 ± 1E+00	
Th-230	< 2E+00	7,3E+01 ± 3E+01	< 3E+01	< 3E+01	< 3E+01	< 3E+01	1,2E+01 ± 1E+01	
Th-228	4,1E-01 ± 2E-01	8,0E-01 ± 6E-01	7,8E-01 ± 4E-01	6,6E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 7E-01	1,5E+00 ± 4E-01	9,3E-01 ± 2E-01	
K-40	2,2E+01 ± 5E+00	< 2E+01	< 8E+00	9,7E+00 ± 3E+00	6,7E+01 ± 5E+01	2,4E+01 ± 5E+00	2,0E+01 ± 1E+01	
Be-7	4,3E+02 ± 5E+01	2,9E+02 ± 1E+01	3,1E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 5E+01	5,4E+02 ± 3E+01	6,5E+02 ± 3E+01	5,5E+02 ± 1E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 2E-01	< 5E-01	< 2E-01	3,5E-01 ± 2E-01	5,8E-02 ± 7E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	6,5E-01 ± 1E-01	< 1E+00	3,2E+00 ± 3E-01	< 6E-01	< 3E+00	5,1E-01 ± 1E-01	7,3E-01 ± 5E-01	
H-3	2,2E+03 ± 2E+02	2,4E+03 ± 3E+02	2,6E+03 ± 3E+02	3,6E+03 ± 3E+02	3,2E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	2,6E+03 ± 3E+02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 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	Brege							Polletni used (*)
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		
Kol. vzorca (L)	34,3	14,8	23,8	27,0	8,1	37,5		
Padavine (mm)	127,0	38,0	65,0	83,0	47,0	132,0		
Oznaka vzorca	K09PD211	K09PD221	K09PD231	K09PD241	K09PD251	K09PD261		
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m<sup>2</sup>)</b>							
Na-22	< 9E-01	< 6E-01	4,5E-01 ± 3E-01	6,9E-02 ± 2E-02	4,3E-02 ± 3E-02	9,1E-02 ± 4E-02	2,0E-01 ± 5E-02	
U-238	< 2E-01	< 6E-01	3,6E-01 ± 2E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 1E+00	4,5E-01 ± 1E+00	
Ra-226	< 2E-01	< 6E-01	3,6E-01 ± 2E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 1E+00	4,5E-01 ± 1E+00	
Pb-210	4,0E+00 ± 3E-01	2,6E+00 ± 3E-01	2,1E+00 ± 3E-01	9,2E+00 ± 7E-01	3,7E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 5E-01	
Ra-228	< 2E-01	2,6E-01 ± 9E-02	1,7E-01 ± 1E-01	< 7E-01	6,8E+00 ± 4E-01	1,2E+01 ± 7E-01	3,7E+01 ± 1E+00	
Th-230	< 2E-01	2,8E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 3E-01	3,2E-01 ± 9E-02	7,5E-01 ± 3E-01	
Th-228	5,3E-02 ± 3E-02	3,0E-02 ± 2E-02	5,1E-02 ± 3E-02	5,5E-02 ± 2E-02	6,6E-02 ± 3E-02	2,0E-01 ± 5E-02	2,8E+00 ± 1E+00	
K-40	2,8E+00 ± 6E-01	< 7E-01	< 6E-01	8,0E-01 ± 2E-01	3,1E+00 ± 2E+00	3,2E+00 ± 6E-01	4,5E-01 ± 8E-02	
Be-7	5,5E+01 ± 7E+00	1,1E+01 ± 5E-01	2,0E+01 ± 1E+00	9,0E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 1E+00	8,6E+01 ± 4E+00	9,9E+00 ± 2E+00	
I-131							2,9E+02 ± 9E+00	
Cs-134								
Cs-137			< 1E-02	< 4E-02	< 7E-03	4,6E-02 ± 3E-02	4,6E-02 ± 4E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	8,2E-02 ± 2E-02	< 4E-02	2,1E-01 ± 2E-02	< 5E-02	< 1E-01	6,8E-02 ± 1E-02	3,6E-01 ± 1E-01	
H-3	2,8E+02 ± 2E+01	9,0E+01 ± 1E+01	1,7E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	1,5E+02 ± 1E+01	2,0E+02 ± 2E+01	1,2E+03 ± 4E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

**LETO 2009 T – 37b**  
**5. 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	20,4	33,56	9,56	17,1	32,38	26,46		
Padavine (mm)	73,0	119,0	14,0	69,0	91,0	107,0		
Oznaka vzorca	K09PD271	K09PD281	K09PD291	K09PD2A1	K09PD2B1	K09PD2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
Na-22		5,9E+00 ± 3E+00	< 6E+00		3,9E+00 ± 2E+00	< 2E+01	2,0E-01 ± 1E-01	
U-238					< 4E+00		1,4E+00 ± 1E+00	
Ra-226	5,1E+00 ± 2E+00						2,2E+00 ± 1E+00	
Pb-210	2,4E+01 ± 6E+00	6,0E+01 ± 5E+00	4,9E+01 ± 6E+00	3,8E+01 ± 6E+00	1,9E+01 ± 2E+00	< 1E+01	5,6E+01 ± 1E+01	
Ra-228	4,4E+00 ± 2E+00	< 2E+00	3,1E+00 ± 1E+00		8,5E-01 ± 6E-01		1,7E+00 ± 6E-01	
Th-230							6,1E+00 ± 6E+00	
Th-228	7,5E-01 ± 6E-01	< 9E-01	1,8E+00 ± 6E-01	< 9E-01	6,9E-01 ± 4E-01	< 9E-01	7,4E-01 ± 2E-01	
K-40	2,2E+01 ± 6E+00	8,6E+00 ± 4E+00	< 3E+01	1,1E+01 ± 4E+00	< 1E+01	< 1E+01	1,4E+01 ± 6E+00	
Be-7	1,5E+02 ± 9E+00	5,3E+02 ± 5E+01	2,4E+02 ± 1E+01	2,1E+02 ± 1E+01	1,7E+02 ± 1E+01	8,5E+01 ± 5E+00	3,9E+02 ± 8E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 9E-01	3,6E-01 ± 3E-01		< 1E+00			5,9E-02 ± 8E-02	
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	8,5E-01 ± 2E-01	< 2E+00	1,7E+00 ± 4E-01	< 9E-01	< 8E-01	7,0E-01 ± 3E-01	
H-3	1,7E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 2E+02	2,9E+03 ± 1E+02	2,4E+03 ± 4E+02	2,2E+03 ± 2E+02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	20,4	33,6	9,6	17,1	32,4	26,5		
Padavine (mm)	73,0	119,0	14,0	69,0	91,0	107,0		
Oznaka vzorca	K09PD271	K09PD281	K09PD291	K09PD2A1	K09PD2B1	K09PD2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22		7,1E-01 ± 3E-01	< 9E-02		3,5E-01 ± 2E-01	< 2E+00	2,0E-01 ± 5E-02	
U-238					< 3E-01		1,5E+00 ± 2E+00	
Ra-226	3,7E-01 ± 1E-01						2,2E+00 ± 6E-01	
Pb-210	1,8E+00 ± 5E-01	7,1E+00 ± 6E-01	6,9E-01 ± 8E-02	2,6E+00 ± 4E-01	1,7E+00 ± 2E-01	< 1E+00	5,1E+01 ± 2E+00	
Ra-228	3,2E-01 ± 1E-01	< 2E-01	4,3E-02 ± 2E-02		7,7E-02 ± 5E-02		1,2E+00 ± 3E-01	
Th-230							2,8E+00 ± 1E+00	
Th-228	5,5E-02 ± 4E-02	< 1E-01	2,6E-02 ± 8E-03	< 6E-02	6,3E-02 ± 4E-02	< 1E-01	6,0E-01 ± 1E-01	
K-40	1,6E+00 ± 4E-01	1,0E+00 ± 4E-01	< 4E-01	7,6E-01 ± 3E-01	< 1E+00	< 1E+00	1,3E+01 ± 3E+00	
Be-7	1,1E+01 ± 7E-01	6,3E+01 ± 6E+00	3,4E+00 ± 2E-01	1,4E+01 ± 7E-01	1,5E+01 ± 1E+00	9,1E+00 ± 5E-01	4,0E+02 ± 1E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 6E-02	4,3E-02 ± 3E-02		< 7E-02			8,9E-02 ± 8E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,1E-01 ± 2E-02	1,0E-01 ± 2E-02	< 2E-02	1,1E-01 ± 3E-02	< 9E-02	< 9E-02	6,9E-01 ± 1E-01	
H-3	1,2E+02 ± 9E+00	1,5E+02 ± 2E+01	1,9E+01 ± 2E+00	1,1E+02 ± 1E+01	2,6E+02 ± 1E+01	2,6E+02 ± 4E+01	2,1E+03 ± 6E+01	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 38a  
5. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci



Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzrč. mesto	Krško						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	28,04	12,3	18,82	21,08	7,26	38,8	
Padavine (mm)	127,0	38,3	65,0	83,1	30,5	153,0	
Oznaka vzorca	K09PD311	K09PD321	K09PD331	K09PD341	K09PD351	K09PD361	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22				4,4E-01 ± 3E-01		4,8E-01 ± 2E-01	1,5E-01 ± 1E-01
U-238	< 8E+00		6,2E+00 ± 5E+00	< 3E+00	2,6E+01 ± 9E+00	< 6E+00	5,3E+00 ± 4E+00
Ra-226	< 9E+00	1,6E+01 ± 1E+01		< 4E+00	5,3E+00 ± 4E+00	< 3E+00	3,5E+00 ± 3E+00
Pb-210	1,1E+02 ± 6E+00	8,4E+01 ± 1E+01	2,9E+01 ± 9E+00	1,9E+02 ± 9E+00	2,2E+02 ± 2E+01	3,2E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 4E+01
Ra-228	2,9E+00 ± 1E+00	< 4E+00	1,8E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 1E+00	< 1E+01	1,5E+00 ± 9E-01	1,4E+00 ± 1E+00
Th-230							
Th-228	1,2E+00 ± 4E-01	3,1E+00 ± 2E+00	6,4E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 4E-01	2,6E+00 ± 2E+00	7,3E-01 ± 3E-01	1,5E+00 ± 4E-01
K-40	5,2E+00 ± 4E+00		< 2E+01	6,6E+01 ± 2E+01	7,5E+01 ± 2E+01	2,1E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 1E+01
Be-7	8,1E+02 ± 4E+01	3,5E+02 ± 2E+01	2,7E+02 ± 1E+01	2,0E+03 ± 1E+02	7,2E+02 ± 4E+01	2,0E+03 ± 1E+02	1,0E+03 ± 3E+02
I-131							
Cs-134							
Cs-137		< 1E+00		< 7E-01	< 2E+00	4,2E-01 ± 2E-01	7,0E-02 ± 2E-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	< 1E+00	4,3E+00 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E-01	< 2E+00	3,4E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 7E-01
H-3	1,5E+03 ± 9E+01	1,6E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 6E+01	2,4E+03 ± 3E+02	1,8E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 2E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3 (\*\*), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzrč. mesto	Krško						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	28,0	12,3	18,8	21,1	7,3	38,8	
Padavine (mm)	127,0	38,3	65,0	83,1	30,5	153,0	
Oznaka vzorca	K09PD311	K09PD321	K09PD331	K09PD341	K09PD351	K09PD361	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )						
Na-22				3,7E-02 ± 2E-02		7,3E-02 ± 4E-02	1,1E-01 ± 4E-02
U-238	< 1E+00		4,0E-01 ± 3E-01	< 2E-01	7,8E-01 ± 3E-01	< 9E-01	1,2E+00 ± 9E-01
Ra-226	< 1E+00	6,1E-01 ± 4E-01		< 3E-01	1,6E-01 ± 1E-01	< 5E-01	7,7E-01 ± 9E-01
Pb-210	1,3E+01 ± 8E-01	3,2E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 6E-01	1,5E+01 ± 8E-01	6,6E+00 ± 6E-01	4,9E+01 ± 2E+00	9,0E+01 ± 3E+00
Ra-228	3,7E-01 ± 2E-01	< 2E-01	1,2E-01 ± 8E-02	1,9E-01 ± 9E-02	< 3E-01	2,3E-01 ± 1E-01	9,1E-01 ± 3E-01
Th-230							
Th-228	1,5E-01 ± 5E-02	1,2E-01 ± 7E-02	4,2E-02 ± 2E-02	8,3E-02 ± 3E-02	8,0E-02 ± 5E-02	1,1E-01 ± 5E-02	5,8E-01 ± 1E-01
K-40	6,6E-01 ± 5E-01		< 1E+00	5,5E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 5E-01	3,2E+00 ± 5E-01	1,2E+01 ± 2E+00
Be-7	1,0E+02 ± 5E+00	1,3E+01 ± 8E-01	1,8E+01 ± 9E-01	1,6E+02 ± 8E+00	2,2E+01 ± 1E+00	3,0E+02 ± 2E+01	6,2E+02 ± 2E+01
I-131							
Cs-134							
Cs-137		< 4E-02		< 6E-02	< 5E-02	6,4E-02 ± 2E-02	6,4E-02 ± 6E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	1,6E-01 ± 2E-02	< 5E-02	2,8E-01 ± 1E-02	8,6E-02 ± 2E-02	< 7E-02	5,3E-02 ± 2E-02	5,8E-01 ± 7E-02
H-3	1,8E+02 ± 1E+01	6,2E+01 ± 6E+00	7,4E+01 ± 4E+00	2,0E+02 ± 2E+01	5,4E+01 ± 7E+00	1,7E+02 ± 6E+01	7,5E+02 ± 7E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 38b  
5. 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	21,02	33,92	6,98	16,06	32,88	23,1		
Padavine (mm)	46,2	65,8	9,4	47,8	120,4	109,4		
Oznaka vzorca	K09PD371	K09PD381	K09PD391	K09PD3A1	K09PD3B1	K09PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22	< 2E+00							7,6E-02 ± 8E-02
U-238	< 7E+00	< 1E+01	< 6E+01	< 1E+01	1,0E+01 ± 6E+00	1,6E+01 ± 7E+00		4,9E+00 ± 4E+00
Ra-226				< 4E+00	5,2E+00 ± 2E+00	< 6E+00		2,2E+00 ± 1E+00
Pb-210	2,5E+01 ± 7E+00	2,5E+01 ± 5E+00	1,7E+02 ± 2E+01	9,1E+01 ± 8E+00	3,9E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 6E+00		1,1E+02 ± 3E+01
Ra-228	< 4E+00	< 2E+00		5,1E+00 ± 4E+00		3,0E+00 ± 1E+00		1,4E+00 ± 7E-01
Th-230								
Th-228	< 1E+00		< 2E+00	< 3E+00	7,1E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 5E-01		9,4E-01 ± 3E-01
K-40	2,4E+01 ± 6E+00		7,8E+01 ± 2E+01	1,1E+01 ± 7E+00	4,2E+00 ± 3E+00	8,1E+00 ± 4E+00		2,4E+01 ± 9E+00
Be-7	3,7E+02 ± 2E+01	3,8E+02 ± 2E+01	1,2E+03 ± 6E+01	4,7E+02 ± 2E+01	4,7E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 1E+01		7,7E+02 ± 2E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137		2,7E-01 ± 2E-01				6,7E-01 ± 3E-01		1,1E-01 ± 1E-01
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	6,5E-01 ± 1E-01	2,7E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 3E-01	< 8E-01	< 9E-01		1,1E+00 ± 4E-01
H-3	1,4E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,0E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	8,6E+02 ± 1E+02		1,4E+03 ± 1E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	21,0	33,9	7,0	16,1	32,9	23,1		
Padavine (mm)	46,2	65,8	9,4	47,8	120,4	109,4		
Oznaka vzorca	K09PD371	K09PD381	K09PD391	K09PD3A1	K09PD3B1	K09PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22	< 7E-02							1,1E-01 ± 6E-02
U-238	< 3E-01	< 6E-01	< 6E-01	< 7E-01	1,2E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 7E-01		4,2E+00 ± 2E+00
Ra-226				< 2E-01	6,3E-01 ± 3E-01	< 6E-01		1,4E+00 ± 1E+00
Pb-210	1,2E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 3E-01	1,6E+00 ± 2E-01	4,4E+00 ± 4E-01	4,6E+00 ± 4E-01	3,2E+00 ± 7E-01		1,1E+02 ± 3E+00
Ra-228	< 2E-01	< 1E-01		2,4E-01 ± 2E-01		3,3E-01 ± 2E-01		1,5E+00 ± 4E-01
Th-230								
Th-228	< 5E-02		< 2E-02	< 1E-01	8,6E-02 ± 5E-02	1,4E-01 ± 5E-02		8,1E-01 ± 2E-01
K-40	1,1E+00 ± 3E-01		7,4E-01 ± 2E-01	5,2E-01 ± 3E-01	5,1E-01 ± 3E-01	8,9E-01 ± 5E-01		1,5E+01 ± 2E+00
Be-7	1,7E+01 ± 9E-01	2,5E+01 ± 1E+00	1,2E+01 ± 6E-01	2,2E+01 ± 1E+00	5,7E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 1E+00		7,8E+02 ± 2E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137		1,8E-02 ± 1E-02				7,3E-02 ± 3E-02		1,5E-01 ± 7E-02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	5,1E-02 ± 8E-03	4,3E-02 ± 7E-03	2,5E-02 ± 5E-03	6,4E-02 ± 1E-02	< 9E-02	< 1E-01		7,6E-01 ± 1E-01
H-3	6,6E+01 ± 1E+01	7,0E+01 ± 1E+01	9,7E+00 ± 9E-01	5,5E+01 ± 5E+00	1,7E+02 ± 1E+01	9,5E+01 ± 1E+01		1,2E+03 ± 7E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

**LETO 2009 T – 39a**  
**5. 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.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	36,82	13,58	24,36	30,98	10,2	40,63		
Padavine (mm)	119,0	54,0	70,0	65,0	65,0	115,0		
Oznaka vzorca	K09PD411	K09PD421	K09PD431	K09PD441	K09PD451	K09PD461		
IZOTOP SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
Na-22				7,5E-01 ± 3E-01		7,2E-01 ± 2E-01		2,5E-01 ± 2E-01
U-238	< 3E+00	< 4E+00	3,6E+00 ± 2E+00	< 5E+00	< 6E+01	< 1E+01		6,0E-01 ± 6E+00
Ra-226	< 3E+00	< 1E+01	< 3E+00		1,6E+01 ± 4E+00			2,6E+00 ± 3E+00
Pb-210	1,4E+02 ± 7E+00	1,6E+02 ± 9E+00	2,4E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 5E+00	1,4E+02 ± 2E+01	1,8E+02 ± 1E+01		1,2E+02 ± 3E+01
Ra-228	7,0E-01 ± 6E-01	< 3E+00		< 1E+00	< 7E+00	< 1E+00		1,2E-01 ± 8E-01
Th-230								
Th-228	4,7E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 5E-01	6,9E-01 ± 2E-01	4,7E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00	7,5E-01 ± 3E-01		9,7E-01 ± 3E-01
K-40	2,2E+01 ± 4E+00	6,0E+01 ± 1E+01	2,3E+01 ± 4E+00	1,5E+01 ± 3E+00	< 5E+01	1,1E+01 ± 3E+00		2,2E+01 ± 8E+00
Be-7	9,7E+02 ± 4E+01	5,3E+02 ± 3E+01	2,6E+02 ± 2E+01	7,1E+02 ± 4E+01	8,4E+02 ± 4E+01	2,3E+03 ± 1E+02		9,3E+02 ± 3E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137			6,0E-01 ± 3E-01	4,2E-01 ± 2E-01	< 2E+00	1,9E-01 ± 1E-01		2,0E-01 ± 2E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,2E+00 ± 1E-01	< 1E+00	6,6E+00 ± 4E-01	8,0E-01 ± 2E-01	< 2E+00	9,3E-01 ± 1E-01		1,6E+00 ± 1E+00
H-3	9,9E+02 ± 7E+01	1,1E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	2,0E+03 ± 1E+02		1,4E+03 ± 2E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 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.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	36,8	13,6	24,4	31,0	10,2	40,6		
Padavine (mm)	119,0	54,0	70,0	65,0	65,0	115,0		
Oznaka vzorca	K09PD411	K09PD421	K09PD431	K09PD441	K09PD451	K09PD461		
IZOTOP SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
Na-22				4,9E-02 ± 2E-02		8,3E-02 ± 2E-02		1,3E-01 ± 3E-02
U-238	< 4E-01	< 2E-01	2,5E-01 ± 1E-01	< 3E-01	< 4E+00	< 1E+00		2,5E-01 ± 2E+00
Ra-226	< 3E-01	< 6E-01	< 2E-01		1,0E+00 ± 3E-01			1,0E+00 ± 5E-01
Pb-210	1,7E+01 ± 9E-01	8,8E+00 ± 5E-01	1,7E+00 ± 1E-01	2,8E+00 ± 3E-01	8,9E+00 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00		6,0E+01 ± 2E+00
Ra-228	8,4E-02 ± 7E-02	< 2E-01		< 6E-02	< 5E-01	< 2E-01		8,4E-02 ± 3E-01
Th-230								
Th-228	5,6E-02 ± 2E-02	6,3E-02 ± 2E-02	4,9E-02 ± 1E-02	3,1E-02 ± 2E-02	1,5E-01 ± 7E-02	8,6E-02 ± 3E-02		4,3E-01 ± 8E-02
K-40	2,6E+00 ± 5E-01	3,2E+00 ± 7E-01	1,6E+00 ± 3E-01	9,4E-01 ± 2E-01	< 3E+00	1,2E+00 ± 3E-01		9,6E+00 ± 2E+00
Be-7	1,2E+02 ± 5E+00	2,8E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	4,6E+01 ± 2E+00	5,5E+01 ± 3E+00	2,6E+02 ± 1E+01		5,3E+02 ± 1E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137			4,2E-02 ± 2E-02	2,7E-02 ± 1E-02	< 1E-01	2,2E-02 ± 1E-02		9,1E-02 ± 9E-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	< 6E-02	4,6E-01 ± 3E-02	5,2E-02 ± 1E-02	< 1E-01	1,1E-01 ± 2E-02		7,7E-01 ± 1E-01
H-3	1,2E+02 ± 9E+00	6,0E+01 ± 7E+00	8,5E+01 ± 7E+00	1,2E+02 ± 1E+01	9,6E+01 ± 9E+00	2,3E+02 ± 1E+01		7,1E+02 ± 2E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

**LETO 2009 T – 39b**  
**5. 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	19,42	48,64	17,68	21,1	39,98	23,8		
Padavine (mm)	48,4	151,0	33,1	79,7	105,8	54,0		
Oznaka vzorca	K09PD471	K09PD481	K09PD491	K09PD4A1	K09PD4B1	K09PD4C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22			< 2E+00					1,2E-01 ± 8E-02
U-238	< 1E+01	< 7E+00	< 2E+01	< 5E+01	< 1E+01	< 2E+01		3,0E-01 ± 4E+00
Ra-226				< 1E+01		< 8E+00		1,3E+00 ± 1E+00
Pb-210	< 3E+01	1,3E+02 ± 3E+01	1,1E+02 ± 9E+00	9,1E+01 ± 6E+00	8,4E+01 ± 5E+00	1,6E+02 ± 9E+00		1,1E+02 ± 2E+01
Ra-228	< 4E+00	< 8E-01	< 6E+00	< 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	< 3E+00		1,9E-01 ± 6E-01
Th-230								
Th-228	1,5E+00 ± 6E-01	4,1E-01 ± 2E-01	2,1E+00 ± 6E-01	6,0E-01 ± 4E-01	< 4E-01	6,9E-01 ± 4E-01		9,3E-01 ± 2E-01
K-40	< 3E+01	7,0E+00 ± 2E+00	1,7E+01 ± 1E+01	1,3E+01 ± 9E+00	5,8E+00 ± 5E+00	< 2E+01		1,4E+01 ± 5E+00
Be-7	3,1E+02 ± 2E+01	8,7E+02 ± 4E+01	9,5E+02 ± 5E+01	4,9E+02 ± 2E+01	7,2E+02 ± 4E+01	9,7E+02 ± 5E+01		8,3E+02 ± 2E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 1E+00	< 3E-01		5,7E-01 ± 4E-01				1,5E-01 ± 1E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,7E+00 ± 4E-01	5,2E-01 ± 8E-02	1,6E+00 ± 4E-01	< 9E-01	7,5E-01 ± 1E-01	< 9E-01		1,2E+00 ± 5E-01
H-3	1,2E+03 ± 9E+01	1,1E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 2E+02	9,8E+02 ± 1E+02	1,2E+03 ± 8E+01	6,8E+02 ± 9E+01		1,3E+03 ± 1E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 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. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	19,4	48,6	17,7	21,1	40,0	23,8		
Padavine (mm)	48,4	151,0	33,1	79,7	105,8	54,0		
Oznaka vzorca	K09PD471	K09PD481	K09PD491	K09PD4A1	K09PD4B1	K09PD4C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22			< 5E-02					1,3E-01 ± 4E-02
U-238	< 7E-01	< 1E+00	< 7E-01	< 4E+00	< 1E+00	< 1E+00		2,5E-01 ± 4E+00
Ra-226				< 1E+00		< 4E-01		1,0E+00 ± 9E-01
Pb-210	< 1E+00	2,0E+01 ± 4E+00	3,6E+00 ± 3E-01	7,2E+00 ± 5E-01	8,9E+00 ± 5E-01	8,5E+00 ± 5E-01		1,1E+02 ± 5E+00
Ra-228	< 2E-01	< 1E-01	< 2E-01	< 9E-02	1,6E-01 ± 1E-01	< 1E-01		2,4E-01 ± 4E-01
Th-230								
Th-228	7,4E-02 ± 3E-02	6,3E-02 ± 3E-02	6,9E-02 ± 2E-02	4,8E-02 ± 3E-02	< 5E-02	3,7E-02 ± 2E-02		7,2E-01 ± 1E-01
K-40	< 1E+00	1,1E+00 ± 3E-01	5,6E-01 ± 4E-01	1,0E+00 ± 7E-01	6,2E-01 ± 5E-01	< 1E+00		1,3E+01 ± 3E+00
Be-7	1,5E+01 ± 8E-01	1,3E+02 ± 7E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,9E+01 ± 2E+00	7,6E+01 ± 4E+00	5,3E+01 ± 3E+00		8,7E+02 ± 2E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 7E-02	< 4E-02		4,6E-02 ± 3E-02				1,4E-01 ± 1E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	8,4E-02 ± 2E-02	7,8E-02 ± 1E-02	5,4E-02 ± 1E-02	< 7E-02	7,9E-02 ± 2E-02	< 5E-02		1,1E+00 ± 1E-01
H-3	5,7E+01 ± 5E+00	1,7E+02 ± 3E+01	4,0E+01 ± 6E+00	7,8E+01 ± 9E+00	1,3E+02 ± 8E+00	3,7E+01 ± 5E+00		1,2E+03 ± 4E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.



**LETO 2009 T – 40 a**  
**5. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci**

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (\*\*), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzrč. mesto	Ljubljana							
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	21,52	22,68	414,4	33,02	14,04	47,28		
Padavine (mm)	89,0	103,0	158,0	113,0	59,0	170,0		
Oznaka vzorca	RP09PD111	RP09PD121	RP09PD131	RP09PD141	RP09PD151	RP09PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22				4,3E-01 ± 2E-01		2,6E-01 ± 2E-01		1,2E-01 ± 8E-02
U-238	< 3E+01	< 7E+00		1,9E+00 ± 1E+00	< 2E+01	< 4E+00		3,1E-01 ± 3E+00
Ra-226			9,1E-01 ± 6E-01	3,7E+00 ± 2E+00	< 1E+01	4,4E+00 ± 2E+00		1,5E+00 ± 1E+00
Pb-210	8,2E+01 ± 1E+01	7,5E+01 ± 7E+00	4,5E+01 ± 3E+00	1,4E+02 ± 7E+00	3,0E+01 ± 7E+00	1,4E+02 ± 8E+00		8,7E+01 ± 2E+01
Ra-228	< 4E+00	< 2E+00	1,1E+00 ± 5E-01	< 2E+00	< 1E+01	< 2E+00		1,8E-01 ± 1E+00
Th-230								
Th-228	1,8E+00 ± 1E+00	< 8E-01	4,2E-01 ± 2E-01	5,8E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 6E-01	7,2E-01 ± 2E-01		8,0E-01 ± 3E-01
K-40	< 2E+01	< 1E+01	6,0E+00 ± 2E+00	2,0E+01 ± 1E+01	2,1E+01 ± 5E+00	1,4E+01 ± 4E+00		1,0E+01 ± 4E+00
Be-7	7,5E+02 ± 4E+01	3,8E+02 ± 3E+01	3,9E+02 ± 2E+01	1,5E+03 ± 7E+01	2,4E+02 ± 1E+01	1,2E+03 ± 6E+01		7,4E+02 ± 2E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137			3,4E-01 ± 1E-01	< 7E-01	< 6E-01	2,8E-01 ± 2E-01		1,0E-01 ± 9E-02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	7,5E+02 ± 6E+01	7,0E+02 ± 7E+01	8,8E+02 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 2E+02	2,0E+03 ± 1E+02		1,3E+03 ± 2E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-89/Sr-90 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (\*\*), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzrč. mesto	Ljubljana							
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	21,5	22,7	414,4	33,0	14,0	47,3		
Padavine (mm)	89,0	103,0	158,0	113,0	59,0	170,0		
Oznaka vzorca	RP09PD111	RP09PD121	RP09PD131	RP09PD141	RP09PD151	RP09PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22				4,9E-02 ± 2E-02		4,5E-02 ± 3E-02		9,4E-02 ± 4E-02
U-238	< 2E+00	< 7E-01		2,1E-01 ± 1E-01	< 1E+00	< 6E-01		2,1E-01 ± 2E+00
Ra-226			1,4E-01 ± 9E-02	4,1E-01 ± 2E-01	< 6E-01	7,6E-01 ± 4E-01		1,3E+00 ± 5E-01
Pb-210	7,3E+00 ± 9E-01	7,7E+00 ± 7E-01	7,1E+00 ± 5E-01	1,6E+01 ± 8E-01	1,8E+00 ± 4E-01	2,4E+01 ± 1E+00		6,5E+01 ± 2E+00
Ra-228	< 3E-01	< 2E-01	1,7E-01 ± 9E-02	< 2E-01	< 6E-01	< 3E-01		1,7E-01 ± 5E-01
Th-230								
Th-228	1,6E-01 ± 1E-01	< 9E-02	6,7E-02 ± 3E-02	6,5E-02 ± 3E-02	7,4E-02 ± 4E-02	1,2E-01 ± 4E-02		4,9E-01 ± 2E-01
K-40	< 2E+00	< 1E+00	9,5E-01 ± 3E-01	2,3E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 7E-01		6,9E+00 ± 2E+00
Be-7	6,7E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 3E+00	6,2E+01 ± 3E+00	1,7E+02 ± 8E+00	1,4E+01 ± 7E-01	2,0E+02 ± 1E+01		5,5E+02 ± 1E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137			5,4E-02 ± 2E-02	< 7E-02	< 3E-02	4,7E-02 ± 3E-02		1,0E-01 ± 6E-02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	6,7E+01 ± 6E+00	7,2E+01 ± 8E+00	1,4E+02 ± 2E+01	1,9E+02 ± 2E+01	8,9E+01 ± 1E+01	3,3E+02 ± 2E+01		8,9E+02 ± 4E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 40 b**  
**5. PADAVINE – mesečni sestavljeni vzorci**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (\*\*), preračunane na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN

Vzorč. mesto	Ljubljana						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	45,76	38,56	21,48	20,56	42,02	41,18	
Padavine (mm)	168,0	77,0	64,0	93,0	127,0	185,0	
Oznaka vzorca	RP09PD171	RP09PD181	RP09PD191	RP09PD1A1	RP09PD1B1	RP09PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )						
Na-22	2,7E-01 ± 1E-01	< 9E+00	1,1E+01 ± 7E+00	< 4E+00	< 5E+00	8,0E+00 ± 2E+00	8,0E-02 ± 4E-02
U-238	3,5E+00 ± 1E+00	< 3E+00	< 4E+00	< 4E+00	< 2E-01	< 2E+00	2,1E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 2E+00	< 3E+00	< 4E+00	< 4E+00	< 2E-01	< 2E+00	7,5E-01 ± 6E-01
Pb-210	3,9E+01 ± 3E+00	1,2E+02 ± 9E+00	7,8E+01 ± 6E+00	1,3E+02 ± 7E+00	7,5E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 7E+00	8,4E+01 ± 1E+01
Ra-228	< 1E+00	< 3E+00	< 4E+00	1,8E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	2,4E-01 ± 6E-01
Th-230	< 1E+00	< 3E+00	< 4E+00	1,8E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	2,4E-01 ± 6E-01
Th-228	3,5E-01 ± 3E-01	< 8E-01	< 2E+00	9,7E-01 ± 3E-01	3,0E+00 ± 2E+00	4,0E-01 ± 2E-01	7,9E-01 ± 3E-01
K-40	4,5E+00 ± 2E+00	6,1E+00 ± 3E+00	< 2E+01	1,4E+01 ± 7E+00	< 1E+01	< 8E+00	7,1E+00 ± 2E+00
Be-7	4,6E+02 ± 2E+01	1,0E+03 ± 6E+01	6,5E+02 ± 3E+01	8,5E+02 ± 4E+01	8,5E+02 ± 4E+01	4,5E+02 ± 4E+01	7,3E+02 ± 1E+02
I-131	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Cs-134	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Cs-137	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Co-58	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Co-60	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Cr-51	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Mn-54	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Zn-65	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Nb-95	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Ru-106	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
Sb-125	< 4E-01	< 3E-01	< 4E-01	< 1E+00	< 1E-01	< 4E-01	5,2E-02 ± 8E-02
H-3	1,2E+03 ± 9E+01	1,3E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 8E+01	8,0E+02 ± 9E+01	9,2E+02 ± 7E+01	1,2E+03 ± 1E+02	1,2E+03 ± 1E+02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na IJS na Odseku F-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza H-3 (\*\*), preračunane na ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Ljubljana						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	45,8	38,6	21,5	20,6	42,0	41,2	
Padavine (mm)	168,0	77,0	64,0	93,0	127,0	185,0	
Oznaka vzorca	RP09PD171	RP09PD181	RP09PD191	RP09PD1A1	RP09PD1B1	RP09PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )						
Na-22	4,5E-02 ± 2E-02	< 7E-01	7,3E-01 ± 4E-01	< 3E-01	< 6E-01	1,5E+00 ± 4E-01	1,4E-01 ± 4E-02
U-238	5,8E-01 ± 2E-01	< 7E-01	7,3E-01 ± 4E-01	< 3E-01	< 6E-01	1,5E+00 ± 4E-01	3,0E+00 ± 2E+00
Ra-226	< 3E-01	< 2E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 3E-02	< 3E-01	1,3E+00 ± 7E-01
Pb-210	6,6E+00 ± 5E-01	9,1E+00 ± 7E-01	5,0E+00 ± 4E-01	1,2E+01 ± 6E-01	9,5E+00 ± 5E-01	8,7E+00 ± 1E+00	1,2E+02 ± 3E+00
Ra-228	< 2E-01	< 2E-01	< 2E-01	1,7E-01 ± 1E-01	< 3E-01	< 3E-01	3,4E-01 ± 6E-01
Th-230	< 2E-01	< 2E-01	< 2E-01	1,7E-01 ± 1E-01	< 3E-01	< 3E-01	3,4E-01 ± 6E-01
Th-228	5,9E-02 ± 4E-02	< 6E-02	< 1E-01	9,1E-02 ± 3E-02	3,8E-01 ± 2E-01	7,3E-02 ± 3E-02	1,1E+00 ± 3E-01
K-40	7,5E-01 ± 3E-01	4,7E-01 ± 2E-01	< 1E+00	1,3E+00 ± 7E-01	< 1E+00	< 2E+00	9,4E+00 ± 3E+00
Be-7	7,7E+01 ± 4E+00	7,9E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 2E+00	7,9E+01 ± 4E+00	1,1E+02 ± 5E+00	8,3E+01 ± 7E+00	1,0E+03 ± 2E+01
I-131	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Cs-134	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Cs-137	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Co-58	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Co-60	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Cr-51	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Mn-54	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Zn-65	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Nb-95	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Ru-106	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
Sb-125	< 7E-02	< 3E-02	< 4E-01	< 1E-01	< 2E-02	< 7E-02	1,0E-01 ± 1E-01
H-3	1,9E+02 ± 2E+01	9,6E+01 ± 1E+01	7,5E+01 ± 5E+00	7,4E+01 ± 9E+00	1,2E+02 ± 9E+00	2,1E+02 ± 2E+01	1,7E+03 ± 5E+01

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost useda.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama in specifična analiza H-3 je bila opravljena na IJS na Odseku F-2.

## 5. PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI V LETU 2009

Specifična analiza H-3 (\*\*\*) preračunana na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN in ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Krško			Brege			Dobova			Ljubljana		
Mesec vzorčevanja	Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost	
	mm	kBq/m <sup>3</sup>	kBq/m <sup>2</sup>	mm	kBq/m <sup>3</sup>	kBq/m <sup>2</sup>	mm	kBq/m <sup>3</sup>	kBq/m <sup>2</sup>	mm	kBq/m <sup>3</sup>	kBq/m <sup>2</sup>
Januar	127,0	1,5E+00	1,8E-01	127,0	2,2E+00	2,8E-01	119,0	9,9E-01	1,2E-01	89,0	7,5E-01	6,7E-02
Februar	38,3	1,6E+00	6,2E-02	38,0	2,4E+00	9,0E-02	54,0	1,1E+00	6,0E-02	103,0	7,0E-01	7,2E-02
Marec	65,0	1,1E+00	7,4E-02	65,0	2,6E+00	1,7E-01	70,0	1,2E+00	8,5E-02	158,0	8,8E-01	1,4E-01
April	83,1	2,4E+00	2,0E-01	83,0	3,6E+00	3,0E-01	65,0	1,9E+00	1,2E-01	113,0	1,7E+00	1,9E-01
Maj	30,5	1,8E+00	5,4E-02	47,0	3,2E+00	1,5E-01	65,0	1,5E+00	9,6E-02	59,0	1,5E+00	8,9E-02
Junij	153,0	1,1E+00	1,7E-01	132,0	1,5E+00	2,0E-01	115,0	2,0E+00	2,3E-01	170,0	2,0E+00	3,3E-01
Julij	46,2	1,4E+00	6,6E-02	73,0	1,7E+00	1,2E-01	48,4	1,2E+00	5,7E-02	168,0	1,2E+00	1,9E-01
Avgust	65,8	1,1E+00	7,0E-02	119,0	1,3E+00	1,5E-01	151,0	1,1E+00	1,7E-01	77,0	1,3E+00	9,6E-02
September	9,4	1,0E+00	9,7E-03	14,0	1,4E+00	1,9E-02	33,1	1,2E+00	4,0E-02	64,0	1,2E+00	7,5E-02
Oktober	47,8	1,1E+00	5,5E-02	69,0	1,6E+00	1,1E-01	79,7	9,8E-01	7,8E-02	93,0	8,0E-01	7,4E-02
November	120,4	1,4E+00	1,7E-01	91,0	2,9E+00	2,6E-01	105,8	1,2E+00	1,3E-01	127,0	9,2E-01	1,2E-01
December	109,4	8,6E-01	9,5E-02	107,0	2,4E+00	2,6E-01	54,0	6,8E-01	3,7E-02	185,0	1,2E+00	2,1E-01
Letno povprečje (kBq/m <sup>3</sup> )	1,37E+00	±	1,2E-01	2,22E+00	±	2,2E-01	1,25E+00	±	1,1E-01	1,16E+00	±	1,1E-01
Celotna vrednost	896		1,2E+00	965		2,1E+00	960		1,2E+00	1406		1,7E+00
	mm		kBq/m <sup>2</sup>	mm		kBq/m <sup>2</sup>	mm		kBq/m <sup>2</sup>	mm		kBq/m <sup>2</sup>

(\*\*\*) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 42/1a**  
**6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE**



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (2,3,4,5)								
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009			
Kol. vzorca (g)	108,8	79,6	88,8	56,7	76,4	45,9			
Padavine (mm)	127,0	38,2	65,0	83,1	38,7	142,5	Polletna vsota	Polletni used (*)	
Oznaka vzorca	K09PV211	K09PV221	K09PV231	K09PV241	K09PV251	K09PV261			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>2</sup> )								
Na-22					4,3E-01 ± 2E-01	< 5E-01	4,3E-01 ± 4E-01	2,1E+00 ± 2E+00	
U-238					8,9E-02 ± 7E-02	< 8E-02	5,2E-01 ± 4E-01	2,6E+00 ± 2E+00	
Ra-226	< 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01			5,7E+00 ± 6E-01	6,8E+00 ± 5E-01	3,1E+01 ± 1E+00	1,5E+02 ± 6E+00	
Pb-210	8,2E-01 ± 1E-01	1,7E+00 ± 4E-01	5,3E+00 ± 6E-01	1,1E+01 ± 8E-01	9,0E-02 ± 4E-02	< 2E-01	2,2E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 8E-01	
Ra-228	< 1E-01	7,0E-02 ± 5E-02		5,9E-02 ± 4E-02					
Th-230									
Th-232	3,9E-02 ± 1E-02	3,3E-01 ± 3E-02	3,6E-02 ± 3E-02	2,1E-01 ± 2E-02	5,3E-02 ± 2E-02	5,9E-02 ± 2E-02	7,3E-01 ± 5E-02	3,6E+00 ± 3E-01	
K-40	6,9E-01 ± 3E-01	< 4E-01	2,6E-01 ± 2E-01	4,8E-01 ± 1E-01	4,7E-01 ± 2E-01	< 9E-01	1,9E+00 ± 7E-01	9,5E+00 ± 4E+00	
Be-7	2,1E+00 ± 2E-01	1,0E+01 ± 5E-01	4,9E+01 ± 2E+00	1,1E+02 ± 5E+00	4,3E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	2,6E+02 ± 7E+00	1,3E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		< 4E-02		5,1E-02 ± 1E-02	5,7E-02 ± 2E-02	4,1E-02 ± 3E-02	1,5E-01 ± 4E-02	7,4E-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 IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 42/1b**  
**6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE**



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (2,3,4,5)								
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009			
Kol. vzorca (g)	101,3	158,2	129,3	138,2	50,8	56,1			
Padavine (mm)	59,6	92,4	11,7	58,4	105,7	108,2	Letna vsota	Letni used (*)	
Oznaka vzorca	K09PV271	K09PV281	K09PV291	K09PV2A1	K09PV2B1	K09PV2C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>2</sup> )								
Na-22					5,2E-02 ± 4E-02		4,8E-01 ± 4E-01	2,4E+00 ± 2E+00	
U-238					8E-01	< 9E-02	1,2E+00 ± 8E-01	6,1E+00 ± 4E+00	
Ra-226					3,1E+00 ± 6E-01	2,0E+00 ± 1E-01	1,4E+00 ± 6E-01	2,7E+02 ± 1E+01	
Pb-210	3,1E+00 ± 6E-01	6,0E+00 ± 6E-01	7,1E+00 ± 7E-01	3,1E+00 ± 6E-01	2,0E+00 ± 1E-01	1,4E+00 ± 6E-01	5,4E+01 ± 2E+00	2,7E+02 ± 1E+01	
Ra-228			< 1E-01	5,9E-02 ± 3E-02	< 4E-02	3,7E-02 ± 3E-02	3,1E-01 ± 2E-01	1,6E+00 ± 9E-01	
Th-230									
Th-232	4,7E-02 ± 2E-02	7,0E-01 ± 7E-02	1,7E-01 ± 3E-02	2,0E-01 ± 3E-02	1,1E-02 ± 6E-03	9,8E-02 ± 2E-02	2,0E+00 ± 1E-01	9,8E+00 ± 5E-01	
K-40	3,5E-01 ± 2E-01	< 6E-01	< 3E-01	5,1E-01 ± 2E-01		< 3E-01	2,8E+00 ± 9E-01	1,4E+01 ± 4E+00	
Be-7	1,7E+01 ± 9E-01	2,6E+01 ± 1E+00	3,6E+01 ± 2E+00	2,2E+01 ± 1E+00	1,3E+01 ± 6E-01	1,0E+01 ± 5E-01	3,8E+02 ± 7E+00	1,9E+03 ± 4E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 5E-02	< 2E-02	< 4E-02			8,8E-03 ± 7E-03	1,6E-01 ± 6E-02	7,8E-01 ± 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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 42/2a  
6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (6)						Polletna vsota	Polletni used (*)	
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009			
Kol. vzorca (g)	19,2	28,1	33,8	19,3	16,4	10,2			
Padavine (mm)	119,0	54,0	70,0	65,0	65,0	115,0			
Oznaka vzorca	K09PV2611	K09PV2621	K09PV2631	K09PV2641	K09PV2651	K09PV2661			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
Na-22							< 7E-02	< 5E-02	< 2E-01
U-238	< 2E+00	< 2E+00	< 1E+00	5,2E-01 ± 4E-01	4,9E-01 ± 3E-01	< 1E+00	1,0E+00 ± 2E+00	5,0E+00 ± 1E+01	
Ra-226	< 1E+00	< 7E-01	< 7E-01	4,5E-01 ± 3E-01	4,5E-01 ± 3E-01	3,6E-01 ± 1E-01	8,1E-01 ± 1E+00	4,0E+00 ± 5E+00	
Pb-210	9,7E-01 ± 6E-01	1,9E+00 ± 9E-01	3,3E+00 ± 6E-01	1,3E+01 ± 9E-01	6,8E+00 ± 7E-01	6,8E+00 ± 7E-01	3,2E+01 ± 2E+00	1,6E+02 ± 9E+00	
Ra-228		< 5E-01	< 5E-01	1,5E-01 ± 9E-02	< 2E-01	1,1E-01 ± 7E-02	2,6E-01 ± 5E-01	1,3E+00 ± 2E+00	
Th-230									
Th-228	8,4E-02 ± 4E-02	3,4E-01 ± 7E-02	< 2E-01	7,5E-02 ± 3E-02	5,8E-02 ± 4E-02	1,1E-01 ± 2E-02	6,7E-01 ± 1E-01	3,3E+00 ± 7E-01	
K-40		3E+00	9E-01	< 2E+00	7,5E-01 ± 3E-01		7,5E-01 ± 2E+00	3,7E+00 ± 1E+01	
Be-7	4,7E-01 ± 3E-01	5,3E+00 ± 6E-01	3,6E+01 ± 2E+00	1,0E+02 ± 5E+00	5,3E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,2E+02 ± 6E+00	1,1E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		< 1E-01	< 9E-02	4,9E-02 ± 2E-02	7,0E-02 ± 3E-02		1,2E-01 ± 1E-01	6,0E-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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 42/2b  
6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (6)						Letna vsota	Letni used (*)
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		
Kol. vzorca (g)	32,8	40,5	26,3	29,7	17	12,7		
Padavine (mm)	48,4	151,0	33,1	79,7	105,8	54,0		
Oznaka vzorca	K09PV2671	K09PV2681	K09PV2691	K09PV26A1	K09PV26B1	K09PV26C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
Na-22			< 2E+00	< 1E+00	< 7E-01		< 5E-02	< 2E-01
U-238	4,6E-01 ± 4E-01	1,1E+00 ± 8E-01			< 2E-01	< 8E-01	1,5E+00 ± 3E+00	7,3E+00 ± 1E+01
Ra-226	2,2E-01 ± 1E-01	6,5E+00 ± 8E-01	6,2E+00 ± 6E-01	3,5E+00 ± 7E-01	1,9E+00 ± 4E-01	< 1E+00	2,1E+00 ± 1E+00	1,1E+01 ± 7E+00
Pb-210	3,6E+00 ± 4E-01	1,7E-01 ± 1E-01	< 4E-01	1,9E-01 ± 1E-01	< 3E-01	1,6E-01 ± 1E-01	5,4E+01 ± 2E+00	2,7E+02 ± 1E+01
Ra-228	< 5E-01						7,8E-01 ± 7E-01	3,9E+00 ± 3E+00
Th-230								
Th-228	1,2E-01 ± 6E-02	7,1E-01 ± 8E-02	1,7E-01 ± 7E-02	1,8E-01 ± 5E-02	< 2E-01	5,0E-02 ± 4E-02	1,9E+00 ± 2E-01	9,4E+00 ± 1E+00
K-40		2E+00		< 1E+00		8,2E-01 ± 5E-01	1,6E+00 ± 3E+00	7,8E+00 ± 1E+01
Be-7	1,3E+01 ± 8E-01	2,1E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	1,5E+01 ± 9E-01	9,8E+00 ± 8E-01	5,0E+00 ± 3E-01	3,1E+02 ± 7E+00	1,6E+03 ± 3E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 7E-02		< 1E-01		1,2E-01 ± 1E-01	6,0E-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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 42/3a  
6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1,7,8)							Polletna vsota	Polletni used (*)
	28. 12. 2008 . . 2. 2. 2009	2. 2. 2009 . . 2. 3. 2009	2. 3. 2009 . . 1. 4. 2009	1. 4. 2009 . . 4. 5. 2009	4. 5. 2009 . . 1. 6. 2009	1. 6. 2009 . . 1. 7. 2009			
Datum vzor.	69,5	75	84,8	48,6	58,3	28,6			
Kol. vzorca (g)	127,0	38,3	65,0	83,1	30,5	153,0			
Padavine (mm)	K09PV311	K09PV321	K09PV331	K09PV341	K09PV351	K09PV361			
Oznaka vzorca									
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>2</sup> )								
Na-22									
U-238	2,6E-01 ± 1E-01		< 2E-01		4,6E-01 ± 2E-01		7,2E-01 ± 2E-01	3,6E+00 ± 1E+00	
Ra-226	1,6E-01 ± 1E-01		7E-02	4,3E-01 ± 3E-01	2,3E-01 ± 9E-02	1,0E-01 ± 5E-02	9,2E-01 ± 3E-01	4,6E+00 ± 2E+00	
Pb-210	5,5E-01 ± 3E-01	2,0E+00 ± 4E-01	3,6E+00 ± 5E-01	1,0E+01 ± 8E-01	5,4E+00 ± 4E-01	5,4E+00 ± 3E-01	2,7E+01 ± 1E+00	1,3E+02 ± 6E+00	
Ra-228	< 3E-01	8,7E-02 ± 7E-02	5,2E-02 ± 4E-02	1,0E-01 ± 4E-02		< 8E-02	2,4E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 1E+00	
Th-230									
Th-228	6,5E-02 ± 3E-02	4,3E-02 ± 2E-02	5,2E-02 ± 2E-02	2,1E-01 ± 3E-02	6,6E-02 ± 3E-02	6,9E-02 ± 1E-02	5,1E-01 ± 6E-02	2,5E+00 ± 3E-01	
K-40	< 5E-01	< 7E-01	< 6E-01	8,0E-01 ± 6E-01	3,6E-01 ± 2E-01	2,3E-01 ± 1E-01	1,4E+00 ± 9E-01	7,0E+00 ± 5E+00	
Be-7	1,6E+00 ± 2E-01	8,7E+00 ± 4E-01	4,0E+01 ± 2E+00	9,6E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,2E+02 ± 6E+00	1,1E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		< 5E-02	2,7E-02 ± 1E-02	< 5E-02	3,5E-02 ± 2E-02	1,8E-02 ± 6E-03	8,1E-02 ± 5E-02	4,0E-01 ± 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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 42/3b  
6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1,7,8)							Letna vsota	Letni used (*)
	1. 7. 2009 . . 3. 8. 2009	3. 8. 2009 . . 1. 9. 2009	1. 9. 2009 . . 5. 10. 2009	5. 10. 2009 . . 2. 11. 2009	2. 11. 2009 . . 1. 12. 2009	1. 12. 2009 . . 29. 12. 2009			
Datum vzor.	66,4	105,2	95	105,7	50,2	41			
Kol. vzorca (g)	46,2	65,8	9,4	47,8	120,4	109,4			
Padavine (mm)	K09PV371	K09PV381	K09PV391	K09PV3A1	K09PV3B1	K09PV3C1			
Oznaka vzorca									
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>2</sup> )								
Na-22									
U-238	< 2E-01		< 5E-01	< 5E-01		< 5E-01	7,2E-01 ± 6E-01	3,6E+00 ± 3E+00	
Ra-226	1,5E-01 ± 5E-02	2,8E-01 ± 1E-01	< 9E-01		< 1E-01	< 1E+00	1,4E+00 ± 9E-01	6,8E+00 ± 5E+00	
Pb-210	2,7E+00 ± 2E-01	4,9E+00 ± 3E-01	5,9E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 4E-01	2,1E+00 ± 4E-01	1,5E+00 ± 3E-01	4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 7E+00	
Ra-228	< 1E-01	< 9E-02	9,8E-02 ± 7E-02	1,8E-01 ± 1E-01		< 1E-01	5,2E-01 ± 3E-01	2,6E+00 ± 1E+00	
Th-230									
Th-228	2,7E-02 ± 2E-02	2,9E-01 ± 2E-02	1,7E-01 ± 5E-02	1,4E-01 ± 3E-02	5,9E-02 ± 2E-02	< 9E-02	1,2E+00 ± 1E-01	6,0E+00 ± 5E-01	
K-40	1,1E+00 ± 7E-01	< 2E+00		5,6E-01 ± 4E-01		< 5E-01	3,0E+00 ± 2E+00	1,5E+01 ± 8E+00	
Be-7	1,3E+01 ± 7E-01	1,8E+01 ± 9E-01	2,5E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 9E-01	1,1E+01 ± 6E-01	6,1E+00 ± 4E-01	3,1E+02 ± 6E+00	1,6E+03 ± 3E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 5E-02			< 4E-02		< 3E-02	8,1E-02 ± 7E-02	4,0E-01 ± 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 IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 42/4a**  
**6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE**



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							Polletna vsota	Polletni used
Datum vzor.	28. 12. 2008 . . 2. 2. 2009	2. 2. 2009 . . 2. 3. 2009	2. 3. 2009 . . 1. 4. 2009	1. 4. 2009 . . 4. 5. 2009	4. 5. 2009 . . 1. 6. 2009	1. 6. 2009 . . 1. 7. 2009			
Kol. vzorca (g)	19,3	20,9	40,6	21	26,9	8,8			
Padavine (mm)	89,0	103,0	158,0	113,0	59,0	170,0			
Oznaka vzorca	L09PV111	L09PV121	L09PV131	L09PV141	L09PV151	L09PV161			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
Na-22									
U-238	7,3E-01 ± 5E-01	< 9E-01	< 6E-01	< 6E-01	< 1E+00	< 2E-01	7,3E-01 ± 1E+00	3,7E+00 ± 6E+00	
Ra-226	2,9E-01 ± 2E-01	< 8E-01			3,0E-01 ± 2E-01	2,5E-01 ± 1E-01	8,4E-01 ± 6E-01	4,2E+00 ± 3E+00	
Pb-210	< 8E-01	1,7E+00 ± 5E-01	3,5E+00 ± 6E-01	9,4E+00 ± 9E-01	5,7E+00 ± 7E-01	6,7E+00 ± 3E-01	2,7E+01 ± 2E+00	1,4E+02 ± 8E+00	
Ra-228	< 3E-01	2,8E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 2E-01	< 4E-01	1,1E-01 ± 9E-02	6,5E-02 ± 5E-02	8,1E-01 ± 5E-01	4,1E+00 ± 2E+00	
Th-230									
Th-228	9,4E-02 ± 6E-02	< 1E-01	< 6E-01	8,6E-02 ± 4E-02	6,8E-02 ± 4E-02	6,5E-02 ± 2E-02	3,1E-01 ± 4E-01	1,6E+00 ± 2E+00	
K-40	< 9E-01	4,6E-01 ± 3E-01	< 2E+00	< 9E-01	< 6E-01	< 3E+00	4,6E-01 ± 2E+00	2,3E+00 ± 1E+01	
Be-7	1,4E+00 ± 4E-01	6,9E+00 ± 5E-01	4,6E+01 ± 3E+00	8,1E+01 ± 7E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	2,0E+02 ± 8E+00	1,0E+03 ± 4E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 1E-01	< 8E-02	6,9E-02 ± 6E-02	< 9E-02	3,9E-02 ± 2E-02	3,2E-02 ± 2E-02	1,4E-01 ± 1E-01	7,0E-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 IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 42/4b**  
**6. SUHI USED – VAZELINSKE PLOŠČE**



Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							Letna vsota	Letni used
Datum vzor.	1. 7. 2009 . . 3. 8. 2009	3. 8. 2009 . . 1. 9. 2009	1. 9. 2009 . . 5. 10. 2009	5. 10. 2009 . . 2. 11. 2009	2. 11. 2009 . . 1. 12. 2009	1. 12. 2009 . . 29. 12. 2009			
Kol. vzorca (g)	18	25,7	28,4	29,7	18	10,8			
Padavine (mm)	168,0	77,0	64,0	93,0	127,0	185,0			
Oznaka vzorca	L09PV171	L09PV181	L09PV191	L09PV1A1	L09PV1B1	L09PV1C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
Na-22									
U-238	< 3E+00	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	4,5E-01 ± 3E-01	3,4E-01 ± 2E-01	1,5E+00 ± 3E+00	7,6E+00 ± 1E+01	
Ra-226	4,2E-01 ± 1E-01	< 8E-01	< 4E-01			< 4E-01	1,3E+00 ± 7E-01	6,3E+00 ± 4E+00	
Pb-210	3,8E+00 ± 5E-01	5,8E+00 ± 9E-01	8,3E+00 ± 8E-01	4,6E+00 ± 8E-01	6,1E+00 ± 6E-01	7,4E-01 ± 2E-01	5,6E+01 ± 2E+00	2,8E+02 ± 1E+01	
Ra-228	< 5E-01		< 4E-01	1,2E-01 ± 9E-02		< 3E-01	9,3E-01 ± 6E-01	4,6E+00 ± 3E+00	
Th-230									
Th-228	< 5E-02	2,7E-01 ± 9E-02	2,6E-01 ± 2E-01	< 6E-02	< 2E-01	9,2E-02 ± 5E-02	9,4E-01 ± 5E-01	4,7E+00 ± 2E+00	
K-40	< 1E+00					< 2E+00	4,6E-01 ± 3E+00	2,3E+00 ± 1E+01	
Be-7	2,2E+01 ± 1E+00	1,7E+01 ± 9E-01	3,5E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	6,1E+00 ± 6E-01	3,5E+02 ± 9E+00	1,7E+03 ± 5E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 9E-02	< 1E-01	< 5E-02	3,6E-02 ± 2E-02			1,8E-01 ± 2E-01	8,8E-01 ± 8E-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 IJS na Odseku F-2.

**7. ZRAK**

I-131 V ZRAKU  
AEROSOLI



LETO 2009 T – 43  
7. ZRAK - PREGLED MERITEV JODA I-131 V ZRAKU V LETU 2009



Specifična analiza I-131 v zraku (aerosolni, atomarni, CH<sub>3</sub>I) (\*\*)

Vzorč. mesto		Spodnji Stari Grad		Stara vas		Leskovec		Brege		Vihre		Gornji Lenart		Libna	
Datum vzor.		Volumen prečrpanega zraka $V/m^3$ in specifična aktivnost $S_A/(Bq/m^3)$													
od	do	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>	V	S <sub>A</sub>
28. 12. 2008	19. 1. 2009	1989,5	< 3E-05	1738,7	< 5E-05	1679,4	< 6E-05	1176,2	< 7E-05	1312,6	< 5E-05	1578,1	< 5E-05	1756,6	< 6E-05
19. 1. 2009	2. 2. 2009	1255,7	< 2E-05	1108,0	< 2E-05	1000,6	< 5E-05	1114,4	< 8E-05	945,8	< 6E-05	1123,1	< 8E-05	1158,3	< 8E-05
2. 2. 2009	16. 2. 2009	1080,3	< 3E-05	1103,9	< 1E-04	1211,7	< 3E-05	1081,5	< 8E-05	947,7	< 1E-04	1210,2	< 8E-05	1163,3	< 8E-05
16. 2. 2009	3. 3. 2009	1068,9	< 9E-05	1161,7	< 5E-05	1144,1	< 1E-04	1051,5	< 1E-04	1107,1	< 1E-04	1177,8	< 5E-05	1178,0	< 3E-05
2. 3. 2009	16. 3. 2009	1032,4	< 5E-05	1092,2	< 6E-05	1199,0	< 1E-04	1149,4	< 3E-05	1207,1	< 3E-05	1215,0	< 1E-04	1169,7	< 3E-05
16. 3. 2009	1. 4. 2009	1320,1	< 4E-05	1314,8	< 8E-05	1212,6	< 6E-05	1206,6	< 8E-05	1366,7	< 4E-05	1357,0	< 6E-05	1458,6	< 1E-04
1. 4. 2009	16. 4. 2009	1097,4	< 4E-05	1170,8	< 2E-05	1261,5	< 4E-05	1270,4	< 3E-05	1308,7	< 5E-05	1282,4	< 6E-05	1224,6	< 1E-04
16. 4. 2009	4. 5. 2009	1444,3	< 5E-05	1368,2	< 5E-05	1658,0	< 4E-05	1423,5	< 4E-05	1427,6	< 2E-05	1540,2	< 2E-05	1518,1	< 5E-05
4. 5. 2009	18. 5. 2009	952,4	< 7E-05	1138,4	< 5E-05	1261,7	< 1E-04	1064,6	< 5E-05	1202,3	< 7E-05	1192,9	< 3E-05	1088,1	< 2E-05
18. 5. 2009	1. 6. 2009	1084,5	< 9E-05	1184,4	< 6E-05	1139,6	< 7E-05	1211,7	< 3E-05	1194,6	< 3E-05	1157,0	< 2E-05	1095,1	< 9E-05
1. 6. 2009	16. 6. 2009	1114,3	< 5E-05	1080,1	< 6E-05	1242,3	< 4E-05	1223,8	< 7E-05	1179,3	< 7E-05	11060,2	< 8E-05	1072,0	< 8E-05
16. 6. 2009	1. 7. 2009	1113,5	< 4E-05	1275,0	< 8E-05	967,4	< 8E-05	1247,0	< 5E-05	1187,6	< 3E-05	1121,5	< 7E-05	1375,5	< 1E-04
1. 7. 2009	16. 7. 2009	1165,6	< 5E-05	1209,1	< 7E-05	1155,7	< 5E-05	1224,8	< 9E-05	1054,9	< 8E-05	1313,7	< 1E-04	1338,8	< 3E-05
16. 7. 2009	3. 8. 2009	1909,7	< 2E-05	1231,5	< 5E-05	1189,5	< 1E-04	1605,3	< 6E-05	1306,2	< 6E-05	1482,4	< 6E-05	1564,5	< 4E-05
3. 8. 2009	17. 8. 2009	1326,3	< 5E-05	989,4	< 5E-05	1103,7	< 3E-05	1101,9	< 8E-05	1007,2	< 6E-05	1223,3	< 4E-05	1274,9	< 3E-05
17. 8. 2009	1. 9. 2009	1503,9	< 2E-05	1189,2	< 5E-05	1198,7	< 5E-05	1256,5	< 7E-05	1175,5	< 5E-05	1244,7	< 7E-05	1467,7	< 2E-05
1. 9. 2009	16. 9. 2009	1397,7	< 7E-05	1259,7	< 5E-05	1312,0	< 4E-05	1093,7	< 1E-04	1334,5	< 4E-05	1230,2	< 3E-05	1252,1	< 6E-05
16. 9. 2009	5. 10. 2009	1904,7	< 4E-05	1495,5	< 5E-05	1573,7	< 5E-05	1602,4	< 2E-05	1410,4	< 3E-05	1589,7	< 4E-05	1669,5	< 4E-05
5. 10. 2009	19. 10. 2009	1107,8	< 4E-05	1205,8	< 7E-05	693,2	< 1E-04	1027,2	< 1E-04	1140,7	< 4E-05	1146,0	< 5E-05	1182,2	< 4E-05
19. 10. 2009	2. 11. 2009	1194,5	< 5E-05	1228,5	< 3E-05	833,1	< 1E-04	1080,2	< 5E-05	1086,1	< 4E-05	1177,2	< 2E-05	1127,5	< 5E-05
2. 11. 2009	16. 11. 2009	1112,7	< 1E-04	1089,8	< 4E-05	1139,5	< 6E-05	1099,7	< 6E-05	1144,6	< 4E-05	1242,3	< 4E-05	1258,3	< 2E-05
16. 11. 2009	1. 12. 2009	1240,2	< 4E-05	1323,4	< 4E-05	1104,5	< 5E-05	1098,2	< 6E-05	1184,2	< 8E-05	1378,3	< 1E-04	1286,7	< 4E-05
1. 12. 2009	16. 12. 2009	1237,7	< 5E-05	1255,1	< 1E-04	1115,5	< 2E-04	1143,9	< 7E-05	1097,6	< 6E-05	1313,9	< 3E-05	1251,2	< 1E-04
16. 12. 2009	29. 12. 2009	1137,1	< 1E-04	462,2	< 1E-04	1065,3	< 5E-05	1029,2	< 9E-05	1079,6	< 4E-05	995,4	< 7E-05	1087,1	< 3E-05

(\*\*) Specifična analiza I-131 je bila opravljena z visokoločljivostno spektrometrijo gama na IJS na Odseku F-2.

**LETO 2009 T – 44a**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	13671,96	10787,74	11624,8	12717,65	10916,46	11625,59	
Oznaka vzorca	K09AE11S	K09AE12S	K09AE13S	K09AE14S	K09AE15S	K09AE16S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22		< 3E-05	< 2E-05	1,7E-06 ± 7E-07	< 2E-05	< 1E-04	2,9E-07 ± 3E-07
U-238							1E-05
Ra-226							
Pb-210	1,3E-03 ± 8E-05	4,7E-04 ± 4E-05	3,0E-04 ± 3E-05	6,7E-04 ± 3E-05	6,8E-04 ± 5E-05	5,2E-04 ± 4E-05	6,5E-04 ± 1E-04
Ra-228			9,9E-06 ± 5E-06		< 2E-05	6,9E-06 ± 5E-06	2,8E-06 ± 3E-06
Th-230							
Th-228	< 3E-06	< 4E-06	< 4E-06	2,0E-06 ± 1E-06	< 5E-06		3,3E-07 ± 9E-07
K-40		< 2E-04					< 3E-05
Be-7	2,9E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 2E-04	3,1E-03 ± 2E-04	6,6E-03 ± 3E-04	6,6E-03 ± 4E-04	6,2E-03 ± 3E-04	4,6E-03 ± 8E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,5E-06 ± 8E-07	< 3E-06	< 3E-06	1,8E-06 ± 8E-07	< 5E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,1E-06 ± 7E-07
Co-58				5,2E-06 ± 9E-07			8,6E-07 ± 9E-07
Co-60				1,6E-06 ± 5E-07			2,7E-07 ± 3E-07
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 44b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12757,25	10740,5	13311,32	10313,6	10670,58	10062,46	
Oznaka vzorca	K09AE17S	K09AE18S	K09AE19S	K09AE1AS	K09AE1BS	K09AE1CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22		1,9E-05 ± 1E-05	< 2E-05	< 2E-05	1,8E-05 ± 1E-05	5,3E-05 ± 1E-05	1,5E-07 ± 1E-07
U-238	< 1E-05						7,5E-06 ± 6E-06
Ra-226	< 7E-05						< 4E-06
Pb-210	6,0E-04 ± 3E-05	7,1E-04 ± 4E-05	9,4E-04 ± 2E-04	7,3E-04 ± 5E-05	8,1E-04 ± 8E-05	8,5E-04 ± 8E-05	7,1E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 3E-06		< 5E-06			< 9E-06	1,4E-06 ± 1E-06
Th-230	1,4E-04 ± 1E-04						1,1E-05 ± 1E-05
Th-228	< 3E-06	< 3E-06		3,2E-06 ± 2E-06	< 6E-06	< 6E-06	4,3E-07 ± 7E-07
K-40							< 1E-05
Be-7	6,2E-03 ± 4E-04	5,7E-03 ± 3E-04	4,6E-03 ± 2E-04	3,5E-03 ± 2E-04	2,8E-03 ± 4E-04	2,3E-03 ± 1E-04	4,4E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E-06	< 1E-06	< 2E-06	< 3E-06	2,0E-06 ± 2E-06	1,7E-06 ± 7E-07	8,7E-07 ± 4E-07
Co-58							4,3E-07 ± 4E-07
Co-60							1,3E-07 ± 1E-07
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 45a**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Poletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	13369,01	10484,02	11309,3	12460,61	10519,98	11341,88	
Oznaka vzorca	K09AE21S	K09AE22S	K09AE23S	K09AE24S	K09AE25S	K09AE26S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22		< 1E-04	< 4E-05	< 2E-05	3,0E-05 ± 2E-05	2,8E-05 ± 1E-05	9,6E-06 ± 1E-05
U-238			< 5E-05		< 8E-05		< 9E-06
Ra-226							
Pb-210	1,2E-03 ± 9E-05	4,5E-04 ± 4E-05	3,4E-04 ± 2E-05	5,8E-04 ± 5E-05	6,8E-04 ± 8E-05	4,6E-04 ± 4E-05	6,1E-04 ± 1E-04
Ra-228		< 9E-06	7,0E-06 ± 5E-06			< 6E-06	1,2E-06 ± 1E-06
Th-230						< 4E-04	< 4E-05
Th-228		< 9E-06	< 5E-06	< 4E-06	< 3E-06		< 1E-06
K-40							
Be-7	2,9E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 2E-04	3,4E-03 ± 2E-04	6,1E-03 ± 5E-04	6,5E-03 ± 3E-04	6,4E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 8E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 3E-06	< 3E-06	< 1E-06	< 3E-06	< 2E-06	< 5E-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 2009 T – 45b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	11972,28	10527,8	12751,45	10475,83	10835,44	7808,28	
Oznaka vzorca	K09AE27S	K09AE28S	K09AE29S	K09AE2AS	K09AE2BS	K09AE2CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22		< 3E-05		< 5E-05	< 2E-05	< 2E-05	4,8E-06 ± 8E-06
U-238	< 2E-05						< 5E-06
Ra-226							
Pb-210	6,2E-04 ± 3E-05	7,7E-04 ± 4E-05	1,2E-03 ± 6E-05	1,1E-03 ± 2E-04	7,9E-04 ± 6E-05	9,2E-04 ± 7E-05	7,6E-04 ± 8E-05
Ra-228	< 6E-06	< 1E-05	< 1E-05		< 1E-05		5,8E-07 ± 1E-06
Th-230							< 2E-05
Th-228	< 3E-06			2,6E-06 ± 2E-06	< 7E-06	< 7E-06	2,2E-07 ± 8E-07
K-40							< 1E-05
Be-7	6,7E-03 ± 3E-04	6,3E-03 ± 3E-04	5,4E-03 ± 3E-04	3,7E-03 ± 2E-04	3,2E-03 ± 3E-04	2,1E-03 ± 1E-04	4,6E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E-06	< 7E-07	2,9E-06 ± 2E-06		< 2E-06	2,8E-06 ± 2E-06	4,8E-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 2009 T – 46a  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec							
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	13609,27	10686,71	11521,59	12651,75	10749,14	10798,01		
Oznaka vzorca	K09AE31S	K09AE32S	K09AE33S	K09AE34S	K09AE35S	K09AE36S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>3</sup> )							
Na-22	< 1E-05	< 5E-05	< 3E-05	1,4E-06 ± 1E-06	1,9E-06 ± 1E-06	2,5E-05 ± 9E-06	5,5E-07 ± 4E-07	
U-238				1,6E-05 ± 1E-05	< 3E-05	< 8E-05	6,7E-06 ± 7E-06	
Ra-226					< 5E-05	< 8E-05	< 9E-06	
Pb-210	1,2E-03 ± 6E-05	4,7E-04 ± 3E-05	3,4E-04 ± 3E-05	5,6E-04 ± 6E-05	7,0E-04 ± 5E-05	4,8E-04 ± 4E-05	6,2E-04 ± 1E-04	
Ra-228	< 6E-06			< 5E-06	< 1E-05	< 1E-05	< 2E-06	
Th-230								
Th-228	< 3E-06	< 5E-06	< 5E-06	< 4E-06	< 6E-06	< 9E-06	< 1E-06	
K-40								
Be-7	3,1E-03 ± 2E-04	2,6E-03 ± 1E-04	3,5E-03 ± 2E-04	6,4E-03 ± 3E-04	6,6E-03 ± 3E-04	6,4E-03 ± 4E-04	4,8E-03 ± 8E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,1E-06 ± 7E-07	< 1E-06	3,0E-06 ± 2E-06	1,3E-06 ± 8E-07	< 2E-06	2,8E-06 ± 2E-06	1,7E-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 2009 T – 46b  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec							
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - #####	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	11546,87	11064,54	12885,14	7329,61	5312,17	10639,13		
Oznaka vzorca	K09AE37S	K09AE38S	K09AE39S	K09AE3AS	K09AE3BS	K09AE3CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (B q/m <sup>3</sup> )							
Na-22	1,5E-05 ± 8E-06	< 5E-05	1,7E-05 ± 1E-05	< 7E-06		< 2E-05	2,7E-07 ± 4E-07	
U-238				< 5E-05			6,0E-06 ± 5E-06	
Ra-226							< 5E-06	
Pb-210	5,7E-04 ± 3E-05	8,1E-04 ± 7E-05	9,7E-04 ± 7E-05	8,3E-04 ± 7E-05	8,1E-04 ± 4E-05	7,0E-04 ± 6E-05	7,0E-04 ± 7E-05	
Ra-228	< 5E-06	< 1E-05		< 2E-05	< 9E-06		< 2E-06	
Th-230								
Th-228	< 5E-06					< 4E-06	< 8E-07	
K-40				< 3E-04			< 2E-05	
Be-7	6,5E-03 ± 3E-04	6,3E-03 ± 4E-04	5,3E-03 ± 5E-04	4,2E-03 ± 2E-04	1,8E-03 ± 9E-05	2,5E-03 ± 1E-04	4,6E-03 ± 5E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 2E-06	< 2E-06	1,6E-06 ± 1E-06	< 1E-06	< 3E-06	3,5E-06 ± 2E-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 2009 T – 47a  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Breg							
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	10590,99	9714,36	9965,79	11293,28	9588,02	10237,26		
Oznaka vzorca	K09AE41S	K09AE42S	K09AE43S	K09AE44S	K09AE45S	K09AE46S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
Na-22					2,3E-06 ± 1E-06			3,8E-07 ± 4E-07
U-238		3,9E-05 ± 2E-05	< 5E-05		3,3E-05 ± 2E-05	< 3E-05		1,2E-05 ± 8E-06
Ra-226					< 8E-05	< 8E-05		< 1E-05
Pb-210	1,2E-03 ± 8E-05	5,5E-04 ± 4E-05	3,6E-04 ± 7E-05	5,6E-04 ± 4E-05	7,3E-04 ± 7E-05	4,9E-04 ± 4E-05		6,4E-04 ± 1E-04
Ra-228				< 1E-05		< 8E-06		< 1E-06
Th-230			< 3E-04					< 3E-05
Th-228		< 6E-06	< 4E-06	< 4E-06	3,4E-06 ± 2E-06	< 4E-06		5,7E-07 ± 1E-06
K-40								
Be-7	3,1E-03 ± 2E-04	2,5E-03 ± 1E-04	3,5E-03 ± 2E-04	6,3E-03 ± 5E-04	6,5E-03 ± 3E-04	6,3E-03 ± 3E-04		4,7E-03 ± 8E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,1E-06 ± 1E-06	3,2E-06 ± 2E-06	< 2E-05	< 3E-06	< 3E-06	< 3E-06		8,9E-07 ± 2E-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 2009 T – 47b  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Breg							
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12989,96	11445,96	12633,41	10502,76	11329,34	10780,92		
Oznaka vzorca	K09AE47S	K09AE48S	K09AE49S	K09AE4AS	K09AE4BS	K09AE4CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
Na-22		1,0E-06 ± 8E-07						2,8E-07 ± 2E-07
U-238	< 2E-05		2,0E-05 ± 1E-05	1,5E-05 ± 1E-05	< 2E-05	< 4E-05		8,9E-06 ± 5E-06
Ra-226			< 1E-04					< 9E-06
Pb-210	7,1E-04 ± 4E-05	1,0E-03 ± 6E-05	1,2E-03 ± 2E-04	8,5E-04 ± 4E-05	1,1E-03 ± 1E-04	9,1E-04 ± 5E-05		8,0E-04 ± 8E-05
Ra-228	< 9E-06			5,9E-06 ± 4E-06	< 8E-06	< 1E-05		4,9E-07 ± 1E-06
Th-230				1,4E-04 ± 1E-04				1,2E-05 ± 2E-05
Th-228	< 4E-06		< 4E-06	< 5E-06		< 4E-06		2,9E-07 ± 7E-07
K-40								
Be-7	6,7E-03 ± 3E-04	6,7E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 5E-04	3,8E-03 ± 2E-04	3,5E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04		4,7E-03 ± 5E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,9E-06 ± 1E-06	2,9E-06 ± 2E-06	< 3E-06	2,5E-06 ± 1E-06	2,5E-06 ± 1E-06	1,9E-06 ± 1E-06		1,4E-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 2009 T – 48a  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Vihre													
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)						
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12357,02	9867,58	10048,8	10972,69	9069,01	12415,33								
Oznaka vzorca	K09AE51S	K09AE52S	K09AE53S	K09AE54S	K09AE55S	K09AE56S								
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )													
Na-22	<	2E-05	<	7E-05	<	4E-05	<	2E-05	2,4E-05 ± 9E-06	<	4E-05	4,0E-06 ± 1E-05		
U-238	<	2E-05	<	7E-05	<	4E-05	<	2E-05	2,4E-05 ± 9E-06	<	4E-05	4,0E-06 ± 1E-05		
Ra-226	<	2E-05	<	7E-05	<	4E-05	<	2E-05	2,4E-05 ± 9E-06	<	4E-05	4,0E-06 ± 1E-05		
Pb-210	1,6E-03 ± 2E-04	7,2E-04 ± 6E-05	5,0E-04 ± 4E-05	9,0E-04 ± 5E-05	9,7E-04 ± 6E-05	6,6E-04 ± 5E-05	9,0E-04 ± 2E-04							
Ra-228	<	9E-06	<	1E-05	<	2E-05	<	8,8E-06 ± 3E-06	<	8E-06	<	7E-06	1,5E-06 ± 3E-06	
Th-230	<	9E-06	<	1E-05	<	2E-05	<	8,8E-06 ± 3E-06	<	8E-06	<	7E-06	1,5E-06 ± 3E-06	
Th-228	<	1E-05	<	5E-06	<	8E-06	<	6E-06	<	7E-06	<	5E-06	<	2E-06
K-40	<	1E-05	<	5E-06	<	8E-06	<	6E-06	<	7E-06	<	5E-06	<	2E-06
Be-7	3,7E-03 ± 2E-04	3,3E-03 ± 3E-04	4,6E-03 ± 2E-04	8,9E-03 ± 4E-04	8,8E-03 ± 4E-04	8,4E-03 ± 4E-04	6,3E-03 ± 1E-03							
I-131	<	9E-06	<	1E-05	<	2E-05	<	8,8E-03 ± 4E-04	8,8E-03 ± 4E-04	8,4E-03 ± 4E-04	8,4E-03 ± 4E-04	6,3E-03 ± 1E-03		
Cs-134	<	9E-06	<	1E-05	<	2E-05	<	8,8E-03 ± 4E-04	8,8E-03 ± 4E-04	8,4E-03 ± 4E-04	8,4E-03 ± 4E-04	6,3E-03 ± 1E-03		
Cs-137	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Co-58	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Co-60	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Cr-51	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Mn-54	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Zn-65	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Nb-95	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Ru-106	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		
Sb-125	<	9E-06	3,3E-06 ± 1E-06	<	9E-06	3,0E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 9E-07	<	3E-06	<	3E-06	1,3E-06 ± 1E-06		

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 48b  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Vihre									
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)		
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12810,66	11569,16	12709,78	11085,75	11586,15	12017,53				
Oznaka vzorca	K09AE57S	K09AE58S	K09AE59S	K09AE5AS	K09AE5BS	K09AE5CS				
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )									
Na-22	3,2E-05 ± 2E-05	5,6E-05 ± 3E-05	<	4E-05	1,3E-05 ± 9E-06	<	3E-05	<	3E-05	1,0E-05 ± 7E-06
U-238	3,2E-05 ± 2E-05	5,6E-05 ± 3E-05	<	4E-05	1,3E-05 ± 9E-06	<	3E-05	<	3E-05	1,0E-05 ± 7E-06
Ra-226	<	5E-05	<	4E-05	1,3E-05 ± 9E-06	<	3E-05	<	3E-05	1,0E-05 ± 7E-06
Pb-210	9,5E-04 ± 8E-05	1,3E-03 ± 1E-04	1,8E-03 ± 9E-05	1,0E-03 ± 2E-04	1,3E-03 ± 8E-05	1,1E-03 ± 7E-05	1,1E-03 ± 1E-04			
Ra-228	<	8E-06	<	1E-05	<	6E-06	7,4E-07 ± 2E-06			
Th-230	<	8E-06	<	1E-05	<	6E-06	7,4E-07 ± 2E-06			
Th-228	2,5E-06 ± 2E-06	<	4E-06	<	3E-06	<	3E-06	3,2E-04 ± 2E-04		2,7E-05 ± 3E-05
K-40	2,5E-06 ± 2E-06	<	4E-06	<	3E-06	<	3E-06	3,2E-04 ± 2E-04		2,7E-05 ± 3E-05
Be-7	9,0E-03 ± 4E-04	8,6E-03 ± 6E-04	7,4E-03 ± 4E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	6,3E-03 ± 7E-04			
I-131	9,0E-03 ± 4E-04	8,6E-03 ± 6E-04	7,4E-03 ± 4E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	6,3E-03 ± 7E-04			
Cs-134	9,0E-03 ± 4E-04	8,6E-03 ± 6E-04	7,4E-03 ± 4E-04	5,1E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	6,3E-03 ± 7E-04			
Cs-137	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Co-58	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Co-60	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Cr-51	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Mn-54	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Zn-65	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Nb-95	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Ru-106	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		
Sb-125	1,9E-06 ± 1E-06	1,1E-06 ± 7E-07	<	8E-07	1,5E-06 ± 5E-07	2,8E-06 ± 1E-06	2,4E-06 ± 2E-06	1,5E-06 ± 7E-07		

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

LETO 2009 T – 49a  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	13671,96	10480,9	11285,87	12414,16	10521,27	11212,92	
Oznaka vzorca	K09AE61S	K09AE62S	K09AE63S	K09AE64S	K09AE65S	K09AE66S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22	<	<	<	<	<	<	<
U-238	<	<	<	<	<	<	<
Ra-226	<	<	<	<	<	<	<
Pb-210	9,4E-04 ± 2E-04	5,4E-04 ± 3E-05	3,3E-04 ± 6E-05	6,1E-04 ± 4E-05	6,3E-04 ± 5E-05	4,1E-04 ± 2E-05	5,8E-04 ± 9E-05
Ra-228	<	<	<	<	<	<	<
Th-230	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	<	<	3,1E-06 ± 2E-06	<	<	<	5,1E-07 ± 1E-06
K-40	<	<	<	<	<	<	<
Be-7	2,6E-03 ± 2E-04	2,5E-03 ± 1E-04	3,0E-03 ± 2E-04	5,8E-03 ± 3E-04	5,7E-03 ± 4E-04	5,9E-03 ± 3E-04	4,3E-03 ± 7E-04
I-131	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	2,3E-06 ± 1E-06	<	2,3E-06 ± 1E-06	<	<	<	7,6E-07 ± 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 2009 T – 49b  
7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12298,27	10740,5	12547,57	10363,58	10662,06	10355,59	
Oznaka vzorca	K09AE67S	K09AE68S	K09AE69S	K09AE6AS	K09AE6BS	K09AE6CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22	3,2E-06 ± 2E-06	<	<	<	<	2,2E-05 ± 1E-05	2,6E-07 ± 3E-07
U-238	1,5E-05 ± 1E-05	<	<	<	<	2,2E-05 ± 1E-05	3,1E-06 ± 4E-06
Ra-226	<	<	<	<	<	<	<
Pb-210	6,1E-04 ± 5E-05	7,5E-04 ± 4E-05	1,2E-03 ± 7E-05	7,7E-04 ± 4E-05	9,0E-04 ± 6E-05	8,0E-04 ± 4E-05	7,1E-04 ± 7E-05
Ra-228	<	<	<	<	<	<	<
Th-230	<	<	<	<	<	<	<
Th-228	<	<	<	<	<	<	<
K-40	<	<	<	<	<	<	<
Be-7	6,2E-03 ± 4E-04	6,3E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 3E-04	3,5E-03 ± 2E-04	3,2E-03 ± 2E-04	2,3E-03 ± 1E-04	4,3E-03 ± 5E-04
I-131	<	<	<	<	<	<	<
Cs-134	<	<	<	<	<	<	<
Cs-137	<	9,8E-07 ± 6E-07	<	<	<	2,7E-06 ± 1E-06	8,9E-07 ± 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 2009 T – 50a**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Libna						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 2. 2. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12296,42	10344,07	11712,33	13020,17	10965,48	11751,8	
Oznaka vzorca	K09AE71S	K09AE72S	K09AE73S	K09AE74S	K09AE75S	K09AE76S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22				1,2E-06 ± 8E-07			2,1E-07 ± 2E-07
U-238	3,7E-05 ± 2E-05	1,3E-05 ± 1E-05	< 5E-05	< 2E-05	2,2E-05 ± 1E-05	< 4E-05	1,2E-05 ± 9E-06
Ra-226		< 5E-05					< 5E-06
Pb-210	1,5E-03 ± 8E-05	6,2E-04 ± 5E-05	3,0E-04 ± 2E-05	6,2E-04 ± 7E-05	6,8E-04 ± 3E-05	5,2E-04 ± 3E-05	7,0E-04 ± 2E-04
Ra-228		< 2E-05	< 9E-06	1,2E-05 ± 9E-06	< 1E-05	< 7E-06	2,0E-06 ± 3E-06
Th-230							
Th-228		3,5E-06 ± 2E-06	< 5E-06	< 2E-06			5,8E-07 ± 7E-07
K-40		< 3E-04	< 2E-04				< 4E-05
Be-7	3,4E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	3,7E-03 ± 2E-04	6,5E-03 ± 4E-04	6,7E-03 ± 3E-04	6,9E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 8E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,7E-06 ± 1E-06	< 3E-06	< 1E-06	9,4E-07 ± 7E-07	< 7E-07	< 8E-07	7,8E-07 ± 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 2009 T – 50b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Libna						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	12977,71	11393,82	13339,51	10885,59	11001,11	10558,04	
Oznaka vzorca	K09AE77S	K09AE78S	K09AE79S	K09AE7AS	K09AE7BS	K09AE7CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )						
Na-22							1,0E-07 ± 1E-07
U-238	2,8E-05 ± 2E-05			< 5E-05	< 4E-05	< 2E-05	8,4E-06 ± 6E-06
Ra-226					< 7E-05		< 5E-06
Pb-210	5,9E-04 ± 4E-05	5,8E-04 ± 3E-05	8,0E-04 ± 4E-05	6,1E-04 ± 5E-05	6,5E-04 ± 8E-05	6,8E-04 ± 4E-05	6,8E-04 ± 8E-05
Ra-228		< 7E-06	< 6E-06		< 9E-06	< 7E-06	9,9E-07 ± 2E-06
Th-230			< 2E-04				< 1E-05
Th-228	< 5E-06				< 6E-06	3,4E-06 ± 2E-06	5,8E-07 ± 5E-07
K-40			< 2E-04		< 4E-04		< 3E-05
Be-7	6,3E-03 ± 3E-04	4,7E-03 ± 2E-04	4,3E-03 ± 2E-04	3,0E-03 ± 1E-04	3,1E-03 ± 2E-04	1,9E-03 ± 9E-05	4,5E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 8E-07	< 9E-07	< 8E-07	8,3E-07 ± 7E-07	< 3E-06	< 2E-06	4,6E-07 ± 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.



**LETO 2009 T – 51a**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**

Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	Dobova							
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 21. 1. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 4. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	98697,9	137356,9	148460,9	163280,4	139717,3	148716,1		
Oznaka vzorca	K09AE811	K09AE821	K09AE831	K09AE841	K09AE851	K09AE861		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
Na-22	3,8E-07 ± 2E-07		5,6E-07 ± 2E-07	9,3E-07 ± 2E-07	6,1E-07 ± 2E-07	7,5E-07 ± 2E-07	5,4E-07 ± 1E-07	
U-238			< 1E-05	3,8E-06 ± 2E-06			6,4E-07 ± 1E-06	
Ra-226						< 4E-05	< 4E-06	
Pb-210	1,4E-03 ± 7E-05	5,0E-04 ± 3E-05	3,1E-04 ± 2E-05	5,6E-04 ± 3E-05	5,6E-04 ± 3E-05	4,3E-04 ± 3E-05	6,3E-04 ± 2E-04	
Ra-228								
Th-230	< 6E-05						< 6E-06	
Th-228								
K-40								
Be-7	3,9E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04	3,2E-03 ± 2E-04	6,0E-03 ± 3E-04	5,6E-03 ± 3E-04	5,8E-03 ± 3E-04	4,5E-03 ± 6E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,9E-06 ± 2E-07	2,1E-06 ± 2E-07	1,2E-06 ± 2E-07	7,1E-07 ± 1E-07	5,5E-07 ± 2E-07	4,6E-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 2009 T – 51b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**

Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*)

Vzorč. mesto	Dobova							
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	164419,9	129874,4	167958,9	139463,4	140559,2	132957,4		
Oznaka vzorca	K09AE871	K09AE881	K09AE891	K09AE8A1	K09AE8B1	K09AE8C1		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )							
Na-22	6,1E-07 ± 2E-07	6,7E-07 ± 1E-07	8,2E-07 ± 3E-07	7,8E-06 ± 3E-06	< 1E-05	3,2E-07 ± 1E-07	4,7E-07 ± 1E-07	
U-238			< 9E-06				9,7E-07 ± 1E-06	
Ra-226							< 2E-06	
Pb-210	5,2E-04 ± 3E-05	6,6E-04 ± 3E-05	9,4E-04 ± 5E-05	7,6E-04 ± 4E-05	8,8E-04 ± 5E-05	7,6E-04 ± 4E-05	6,9E-04 ± 9E-05	
Ra-228				< 1E-06			< 7E-08	
Th-230				2,6E-05 ± 1E-05			2,1E-06 ± 3E-06	
Th-228					< 7E-07		< 4E-08	
K-40								
Be-7	5,5E-03 ± 3E-04	5,4E-03 ± 3E-04	4,2E-03 ± 2E-04	3,6E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 1E-04	2,1E-03 ± 1E-04	4,2E-03 ± 4E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,7E-07 ± 1E-07	< 6E-07	5,3E-07 ± 2E-07	8,7E-07 ± 1E-07	1,1E-06 ± 2E-07	1,7E-06 ± 2E-07	1,0E-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 2009 T – 51a, 51b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**

Specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*)

Vzorč. mesto	Dobova				
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 1. 7. 2009	1. 7. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m <sup>3</sup> )	444314,4	451713,8	462253,2	412980	
Oznaka vzorca	K09AE8D1	K09AE8E1	K09AE8F1	K09AE8G1	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>3</sup> )				
Sr-89/Sr-90	8,6E-08 ± 1E-08	3,6E-07 ± 4E-08	< 1E-05	< 5E-07	1,1E-07 ± 2E-06

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na IJS na Odseku O-2.

**LETO 2009 T – 52a**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Ljubljana						
Datum vzor.	28. 12. 2008 - 20. 1. 2009	2. 2. 2009 - 2. 3. 2009	2. 3. 2009 - 1. 4. 2009	1. 4. 2009 - 5. 5. 2009	4. 5. 2009 - 1. 6. 2009	1. 6. 2009 - 1. 7. 2009	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (m³)	82552,4	133148,6	158458,2	171462,8	149735,9	162084,5	
Oznaka vzorca	RP09AE111	RP09AE121	RP09AE131	RP09AE141	RP09AE151	RP09AE161	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
Na-22	6,2E-07 ± 4E-07	3,2E-07 ± 2E-07	5,2E-07 ± 2E-07	7,4E-07 ± 2E-07	8,1E-07 ± 2E-07	6,7E-07 ± 2E-07	6,1E-07 ± 9E-08
U-238	<	< 4E-06	<	< 6E-06	<	<	< 7E-07
Ra-226							
Pb-210	1,5E-03 ± 7E-05	5,4E-04 ± 3E-05	3,1E-04 ± 2E-05	5,8E-04 ± 3E-05	5,9E-04 ± 3E-05	3,9E-04 ± 7E-05	6,4E-04 ± 2E-04
Ra-228							
Th-230							
Th-228		< 1E-06	< 1E-06				< 1E-07
K-40							
Be-7	4,3E-03 ± 2E-04	2,2E-03 ± 1E-04	2,9E-03 ± 1E-04	5,6E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 3E-04	5,6E-03 ± 3E-04	4,3E-03 ± 6E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	5,0E-06 ± 5E-07	3,2E-06 ± 3E-07	1,4E-06 ± 3E-07	1,4E-06 ± 1E-07	8,1E-07 ± 1E-07	2,7E-07 ± 1E-07	2,0E-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 2009 T – 52b**  
**7. ZRAK – zračni delci (aerosoli)**



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzrč. mesto	Ljubljana						
Datum vzor.	1. 7. 2009 - 3. 8. 2009	3. 8. 2009 - 1. 9. 2009	1. 9. 2009 - 5. 10. 2009	5. 10. 2009 - 2. 11. 2009	2. 11. 2009 - 1. 12. 2009	1. 12. 2009 - 29. 12. 2009	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (m³)	174860,4	156509,6	67648,5	146986,3	146593,2	125655,2	
Oznaka vzorca	RP09AE171	RP09AE181	RP09AE191	RP09AE1A1	RP09AE1B1	RP09AE1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)						
Na-22	4,9E-07 ± 3E-07	8,6E-07 ± 2E-07	<	< 6E-07	4,0E-07 ± 1E-07	1,9E-07 ± 1E-07	4,7E-07 ± 9E-08
U-238	< 6E-06	<	< 5E-06	<	<	< 4E-06	< 6E-07
Ra-226							
Pb-210	5,8E-04 ± 3E-05	8,0E-04 ± 4E-05	1,3E-03 ± 7E-05	8,2E-04 ± 5E-05	8,7E-04 ± 5E-05	6,3E-04 ± 3E-05	7,4E-04 ± 1E-04
Ra-228	< 2E-06	<	< 2E-06	< 1E-06	<	<	< 2E-07
Th-230							
Th-228			7,5E-07 ± 6E-07	1,4E-06 ± 6E-07			1,8E-07 ± 1E-07
K-40				3,5E-04 ± 7E-05			2,9E-05 ± 3E-05
Be-7	5,9E-03 ± 3E-04	6,0E-03 ± 3E-04	5,7E-03 ± 3E-04	4,0E-03 ± 2E-04	2,8E-03 ± 1E-04	2,2E-03 ± 1E-04	4,4E-03 ± 4E-04
I-131						2,7E-06 ± 4E-07	2,3E-07 ± 2E-07
Cs-134							
Cs-137	6,9E-07 ± 3E-07	5,2E-07 ± 1E-07	1,8E-06 ± 4E-07	1,9E-06 ± 3E-07	2,2E-06 ± 2E-07	2,8E-06 ± 1E-07	1,8E-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.

**8. DOZA IN HITROST DOZE ZUNANJEGA SEVANJA**

DOZA Z OKOLJSKIMI TL-DOZIMETRI

MERITVE HITROSTI DOZE SEVANJA GAMA

## SEZNAM DOZIMETROV TLD V OKOLICI NEK

Sektor	št.	Oznaka	GEO GRAFSKE 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 <sup>*)</sup>	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







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

LETO 2009 T – 54/b  
8. TLD polletne meritve (\*\*)

Št. TLD	Mesto postavitve	Izmerjena doza H*(10) (mSv) v obdobju				Letna doza H*(10) (mSv) v 2009	Povprečna mesečna doza H*(10) (mSv na mesec) v obdobju				Povprečna mesečna doza H*(10) (mSv na mesec) v 2009
		od 1. 1. 2009 do 1. 7. 2009		od 1. 7. 2009 do 1. 1. 2010			od 1. 1. 2009 do 1. 7. 2009		od 1. 7. 2009 do 1. 1. 2010		
		od do	1. 1. 2009 1. 7. 2009	od do	1. 7. 2009 1. 1. 2010	od do	1. 1. 2009 1. 7. 2009	od do	1. 7. 2009 1. 1. 2010		
1	KOČEVJE	454 ± 62	516 ± 71	971 ± 94	76 ± 10	85 ± 12	81 ± 16				
2	DVOR PRI ŽUŽEMBERKU	497 ± 68	530 ± 72	1026 ± 99	83 ± 11	88 ± 12	86 ± 17				
3	ČRNOMELJ	570 ± 78	642 ± 88	1212 ± 117	96 ± 13	106 ± 15	101 ± 20				
4	DRAŠIČI METLIKA	427 ± 58	469 ± 64	896 ± 87	72 ± 10	78 ± 11	75 ± 14				
5	NOVO MESTO	343 ± 47	366 ± 50	709 ± 69	58 ± 8	61 ± 8	59 ± 11				
6	MOKRONOG	473 ± 65	507 ± 69	980 ± 95	79 ± 11	84 ± 11	82 ± 16				
7	LISCA	384 ± 53	406 ± 56	790 ± 76	65 ± 9	67 ± 9	66 ± 13				
8	CELJE	437 ± 60	434 ± 59	871 ± 84	73 ± 10	72 ± 10	73 ± 14				
9	ROGAŠKA SLATINA	395 ± 54	436 ± 60	831 ± 80	66 ± 9	72 ± 10	69 ± 13				
10	SLOVENSKE KONJICE	419 ± 57	475 ± 65	894 ± 87	70 ± 10	78 ± 11	74 ± 14				
11	ROGLA	438 ± 60	615 ± 84	1053 ± 103	74 ± 10	102 ± 14	88 ± 17				
12	MARIBOR	432 ± 59	429 ± 59	861 ± 83	73 ± 10	71 ± 10	72 ± 14				
13	PTUJ	448 ± 61	519 ± 71	966 ± 94	75 ± 10	86 ± 12	81 ± 16				
14	JERUZALEM (ORMOŽ)	495 ± 68 *	503 ± 69	998 ± 97	83 ± 11 *	83 ± 11	83 ± 16				
15	LENDAVA	428 ± 58	489 ± 67	917 ± 89	72 ± 10	81 ± 11	76 ± 15				
16	MURSKA SOBOTA	396 ± 54	427 ± 58	823 ± 80	67 ± 9	71 ± 10	69 ± 13				
17	VELIKI DOLENCI	446 ± 61	493 ± 67	939 ± 91	75 ± 10	82 ± 11	78 ± 15				
18	GORNJA RADGONA	430 ± 59	438 ± 60 *	868 ± 84	72 ± 10	72 ± 10 *	72 ± 14				
19	SVEČINA	486 ± 67	543 ± 74	1029 ± 100	82 ± 11	90 ± 12	86 ± 17				
20	RIBNICA NA POHORJU	438 ± 60	482 ± 66	920 ± 89	74 ± 10	80 ± 11	77 ± 15				
21	KOTLJE	504 ± 69	542 ± 74	1045 ± 101	85 ± 12	90 ± 12	87 ± 17				
22	VELENJE	429 ± 59	454 ± 62	883 ± 85	72 ± 10	75 ± 10	74 ± 14				
23	MOZIRJE	431 ± 59	455 ± 62	886 ± 86	72 ± 10	75 ± 10	74 ± 14				
24	LUČE OB SAVINJI	423 ± 58	485 ± 66	908 ± 88	71 ± 10	80 ± 11	76 ± 15				
25	VAČE	419 ± 57	470 ± 64	889 ± 86	70 ± 10	78 ± 11	74 ± 14				
26	LJUBLJANA BEŽIGRAD	423 ± 58	477 ± 65	900 ± 87	71 ± 10	79 ± 11	75 ± 15				
27	BRNIK AERODROM	501 ± 68	521 ± 71	1021 ± 99	84 ± 12	86 ± 12	85 ± 16				
28	JEZERSKO	528 ± 72 *	537 ± 73	1065 ± 103	89 ± 12 *	89 ± 12	89 ± 17				
29	PODLJUBELJ	364 ± 50	395 ± 54	759 ± 73	61 ± 8	65 ± 9	63 ± 12				
30	LESCE HLEBCE	482 ± 66	515 ± 70	997 ± 97	81 ± 11	85 ± 12	83 ± 16				
31	PLANINA POD GOLICO	416 ± 57	555 ± 76	971 ± 95	70 ± 10	92 ± 13	81 ± 16				
32	ZDENSKA VAS	490 ± 67	556 ± 76	1046 ± 101	82 ± 11	92 ± 13	87 ± 17				
33	RATEČE	370 ± 51	505 ± 69	875 ± 86	62 ± 9	83 ± 11	73 ± 14				
34	TRENTA	297 ± 41	355 ± 49	652 ± 63	50 ± 7	59 ± 8	54 ± 11				
35	LOG POD MANGARTOM	385 ± 53	542 ± 74	928 ± 91	65 ± 9	90 ± 12	77 ± 15				
36	BOVEC	365 ± 50	436 ± 60	800 ± 78	61 ± 8	72 ± 10	67 ± 13				
37	TOLMIN	366 ± 50	419 ± 57	785 ± 76	61 ± 8	69 ± 9	65 ± 13				
38	BILJE	325 ± 44	369 ± 51	694 ± 67	55 ± 7	61 ± 8	58 ± 11				
39	BRDICE PRI KOŽBANI	360 ± 49	356 ± 49	716 ± 69	60 ± 8	59 ± 8	60 ± 12				
40	LOKEV PRI LIPICI	479 ± 66	592 ± 81	1072 ± 104	81 ± 11	98 ± 13	89 ± 17				
41	SEČOVLJE AERODROM	332 ± 45	348 ± 48	680 ± 66	56 ± 8	58 ± 8	57 ± 11				
42	ILIRSKA BISTRICA	433 ± 59 *	440 ± 60	874 ± 85	73 ± 10 *	73 ± 10	73 ± 14				
43	POSTOJNA - ZALOG	493 ± 67 *	501 ± 69	994 ± 96	83 ± 11 *	83 ± 11	83 ± 16				
44	NOVA VAS NA BLOKAH	560 ± 77 *	569 ± 78	1128 ± 109	94 ± 13 *	94 ± 13	94 ± 18				
45	VRHNIKA	661 ± 90	722 ± 99	1383 ± 134	111 ± 15	119 ± 16	115 ± 22				
46	VOJSKO	378 ± 52	489 ± 67	867 ± 85	64 ± 9	81 ± 11	72 ± 14				
47	SORICA	386 ± 53 *	392 ± 54	779 ± 75	65 ± 9 *	65 ± 9	65 ± 13				
48	STARA FUŽINA	277 ± 38	350 ± 48	627 ± 61	47 ± 6	58 ± 8	52 ± 10				
49	JELENJA VAS	692 ± 95	747 ± 102	1439 ± 139	116 ± 16	123 ± 17	120 ± 23				
50	KREDARICA	399 ± 55	463 ± 63	862 ± 84	67 ± 9	77 ± 10	72 ± 14				
Število merilnih mest		50 št.	50 št.	50 št.	50 št.	50 št.	50 št.				
Povprečje - merilna mesta		436 ± 79	486 ± 86	922 ± 160	73 ± 13	80 ± 14	77 ± 15				
Najvišja doza		692 ± 95 <sup>(49)</sup>	747 ± 102 <sup>(49)</sup>	1439 ± 139 <sup>(49)</sup>	116 ± 16 <sup>(49)</sup>	123 ± 17 <sup>(49)</sup>	120 ± 23 <sup>(49)</sup>				
Najnižja doza		277 ± 38 <sup>(48)</sup>	348 ± 48 <sup>(41)</sup>	627 ± 61 <sup>(48)</sup>	47 ± 6 <sup>(48)</sup>	58 ± 8 <sup>(41)</sup>	52 ± 10 <sup>(48)</sup>				

(\*\*) 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 2009 T – 55

8. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI (R HRVAŠKA)

	Polletne doze		Letna doza
	20. 1. 2009–24. 7. 2009	24. 7. 2009–13. 1. 2010	
Lokacija	H*(10) / mSv		
Bistra	0,52	0,58	1,10
Bregana	0,52	0,57	1,09
Harmica	0,67	0,60	1,27
Jastrebarsko	0,51	0,63	1,14
Klanjec	0,60	0,43	1,03
Novaki	0,47	0,44	0,91
Oroslavlje	0,70	0,52	1,22
Samobor	0,61	0,45	1,06
Zagreb (IRB)	0,86	0,59	1,45
Zaprešić	0,63	0,45	1,08

13. 1. 2010 so bili na vseh lokacijah postavljeni novi TL-dozimetri (LiF: Mg, Cu, P; TLD-100H, LiF: Mg, Ti; TLD-100).

## 8. SEZNAM KONTINUIRNIH MERILNIKOV HITROSTI DOZE ZUNANJEGA SEVANJA MFM - 202

## OKOLICA NEK

Zaporedna številka	KRAJ
1	Libna 2
2	Spodnji Stari Grad 27
3	Pesje 1
4	Gornji Lenart 21
5	<b>Brežice, osnovna šola</b>
6	Skopice 46
7	Vihre 17
8	<b>Cerklje, letališče</b>
9	Brege 52
10	Leskovec, Cesta ob gaju 17
11	<b>Krško, Papirnica Videm</b>
12	Krško, Stritarjeva 5
13	<b>NEK, meteorološki stolp</b>
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-Kočevje)	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	Vnainjarje	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	Slime	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 2009 T – 56/b

## 8. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA ZA LETO 2009 V REPUBLIKI SLOVENIJI – sistem OKOLICA NEK / letni pregled

Sistem	Postaja	Mesečne povprečne vrednosti (nGy/h) - polurna obdelava podatkov																								Polletno povprečje (nS v/h)	Polletna doza (mS v)
		januar				februar				marec				april				maj				junij					
		Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks		
NEK (Gamma)	Brege	77 ± 7	61	114	78 ± 5	68	100	79 ± 6	67	128	82 ± 6	66	107	84 ± 5	72	146	79 ± 21	64	397	79,5 ± 2,5	0,36 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Gornji Lenart	71 ± 6	58	93	73 ± 5	62	99	75 ± 5	64	94	80 ± 6	64	99	83 ± 5	71	126	86 ± 6	69	121	78,1 ± 2,2	0,35 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Krško	68 ± 5	56	90	70 ± 4	56	88	70 ± 5	60	97	75 ± 5	60	89	77 ± 4	68	103	79 ± 5	69	106	73,1 ± 1,9	0,33 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Leskovec	77 ± 5	65	99	78 ± 5	66	101	78 ± 5	68	98	82 ± 5	68	103	86 ± 4	76	120	87 ± 5	74	112	81,2 ± 2,0	0,37 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Libna	61 ± 4	52	72	60 ± 3	52	70	61 ± 3	51	73	67 ± 5	51	79	69 ± 3	61	78	70 ± 4	55	84	65,0 ± 1,4	0,29 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Pesje	75 ± 3	64	86	75 ± 3	65	85	75 ± 3	65	87	81 ± 5	68	91	83 ± 3	74	94	84 ± 4	73	100	79,3 ± 1,4	0,36 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Skopice	77 ± 8	57	108	81 ± 5	66	106	82 ± 5	72	105	90 ± 7	71	116	92 ± 5	82	124	94 ± 5	80	120	85,5 ± 2,3	0,39 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Sp. Stari Grad	63 ± 6	50	86	64 ± 5	54	85	64 ± 5	52	86	68 ± 5	56	84	71 ± 4	61	111	72 ± 5	60	108	66,7 ± 2,0	0,30 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Brežice	79 ± 6	64	102	81 ± 5	66	99	81 ± 5	72	109	81 ± 7	63	109	76 ± 5	66	115	82 ± 5	73	115	80,0 ± 2,2	0,36 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Cerklje	77 ± 7	63	112	77 ± 5	66	108	78 ± 6	66	106	84 ± 6	68	106	87 ± 5	72	135	89 ± 6	76	125	81,9 ± 2,3	0,37 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Krško-NEK	67 ± 5	56	91	68 ± 5	57	92	68 ± 4	58	90	69 ± 5	54	93	76 ± 4	65	109	77 ± 5	66	112	70,8 ± 1,9	0,32 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Krško-Videm	61 ± 6	47	87	62 ± 5	49	84	62 ± 6	50	95	61 ± 4	52	85	61 ± 4	52	104	63 ± 4	59	69	61,7 ± 1,9	0,28 ± 0,01						
Sistem	Postaja	Julij				Avgust				September				Oktober				November				december				Polletno povprečje (nS v/h)	Letna doza (mS v)
NEK (Gamma)	Brege	73 ± 5	64	115	74 ± 7	62	122	74 ± 4	63	87	74 ± 8	63	142	72 ± 4	64	97	72 ± 5	63	110	77,0 ± 1,6	0,67 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Gornji Lenart	84 ± 6	72	130	87 ± 8	71	145	87 ± 5	74	109	88 ± 7	75	151	82 ± 4	73	114	81 ± 6	69	125	81,8 ± 1,6	0,72 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Krško	77 ± 5	68	111	79 ± 6	70	130	79 ± 4	71	96	80 ± 6	69	137	77 ± 4	69	105	78 ± 5	67	114	75,9 ± 1,4	0,66 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Leskovec	85 ± 5	73	124	87 ± 7	76	132	87 ± 4	74	101	88 ± 7	76	144	85 ± 4	77	106	86 ± 5	74	118	84,0 ± 1,4	0,74 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Libna	60 ± 3	50	81	61 ± 4	52	80	63 ± 6	48	82	74 ± 4	63	85	64 ± 10	16	85	59 ± 4	48	79	64,2 ± 1,1	0,56 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Pesje	82 ± 3	72	96	83 ± 4	73	97	83 ± 3	72	94	83 ± 4	75	100	83 ± 3	74	95	84 ± 3	75	100	81,1 ± 0,9	0,71 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Skopice	93 ± 6	81	130	95 ± 7	80	147	93 ± 5	82	111	98 ± 8	84	169	96 ± 5	85	120	87 ± 10	71	130	89,6 ± 1,7	0,79 ± 0,01						
NEK (Gamma)	Sp. Stari Grad	70 ± 5	59	109	72 ± 7	61	118	73 ± 4	61	89	74 ± 7	64	139	73 ± 4	62	106	74 ± 5	63	108	69,8 ± 1,4	0,61 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Brežice	82 ± 19	39	125	90 ± 8	77	146	89 ± 5	76	104	89 ± 9	76	163	86 ± 4	75	125	86 ± 6	71	128	83,6 ± 1,6	0,73 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Cerklje	87 ± 6	74	132	90 ± 9	72	155	89 ± 5	75	109	90 ± 9	78	161	86 ± 5	76	125	88 ± 6	75	142	85,5 ± 1,7	0,75 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Krško-NEK	75 ± 5	65	118	77 ± 7	64	124	76 ± 5	62	88	78 ± 7	68	146	75 ± 4	66	105	73 ± 5	62	106	73,5 ± 1,4	0,64 ± 0,01						
NEK (Gamma-meteo)	Krško-Videm	- ± -	-	-	87 ± 11	48	177	73 ± 9	58	108	68 ± 9	58	140	67 ± 11	58	268	69 ± 7	59	125	68,9 ± 1,7	0,60 ± 0,01						

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala [www.radioaktivnost.si](http://www.radioaktivnost.si), ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

## 8. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA Z MFM-202 ZA LETO 2009 V REPUBLIKI SLOVENIJI – sistem MZO in URSJV / 1. polletje

Sistem		Mesečne povprečne vrednosti (nGy/h) - polurna obdelava podatkov																				Polletno povprečje (nSv/h)	Polletna doza (mSv)				
		januar				Februar				Marec				April				Maj						Junij			
		Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks			Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks
MZO	Avtarkična 1	81 ± 5	68	94	75 ± 6	62	94	86 ± 8	70	118	84 ± 6	73	116	85 ± 5	72	103	83 ± 6	70	123	82,5 ± 2,4	0,37 ± 0,01						
MZO	Avtarkična 2	48 ± 3	39	58	47 ± 3	40	61	48 ± 4	40	65	49 ± 3	42	63	51 ± 7	41	81	50 ± 5	40	72	49,2 ± 1,5	0,22 ± 0,01						
MZO	Borl	54 ± 5	44	77	52 ± 4	41	77	53 ± 4	45	73	53 ± 3	46	67	52 ± 3	45	71	53 ± 4	44	77	52,9 ± 1,5	0,24 ± 0,01						
MZO	Brinje	73 ± 5	59	97	73 ± 6	60	105	75 ± 7	62	106	74 ± 5	62	108	75 ± 5	58	108	76 ± 7	64	138	74,4 ± 2,3	0,34 ± 0,01						
MZO	Brnik	80 ± 6	66	108	78 ± 7	59	109	83 ± 8	70	128	81 ± 5	70	105	82 ± 6	69	126	81 ± 8	67	156	80,9 ± 2,6	0,36 ± 0,01						
MZO	Celje	66 ± 4	55	85	65 ± 4	54	84	62 ± 5	52	87	62 ± 3	54	79	62 ± 4	53	87	62 ± 4	54	82	63,2 ± 1,6	0,29 ± 0,01						
MZO	Dolenje	59 ± 4	50	76	57 ± 4	47	74	56 ± 4	47	77	55 ± 3	47	72	55 ± 3	45	70	55 ± 4	46	82	56,3 ± 1,5	0,25 ± 0,01						
MZO	Dvor	64 ± 5	50	87	62 ± 5	50	95	66 ± 6	55	104	65 ± 4	56	88	65 ± 4	54	82	65 ± 5	56	102	64,5 ± 1,9	0,29 ± 0,01						
MZO	Gačnik	80 ± 7	57	111	77 ± 9	57	124	84 ± 4	73	112	84 ± 4	72	110	84 ± 6	72	120	83 ± 6	71	112	81,4 ± 2,3	0,37 ± 0,01						
MZO	Gornja Radgona	69 ± 4	58	86	68 ± 4	58	94	69 ± 4	57	91	70 ± 3	61	81	69 ± 4	59	97	69 ± 4	59	84	69,0 ± 1,5	0,31 ± 0,01						
MZO	Hrastje	55 ± 5	43	74	55 ± 5	41	92	57 ± 7	46	98	56 ± 4	47	87	56 ± 4	44	82	57 ± 6	48	86	56,1 ± 2,0	0,25 ± 0,01						
MZO	Hrastnik	59 ± 4	48	77	58 ± 4	48	88	58 ± 4	47	78	56 ± 3	46	67	56 ± 4	48	78	62 ± 5	51	96	58,4 ± 1,6	0,26 ± 0,01						
MZO	Iška vas	58 ± 5	45	78	57 ± 5	46	89	59 ± 8	48	107	57 ± 5	49	87	57 ± 4	45	77	61 ± 5	52	96	58,3 ± 2,0	0,26 ± 0,01						
MZO	Jesenice na Dol.	53 ± 5	44	75	53 ± 4	42	82	53 ± 4	45	75	53 ± 3	46	62	52 ± 3	41	69	45 ± 4	35	63	51,5 ± 1,5	0,23 ± 0,01						
MZO	Kamnik	53 ± 4	44	72	52 ± 4	43	70	52 ± 5	44	73	51 ± 3	43	66	50 ± 3	43	73	50 ± 4	39	69	51,4 ± 1,5	0,23 ± 0,01						
MZO	Koper	67 ± 4	57	86	66 ± 4	58	82	67 ± 4	58	93	67 ± 4	57	94	68 ± 4	59	98	69 ± 5	59	125	67,4 ± 1,7	0,30 ± 0,01						
MZO	Lendava	64 ± 5	54	93	64 ± 4	54	85	65 ± 4	56	90	66 ± 4	57	99	66 ± 5	56	110	66 ± 6	56	118	65,2 ± 1,8	0,29 ± 0,01						
MZO	Levec	70 ± 5	58	89	69 ± 4	58	88	71 ± 6	60	104	71 ± 4	59	96	70 ± 5	61	126	70 ± 5	61	98	70,2 ± 1,9	0,32 ± 0,01						
MZO	Loče	64 ± 5	54	87	66 ± 8	10	168	89 ± 466	60	####	69 ± 4	59	91	69 ± 4	60	88	68 ± 5	58	97	87,8 ± 2,1	0,40 ± 0,01						
MZO	MB-Slivnica	66 ± 6	52	96	66 ± 5	56	96	67 ± 6	58	104	67 ± 4	58	96	67 ± 7	55	165	67 ± 6	56	102	66,7 ± 2,2	0,30 ± 0,01						
MZO	MB-Tabor	63 ± 4	52	81	64 ± 4	54	92	65 ± 4	56	88	65 ± 3	55	79	65 ± 4	56	93	65 ± 4	54	88	64,5 ± 1,5	0,29 ± 0,01						
MZO	Malkovec	67 ± 5	55	90	67 ± 4	55	90	69 ± 5	58	96	68 ± 4	59	80	68 ± 4	58	88	69 ± 4	60	93	68,0 ± 1,7	0,31 ± 0,01						
MZO	Muta	68 ± 6	51	90	64 ± 6	50	93	70 ± 5	59	103	69 ± 5	56	108	70 ± 5	58	108	70 ± 7	60	104	68,4 ± 2,3	0,31 ± 0,01						
MZO	Nova Gorica	57 ± 4	49	70	57 ± 3	49	76	57 ± 4	48	75	56 ± 3	48	72	56 ± 3	48	71	57 ± 5	49	99	56,7 ± 1,4	0,26 ± 0,01						
MZO	Nazarje	59 ± 4	51	103	57 ± 4	50	70	58 ± 4	47	76	56 ± 3	46	67	56 ± 4	48	78	57 ± 4	46	85	57,2 ± 1,5	0,26 ± 0,01						
MZO	Podbočje	62 ± 5	54	90	62 ± 4	53	82	63 ± 4	54	90	62 ± 4	53	83	62 ± 3	53	81	62 ± 5	53	86	62,2 ± 1,6	0,28 ± 0,01						
MZO	Podroteja	61 ± 5	49	82	61 ± 6	50	90	61 ± 6	50	84	61 ± 5	46	82	60 ± 5	18	72	61 ± 5	47	94	60,8 ± 2,2	0,27 ± 0,01						
MZO	Podčetrtek	76 ± 6	64	99	77 ± 5	67	102	78 ± 5	66	101	78 ± 5	68	103	77 ± 4	66	93	79 ± 5	65	104	77,5 ± 2,0	0,35 ± 0,01						
MZO	Ptuj	78 ± 7	62	106	79 ± 6	61	110	83 ± 5	69	110	83 ± 4	72	101	84 ± 5	74	115	82 ± 6	70	124	81,2 ± 2,1	0,37 ± 0,01						
MZO	Radenci	60 ± 5	48	87	60 ± 5	49	89	61 ± 5	52	92	61 ± 3	52	78	61 ± 4	51	98	61 ± 5	51	86	60,6 ± 1,7	0,27 ± 0,01						
MZO	Rogla	68 ± 6	57	94	64 ± 5	55	83	63 ± 5	52	88	81 ± 10	54	110	87 ± 4	77	112	88 ± 6	73	116	75,8 ± 2,2	0,34 ± 0,01						
MZO	Rudno polje	54 ± 5	42	71	47 ± 4	38	59	45 ± 3	36	56	50 ± 6	39	86	70 ± 11	48	107	81 ± 6	69	114	61,4 ± 1,9	0,28 ± 0,01						
MZO	Solkan	39 ± 4	29	59	41 ± 4	33	63	46 ± 5	39	71	45 ± 4	37	62	45 ± 3	38	59	46 ± 6	37	103	43,9 ± 1,7	0,20 ± 0,01						
MZO	Suha	61 ± 7	32	120	59 ± 5	50	88	62 ± 6	49	100	58 ± 4	49	79	59 ± 4	47	118	59 ± 6	50	105	59,9 ± 2,0	0,27 ± 0,01						
MZO	Trbovlje	52 ± 4	43	71	51 ± 4	43	66	51 ± 5	43	76	51 ± 3	44	68	51 ± 3	41	70	52 ± 5	42	78	51,4 ± 1,5	0,23 ± 0,01						
MZO	Zagorje	56 ± 4	45	74	55 ± 4	45	70	54 ± 4	46	76	54 ± 4	45	71	54 ± 3	45	65	54 ± 4	45	74	54,5 ± 1,5	0,25 ± 0,01						
TET	Lakonca	94 ± 5	86	116	93 ± 4	85	117	93 ± 5	85	122	92 ± 3	85	113	92 ± 3	85	115	93 ± 5	85	122	93,0 ± 1,6	0,42 ± 0,01						
TEŠ	Šoštanj	121 ± 5	107	145	120 ± 5	106	151	122 ± 6	111	158	121 ± 4	112	146	121 ± 5	111	161	122 ± 7	109	162	121,3 ± 2,1	0,55 ± 0,01						
URSJV	LJ-Brinje-IJS	87 ± 10	100	98	87 ± 11	100	98	89 ± 12	100	98	88 ± 10	100	98	88 ± 9	100	98	88 ± 11	100	98	87,9 ± 4,2	0,40 ± 0,02						
URSIV	LJ-Brinje-URSJV	93 ± 8	100	90	94 ± 8	100	90	97 ± 9	100	90	93 ± 7	100	90	92 ± 7	100	90	93 ± 9	100	90	93,8 ± 3,2	0,42 ± 0,01						
URSIV	NEK-URSJV	78 ± 7	100	90	79 ± 6	100	90	80 ± 6	100	90	72 ± 5	0	90	80 ± 6	100	90	82 ± 6	100	90	78,7 ± 2,4	0,35 ± 0,01						
URSIV	Pregarje	67 ± 7	30	80	67 ± 6	50	90	69 ± 8	0	90	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	67,8 ± 4,0	0,31 ± 0,02						
URSIV	Todraž	89 ± 8	100	90	86 ± 9	100	90	94 ± 8	100	90	94 ± 7	0	90	91 ± 6	100	90	- ± -	-	-	90,6 ± 3,3	0,41 ± 0,01						

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala [www.radioaktivnost.si](http://www.radioaktivnost.si), ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

## 8. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA Z MFM-202 ZA LETO 2009 V REPUBLIKI SLOVENIJI – sistem MZO in URSJV / 2. polletje

Sistem Postaja		Mesečne povprečne vrednosti (nGy/h) - polurna obdelava podatkov																				Letno povprečje (nSv/h)	Letna doza (mSv)				
		Julij				Avgust				September				Oktober				November						december			
		Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks			Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks
MZO	Avtarkična 1	84 ± 7	56	138	87 ± 6	71	126	86 ± 7	73	131	86 ± 6	75	126	85 ± 6	75	99	- ± -	-	-	-	83,9 ± 1,8	0,74 ± 0,02					
MZO	Avtarkična 2	54 ± 9	41	85	53 ± 7	43	76	49 ± 4	38	72	48 ± 4	40	74	48 ± 3	40	66	49 ± 4	39	67	50,3 ± 1,1	0,44 ± 0,01						
MZO	Borl	54 ± 4	46	75	54 ± 5	45	96	54 ± 4	45	77	55 ± 4	48	82	54 ± 3	47	67	54 ± 4	44	84	53,6 ± 1,1	0,47 ± 0,01						
MZO	Brinje	75 ± 7	56	120	77 ± 9	65	193	76 ± 6	64	153	76 ± 8	61	148	74 ± 4	64	98	75 ± 6	64	127	75,1 ± 1,7	0,66 ± 0,01						
MZO	Brnik	81 ± 8	70	131	89 ± 10	71	147	88 ± 7	76	157	88 ± 8	72	143	86 ± 5	73	123	86 ± 6	75	140	83,8 ± 1,9	0,73 ± 0,02						
MZO	Celje	62 ± 5	52	94	63 ± 5	53	98	62 ± 4	54	83	63 ± 4	54	83	62 ± 3	54	74	63 ± 4	53	88	62,8 ± 1,1	0,55 ± 0,01						
MZO	Dolenje	55 ± 5	46	96	55 ± 5	46	100	55 ± 6	46	114	56 ± 5	46	93	56 ± 4	46	82	57 ± 6	47	87	55,9 ± 1,2	0,49 ± 0,01						
MZO	Dvor	65 ± 5	54	106	67 ± 6	57	120	66 ± 6	56	112	67 ± 7	55	113	65 ± 4	56	89	66 ± 5	57	99	65,4 ± 1,4	0,57 ± 0,01						
MZO	Gačnik	83 ± 8	71	181	83 ± 8	71	137	82 ± 6	69	132	83 ± 7	72	158	82 ± 4	74	94	81 ± 5	68	122	81,9 ± 1,6	0,72 ± 0,01						
MZO	Gornja Radgona	69 ± 4	58	100	70 ± 6	58	128	69 ± 3	60	82	70 ± 4	58	92	70 ± 3	61	80	69 ± 4	60	95	69,3 ± 1,1	0,61 ± 0,01						
MZO	Hrastje	57 ± 6	47	102	58 ± 7	47	122	57 ± 7	47	126	58 ± 7	46	112	57 ± 5	48	86	58 ± 5	49	98	56,9 ± 1,5	0,50 ± 0,01						
MZO	Hrastnik	62 ± 5	51	92	62 ± 6	51	116	61 ± 4	52	83	61 ± 6	51	103	60 ± 4	51	74	62 ± 5	53	102	60,1 ± 1,2	0,53 ± 0,01						
MZO	Iška vas	62 ± 7	52	135	62 ± 5	49	94	59 ± 7	48	128	59 ± 7	48	98	57 ± 4	46	88	59 ± 5	47	99	59,1 ± 1,5	0,52 ± 0,01						
MZO	Jesenice na Dol.	45 ± 5	37	93	48 ± 5	40	83	50 ± 4	40	68	53 ± 6	43	98	52 ± 4	45	77	52 ± 5	43	98	50,7 ± 1,2	0,44 ± 0,01						
MZO	Kamnik	50 ± 5	29	78	50 ± 9	11	102	53 ± 4	43	76	54 ± 4	45	70	53 ± 3	43	74	54 ± 4	46	73	51,7 ± 1,1	0,45 ± 0,01						
MZO	Koper	69 ± 4	58	88	70 ± 4	61	101	68 ± 7	16	108	62 ± 5	52	104	60 ± 3	50	74	62 ± 5	52	109	66,4 ± 1,2	0,58 ± 0,01						
MZO	Lendava	65 ± 5	55	109	67 ± 6	57	120	67 ± 4	56	91	68 ± 4	58	99	66 ± 4	57	82	65 ± 5	55	105	65,8 ± 1,3	0,58 ± 0,01						
MZO	Levec	71 ± 6	61	118	73 ± 7	59	136	71 ± 5	60	99	71 ± 5	61	97	70 ± 3	61	86	71 ± 5	57	115	70,8 ± 1,3	0,62 ± 0,01						
MZO	Loče	68 ± 5	58	93	71 ± 6	58	113	70 ± 4	60	96	71 ± 5	61	103	70 ± 3	60	82	70 ± 5	59	94	86,9 ± 1,4	0,76 ± 0,01						
MZO	MB-Slivnica	67 ± 6	56	116	69 ± 9	59	135	66 ± 5	54	108	67 ± 6	57	115	67 ± 3	58	76	66 ± 5	54	97	67,0 ± 1,5	0,59 ± 0,01						
MZO	MB-Tabor	65 ± 5	56	93	65 ± 6	55	105	64 ± 4	56	90	65 ± 4	54	83	61 ± 3	54	69	62 ± 4	52	78	64,2 ± 1,1	0,56 ± 0,01						
MZO	Malkovec	68 ± 5	58	101	69 ± 7	58	135	70 ± 4	60	97	70 ± 6	61	129	68 ± 4	58	85	69 ± 5	57	106	68,6 ± 1,3	0,60 ± 0,01						
MZO	Muta	69 ± 7	59	142	71 ± 8	60	137	70 ± 6	56	113	71 ± 6	60	109	71 ± 3	62	86	71 ± 5	61	110	69,4 ± 1,5	0,61 ± 0,01						
MZO	Nova Gorica	56 ± 4	47	74	57 ± 4	49	85	57 ± 4	49	75	57 ± 5	47	91	56 ± 3	50	69	58 ± 4	48	81	56,8 ± 1,1	0,50 ± 0,01						
MZO	Nazarje	57 ± 4	45	79	59 ± 5	47	106	58 ± 5	46	93	59 ± 4	49	75	58 ± 3	50	69	57 ± 4	46	74	57,6 ± 1,1	0,50 ± 0,01						
MZO	Podbočje	61 ± 4	52	88	63 ± 6	51	107	62 ± 4	50	80	64 ± 7	53	113	61 ± 4	54	85	62 ± 5	53	99	62,3 ± 1,2	0,55 ± 0,01						
MZO	Podroteja	61 ± 4	51	91	62 ± 5	50	94	62 ± 6	52	103	62 ± 5	50	93	61 ± 5	51	75	62 ± 5	51	88	61,3 ± 1,5	0,54 ± 0,01						
MZO	Podčetrtek	78 ± 6	66	120	80 ± 6	68	120	79 ± 4	67	98	80 ± 6	67	114	77 ± 5	66	101	77 ± 5	67	103	78,0 ± 1,4	0,68 ± 0,01						
MZO	Ptuj	83 ± 6	70	117	85 ± 8	72	141	84 ± 5	72	109	84 ± 5	70	131	82 ± 4	73	93	82 ± 6	67	120	82,3 ± 1,5	0,72 ± 0,01						
MZO	Radenci	60 ± 5	52	110	61 ± 8	49	120	62 ± 4	53	82	64 ± 4	54	95	63 ± 3	55	79	63 ± 5	54	94	61,3 ± 1,2	0,54 ± 0,01						
MZO	Rogla	87 ± 6	74	127	87 ± 6	76	125	87 ± 6	74	131	89 ± 5	78	114	85 ± 5	72	108	86 ± 7	71	117	81,2 ± 1,6	0,71 ± 0,01						
MZO	Rudno polje	80 ± 6	70	120	80 ± 6	68	144	82 ± 9	69	138	82 ± 5	72	111	68 ± 4	57	89	79 ± 6	66	115	70,5 ± 1,5	0,62 ± 0,01						
MZO	Solkan	46 ± 4	37	73	46 ± 4	37	70	46 ± 4	39	68	47 ± 5	39	89	47 ± 3	40	66	48 ± 6	38	77	45,3 ± 1,2	0,40 ± 0,01						
MZO	Suha	59 ± 5	49	97	60 ± 6	51	120	59 ± 6	51	117	59 ± 6	51	103	58 ± 4	51	72	58 ± 5	48	92	59,4 ± 1,5	0,52 ± 0,01						
MZO	Trbovlje	51 ± 5	41	83	52 ± 6	42	104	51 ± 4	44	76	52 ± 6	43	93	51 ± 4	43	66	53 ± 5	43	76	51,6 ± 1,2	0,45 ± 0,01						
MZO	Zagorje	54 ± 4	45	83	55 ± 5	44	101	55 ± 4	44	73	55 ± 4	46	84	54 ± 4	46	71	55 ± 4	47	80	54,6 ± 1,1	0,48 ± 0,01						
TET	Lakonca	93 ± 5	84	126	94 ± 7	84	153	93 ± 4	83	126	94 ± 6	87	139	93 ± 3	84	110	94 ± 5	86	128	93,3 ± 1,2	0,82 ± 0,01						
TEŠ	Šoštanj	122 ± 7	110	161	124 ± 9	110	205	122 ± 6	111	170	123 ± 7	113	176	122 ± 5	113	146	122 ± 3	113	127	122,0 ± 1,5	1,07 ± 0,01						
URSJV	LJ-Brinje-IJS	90 ± 132	0	98	91 ± 15	100	98	89 ± 11	100	98	90 ± 13	100	98	87 ± 9	100	98	88 ± 9	100	98	89,3 ± 3,2	0,78 ± 0,03						
URSJV	LJ-Brinje-URSJV	91 ± 9	100	90	94 ± 13	0	90	97 ± 10	100	90	106 ± 12	100	90	109 ± 7	100	90	105 ± 9	100	90	97,1 ± 2,5	0,85 ± 0,02						
URSJV	NEK-URSJV	80 ± 7	100	90	82 ± 9	100	90	83 ± 6	0	90	83 ± 9	100	90	80 ± 5	100	90	80 ± 7	100	90	80,2 ± 1,8	0,70 ± 0,02						
URSJV	Pregarje	61 ± 5	0	70	84 ± 14	0	90	91 ± 4	100	90	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	74,3 ± 2,4	0,65 ± 0,02						
URSJV	Todraž	97 ± 9	0	90	101 ± 17	0	90	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	94,3 ± 3,0	0,83 ± 0,03						

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala [www.radioaktivnost.si](http://www.radioaktivnost.si), ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

LETO 2009 T – 56/d

## 8. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA ZA LETO 2009 V REPUBLIKI SLOVENIJI – sistem ARSO / letni pregled

Sistem	Postaja	Mesečne povprečne vrednosti (nGy/h) - polurna obdelava podatkov																								Polletno povprečje (nSv/h)	Polletna doza (mSv)
		januar				februar				marec				april				maj				junij					
		Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks		
ARSO	Bovec	106 ± 6	96	137	98 ± 8	86	129	107 ± 8	95	150	106 ± 6	95	147	106 ± 4	96	138	107 ± 8	95	158	104,8 ± 2,5	0,47 ± 0,01						
ARSO	Dobliče	143 ± 9	125	189	145 ± 7	130	175	146 ± 7	129	182	146 ± 7	135	182	- ± -	-	-	- ± -	-	-	144,9 ± 3,7	0,65 ± 0,02						
ARSO	Kočevo	152 ± 10	131	189	156 ± 9	131	189	159 ± 8	142	202	160 ± 7	145	189	161 ± 7	144	186	161 ± 7	146	200	157,7 ± 3,2	0,71 ± 0,01						
ARSO	Kredarica	145 ± 6	128	168	146 ± 5	131	165	146 ± 6	132	176	143 ± 5	132	167	141 ± 6	128	180	147 ± 6	135	173	144,7 ± 2,3	0,65 ± 0,01						
ARSO	Krvavec	117 ± 5	105	140	111 ± 4	102	124	109 ± 4	98	124	116 ± 7	100	140	131 ± 6	114	149	135 ± 7	120	183	121,5 ± 2,1	0,55 ± 0,01						
ARSO	LJ-Bežigrad	125 ± 5	108	147	125 ± 6	109	158	128 ± 7	115	167	127 ± 5	116	149	128 ± 5	116	166	128 ± 6	116	165	126,9 ± 2,3	0,57 ± 0,01						
ARSO	Lesce	119 ± 6	105	150	119 ± 5	99	162	122 ± 9	109	171	121 ± 5	108	143	120 ± 5	109	160	120 ± 6	111	165	120,3 ± 2,3	0,54 ± 0,01						
ARSO	Lisca	113 ± 6	99	140	114 ± 6	98	142	120 ± 6	108	145	119 ± 4	109	140	119 ± 4	109	156	119 ± 5	109	144	117,1 ± 2,0	0,53 ± 0,01						
EIMV	Vnajarje	118 ± 5	108	139	118 ± 4	109	140	120 ± 6	109	159	120 ± 5	106	142	124 ± 9	108	176	123 ± 6	107	149	121,0 ± 2,2	0,55 ± 0,01						
IJS	LJ-Vič	116 ± 5	102	132	115 ± 5	103	150	118 ± 6	109	149	118 ± 4	107	141	118 ± 4	107	137	120 ± 14	101	247	118,1 ± 2,1	0,53 ± 0,01						
Sistem	Postaja	Julij				Avgust				September				Oktober				November				december				Polletno povprečje (nSv/h)	Letna doza (mSv)
ARSO	Bovec	106 ± 8	97	174	107 ± 8	97	197	107 ± 12	95	182	108 ± 8	98	156	106 ± 4	97	124	108 ± 8	97	157	106,0 ± 1,8	0,93 ± 0,02						
ARSO	Dobliče	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	- ± -	-	-	144,9 ± 3,7	1,27 ± 0,03						
ARSO	Kočevo	161 ± 7	139	189	167 ± 9	149	206	164 ± 8	146	209	163 ± 9	146	217	161 ± 8	145	187	157 ± 9	134	212	160,0 ± 2,3	1,40 ± 0,02						
ARSO	Kredarica	147 ± 6	132	173	146 ± 6	135	167	147 ± 8	132	183	150 ± 5	136	173	144 ± 5	131	157	150 ± 6	136	170	146,0 ± 1,6	1,28 ± 0,01						
ARSO	Krvavec	133 ± 6	118	160	133 ± 6	120	188	129 ± 7	115	183	129 ± 6	118	154	126 ± 7	110	145	125 ± 5	110	155	125,5 ± 1,6	1,10 ± 0,01						
ARSO	LJ-Bežigrad	127 ± 6	115	169	131 ± 7	118	207	129 ± 6	117	193	129 ± 7	116	183	126 ± 5	115	151	127 ± 6	115	170	127,6 ± 1,7	1,12 ± 0,01						
ARSO	Lesce	120 ± 6	110	170	122 ± 7	110	187	122 ± 11	109	200	122 ± 5	110	153	120 ± 4	111	145	121 ± 6	110	154	120,9 ± 1,6	1,06 ± 0,01						
ARSO	Lisca	119 ± 5	108	155	120 ± 6	110	166	120 ± 4	109	139	122 ± 5	111	148	119 ± 4	109	134	119 ± 5	106	148	118,4 ± 1,4	1,04 ± 0,01						
EIMV	Vnajarje	122 ± 6	107	170	125 ± 8	111	219	123 ± 6	112	196	123 ± 5	112	161	120 ± 4	108	136	119 ± 5	108	143	121,7 ± 1,5	1,07 ± 0,01						
IJS	LJ-Vič	120 ± 14	107	303	121 ± 6	108	184	118 ± 6	109	175	119 ± 6	109	172	119 ± 7	109	155	118 ± 6	107	155	118,7 ± 1,6	1,04 ± 0,01						

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so povzeti s spletnega portala [www.radioaktivnost.si](http://www.radioaktivnost.si), ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.



LETO 2009 T – 56/e

## 8. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA ZA LETO 2009 V REPUBLIKI SLOVENIJI –slabi odčitki ali nedelovanje sistema) / letni pregled

Sistem	Postaja	Mesečne povprečne vrednosti (nGy/h) - polurna obdelava podatkov																								Polletno povprečje (nSv/h)	Polletna doza (mSv)											
		januar				Februar				Marec				April				Maj				Junij																
		Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks	Povprečna vrednost	Sigma	Min	Maks													
MZO	Medno	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	-	-	-			
MZO	Medno	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-			
TET	Prapretno	113	±	5	101	133	112	±	12	0	131	115	±	5	105	146	113	±	3	103	123	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	112,9	±	2,2				
URSJV	Lendava-Terme	72	±	7	100	90	73	±	6	100	90	74	±	6	100	90	74	±	5	70	80	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	73,2	±	2,9				
Sistem	Postaja	Julij				Avgust				September				Oktober				November				december				Polletno povprečje (nSv/h)	Letna doza (mSv)											
TEB	S v. Mohor	117	±	267	97	7180	152	±	943	97	####	120	±	247	98	5510	163	±	837	97	17500	317	±	3838	92	####	108	±	5	73	149	253,8	±	5,0		1,15	±	0,02
TEB	S v. Mohor	108	±	6	98	145	109	±	7	101	172	181	±	1549	100	33400	109	±	6	100	180	471	±	5705	100	####	199	±	1358	97	21100	324,9	±	2,9		2,85	±	0,03
TET	Prapretno	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	112,9	±	2,2		0,99	±	0,02
URSJV	Lendava-Terme	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	-	±	-	-	-	73,2	±	2,9		0,64	±	0,03

Podatki o kontinuirnih meritvah hitrosti doz so pozeti s spletnega portala [www.radioaktivnost.si](http://www.radioaktivnost.si), ki ga vodi URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

## **9. ZEMLJA**

LETO 2009 T – 57a

## 9. 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.	3. 6. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzor. (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	40,7	53,7	57,8	169,9	152,3	+ trava	322,2
Oznaka vzorca	K09ZN11T61	K09ZN11AB61	K09ZN11C61	K09ZN11D61	K09ZN11E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238	< 5E-01	1,1E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 2E+02	3,6E+03 ± 5E+02	4,0E+03 ± 3E+02	4,0E+03 ± 3E+02	7,6E+03 ± 6E+02
Ra-226		1,5E+03 ± 1E+02	2,0E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 2E+02	5,8E+03 ± 6E+02	5,6E+03 ± 3E+02	5,6E+03 ± 3E+02	1,1E+04 ± 6E+02
Pb-210	2,7E+00 ± 9E-01	2,2E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 4E+02	< 3E+03	4,6E+03 ± 2E+03	3,7E+03 ± 2E+03	3,7E+03 ± 2E+03	8,3E+03 ± 3E+03
Ra-228	9,7E-02 ± 4E-02	1,2E+03 ± 6E+01	1,5E+03 ± 8E+01	1,6E+03 ± 8E+01	4,2E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,5E+03 ± 2E+02
Th-228	2,2E-02 ± 2E-02	1,2E+03 ± 6E+01	1,5E+03 ± 7E+01	1,6E+03 ± 8E+01	4,2E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,4E+03 ± 2E+02
K-40	6,3E+01 ± 6E+00	1,4E+04 ± 1E+03	1,8E+04 ± 2E+03	1,9E+04 ± 2E+03	4,8E+04 ± 5E+03	5,1E+04 ± 3E+03	5,1E+04 ± 3E+03	9,9E+04 ± 6E+03
Be-7	2,1E+01 ± 1E+00	1,2E+02 ± 8E+01				1,2E+02 ± 8E+01	1,4E+02 ± 8E+01	1,2E+02 ± 8E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	7,8E-02 ± 2E-02	9,6E+02 ± 5E+01	1,3E+03 ± 6E+01	6,3E+02 ± 3E+01	4,1E+02 ± 3E+01	2,8E+03 ± 8E+01	2,8E+03 ± 8E+01	3,2E+03 ± 9E+01
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	3,4E+01 ± 3E+00	4,4E+01 ± 4E+00	5,2E+01 ± 4E+00	1,6E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 7E+00	1,3E+02 ± 7E+00	2,9E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Gmajnice							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol vzorca (kg)	0,19	0,38	0,43	0,42	0,44			
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	40,7	53,7	57,8	169,9	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K09ZN11T61	K09ZN11AB61	K09ZN11C61	K09ZN11D61	K09ZN11E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	< 6E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00	
Ra-226		3,7E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 3E+00	3,4E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	
Pb-210	2,9E+01 ± 1E+01	5,3E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 8E+00	< 5E+01	2,7E+01 ± 1E+01	2,4E+01 ± 1E+01	2,6E+01 ± 9E+00	
Ra-228	1,0E+00 ± 4E-01	2,9E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	2,6E+01 ± 8E-01	
Th-228	2,3E-01 ± 2E-01	2,9E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	2,6E+01 ± 8E-01	
K-40	6,7E+02 ± 6E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01	
Be-7	2,3E+02 ± 1E+01	2,9E+00 ± 2E+00				7,8E-01 ± 5E-01	3,7E-01 ± 2E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	8,3E-01 ± 2E-01	2,3E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 5E-01	2,4E+00 ± 2E-01	1,9E+01 ± 6E-01	1,0E+01 ± 3E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	2,4E+00 ± 1E-01	8,4E-01 ± 8E-02	8,2E-01 ± 8E-02	9,0E-01 ± 7E-02	9,4E-01 ± 9E-02	8,6E-01 ± 4E-02	9,0E-01 ± 5E-02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 57b

## 9. 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.	24. 9. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzorca (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	22,2	34,2	47,3	147,4	103,7	+ trava	251,1
Oznaka vzorca	K09ZN11T91	K09ZN11AB91	K09ZN11C91	K09ZN11D91	K09ZN11E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238	< 2E+00	6,6E+02 ± 6E+01	9,7E+02 ± 1E+02	1,3E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 6E+02	2,9E+03 ± 3E+02	2,9E+03 ± 3E+02	7,1E+03 ± 7E+02
Ra-226	1,6E+00 ± 6E-01	8,3E+02 ± 8E+01	1,3E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 2E+02	5,2E+03 ± 5E+02	3,8E+03 ± 2E+02	3,8E+03 ± 2E+02	9,0E+03 ± 6E+02
Pb-210	3,0E+01 ± 2E+00	2,0E+03 ± 1E+02	2,1E+03 ± 2E+02	< 3E+03	< 5E+03	4,1E+03 ± 2E+03	4,1E+03 ± 2E+03	4,1E+03 ± 4E+03
Ra-228	7,1E-01 ± 1E-01	6,3E+02 ± 3E+01	9,9E+02 ± 5E+01	1,3E+03 ± 7E+01	3,8E+03 ± 2E+02	2,9E+03 ± 9E+01	2,9E+03 ± 9E+01	6,7E+03 ± 2E+02
Th-228	5,5E-01 ± 5E-02	6,6E+02 ± 3E+01	9,9E+02 ± 5E+01	1,3E+03 ± 6E+01	4,0E+03 ± 2E+02	2,9E+03 ± 9E+01	2,9E+03 ± 9E+01	6,9E+03 ± 2E+02
K-40	5,2E+01 ± 5E+00	8,1E+03 ± 8E+02	1,3E+04 ± 1E+03	1,6E+04 ± 2E+03	4,7E+04 ± 5E+03	3,6E+04 ± 2E+03	3,6E+04 ± 2E+03	8,4E+04 ± 5E+03
Be-7	1,1E+02 ± 6E+00	1,1E+02 ± 2E+01				1,1E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	6,1E-01 ± 6E-02	1,9E+03 ± 9E+01	2,6E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 8E+01	6,0E+02 ± 5E+01	6,0E+03 ± 2E+02	6,0E+03 ± 2E+02	6,6E+03 ± 2E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,5E-01 ± 1E-02	4,8E+01 ± 3E+00	8,9E+01 ± 6E+00	4,4E+01 ± 7E+00	1,9E+02 ± 2E+01	1,8E+02 ± 1E+01	1,8E+02 ± 1E+01	3,8E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Gmajnice							
Datum vzor.	24. 9. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,16	0,30	0,35	0,40	0,43	poprečje	poprečje	
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	22,2	34,2	47,3	147,4	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K09ZN11T91	K09ZN11AB91	K09ZN11C91	K09ZN11D91	K09ZN11E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	< 8E+00	3,0E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	
Ra-226	7,5E+00 ± 3E+00	3,7E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	
Pb-210	1,5E+02 ± 8E+00	8,9E+01 ± 5E+00	6,2E+01 ± 5E+00	< 7E+01	< 4E+01	3,9E+01 ± 2E+01	1,6E+01 ± 2E+01	
Ra-228	3,4E+00 ± 6E-01	2,8E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	2,7E+01 ± 8E-01	
Th-228	2,6E+00 ± 3E-01	3,0E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	2,8E+01 ± 9E-01	
K-40	2,5E+02 ± 2E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,3E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	3,5E+02 ± 2E+01	3,3E+02 ± 2E+01	
Be-7	5,4E+02 ± 3E+01	4,8E+00 ± 1E+00				1,0E+00 ± 2E-01	4,2E-01 ± 1E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,9E+00 ± 3E-01	8,3E+01 ± 4E+00	7,7E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 2E+00	4,1E+00 ± 3E-01	5,8E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 7E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	7,4E-01 ± 6E-02	2,2E+00 ± 2E-01	2,6E+00 ± 2E-01	9,4E-01 ± 1E-01	1,3E+00 ± 1E-01	1,8E+00 ± 1E-01	1,5E+00 ± 8E-02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 58a

## 9. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*\*)

Vzrč. mesto	Gmajnice							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50
Kol. vzor. (kg/m <sup>2</sup> )	98,2	98,2	119,4	124,5	126,1	315,7	440,2	566,3
Oznaka vzorca	K09ZP13A61	K09ZP13B61	K09ZP13C61	K09ZP13D61	K09ZP13E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238	2,4E+03 ± 2E+02	3,4E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 6E+02	4,1E+03 ± 6E+02	3,9E+03 ± 7E+02	1,0E+04 ± 7E+02	1,4E+04 ± 9E+02	1,8E+04 ± 1E+03
Ra-226	4,2E+03 ± 4E+02	4,4E+03 ± 4E+02	5,4E+03 ± 5E+02	5,2E+03 ± 5E+02	5,7E+03 ± 6E+02	1,4E+04 ± 8E+02	1,9E+04 ± 9E+02	2,5E+04 ± 1E+03
Pb-210	4,3E+03 ± 4E+02	4,3E+03 ± 5E+02	5,1E+03 ± 4E+03	< 1E+04	1,1E+04 ± 6E+03	1,4E+04 ± 4E+03	1,4E+04 ± 8E+03	2,5E+04 ± 9E+03
Ra-228	3,9E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 2E+02	5,0E+03 ± 2E+02	4,7E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 2E+02	1,3E+04 ± 4E+02	1,8E+04 ± 4E+02	2,3E+04 ± 5E+02
Th-228	4,0E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 2E+02	4,6E+03 ± 2E+02	4,9E+03 ± 2E+02	1,3E+04 ± 4E+02	1,8E+04 ± 4E+02	2,2E+04 ± 5E+02
K-40	4,6E+04 ± 4E+03	4,9E+04 ± 5E+03	5,6E+04 ± 5E+03	5,3E+04 ± 5E+03	5,7E+04 ± 6E+03	1,5E+05 ± 8E+03	2,0E+05 ± 1E+04	2,6E+05 ± 1E+04
Be-7	4,5E+02 ± 6E+01					4,5E+02 ± 6E+01	4,5E+02 ± 6E+01	4,5E+02 ± 6E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,5E+03 ± 8E+01	1,8E+03 ± 9E+01	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+02 ± 2E+01	6,5E+01 ± 3E+01	5,0E+03 ± 2E+02	5,2E+03 ± 2E+02	5,3E+03 ± 2E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

Vzrč. mesto	Gmajnice							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)	0,41	0,38	0,42	0,45	0,46			
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	98,2	98,2	119,4	124,5	126,1	0-40	0-50	
Oznaka vzorca	K09ZP13A61	K09ZP13B61	K09ZP13C61	K09ZP13D61	K09ZP13E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	2,4E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 5E+00	3,3E+01 ± 5E+00	3,1E+01 ± 6E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00
Ra-226	4,3E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00
Pb-210	4,4E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 5E+00	4,2E+01 ± 3E+01	< 9E+01	8,8E+01 ± 4E+01	3,1E+01 ± 2E+01	4,4E+01 ± 2E+01	4,4E+01 ± 2E+01
Ra-228	4,0E+01 ± 2E+00	4,2E+01 ± 2E+00	4,2E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 1E+00	4,0E+01 ± 9E-01	4,0E+01 ± 9E-01
Th-228	4,1E+01 ± 2E+00	4,2E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 1E+00	4,0E+01 ± 9E-01	4,0E+01 ± 9E-01
K-40	4,7E+02 ± 5E+01	5,0E+02 ± 5E+01	4,7E+02 ± 4E+01	4,3E+02 ± 4E+01	4,5E+02 ± 5E+01	4,6E+02 ± 2E+01	4,6E+02 ± 2E+01	4,6E+02 ± 2E+01
Be-7	4,6E+00 ± 7E-01					1,0E+00 ± 1E-01	7,9E-01 ± 1E-01	7,9E-01 ± 1E-01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,6E+01 ± 8E-01	1,8E+01 ± 9E-01	1,5E+01 ± 9E-01	1,4E+00 ± 2E-01	5,2E-01 ± 2E-01	1,2E+01 ± 4E-01	9,3E+00 ± 3E-01	9,3E+00 ± 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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 58b

## 9. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (\*\*\*)

Vzrč. mesto	Gmajnice							
	24. 9. 2009							
Datum vzor.								
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50
Kol. vzor. (kg/m <sup>2</sup> )	97,8	90,5	113,6	83,8	117,8	204,1	287,9	405,6
Oznaka vzorca	K09ZP13A91	K09ZP13B91	K09ZP13C91	K09ZP13D91	K09ZP13E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238	3,4E+03 ± 5E+02	2,6E+03 ± 2E+02	3,4E+03 ± 3E+02	2,4E+03 ± 4E+02	3,2E+03 ± 5E+02	9,4E+03 ± 6E+02	1,2E+04 ± 8E+02	1,5E+04 ± 9E+02
Ra-226	5,0E+03 ± 5E+02	4,0E+03 ± 4E+02	5,1E+03 ± 5E+02	3,8E+03 ± 4E+02	5,0E+03 ± 5E+02	1,4E+04 ± 8E+02	1,8E+04 ± 9E+02	2,3E+04 ± 1E+03
Pb-210	5,0E+03 ± 4E+03	3,9E+03 ± 3E+02	4,3E+03 ± 4E+02	< 7E+03	< 5E+03	1,3E+04 ± 4E+03	1,3E+04 ± 6E+03	1,3E+04 ± 7E+03
Ra-228	4,2E+03 ± 2E+02	3,5E+03 ± 2E+02	4,4E+03 ± 2E+02	3,1E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 2E+02	1,2E+04 ± 3E+02	1,5E+04 ± 4E+02	1,9E+04 ± 4E+02
Th-228	4,1E+03 ± 2E+02	3,4E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 2E+02	3,1E+03 ± 2E+02	4,1E+03 ± 2E+02	1,2E+04 ± 3E+02	1,5E+04 ± 4E+02	1,9E+04 ± 4E+02
K-40	5,1E+04 ± 5E+03	4,4E+04 ± 4E+03	5,7E+04 ± 5E+03	3,8E+04 ± 4E+03	4,8E+04 ± 5E+03	1,5E+05 ± 8E+03	1,9E+05 ± 9E+03	2,4E+05 ± 1E+04
Be-7			< 3E+02			< 2E+02	< 2E+02	< 2E+02
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,3E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 1E+02	2,0E+03 ± 1E+02	8,9E+02 ± 6E+01	1,3E+02 ± 2E+01	6,3E+03 ± 2E+02	7,2E+03 ± 2E+02	7,3E+03 ± 2E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

Vzrč. mesto	Gmajnice							
	24. 9. 2009							
Datum vzor.								
Gl. vzor. (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)		0,46	0,42	0,44	0,44			
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	97,8	90,5	113,6	83,8	117,8	0-40	0-50	
Oznaka vzorca	K09ZP13A91	K09ZP13B91	K09ZP13C91	K09ZP13D91	K09ZP13E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	3,5E+01 ± 5E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 5E+00	2,7E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 2E+00
Ra-226	5,1E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 2E+00
Pb-210	5,1E+01 ± 4E+01	4,3E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 3E+00	< 9E+01	< 4E+01	3,4E+01 ± 2E+01	2,6E+01 ± 1E+01	2,6E+01 ± 1E+01
Ra-228	4,3E+01 ± 2E+00	3,9E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,9E+01 ± 1E+00	3,8E+01 ± 9E-01	3,8E+01 ± 9E-01
Th-228	4,2E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,9E+01 ± 1E+00	3,8E+01 ± 9E-01	3,8E+01 ± 9E-01
K-40	5,2E+02 ± 5E+01	4,8E+02 ± 5E+01	5,0E+02 ± 5E+01	4,5E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,9E+02 ± 2E+01	4,7E+02 ± 2E+01	4,7E+02 ± 2E+01
Be-7			< 3E+00			< 5E-01	< 4E-01	< 4E-01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,4E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 9E-01	1,1E+01 ± 7E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,9E+01 ± 5E-01	1,4E+01 ± 4E-01	1,4E+01 ± 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 IJS na Odseku F-2.

LETO 2009 T – 59a

## 9. 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 Vrčina								
Datum vzor.	3. 6. 2009								
Gl. vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzorca (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	46,5	61,3	68,8	179,9	176,6	+ trava	356,5	
Oznaka vzorca	K09ZN2T61	K09ZN2AB61	K09ZN2C61	K09ZN2D61	K09ZN2E61				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )								
U-238	<	1E-01	8,3E+02 ± 2E+02	1,3E+03 ± 3E+02	1,9E+03 ± 2E+02	4,4E+03 ± 5E+02	4,0E+03 ± 4E+02	4,0E+03 ± 4E+02	8,3E+03 ± 7E+02
Ra-226		1,7E-01 ± 9E-02	1,5E+03 ± 1E+02	2,2E+03 ± 2E+02	2,6E+03 ± 3E+02	6,7E+03 ± 6E+02	6,3E+03 ± 4E+02	6,3E+03 ± 4E+02	1,3E+04 ± 7E+02
Pb-210		1,1E+00 ± 1E-01	1,9E+03 ± 8E+02	<	3,5E+03 ± 8E+02	<	5,4E+03 ± 2E+03	5,4E+03 ± 2E+03	5,4E+03 ± 5E+03
Ra-228		6,8E-02 ± 2E-02	1,0E+03 ± 5E+01	1,3E+03 ± 7E+01	1,8E+03 ± 9E+01	4,3E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,4E+03 ± 2E+02
Th-228		4,1E-02 ± 9E-03	1,0E+03 ± 5E+01	1,4E+03 ± 7E+01	1,8E+03 ± 9E+01	4,2E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+02	4,2E+03 ± 1E+02	8,4E+03 ± 2E+02
K-40		4,1E+01 ± 4E+00	1,2E+04 ± 1E+03	1,7E+04 ± 2E+03	2,2E+04 ± 2E+03	5,0E+04 ± 5E+03	5,1E+04 ± 3E+03	5,1E+04 ± 3E+03	1,0E+05 ± 6E+03
Be-7		1,4E+01 ± 7E-01	1,3E+02 ± 8E+01				1,3E+02 ± 8E+01	1,4E+02 ± 8E+01	1,3E+02 ± 8E+01
I-131									
Cs-134									
Cs-137		3,4E-02 ± 1E-02	3,2E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 2E+01	5,3E+02 ± 3E+01	2,7E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 4E+01	1,1E+03 ± 4E+01	3,9E+03 ± 1E+02
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	2,2E+01 ± 5E+00	3,2E+01 ± 5E+00	5,9E+01 ± 9E+00	7,3E+01 ± 9E+00	7,3E+01 ± 9E+00	7,3E+01 ± 9E+00	1,3E+02 ± 1E+01

Vzorč. mesto	Kusova Vrčina							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
Gl. vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,10	0,45	0,47	0,42	0,46	0-15	0-30	
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	46,5	61,3	68,8	179,9			
Oznaka vzorca	K09ZN2T61	K09ZN2AB61	K09ZN2C61	K09ZN2D61	K09ZN2E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	<	3E+00	1,8E+01 ± 4E+00	2,1E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Ra-226		3,2E+00 ± 2E+00	3,3E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 2E+00
Pb-210		2,1E+01 ± 2E+00	4,1E+01 ± 2E+01	<	5,1E+01 ± 1E+01	<	3,1E+01 ± 1E+01	1,5E+01 ± 1E+01
Ra-228		1,3E+00 ± 5E-01	2,2E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 7E-01
Th-228		7,9E-01 ± 2E-01	2,1E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 7E-01
K-40		7,9E+02 ± 8E+01	2,6E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	2,8E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 2E+01
Be-7		2,7E+02 ± 1E+01	2,8E+00 ± 2E+00				7,3E-01 ± 5E-01	3,6E-01 ± 2E-01
I-131								
Cs-134								
Cs-137		6,5E-01 ± 3E-01	6,9E+00 ± 4E-01	4,6E+00 ± 3E-01	7,7E+00 ± 4E-01	1,5E+01 ± 8E-01	6,4E+00 ± 2E-01	1,1E+01 ± 4E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90		3,9E-01 ± 1E-01	3,6E-01 ± 8E-02	4,7E-01 ± 7E-02	3,3E-01 ± 5E-02	4,1E-01 ± 5E-02	4,1E-01 ± 5E-02	3,7E-01 ± 3E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 59b

## 9. ZEMLJA - NEOBDELANA – poplavno področje ob Savi – 6E (mivkasta borovina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*\*)

Vzrč. mesto	Kusova Vrčina							
Datum vzor.	24. 9. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzorca (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	40,1	44,6	51,8	154,5	136,5	+ trava	291,0
Oznaka vzorca	K09ZN2T91	K09ZN2AB91	K09ZN2C91	K09ZN2D91	K09ZN2E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238	< 6E-01	1,0E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 3E+02	3,6E+03 ± 3E+02	3,6E+03 ± 3E+02	8,0E+03 ± 4E+02
Ra-226	2,6E-01 ± 2E-01	1,5E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 2E+02	5,5E+03 ± 5E+02	4,9E+03 ± 3E+02	4,9E+03 ± 3E+02	1,0E+04 ± 6E+02
Pb-210	4,2E+00 ± 4E-01	2,1E+03 ± 2E+02	< 1E+03	< 2E+03	6,1E+03 ± 6E+02	2,1E+03 ± 1E+03	2,1E+03 ± 1E+03	8,2E+03 ± 2E+03
Ra-228	1,4E-01 ± 7E-02	1,0E+03 ± 5E+01	1,1E+03 ± 5E+01	1,3E+03 ± 7E+01	3,6E+03 ± 2E+02	3,4E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 1E+02	7,0E+03 ± 2E+02
Th-228	5,1E-02 ± 2E-02	1,0E+03 ± 5E+01	1,1E+03 ± 5E+01	1,3E+03 ± 7E+01	3,7E+03 ± 2E+02	3,4E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 1E+02	7,1E+03 ± 2E+02
K-40	8,3E+01 ± 8E+00	1,2E+04 ± 1E+03	1,3E+04 ± 1E+03	1,6E+04 ± 2E+03	4,6E+04 ± 4E+03	4,1E+04 ± 2E+03	4,1E+04 ± 2E+03	8,7E+04 ± 5E+03
Be-7	2,7E+01 ± 1E+00	2,9E+02 ± 4E+01				2,9E+02 ± 4E+01	3,2E+02 ± 4E+01	2,9E+02 ± 4E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	8,6E-02 ± 3E-02	2,6E+02 ± 1E+01	2,3E+02 ± 1E+01	3,7E+02 ± 2E+01	1,7E+03 ± 1E+02	8,6E+02 ± 3E+01	8,6E+02 ± 3E+01	2,5E+03 ± 1E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	-----	3,2E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	7,4E+01 ± 2E+01	8,0E+01 ± 7E+00	8,0E+01 ± 7E+00	1,5E+02 ± 2E+01

Vzrč. mesto	Kusova Vrčina							
Datum vzor.	24. 9. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol vzorca (kg)	0,10	0,39	0,45	0,44	0,46	poprečje	poprečje	
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,1	40,1	44,6	51,8	154,5	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K09ZN2T91	K09ZN2AB91	K09ZN2C91	K09ZN2D91	K09ZN2E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	< 5E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00	2,8E+01 ± 1E+00	
Ra-226	2,3E+00 ± 2E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	
Pb-210	3,6E+01 ± 3E+00	5,3E+01 ± 5E+00	< 3E+01	< 4E+01	3,9E+01 ± 4E+00	1,6E+01 ± 1E+01	2,8E+01 ± 5E+00	
Ra-228	1,2E+00 ± 6E-01	2,5E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 7E-01	
Th-228	4,5E-01 ± 2E-01	2,5E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 7E-01	2,4E+01 ± 7E-01	
K-40	7,2E+02 ± 7E+01	3,0E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 3E+01	3,1E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01	
Be-7	2,3E+02 ± 1E+01	7,3E+00 ± 1E+00				2,2E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 1E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	7,4E-01 ± 2E-01	6,6E+00 ± 3E-01	5,1E+00 ± 3E-01	7,1E+00 ± 4E-01	1,1E+01 ± 7E-01	6,3E+00 ± 2E-01	8,7E+00 ± 4E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	-----	8,1E-01 ± 1E-01	5,5E-01 ± 8E-02	4,5E-01 ± 6E-02	4,8E-01 ± 1E-01	5,9E-01 ± 5E-02	5,3E-01 ± 6E-02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.



LETO 2009 T – 60a

## 9. ZEMLJA - NEOBDELANA – poplavno področje ob Savi – 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*\*)

Vzrč. mesto	Amerika							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzor. (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	37,5	46,4	51,5	189,4	135,3	+ trava	324,7
Oznaka vzorca	K09ZN3T61	K09ZN3AB61	K09ZN3C61	K09ZN3D61	K09ZN3E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238		1,3E+03 ± 1E+02	1,8E+03 ± 1E+02	1,8E+03 ± 3E+02	6,6E+03 ± 7E+02	4,8E+03 ± 4E+02	4,8E+03 ± 4E+02	1,1E+04 ± 8E+02
Ra-226		1,7E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 2E+02	2,3E+03 ± 2E+02	7,2E+03 ± 7E+02	6,1E+03 ± 4E+02	6,1E+03 ± 4E+02	1,3E+04 ± 8E+02
Pb-210	4,1E+00 ± 6E-01	2,3E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 2E+02	3,3E+03 ± 2E+03	8,0E+03 ± 1E+03	8,5E+03 ± 2E+03	8,5E+03 ± 2E+03	1,6E+04 ± 2E+03
Ra-228		1,1E+03 ± 6E+01	1,5E+03 ± 8E+01	1,6E+03 ± 8E+01	5,8E+03 ± 3E+02	4,3E+03 ± 1E+02	4,3E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 3E+02
Th-228	1,1E-01 ± 4E-02	1,2E+03 ± 6E+01	1,6E+03 ± 8E+01	1,7E+03 ± 9E+01	5,9E+03 ± 3E+02	4,5E+03 ± 1E+02	4,5E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 3E+02
K-40	1,1E+02 ± 1E+01	1,4E+04 ± 1E+03	1,9E+04 ± 2E+03	2,1E+04 ± 2E+03	7,6E+04 ± 7E+03	5,3E+04 ± 3E+03	5,3E+04 ± 3E+03	1,3E+05 ± 8E+03
Be-7	3,2E+01 ± 2E+00	2,5E+02 ± 4E+01	< 9E+01			2,5E+02 ± 7E+01	2,9E+02 ± 7E+01	2,5E+02 ± 7E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	4,8E-02 ± 2E-02	1,0E+03 ± 5E+01	1,5E+03 ± 7E+01	2,0E+03 ± 2E+02	3,6E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 2E+02	8,1E+03 ± 3E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90		3,5E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 3E+00	5,4E+01 ± 5E+00	2,7E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 7E+00	1,3E+02 ± 7E+00	3,9E+02 ± 2E+01

Vzrč. mesto	Amerika							
Datum vzor.	3. 6. 2009							
GL vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,16	0,35	0,40	0,43	0,47	poprečje	poprečje	
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	37,5	46,4	51,5	189,4	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K09ZN3T61	K09ZN3AB61	K09ZN3C61	K09ZN3D61	K09ZN3E61			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238		3,4E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 6E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 2E+00	
Ra-226		4,4E+01 ± 4E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 5E+00	3,8E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 3E+00	4,1E+01 ± 2E+00	
Pb-210	2,2E+01 ± 3E+00	6,1E+01 ± 4E+00	6,3E+01 ± 5E+00	6,5E+01 ± 4E+01	4,2E+01 ± 5E+00	6,3E+01 ± 2E+01	5,1E+01 ± 7E+00	
Ra-228		3,1E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 9E-01	3,1E+01 ± 1E+00	
Th-228	5,8E-01 ± 2E-01	3,1E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 1E+00	
K-40	6,0E+02 ± 6E+01	3,7E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 2E+01	
Be-7	1,7E+02 ± 8E+00	6,8E+00 ± 1E+00	< 2E+00			1,9E+00 ± 5E-01	7,8E-01 ± 2E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,5E-01 ± 1E-01	2,8E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,9E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 9E-01	3,3E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 8E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90		9,4E-01 ± 9E-02	8,1E-01 ± 7E-02	1,1E+00 ± 9E-02	1,4E+00 ± 1E-01	9,4E-01 ± 5E-02	1,2E+00 ± 7E-02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 60b

## 9. ZEMLJA - NEOBDELANA – poplavno področje ob Savi – 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*\*)

Vzrč. mesto	Amerika							
Datum vzor.	24. 9. 2009							
Gl. vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzorca (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	33,9	41,1	43,5	156,4	118,5	+ trava	274,9
Oznaka vzorca	K09ZN3T91	K09ZN3AB91	K09ZN3C91	K09ZN3D91	K09ZN3E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m <sup>2</sup> )							
U-238		1,2E+03 ± 9E+01	1,4E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 2E+02	5,3E+03 ± 5E+02	4,0E+03 ± 3E+02	4,0E+03 ± 3E+02	9,3E+03 ± 5E+02
Ra-226	4,4E-01 ± 3E-01	1,6E+03 ± 1E+02	2,0E+03 ± 2E+02	2,0E+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	1,2E+01 ± 6E-01	2,1E+03 ± 1E+02	2,5E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+03	6,1E+03 ± 5E+02	6,2E+03 ± 1E+03	6,2E+03 ± 1E+03	1,2E+04 ± 1E+03
Ra-228	2,6E-01 ± 1E-01	1,1E+03 ± 6E+01	1,4E+03 ± 7E+01	1,4E+03 ± 7E+01	5,0E+03 ± 3E+02	3,9E+03 ± 1E+02	3,9E+03 ± 1E+02	9,0E+03 ± 3E+02
Th-228	1,2E-01 ± 3E-02	1,1E+03 ± 6E+01	1,4E+03 ± 7E+01	1,4E+03 ± 7E+01	5,1E+03 ± 3E+02	4,0E+03 ± 1E+02	4,0E+03 ± 1E+02	9,1E+03 ± 3E+02
K-40	4,1E+01 ± 4E+00	1,4E+04 ± 1E+03	1,7E+04 ± 2E+03	1,8E+04 ± 2E+03	6,3E+04 ± 6E+03	4,8E+04 ± 3E+03	4,8E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 7E+03
Be-7	4,6E+01 ± 2E+00	1,6E+02 ± 3E+01				1,6E+02 ± 3E+01	2,1E+02 ± 3E+01	1,6E+02 ± 3E+01
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,2E-01 ± 4E-02	1,1E+03 ± 5E+01	1,4E+03 ± 7E+01	1,5E+03 ± 8E+01	3,8E+03 ± 2E+02	4,0E+03 ± 1E+02	4,0E+03 ± 1E+02	7,7E+03 ± 2E+02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	-----	4,5E+01 ± 5E+00	4,7E+01 ± 4E+00	5,7E+01 ± 5E+00	2,4E+02 ± 2E+01	1,5E+02 ± 8E+00	1,5E+02 ± 8E+00	3,9E+02 ± 2E+01

Vzrč. mesto	Amerika							
Datum vzor.	4,0E+04							
Gl. vzor. (cm)	trava	0-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,15	0,34	0,38	0,39	0,43	poprečje	poprečje	
Kol. (kg/m <sup>2</sup> )	0,2	33,9	41,1	43,5	156,4	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K09ZN3T91	K09ZN3AB91	K09ZN3C91	K09ZN3D91	K09ZN3E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238		3,5E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 6E+00	3,4E+01 ± 3E+00	3,4E+01 ± 3E+00	3,4E+01 ± 2E+00	
Ra-226	2,4E+00 ± 2E+00	4,7E+01 ± 4E+00	4,8E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 2E+00	
Pb-210	6,4E+01 ± 3E+00	6,2E+01 ± 3E+00	6,1E+01 ± 5E+00	3,6E+01 ± 3E+01	3,9E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 1E+01	4,5E+01 ± 5E+00	
Ra-228	1,4E+00 ± 6E-01	3,3E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	
Th-228	6,3E-01 ± 2E-01	3,3E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	
K-40	2,2E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 2E+01	
Be-7	2,5E+02 ± 1E+01	4,8E+00 ± 9E-01				1,4E+00 ± 3E-01	6,0E-01 ± 1E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	6,4E-01 ± 2E-01	3,1E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 1E+00	3,4E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	-----	1,3E+00 ± 1E-01	1,1E+00 ± 9E-02	1,3E+00 ± 1E-01	1,6E+00 ± 1E-01	1,3E+00 ± 7E-02	1,4E+00 ± 8E-02	

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.



## **HRANILA**

10. MLEKO
11. SADJE
12. POVRTNINE IN POLJŠČINE
13. MESO, PERUTNINA, JAJCA

**LETO 2009 T – 61 a**  
**10. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Pesje						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje
Kol. vzorca (kg)	4,87	5,26	4,89	5,26	5,11	5,25	
Oznaka vzorca	MLPE0109	MLPE0209	MLPE0309	MLPE0409	MLPE0509	MLPE0609	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238		2,3E-02 ± 2E-02	5,1E-01 ± 1E-01	9,6E-02 ± 8E-02	1,1E-01 ± 5E-02		1,2E-01 ± 8E-02
Ra-226	2,3E-02 ± 1E-03	1,4E-02 ± 5E-03	2,4E-01 ± 1E-01	1,5E-02 ± 9E-03	1,1E-02 ± 6E-03		5,0E-02 ± 4E-02
Pb-210	5,1E-02 ± 4E-02		4,2E-02 ± 4E-02	1,5E-01 ± 8E-02		9,8E-02 ± 9E-02	5,6E-02 ± 2E-02
Ra-228	4,8E-02 ± 4E-02	2,3E-02 ± 2E-02	1,4E-02 ± 1E-02	1,2E-01 ± 3E-02	4,0E-02 ± 1E-02		4,1E-02 ± 2E-02
Th-228	1,3E-02 ± 1E-02	1,1E-02 ± 1E-02			1,8E-01 ± 5E-02		3,3E-02 ± 3E-02
K-40	5,1E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 1E+00	4,8E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	5,5E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 1E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,0E-02 ± 4E-03	5,7E-02 ± 4E-03	4,0E-02 ± 6E-03	5,0E-02 ± 7E-03	6,5E-02 ± 5E-03	1,2E-01 ± 8E-03	6,0E-02 ± 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	4,5E-02 ± 4E-03	4,9E-02 ± 4E-03	5,9E-02 ± 4E-03	7,8E-02 ± 5E-03	5,7E-02 ± 4E-03	6,3E-02 ± 3E-03	5,8E-02 ± 5E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 61 b**  
**10. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-90/Sr-89)**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Pesje						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje
Kol. vzorca (kg)	5,27	5,26	5,36	5,25	5,19	5,28	
Oznaka vzorca	MLPE0709	MLPE0809	MLPE0909	MLPE1009	MLPE1109	MLPE1209	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	4,6E-01 ± 1E-01		2,7E-01 ± 6E-02	1,7E-01 ± 4E-02		6,8E-01 ± 1E-01	1,9E-01 ± 7E-02
Ra-226	1,4E-01 ± 1E-02	7,2E-02 ± 7E-02		2,2E-02 ± 7E-03	1,3E-02 ± 1E-02		4,6E-02 ± 2E-02
Pb-210	1,3E-01 ± 8E-02		8,6E-02 ± 8E-02				4,6E-02 ± 2E-02
Ra-228	7,1E-02 ± 4E-02	1,0E-02 ± 7E-03		3,0E-02 ± 2E-02		3,5E-02 ± 2E-02	3,3E-02 ± 1E-02
Th-228						4,1E-02 ± 2E-02	2,0E-02 ± 1E-02
K-40	5,0E+01 ± 1E+00	5,3E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	5,1E+01 ± 7E-01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	9,2E-02 ± 7E-03	7,5E-02 ± 6E-03	6,2E-02 ± 5E-03	3,6E-02 ± 4E-03	5,8E-02 ± 6E-03	4,2E-02 ± 7E-03	6,1E-02 ± 7E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	6,3E-02 ± 5E-03	4,9E-02 ± 4E-03	6,6E-02 ± 4E-03	5,6E-02 ± 4E-03	6,8E-02 ± 5E-03	6,3E-02 ± 4E-03	6,0E-02 ± 3E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 62 a**  
**10. 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
Datum vzor.	5,13	5,34	5,31	5,26	5,17	5,33	
Kol. vzorca (kg)							
Oznaka vzorca	MLVH0109	MLVH0209	MLVH0309	MLVH0409	MLVH0509	MLVH0609	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>						
U-238	1,4E+00 ± 2E-01						
Ra-226	5,0E-01 ± 6E-02	1,3E-02 ± 7E-03	3,9E-02 ± 9E-03	4,1E-02 ± 9E-03	1,3E-02 ± 5E-03	1,9E-01 ± 8E-02	2,6E-01 ± 2E-01
Pb-210					< 9E-02	6,8E-02 ± 6E-02	1,0E-01 ± 8E-02
Ra-228	6,0E-02 ± 2E-02		1,7E-02 ± 2E-02				1,3E-02 ± 1E-02
Th-228	2,6E-02 ± 2E-02					4,8E-02 ± 2E-02	1,2E-02 ± 8E-03
K-40	4,7E+01 ± 1E+00	4,8E+01 ± 3E+00	5,4E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 3E+00	5,3E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 1E+00	5,1E+01 ± 1E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,9E-02 ± 5E-03	2,6E-02 ± 4E-03	2,0E-02 ± 5E-03	1,9E-02 ± 4E-03	1,6E-02 ± 3E-03	1,2E-01 ± 6E-03	3,6E-02 ± 2E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	4,2E-02 ± 3E-03	4,1E-02 ± 3E-03	3,7E-02 ± 4E-03	3,1E-02 ± 3E-03	3,4E-02 ± 3E-03	4,6E-02 ± 3E-03	3,8E-02 ± 2E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 62 b**  
**10. 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
Datum vzor.	5,42	5,29	5,32	5,03	5,31	5,18	
Kol. vzorca (kg)							
Oznaka vzorca	MLVH0709	MLVH0809	MLVH0909	MLVH1009	MLVH1109	MLVH1209	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>						
U-238	5,4E-02 ± 4E-02	2,3E-01 ± 6E-02	1,1E-01 ± 4E-02	1,1E-01 ± 7E-02	5,0E-02 ± 3E-02	1,6E-01 ± 6E-02	1,9E-01 ± 1E-01
Ra-226	4,4E-02 ± 5E-03		5,4E-02 ± 3E-02		1,1E-02 ± 4E-03	5,5E-02 ± 8E-03	6,4E-02 ± 4E-02
Pb-210	3,8E-03 ± 5E-03		5,3E-02 ± 5E-02		2,9E-02 ± 2E-02		1,3E-02 ± 1E-02
Ra-228	1,6E-02 ± 1E-02	5,7E-02 ± 2E-02			4,5E-02 ± 2E-02	1,0E-02 ± 8E-03	1,7E-02 ± 7E-03
Th-228	1,1E-02 ± 9E-03	1,6E-02 ± 1E-02	2,2E-02 ± 1E-02				1,0E-02 ± 4E-03
K-40	5,2E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 2E+00	4,9E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 3E+00	5,0E+01 ± 9E-01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,4E-02 ± 3E-03	1,7E-02 ± 4E-03	1,6E-02 ± 3E-03	3,3E-02 ± 6E-03	1,7E-02 ± 1E-03	< 4E-02	2,6E-02 ± 8E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	4,4E-02 ± 4E-03	5,0E-02 ± 4E-03	4,5E-02 ± 4E-03	3,0E-02 ± 3E-03	3,2E-02 ± 3E-03	3,5E-02 ± 3E-03	3,9E-02 ± 2E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 63 a**  
**10. 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	Polletno povprečje
Kol. vzorca (kg)	5,19	5,28	4,92	5,13	5,10	5,00	
Oznaka vzorca	MLBG0109	MLBG0209	MLBG0309	MLBG0409	MLBG0509	MLBG0609	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238							
Ra-226	1,5E-02 ± 8E-03		1,3E-01 ± 6E-03	1,3E-01 ± 1E-01	2,2E-02 ± 6E-03	1,5E-01 ± 7E-02	2,5E-02 ± 3E-02
Pb-210	1,1E-01 ± 9E-02		1,7E-02 ± 1E-02			< 7E-02	5,0E-02 ± 3E-02
Ra-228				2,6E-02 ± 1E-02	2,1E-02 ± 1E-02		2,1E-02 ± 2E-02
Th-228	2,5E-02 ± 2E-02						7,8E-03 ± 5E-03
K-40	5,2E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 1E+00	4,8E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 2E+00	4,2E-03 ± 4E-03
Be-7							4,6E+01 ± 2E+00
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,2E-02 ± 9E-03	6,2E-02 ± 4E-03	1,3E-02 ± 2E-03	1,6E-02 ± 4E-03	2,3E-02 ± 3E-03	7,0E-02 ± 7E-03	3,3E-02 ± 1E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	3,4E-02 ± 3E-03	3,0E-02 ± 3E-03	2,5E-02 ± 3E-03	3,0E-02 ± 3E-03	2,7E-02 ± 3E-03	3,2E-02 ± 3E-03	3,0E-02 ± 1E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 63 b**  
**10. 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	Letno povprečje
Kol. vzorca (kg)	5,23	5,24	4,52	5,39	5,00	5,28	
Oznaka vzorca	MLBG0709	MLBG0809	MLBG0909	MLBG1009	MLBG1109	MLBG1209	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	7,0E-02 ± 5E-02		1,5E-01 ± 7E-02	7,9E-02 ± 6E-02	1,2E-01 ± 5E-02	1,5E-01 ± 4E-02	6,0E-02 ± 2E-02
Ra-226	1,1E-01 ± 7E-03			4,9E-02 ± 1E-02	4,5E-02 ± 7E-03	2,3E-02 ± 7E-03	4,4E-02 ± 1E-02
Pb-210	6,7E-02 ± 6E-02			2,0E-01 ± 8E-02	2,3E-02 ± 2E-02	1,5E-01 ± 8E-02	4,7E-02 ± 2E-02
Ra-228			3,5E-02 ± 3E-02				6,8E-03 ± 4E-03
Th-228						3,5E-02 ± 1E-02	5,0E-03 ± 3E-03
K-40	4,6E+01 ± 2E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,6E+01 ± 2E+00	4,8E+01 ± 1E+00	4,6E+01 ± 2E+00	5,0E+01 ± 3E+00	4,6E+01 ± 1E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 3E-02	< 5E-02	4,3E-02 ± 5E-03	2,4E-02 ± 6E-03	2,7E-02 ± 4E-03	1,6E-02 ± 3E-03	2,5E-02 ± 6E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-90	2,8E-02 ± 3E-03	2,7E-02 ± 3E-03	4,3E-02 ± 4E-03	3,7E-02 ± 3E-03	3,3E-02 ± 3E-03	3,8E-02 ± 2E-03	3,2E-02 ± 2E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

**LETO 2009 T – 64**  
**10. MLEKO – enkratni vzorci (I-131)**



Specifična analiza I-131

Datum vzorčenja	Datum meritve	Kraj vzorčenja		
		Pesje	Vihre	Brege
Specifična aktivnost I-131 (Bq/L)				
11. 5. 2009	11. 5. 2009	< 4,97E-3	< 5,99E-3	< 5,13E-3
15. 6. 2009	16. 6. 2009	< 7,26E-3	< 6,42E-3	< 6,88E-3
1. 7. 2009	2. 7. 2009	< 6,02E-3	< 5,51E-3	< 5,99E-3
3. 8. 2009	4. 8. 2009	< 5,44E-3	< 6,07E-3	< 6,51E-3
13. 8. 2009	14. 8. 2009	< 5,69E-3	< 5,96E-3	< 7,02E-3
25. 8. 2009	26. 8. 2009	< 5,81E-3	< 5,86E-3	< 6,59E-3
1. 9. 2009	2. 9. 2009	< 5,00E-3	< 5,71E-3	< 6,06E-3
1. 10. 2009	2. 10. 2009	< 4,66E-3	< 6,14E-3	< 5,02E-3

**LETO 2009 T – 65**  
**11. HRANILA – SADJE - jabolka**



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 - Resa	Povprečje - jabolka (*)
Vrsta vzorca	Jabolka	Jabolka	Jabolka	Jabolka	
Datum vzor.	9. 9. 2009	9. 9. 2009	9. 9. 2009	2. 11. 2009	
Kol. vzorca (kg)	0,42	0,41	0,55	0,36	
Delež suhe snovi (%)	15,52	14,32	16,60	14,40	
Oznaka vzorca	K09HSJB191	K09HSJB591	K09HSJB791	K09HSJB2B1	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>				
U-238		5,7E-01 ± 4E-01	< 5E-01	< 2E-01	1,4E-01 ± 1E-01
Ra-226					
Pb-210	2,7E-01 ± 2E-01	7,4E-01 ± 3E-01	< 9E-01	< 5E-02	2,5E-01 ± 2E-01
Ra-228		6,1E-02 ± 4E-02	< 1E-01		1,5E-02 ± 2E-02
Th-228		< 1E-01	< 4E-02	1,4E-02 ± 8E-03	3,5E-03 ± 2E-02
K-40	3,8E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 3E+00
Be-7	9,4E-01 ± 2E-01	3,6E-01 ± 1E-01	3,6E-01 ± 1E-01	3,1E-01 ± 6E-02	4,9E-01 ± 1E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137				< 2E-02	< 3E-03
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,4E-02 ± 2E-03	1,0E-02 ± 1E-03	2,0E-02 ± 2E-03	2,4E-02 ± 3E-03	1,7E-02 ± 3E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.



**LETO 2009 T – 66**  
**11. HRANILA – SADJE - hruške**



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 conferance	Hruške viljamovka	Povprečje - hruške (*)
Datum vzor.	9. 9. 2009	9. 9. 2009	
Kol. vzorca (kg)	0,67	0,59	
Delež suhe snovi (%)	16,10	13,99	
Oznaka vzorca	K09HSHR191	K09HSHR791	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>		
U-238			
Ra-226	1,5E-01 ± 1E-01		7,3E-02 ± 7E-02
Pb-210	< 9E-02	< 4E-01	< 1E-01
Ra-228	7,8E-02 ± 4E-02		3,9E-02 ± 4E-02
Th-228	< 1E-01	< 3E-02	< 3E-02
K-40	4,5E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 7E+00
Be-7	1,6E+00 ± 1E-01	4,7E-01 ± 1E-01	1,0E+00 ± 5E-01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	< 3E-02		< 8E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	2,6E-02 ± 2E-03	2,4E-02 ± 1E-03	2,5E-02 ± 1E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

**LETO 2009 T – 67**  
**11. HRANILA – SADJE - jagode**



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Spodnja Pohanca	Zgornja Pohanca	
Vrsta vzorca	Jagode	Jagode	Povprečje - jagode (*)
Datum vzor.	2. 6. 2009	2. 6. 2009	
Kol. vzorca (kg)	0,43	0,42	
Delež suhe snovi (%)	10,20	9,15	
Oznaka vzorca	K09HSJG2161	K09HSJG2261	
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>		
U-238			
Ra-226	1,7E-01 ± 1E-01	2,6E-01 ± 2E-01	2,2E-01 ± 1E-01
Pb-210	< 7E-02	< 4E-01	< 1E-01
Ra-228	5,0E-02 ± 3E-02	< 9E-02	2,5E-02 ± 3E-02
Th-228	< 3E-02	2,6E-02 ± 1E-02	1,3E-02 ± 1E-02
K-40	3,4E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 3E+00
Be-7	7,1E-01 ± 1E-01		3,6E-01 ± 4E-01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	1,7E-02 ± 1E-02	2,0E-02 ± 7E-03	1,8E-02 ± 7E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	1,6E-01 ± 9E-03	2,6E-02 ± 3E-03	9,3E-02 ± 7E-02

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 68  
11. HRANILA – SADJE - vino

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Vinska klet Krško	Vinska klet Krško	
Vrsta vzorca	Vino - belo	Vino - rdeče	Povprečje - vino (*)
Datum vzor.	16. 11. 2009	16. 11. 2009	
Kol. vzorca (kg)	0,13	0,19	
Delež suhe snovi (%)	1,89	2,22	
Oznaka vzorca	K09HSV11B1	K09HSV12B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI		
U-238	< 8E-02		< 2E-02
Ra-226	< 7E-02	2,6E-02 ± 2E-02	1,3E-02 ± 2E-02
Pb-210	9,6E-02 ± 3E-02	8,5E-02 ± 3E-02	9,1E-02 ± 2E-02
Ra-228	< 1E-02	1,5E-02 ± 8E-03	7,4E-03 ± 7E-03
Th-228	6,8E-03 ± 5E-03	5,8E-03 ± 3E-03	6,3E-03 ± 3E-03
K-40	2,8E+01 ± 3E+00	3,5E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 3E+00
Be-7	1,6E-01 ± 2E-02	1,8E-01 ± 2E-02	1,7E-01 ± 1E-02
I-131			
Cs-134			
Cs-137	6,3E-03 ± 2E-03	6,1E-03 ± 3E-03	6,2E-03 ± 2E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	2,0E-02 ± 2E-03	3,1E-02 ± 2E-03	2,6E-02 ± 6E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 69  
12. HRANILA – POVRTNINE IN POLJŠČINE – solata, peteršilj, bučke, čebula

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Trnje	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Žadovinek
Vrsta vzorca	Solata	Peteršilj	Bučke	Čebula
Datum vzor.	12. 6. 2009	12. 6. 2009	15. 6. 2009	12. 6. 2009
Oznaka vzorca	SZNEK010609	SZNEK020609	SZNEK030609	SZNEK040609
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	4,7E-02 ± 4E-02	4,6E-01 ± 2E-01	< 8E-02	1,6E-01 ± 8E-02
Ra-226	2,4E-02 ± 7E-03	< 3E-02	2,5E-02 ± 6E-03	4,7E-02 ± 1E-02
Pb-210	2,7E-01 ± 6E-02	< 4E-01	< 7E-02	< 1E-01
Ra-228		6,9E-01 ± 5E-02	4,9E-02 ± 1E-02	8,7E-02 ± 2E-02
Th-228	2,6E-02 ± 1E-02		1,9E-01 ± 7E-02	2,5E-02 ± 2E-02
K-40	7,7E+01 ± 2E+00	1,8E+02 ± 1E+01	7,1E+01 ± 4E+00	5,1E+01 ± 3E+00
Be-7	3,0E+00 ± 1E-01	2,3E+01 ± 9E-01	1,3E-01 ± 2E-02	1,9E-01 ± 4E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	6,7E-03 ± 5E-03	6,5E-01 ± 3E-02	6,5E-02 ± 4E-03	< 4E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90	7,1E-02 ± 5E-03	4,1E-01 ± 3E-02	9,0E-02 ± 7E-03	2,1E-01 ± 1E-03

LETO 2009 T – 70

## 12. HRANILA – POVRTNINE IN POLJŠČINE – krompir, koruza, pšenica, solata



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Žadovinek	Tmje	Žadovinek	Vrbina
Vrsta vzorca	Krompir	Koruza	Pšenica	Solata
Datum vzor.	12. 6. 2009	12. 6. 2009	12. 6. 2009	25. 8. 2009
Oznaka vzorca	SZNEK050609	SZNEK060609	SZNEK070609	SZNEK080809
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238	2,1E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 1E-01	1,9E-01 ± 9E-02	2,6E-01 ± 7E-02
Ra-226	3,1E-02 ± 1E-02		3,1E-02 ± 1E-02	3,8E-02 ± 9E-03
Pb-210	< 8E-02	< 2E-01	2,3E-01 ± 1E-01	2,7E-01 ± 1E-01
Ra-228	1,6E-01 ± 4E-02		8,6E-02 ± 2E-02	4,0E-02 ± 2E-02
Th-228	3,6E-02 ± 2E-02		4,6E-02 ± 2E-02	2,2E-02 ± 2E-02
K-40	1,2E+02 ± 3E+00	1,2E+02 ± 6E+00	1,5E+02 ± 8E+00	9,9E+01 ± 5E+00
Be-7				4,4E-01 ± 5E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	1,9E-02 ± 7E-03	4,9E-02 ± 1E-02	1,9E-02 ± 5E-03	4,1E-02 ± 6E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90	3,2E-02 ± 5E-03	2,1E-02 ± 6E-03	8,4E-02 ± 1E-02	1,8E-01 ± 1E-02

LETO 2009 T – 71

## 12. HRANILA – POVRTNINE IN POLJŠČINE – paradižnik, paprika, feferoni, malancani



Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Tmje	Brege	Spodnji Stari Grad	Brege
Vrsta vzorca	Paradižnik	Paprika	Feferoni	Malancani
Datum vzor.	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009
Oznaka vzorca	SZNEK090809	SZNEK100809	SZNEK110809	SZNEK120809
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238		2,1E-01 ± 1E-02		1,2E-01 ± 9E-02
Ra-226	5,8E-02 ± 2E-02		2,8E-02 ± 1E-02	1,8E-02 ± 1E-02
Pb-210	3,3E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 7E-02	2,9E-01 ± 2E-01	< 9E-02
Ra-228	1,3E-01 ± 7E-02		6,7E-02 ± 3E-02	1,4E-01 ± 4E-02
Th-228	3,7E-02 ± 3E-02			
K-40	6,4E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 1E+00	7,5E+01 ± 4E+00	7,7E+01 ± 4E+00
Be-7		4,0E-01 ± 4E-02	1,1E+00 ± 8E-02	1,4E-01 ± 4E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 9E-02	1,5E-02 ± 4E-03	< 6E-02	1,0E-02 ± 9E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90	1,1E-01 ± 1E-02	2,4E-01 ± 2E-02	2,0E-01 ± 2E-02	5,7E-02 ± 7E-03

LETO 2009 T – 72

12. HRANILA – POVRTNINE IN POLJŠČINE – ohrovt, zelje, fižol v zrnju, krompir

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Žadovinek	Spodnji Stari Grad	Brege	Vrbina
Vrsta vzorca	Ohrovt	Zelje	Fižol v zrnju	Krompir
Datum vzor.	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009
Oznaka vzorca	SZNEK130809	SZNEK140809	SZNEK150809	SZNEK160809
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238		6,4E-02 ± 6E-02	9,1E-01 ± 3E-01	
Ra-226	2,9E-02 ± 1E-02	3,1E-02 ± 8E-03	5,7E-02 ± 4E-02	2,7E-01 ± 1E-02
Pb-210	4,1E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 9E-02		3,5E+00 ± 3E-01
Ra-228	7,8E-02 ± 3E-02	6,2E-02 ± 2E-02	1,5E-01 ± 5E-02	1,4E-01 ± 3E-02
Th-228	4,5E-02 ± 3E-02			8,0E-02 ± 2E-02
K-40	9,1E+01 ± 5E+00	7,9E+01 ± 4E+00	2,1E+02 ± 6E+00	1,4E+02 ± 7E+00
Be-7	3,4E+00 ± 2E-01			
I-131				
Cs-134				
Cs-137	1,4E-01 ± 1E-02	< 2E-02	1,5E-01 ± 2E-02	4,7E-02 ± 8E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90	3,8E-01 ± 2E-02	3,0E-01 ± 2E-02	3,5E-01 ± 3E-02	5,9E-02 ± 6E-03

LETO 2009 T – 73

12. HRANILA – POVRTNINE IN POLJŠČINE – krompir, korenje, kumare, ječmen

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Žadovinek	Trnje	Brege
Vrsta vzorca	Krompir	Korenje	Kumare	Ječmen
Datum vzor.	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009	25. 8. 2009
Oznaka vzorca	SZNEK170809	SZNEK180809	SZNEK190809	SZNEK200809
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238		2,8E-01 ± 2E-01	4,2E-01 ± 9E-02	
Ra-226	6,0E-01 ± 1E-01	4,7E-02 ± 2E-02		2,2E-01 ± 3E-02
Pb-210	8,4E-02 ± 1E-02			3,6E-01 ± 3E-01
Ra-228	1,3E-01 ± 1E-01	7,6E-02 ± 5E-02		4,2E-01 ± 5E-02
Th-228	9,4E-02 ± 5E-02			
K-40	1,4E+02 ± 4E+00	1,2E+02 ± 6E+00	6,3E+01 ± 2E+00	1,8E+02 ± 1E+01
Be-7		1,8E-01 ± 8E-02		4,7E+00 ± 3E-01
I-131				
Cs-134				
Cs-137	1,6E-02 ± 1E-02	2,9E-02 ± 1E-02	< 4E-02	< 7E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-90	1,4E-02 ± 4E-03	2,7E-01 ± 2E-02	7,0E-01 ± 4E-02	6,8E-01 ± 5E-02

LETO 2009 T – 74  
13. HRANILA – KOKOŠJE MESO IN JAJCA

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Vrbina		Spodnji Stari Grad
Vrsta vzorca	Kokošja jajca	Kokošja jajca	Povprečje - jajca (*)	Kokošje meso
Datum vzor.	16. 2. 2009	2. 2. 2009		16. 2. 2009
Kol. vzorca (kg)	0,24	0,24		0,29
Delež suhe snovi (%)	22,46	26,21		32,33
Oznaka vzorca	K09HJ121	K09HJ321		K09HMK121
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238		< 6E-01	< 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01
Ra-226	2,5E-01 ± 2E-01	< 6E-01	1,2E-01 ± 2E-01	3,9E-01 ± 3E-01
Pb-210	< 5E-01	< 2E-01	< 2E-01	< 4E-01
Ra-228	1,2E-01 ± 6E-02	1,6E-01 ± 7E-02	1,4E-01 ± 4E-02	
Th-228	4,5E-02 ± 2E-02	< 7E-02	2,2E-02 ± 2E-02	6,4E-02 ± 2E-02
K-40	4,6E+01 ± 5E+00	3,9E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 4E+00	6,7E+01 ± 7E+00
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	3,3E-02 ± 2E-02		1,6E-02 ± 2E-02	7,9E-02 ± 2E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	4,3E-02 ± 7E-03	6,0E-02 ± 8E-03	5,1E-02 ± 9E-03	2,9E-02 ± 6E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2009 T – 75  
13. HRANILA – SVINJSKO IN GOVEJE MESO

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (\*\*)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege		Ivan Balas Pleterje, Loka
Vrsta vzorca	Svinjsko meso	Svinjsko meso	Povprečje - svinjsko meso (*)	Goveje meso
Datum vzor.	16. 2. 2009	16. 2. 2009		16. 2. 2009
Kol. vzorca (kg)	0,57	0,63		0,52
Delež suhe snovi (%)	51,12	38,06		24,37
Oznaka vzorca	K09HMS121	K09HMS221		K09HMG421
<b>IZOTOP</b>	<b>SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI</b>			
U-238	< 4E-02		< 1E-02	
Ra-226	3,0E-01 ± 2E-01		1,5E-01 ± 2E-01	
Pb-210	< 2E-01	< 1E-01	< 7E-02	< 1E-01
Ra-228		< 1E-01	< 4E-02	< 2E-01
Th-228	5,9E-02 ± 2E-02	4,3E-02 ± 2E-02	5,1E-02 ± 1E-02	< 4E-02
K-40	7,1E+01 ± 7E+00	9,6E+01 ± 9E+00	8,4E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	2,2E-01 ± 3E-02	1,1E-01 ± 2E-02	1,7E-01 ± 6E-02	6,6E-02 ± 2E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	5,4E-01 ± 2E-02	< 1E-02	2,7E-01 ± 3E-01	1,5E-02 ± 2E-03

(\*) Število, ki sledi znaku ±, je negotovost povprečja.

(\*\*) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na IJS na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

**TABELE  
REZULTATOV  
PRIMERJALNIH MERITEV**

**KONČNI REZULTATI MEDNARODNE PRIMERJAVE  
ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY COMPARISON EXERCISE 2008  
NPL – Velika Britanija  
(AH, B1, B2, GL, GH – kontaminirane vodne raztopine in  
C – z nevtroni aktiviran beton)**

V maju 2009 so bili objavljeni končni rezultati primerjalnih meritev "Environmental Radioactivity Comparison Exercise 2008", kjer je IJS, Odsek F-2, sodeloval pri meritvah vzorcev AH, B1, B2, GL in GH (kontrolirano kontaminirane vodne raztopine z  $\alpha/\beta$ -,  $\beta$ - in  $\gamma$ -sevalci) ter vzorec C (z nevtroni aktiviran beton. Rezultati analiz in primerjava z referenčnimi vrednostmi NPL so zbrani v preglednici. Pri statističnih ocenah so bile uporabljene naslednje zveze:

odmik = ( IJS-rezultat – NPL-vrednost ) · 100 % · NPL-vrednost

$\zeta$ -preskus = IJS-rezultat · NPL-vrednost · [(IJS-negotovost)<sup>2</sup> + (NPL-negotovost)<sup>2</sup>]<sup>1/2</sup>

(D = disagreement, Q = questionable)

**REZULTATI:**

<b>NPL – AH / Lab Code 21</b> kontaminirana vodna raztopina s sevalci alfa in beta nizkih aktivnosti analize (IJS) opravljene <i>decembra 2008</i> , končno poročilo objavljeno <i>maja 2009</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	$\zeta$ -preskus
	[Bq/g]			
Ra-226	4,77 ± 0,06	3,0 ± 0,3	-37	-5,62 D
U-235	0,5188 ± 0,0019	0,613 ± 0,017	18	5,51 Q
U-238	11,262 ± 0,017	10,1 ± 0,5	-10	-2,32
Np-237	3,20 ± 0,04	3,38 ± 0,08	6	2,15
Am-241	3,369 ± 0,007	3,22 ± 0,08	-4,4	-1,85

<b>NPL – B1 / Lab Code 21</b> kontaminirana vodna raztopina analize (IJS) opravljene <i>decembra 2008</i> , končno poročilo objavljeno <i>maja 2009</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	$\zeta$ -preskus
	[Bq/g]			
H-3	0,925 ± 0,007	0,94 ± 0,08	1	0,16

<b>NPL – B2 / Lab Code 21</b> kontaminirana vodna raztopina analize (IJS) opravljene <i>decembra 2008</i> , končno poročilo objavljeno <i>maja 2009</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	$\zeta$ -preskus
	[Bq/g]			
H-3	0,487 ± 0,004	0,50 ± 0,04	3	0,39

**NPL – C / Lab Code 21****z nevtroni aktiviran beton**analize (IJS) opravljene *od oktobra do novembra 2008*, končno poročilo objavljeno *maja 2009*

IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/g]			
Na-22		0,030 ± 0,002		
Co-60	0,1045 ± 0,0014	0,106 ± 0,003	1	0,46
Ba-133	0,0070 ± 0,0003	0,0072 ± 0,0008	2	0,19
Cs-137		0,0026 ± 0,0004		
Eu-152	2,63 ± 0,04	2,60 ± 0,07	-1	-0,41
Eu-154	0,1029 ± 0,0018	0,093 ± 0,006	-10	-1,58
Ra-226		0,033 ± 0,004		
Ra-228		0,0076 ± 0,0020		
Th-228		0,0062 ± 0,0007		
U-238		0,014 ± 0,005		

**NPL – GH / Lab Code 21****kontaminirana vodna raztopina s sevalci gama visokih aktivnosti**analize (IJS) opravljene *od oktobra do novembra 2008*, končno poročilo objavljeno *maja 2009*

IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/g]			
Na-22	5,529 ± 0,020	5,36 ± 0,16	-3	-1,05
Co-60	4,641 ± 0,014	4,71 ± 0,14	1	0,49
Zr-95	7,35 ± 0,08	7,50 ± 0,23	2	0,62
Nb-95	13,54 ± 0,07	13,8 ± 0,4	2	0,63
Ba-133	2,754 ± 0,019	2,68 ± 0,08	-3	-0,90
Cs-134	4,63 ± 0,04	4,56 ± 0,14	-2	-0,51
Cs-137	9,56 ± 0,07	9,7 ± 0,3	2	0,61
Eu-152	17,86 ± 0,12	17,8 ± 0,6	0	-0,11

**NPL – GL / Lab Code 21****kontaminirana vodna raztopina s sevalci gama nizkih aktivnosti**analize (IJS) opravljene *od oktobra do novembra 2008*, končno poročilo objavljeno *maja 2009*

IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/kg]			
Na-22	8,19 ± 0,03	8,09 ± 0,25	-1	-0,39
Co-60	7,201 ± 0,022	7,36 ± 0,22	2	0,72
Zr-95	7,30 ± 0,07	7,59 ± 0,21	4	1,29
Nb-95	13,46 ± 0,07	14,1 ± 0,4	5	1,59
Ba-133	6,12 ± 0,05	6,17 ± 0,18	1	0,27
Cs-134	11,93 ± 0,08	11,9 ± 0,4	0	-0,08
Cs-137	9,02 ± 0,06	9,1 ± 0,3	1	0,39
Eu-152	12,35 ± 0,09	12,6 ± 0,3	2,1	0,82



**REZULTATI  
MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV**

**Study MRAD-11  
ERA (Environmental Resource Associates), ZDA**

V decembru 2009 so bili objavljeni končni rezultati primerjalnih meritev MRAD-11 šestih vzorcev (zračni filter, vzorec vegetacije, zemlje in trije vzorci vode, od katerih je bil eden za določitev tritija, eden za druge radionuklide, eden pa za analizo total alfa / total beta), ki jih je ERA, Environmental Resource Associates, ZDA, razposlala septembra 2009. Sodelovala sta IRB in ZVD. IRB je analiziral vse tri vodne vzorce, 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.

<b>ERA, Study MRAD-11 Air Filter Radionuclides</b>				
vzorci razposlani <i>septembra 2009</i> , končni rezultati objavljeni <i>decembra 2009</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	ZVD value	Performance Evaluation ZVD
	[pCi na filter]			
Am-241	67,8	39,7–93,0	75	Acceptable
Cs-134	524	341–648	536	Acceptable
Cs-137	405	304–532	411	Acceptable
Co-60	694	537–867	730	Acceptable
Sr-90	168	73,9–261	199	Acceptable
U-238	66,7	42,7–94,7	56	Acceptable
Zn-65	490	339–679	519	Acceptable

**ERA, Study MRAD-11  
Water Radionuclides**

vzorci razposlani *septembra 2009*, končni rezultati objavljeni *decembra 2009*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
Am-241	152	104–205	167	Acceptable
Cs-134	653	482–750	675	Acceptable
Cs-137	690	586–827	702	Acceptable
Co-60	837	729–989	836	Acceptable
Fe-55	557	324–744	608	Acceptable
Sr-90	870	552–1160	769	Acceptable
Zn-65	636	539–793	618	Acceptable

**ERA, Study MRAD-11  
Water Tritium**

vzorci razposlani *septembra 2009*, končni rezultati objavljeni *decembra 2009*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
H-3	18300	11900–27000	18404	Acceptable

**ERA, Study MRAD-11  
Water Gross Alpha/Beta**

vzorci razposlani *septembra 2009*, končni rezultati objavljeni *decembra 2009*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IRB value	Performance Evaluation IRB
	[pCi/L]			
Gross Alpha	80,0	35,5–119	14,8	Not Acceptable
Gross Beta	67,4	39,4–98,9	57,0	Acceptable

**ERA, Study MRAD-11  
Soil Radionuclides**

vzorci razposlani *septembra 2009*, končni rezultati objavljeni *decembra 2009*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	ZVD value	IRB value	Performance Evaluation ZVD	Performance Evaluation IRB
	(pCi/kg)					
Ac-228	1380	885–1940	1408	1610	Acceptable	Acceptable
Am-241	1790	1070–2300	1964	1950	Acceptable	Acceptable
Bi-212	1670	438–2500	1612	–	Acceptable	–
Bi-214	1330	816–1910	1067	1290	Acceptable	Acceptable
Cs-134	2320	1490–2790	2544	2220	Acceptable	Acceptable
Cs-137	2180	1670–2830	2283	2100	Acceptable	Acceptable
Co-60	2000	1460–2680	2204	1940	Acceptable	Acceptable
Pb-212	1360	877–1910	1410	–	Acceptable	–
Pb-214	1310	784–1950	1117	–	Acceptable	–
K-40	10800	7830–14600	9535	11100	Acceptable	Acceptable
Sr-90	8700	3140–14200	4189	8013	Acceptable	Acceptable
Th-234	1580	502–3010	1479	1940	Acceptable	Acceptable
U-238	1580	966–2010	1479	1980	Acceptable	Acceptable
Zn-65	2260	1790–3030	2461	2190	Acceptable	Acceptable

**ERA, Study MRAD-11  
Vegetation Radionuclides**

vzorci razposlani *septembra 2009*, končni rezultati objavljeni *decembra 2009*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	ZVD value	IRB value	Performance Evaluation ZVD	Performance Evaluation IRB
	(pCi/kg)					
Am-241	3850	2190–5290	4039	4240	Acceptable	Acceptable
Cs-134	1780	1020–2470	1868	2070	Acceptable	Acceptable
Cs-137	1460	1070–2030	1494	1380	Acceptable	Acceptable
Co-60	2170	1470–3120	2246	2420	Acceptable	Acceptable
K-40	34400	24700–48700	34832	38900	Acceptable	Acceptable
Sr-90	6880	3840–9140	6487	6067	Acceptable	Acceptable
Zn-65	1300	939–1780	1294	1450	Acceptable	Acceptable

**REZULTATI  
MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV**

**Study RAD-77  
ERA (Environmental Resource Associates), ZDA**

V maju 2009 so bili objavljeni končni rezultati primerjalne meritve RAD-77 vzorca vode, ki ga je ERA, Environmental Resource Associates, ZDA, razposlala spomladi 2009.

Na IRB so v okviru te interkomparacije opravili meritve vsebnosti stroncija v vzorcu vode v dveh paralelkah. Prve meritve so bile opravljene s tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo, druge pa s proporcionalnim števcem. Rezultati IRB ter primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednji preglednici.

<b>ERA, Study RAD-77 Water Radionuclides</b>				
končni rezultati objavljeni <i>maja 2009</i>				
<b>IZOTOP</b>	<b>ERA Assigned value</b>	<b>ERA Acceptance Limits</b>	<b>IRB value</b>	<b>Performance Evaluation IRB</b>
	[pCi/L]			
Sr-89 LSC	48,3	37,8–55,7	49,3	Acceptable
Sr-90 LSC	31,4	22,9–36,4	35,6	Acceptable
Sr-89	48,3	37,8–55,7	49,96	Acceptable
Sr-90	31,4	22,9–36,4	35,94	Acceptable

## REZULTATI PREVERJANJA

### ALMERA proficiency test on the determination of natural radionuclides in phosphogypsum and spiked water, IAEA-CU-2008-04

IAEA, Analytical Quality Control Services

V novembru 2008 je IAEA, Analytical Quality Control Services, razposlal interkomparacijska vzorca fosforgipsa in umetno kontaminirane vode za določanje vsebnosti naravnih radionuklidov. Pri tem preverjanju je sodeloval IJS. Končni rezultati so bili poslani sodelujočim laboratorijem julija 2009.

V naslednjih 3 tabelah so zbrani rezultati analiz IJS (koda laboratorija 298) in primerjave z referenčnimi vrednostmi IAEA za vzorca fosforgipsa in kontaminirane vode.

<b>IAEA-CU-2008-04</b>				
<b>Natural radionuclides in spiked water, Sample 1</b>				
vzorci razposlani <i>novembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>julija 2009</i>				
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 248	Rel. Bias %	u-test
	(Bq/kg)			
Ra-226	0,69 ± 0,04	0,79 ± 0,05	14,49	1,56
U-234	0,56 ± 0,02	0,61 ± 0,04	8,93	1,12
U-238	0,36 ± 0,01	0,39 ± 0,03	8,33	0,95

<b>IAEA-CU-2008-04</b>				
<b>Natural radionuclides in spiked water, Sample 2</b>				
vzorci razposlani <i>novembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>julija 2009</i>				
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 248	Rel. Bias %	u-test
	(Bq/kg)			
Ra-226	1,93 ± 0,09	2,26 ± 0,12	17,1	2,20
U-234	1,2 ± 0,04	1,20 ± 0,07	0,0	0,00
U-238	1,25 ± 0,04	1,26 ± 0,07	0,8	0,12

<b>IAEA-CU-2008-04</b>				
<b>Natural radionuclides in phosphogypsum, Sample 6</b>				
vzorci razposlani <i>novembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>julija 2009</i>				
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 248	Rel. Bias %	u-test
	(Bq/kg)			
Pb-210	680 ± 29	750 ± 30	10,29	1,68
Ra-226	780 ± 31	810 ± 20	3,85	0,81
Th-230	211 ± 4,5	270 ± 40	27,96	1,47
U-234	120 ± 4,5	–	–	–
U-238	120 ± 5,5	120 ± 10	0	0,00

## REZULTATI PREVERJANJA

### Proficiency test, IAEA-CU-2008-02 Radionuclides in Air Filters IAEA, Analytical Quality Control Services

V okviru projekta Technical cooperation project RER/8/009 "Air Pollution Monitoring in the Mediterranean Region" je IAEA, Analytical Quality Control Services, v juniju 2008 razdelil vzorec kontaminiranega aerosolnega filtra (spiked aerosol filter). Pri tem preverjanju je sodeloval IJS. Rok za poročanje je bil 15. september 2008, rezultati so bili poslani sodelujočim laboratorijem novembra 2008.

V naslednjih 2 tabelah so zbrani rezultati analiz IJS (koda laboratorija 08) za prazen filter (blank air filter) in kontaminiran filter (spiked air filter).

<b>IAEA-CU-2008-02</b>		
<b>Gamma emitting radionuclides in blank air filter</b>		
analize opravljene <i>julija 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>novembra 2008</i>		
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 08
(Bq na filter)		
Co-57	–	< 0,003
Co-60	–	< 0,01
Cs-134	–	< 0,008
Cs-137	–	< 0,009
Mn-54	–	< 0,009
Gross $\alpha$	–	$0,0016 \pm 0,0003$
Gross $\beta$	–	$0,032 \pm 0,002$

<b>IAEA-CU-2008-02</b>					
<b>Gamma emitting radionuclides in blank air filter</b>					
analize opravljene <i>julija 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>novembra 2008</i>					
IZOTOP	IAEA	IJS Lab. No. 08	Rel. Bias %	u-test	Final score
(Bq na filter)					
Co-57	$2,530 \pm 0,060$	$2,560 \pm 0,060$	1,19	0,35	A
Co-60	$1,33 \pm 0,02$	$1,36 \pm 0,03$	2,26	0,83	A
Cs-134	$2,81 \pm 0,06$	$2,80 \pm 0,06$	–0,36	–0,12	A
Cs-137	$1,70 \pm 0,03$	$1,73 \pm 0,05$	1,76	0,51	A
Mn-54	$1,81 \pm 0,04$	$1,86 \pm 0,04$	2,76	0,88	A
Gross $\alpha$	$0,17 \pm 0,01$	$0,27 \pm 0,02$	58,82	–	A
Gross $\beta$	$0,29 \pm 0,01$	$0,35 \pm 0,020$	20,69	–	A

**REZULTATI PREVERJANJA**  
**IAEA Tritium Intercomparison Exercise**  
**TRIC2008**  
**Determination of Low-level Tritium Activities in Water**  
**IAEA, Analytical Quality Control Services**

V decembru 2008 je IAEA, Analytical Quality Control Services razposlal interkomparacijske vzorce vod za določanje vsebnosti tritija nizkih aktivnosti. Pri tem preverjanju je sodeloval IJS, koda laboratorija je bila 4. Individualni rezultati so bili poslani sodelujočim laboratorijem marca 2009, končni pa septembra 2009.

V naslednjih 3 tabelah so zbrani rezultati analiz IJS (koda laboratorija 4) in primerjave z referenčnimi vrednostmi IAEA za 6 vzorce vod.

<b>TRIC2008</b>					
<b>Low-level Tritium Activities in Water</b>					
vzorci razposlani <i>decembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>marca 2009</i>					
<b>VZOREC</b>	<b>IAEA</b>	<b>IJS Lab. No. 4</b>	<b>Rel. Bias (%)</b>	<b>u-test</b>	<b>Final score</b>
	<b>(Bq/L)</b>				
T-14	1,54 ± 0,05	1,68 ± 0,17	9,09	0,79	A
T-15	4,07 ± 0,05	4,20 ± 0,34	3,19	0,38	A
T-16	7,74 ± 0,06	8,46 ± 1,03	9,30	0,70	A
T-17	14,46 ± 0,08	14,46 ± 0,95	0,00	0,00	A
T-18	0,67 ± 0,05	0,89 ± 0,18	32,84	1,18	A
T-19	568,7 ± 2,3	581 ± 26	2,16	0,47	A



**REZULTATI PREVERJANJA  
RADIOCHEMICAL CROSS CHECK PROGRAM  
ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA**

IRB je v letu 2009 sodeloval pri treh preskusnih meritvah ("cross check") vzorcev vodne raztopine v 0,1 M HCl Analytica za določanje vsebnosti H-3, Fe-55 in Sr-89/Sr-90. Sr-89/Sr-90b so določali in poročali v dveh paralelkah. Prve meritve so bile opravljene s proporcionalnim števcem, druge pa s tekočinskoscintilacijsko spektrometrijo. Rezultati so preračunani na 13. november 2009.

Vsi Analyticsovi vzorci so sledljivi do nacionalnih standardov NIST (U. S. A.) in/ali NPL (UK).

<b>ECKERT &amp; ZIEGLER ANALYTICS, Sr-89/Sr-90</b> CC A24376-508, Date 11/13/2009, Fourth Quarter 2009					
IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[ $\mu\text{Ci/mL}$ ]				
Sr-89	2,25 E-02	2,01 E-02	1,12	17	agreement
Sr-90	1,71 E-03	1,91 E-03	0,89	12,5	agreement
Sr-89	1,86 E-02	2,01 E-02	0,92	17	agreement
Sr-90	1,71 E-03	1,91 E-03	0,90	12,5	agreement

<b>ECKERT &amp; ZIEGLER ANALYTICS, H-3</b> CC A24375-508, Date 11/13/2009, Fourth Quarter 2009					
IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[ $\mu\text{Ci/mL}$ ]				
H-3	1,58 E-03	1,52 E-03	1,04	12,5	agreement

<b>ECKERT &amp; ZIEGLER ANALYTICS, Fe-55</b> CC A24374-508, Date 11/13/2009, Fourth Quarter 2009					
IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[ $\mu\text{Ci/mL}$ ]				
Fe-55	8,08 E-04	9,004 E-04	0,90	12,5	agreement

**REZULTATI PREVERJANJA**  
**Strontium 90 and Gamma Emitters in Urine**  
**PROCORAD, Francija**

V letu 2009 je IJS (Odsek F-2 s kodo 64 in Odsek O-2 s kodo 09) 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 2009, analize so bile opravljene v marcu in aprilu, končno poročilo pa je bilo razposlano v juniju 2009. Pri pripravljanju vzorcev so uporabljali certificirane referenčne materiale proizvajalca Amersham.

<b>Sample B</b>			
analize (IJS) opravljene <i>marca in aprila 2009</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2009</i>			
<b>IZOTOP</b>	<b>PROCORAD</b> certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	<b>IJS, Odsek F-2</b> (koda laboratorija 64)	Bias (%)
	[Bq/L]		
Y-88	4,74 ± 0,24	5,05 ± 0,12	6,5
I-129	5,07 ± 0,33	5,46 ± 0,24	7,7
Ce-141	5,60 ± 0,22	5,79 ± 0,24	3,4

<b>Sample C</b>			
analize (IJS) opravljene <i>marca in aprila 2009</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2009</i>			
<b>IZOTOP</b>	<b>PROCORAD</b> certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	<b>IJS, Odsek F-2</b> (koda laboratorija 64)	Bias (%)
	[Bq/L]		
Y-88	4,70 ± 0,24	4,92 ± 0,10	4,7
Cs-137	3,14 ± 0,16	3,43 ± 0,11	9,2
Ce-141	7,09 ± 0,28	7,41 ± 0,24	4,5

<b>"Surprise Urin"</b>			
analize (IJS) opravljene <i>marca in aprila 2009</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2009</i>			
<b>IZOTOP</b>	<b>PROCORAD</b> certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	<b>IJS, Odsek F-2</b> (koda laboratorija 64)	Bias (%)
	[Bq/L]		
K-40	61,7 (mean value)	61,0 ± 2,3	-1,1
Cd-109	32,3 ± 1,62	34,3 ± 1,2	6,2
Cs-134	14,9 ± 0,224	14,9 ± 0,3	0,0

**H-3**analize (IJS) opravljene *aprila 2009*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2009*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 64)	Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	600 ± 18	584 ± 39,9	-2,7
Sample C	6000 ± 180	5920 ± 296	-1,3
Sample D	8380 (mean value)	8380 ± 403	0
Sample E	8990 ± 270	9430 ± 453	4,9

**H-3**analize (IJS) opravljene *aprila 2009*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2009*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 09)	Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	600 ± 18	616 ± 46	2,7
Sample C	6000 ± 180	5860 ± 119	-2,3
Sample D	8380 (mean value)	8520 ± 155	1,7
Sample E	8990 ± 270	9360 ± 176	4,1

**C-14 in H-3 (vzorec E)**analize (IJS) opravljene *aprila 2009*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2009*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95 %)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 09)	Bias (%)
	[Bq/L]		
Sample B	166 ± 5,81	180 ± 14	8,4
Sample C	1350 ± 40,5	1480 ± 76	9,6
Sample D	5180 ± 155	5400 ± 208	4,3
Sample E	1350 ± 40,5	1170 ± 104	-13,3
H-3, Sample E	522 ± 20,9	516 ± 25,9	-1,1

# REZULTATI PREVERJANJA

## RINGVERSUCH 1/2008

### Ringversuch 1/2008 zur Bestimmung des Radionuklidegehaltes in Wasserproben BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija

Marca 2009 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 (koda laboratorija 51). Meritve spektrometrije gama in tritija so bile opravljene na Odseku F-2, meritve stroncija pa na Odseku O-2. Meritve so bile opravljene v oktobru 2008, referenčni datum meritev je bil 1. 9. 2008. Rezultati primerjalnih meritev in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnjih tabelah.

#### Modelwasser

IZOTOP	BfS Sollwert	IJS** (koda laboratorija 51)	Bias (%)
	Bq/L		
Mn-54	12,5	12,5 ± 0,2	0,00
Co-60	8,06	8,14 ± 0,14	1,0
Zn-65	10,1	9,80 ± 0,16	-3,0
Cs-137	15,5	15,3 ± 0,2	-1,3
Eu-152	9,99	9,85 ± 0,21	-1,4
Am-241	4,85	4,87 ± 0,10	0,4
H-3	9,75	10,7 ± 0,35	9,7
Sr-89	4,82	5,59 ± 0,18	16,0
Sr-90	3,86	3,79 ± 0,014	-1,8

#### Reales Wasser

IZOTOP	BfS PTB-Wert	IJS** (šifra laboratorija 51)	u-test
	Bq/L		
Na-22	0,64 ± 0,03	0,703 ± 0,045	1,16
Mn-54	1,65 ± 0,05	1,67 ± 0,05	0,28
Co-57	0,615 ± 0,019	0,58 ± 0,057	0,58
Co-60	8,95 ± 0,27	9,33 ± 0,17	1,19
Zn-65	0,60 ± 0,04	0,53 ± 0,071	0,86
Sr-85	0,063 ± 0,016	nismo poročali	-
Cs-134	0,755 ± 0,023	0,83 ± 0,04	1,63
Cs-137	13,0 ± 0,4	13,0 ± 0,21	0,00
Am-241	0,566 ± 0,029	0,61 ± 0,04	0,89
H-3	94,5*	101 ± 8	0,81
Sr-89	0,70 ± 0,22	0,529 ± 0,026	0,77
Sr-90	0,77 ± 0,06	0,814 ± 0,0035	0,73

\* povprečje sodelujočih laboratorijev

\*\* podano je povprečje posameznih poročanih rezultatov in pripadajoča standardna deviacija

**REZULTATI PREVERJANJA**  
**RINGVERSUCH 3/2008**  
**Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser**  
**BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija**

Februarja 2009 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 11. 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
	Bq/L				
Mn-54	12,5	12,1	12,3	12,2	0,14
Co-60	8,06	8,40	8,13	8,27	0,19
Zn-65	10,1	9,43	9,57	9,50	0,10
Cs-137	15,5	15,2	15,4	15,3	0,14
Eu-152	9,99	9,13	8,57	8,85	0,40
Am-241	4,85	6,10	6,05	6,08 (G)	0,04

(G = outlier)

**REZULTATI PREVERJANJA**  
**"Fortluft 2009 – Iod-131", jod v aerosolnem filtru**  
**BfS, Bundesamt für Strahlenschutz in PTB, Nemčija**

Decembra 2009 je BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, iz Nemčije poročal o primerjalnih meritvah vsebnosti I-131 v zračnem filtru – 31. Ringversuch "Fortluft 2009 – Iod-131", ki jo je organiziral BfS, Bundesamt für Strahlenschutz v sodelovanju s PTB iz Nemčije, kjer je sodeloval ZVD. ZVD je imel kodo 53 in filter z oznako 2009–1630. Rezultat in primerjava z referenčno vrednostjo je v spodnji tabeli.

<b>BfS - "Fortluft 2009", ZVD, koda vzorca 2009-1630</b>			
<b>Zračni filter, kontaminiran z I-131</b>			
končni rezultati objavljeni <i>decembra 2009</i>			
IZOTOP	BfS	ZVD	odmik [%]
	[Bq/g]		
I-131	27,65 ± 0,72	27,90 ± 0,95	1,22

**REZULTATI PREVERJANJA**  
**"Abluft 2008", sevalci gama v aerosolnem filtru**  
**BfS, Bundesamt für Strahlenschutz in PTB, Nemčija**

V decembru 2008 sta IJS (Odsek F-2) in ZVD sodelovala pri primerjalnih meritvah simuliranih aerosolnih filtrov – 30. Ringversuch "Abluft 2008", ki jo je organiziral BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, v sodelovanju s PTB iz Nemčije. Vzorci so bili pripravljene individualno za vsak laboratorij, IJS je meril filter s premerom 80 mm, ZVD pa 50 mm. Končni rezultati so bili objavljeni oktobra 2009.

Rezultati in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnjih dveh tabelah za vsako sodelujočo institucijo posebej.

<b>BfS - "Abluft 2008", IJS, koda vzorca 2008-1893</b>			
<b>Aerosolni filter, kontaminiran s sevalci gama</b>			
analize (IJS) opravljene <i>decembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>oktobra 2009</i>			
IZOTOP	BfS	IJS*	odmik [%]
	[Bq]		
Na-22	2,22 ± 0,05	2,19 ± 0,08	-1,09
Co-60	8,52 ± 0,18	8,73 ± 0,10	2,43
Sr-85	8,54 ± 0,18	8,45 ± 0,61	-1,08
Ru-106	5,85 ± 0,16	5,47 ± 0,19	-6,52

\* podano je povprečje posameznih poročanih rezultatov in pripadajoča standardna deviacija

<b>BfS - "Abluft 2008", ZVD, koda vzorca 2008-1865</b>			
<b>Aerosolni filter, kontaminiran s sevalci gama</b>			
analize (ZVD) opravljene <i>decembra 2008</i> , končni rezultati objavljeni <i>oktobra 2009</i>			
IZOTOP	BfS	ZVD*	odmik [%]
	[Bq]		
Na-22	1,56 ± 0,04	1,58 ± 0,10	1,17
Co-60	6,00 ± 0,13	6,23 ± 0,20	3,69
Sr-85	6,02 ± 0,13	6,69 ± 0,11	11,11
Ru-106	4,12 ± 0,11	3,88 ± 0,24	-5,83

\* podano je povprečje posameznih poročanih rezultatov in pripadajoča standardna deviacija

# PRELIMINARNI REZULTATI PREVERJANJA

EC 2008

## EC Interlaboratory Comparison on Radium and Uranium in Mineral Waters EC, JRC, IRMM, Belgium

V letu 2008 je IJS (Odsek F-2) sodeloval pri preskusnih ("cross check") meritvah vsebnosti radija in urana v vzorcih mineralnih vod, ki jih je organiziral IRMM iz Belgije v okviru Evropske skupnosti. Vzorci so bili poslani in pripravljani decembra 2007. Analizirali smo 3 vzorce vod, pri vsakem vzorcu sta bili poročani dve meritvi. O rezultatih meritev smo poročali aprila 2008, preliminarne referenčne vrednosti smo prejeli v letu 2009.

V naslednjih 2 tabelah so zbrani rezultati analiz IJS za 3 vzorce vod (W1, W2 in W3), primerjava z referenčnimi vrednostmi in u-testi ob predpostavki, da imajo referenčne vrednosti negotovost 0.

### specifične aktivnosti

Radionuklid	Meritev	W1 (Bq/L)	W2 (Bq/L)	W3 (Bq/L)
	vzorci razposlani <i>decembra 2007</i> , meritve opravljene <i>januarja in februarja 2008</i>			
U-238	Target value	0,011	0,001	0,021
	1	0,011 ± 0,015	-	0,018 ± 0,006
	2	0,014 ± 0,009	-	0,019 ± 0,014
Ra-226	Target value	0,098	0,043	-
	1	0,083 ± 0,003	0,044 ± 0,005	-
	2	0,088 ± 0,003	0,041 ± 0,003	-
Ra-228	Target value	0,026	0,069	-
	1	0,035 ± 0,006	0,077 ± 0,010	-
	2	0,033 ± 0,006	0,083 ± 0,006	-

### u-testi

Radionuklid	Meritev	W1	W2	W3
U-238	1	0	-	0,50
	2	0,33	-	0,14
Ra-226	1	5,00	0,20	-
	2	5,00	0,67	-
Ra-228	1	1,5	0,80	-
	2	1,17	2,33	-