

**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI
NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO**

POROČILO ZA LETO 2007



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija

Institut "Ruđer Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvaška

Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija

Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija

MERITVE RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO

POROČILO ZA LETO 2007



Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Slovenija



Institut "Ruđer Bošković" - ZIMO, Zagreb, Hrvaška



Nuklearna elektrarna Krško, Krško, Slovenija



Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana, Slovenija

MERITVE RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO

POROČILO ZA LETO 2007

Prva izdaja

Odgovorni za izdajo poročila: dr. Matjaž Korun, odgovorni vodja strokovnjakov za varstvo pred sevanji na področju dajanja strokovnih mnenj

Uredili: B. Črnič, dipl. inž. fiz., mag. Denis Glavič – Cindro, dr. Matjaž Korun

Recenzirali: mag. Denis Glavič - Cindro, dr. Matjaž Korun, mag. B. Pucelj

Lektoriral: dr. Jože Gasperič

Likovno-grafično uredila: mag. Denis Glavič - Cindro

Fotografija na naslovnici: Drago Brodnik

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

Založil: Institut "Jožef Stefan"

ISSN 1318-2161

Redakcija poročila je bila končana februarja 2008.

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

Naklada: 60 izvodov



- Izvajalci:*
- Institut "Jožef Stefan" (IJS), Jamova 39, SI-1000 Ljubljana
 - Zavod za varstvo pri delu, d. d. (ZVD),
Chengdujska cesta 25, SI-1000 Ljubljana
 - Institut "Ruđer Bošković" -
Zavod za istraživanje mora i okoliša (IRB-ZIMO),
Bijenička cesta 54, HR-10000 Zagreb
 - Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI),
Ksaverska cesta 2, HR-10000 Zagreb
 - NE Krško, Vrbina 12, SI-8270 Krško
(emisijske meritve znotraj ograje NE Krško)
- Naročnik:* NE Krško, Vrbina 12, SI-8270 Krško
- Pogodba št.:* POG-3404
- Nosilec projekta za IJS:* dr. Matjaž Korun
- Nosilec projekta za NEK:* mag. Borut Breznik
Skrbnik projekta za NEK: Aleš Volčanšek, univ. dipl. kem.
- Naslov poročila:* **Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško –
Poročilo za leto 2007**
- Oznaka poročila:* 25/2007
- Odgovorni za izdajo:* dr. Matjaž Korun
- Poročilo uredila:* mag. Denis Glavič - Cindro in B. Črnič, dipl. inž. fiz.
- Ovrednotenje meritev:* dr. Ljudmila Benedik
dr. Marija Zlata Božnar
dr. Aleš Fajgelj
dr. Matjaž Korun
mag. Matjaž Koželj
dr. Primož Mlakar
dr. Gregor Omahen
mag. Bogdan Pucelj
dr. Borut Smodiš
Matjaž Stepišnik, univ. dipl. fiz.
Marko Štok, univ. dipl. kem. tehnol.
dr. Tim Vidmar
dr. Benjamin Zorko





**MERITVE RADIOAKTIVNOSTI
V OKOLICI NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO
POROČILO ZA LETO 2007**

ODGOVORNI ZA IZDAJO

dr. Matjaž Korun

POROČILO UREDILI

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

OVREDNOTENJE MERITEV

dr. Ljudmila Benedik, dr. Marija Zlata Božnar, dr. Aleš Fajgelj, dr. Matjaž Korun,
mag. Matjaž Koželj, dr. Primož Mlakar, dr. Gregor Omahen, mag. Bogdan Pucelj,
dr. Borut Smodiš, Matjaž Stepišnik, univ. dipl. fiz., Marko Štok, univ. dipl. kem. tehnol.,
dr. Tim Vidmar, dr. Benjamin Zorko

IZVAJALCI MERITEV

Institut "Jožef Stefan" (IJS), Ljubljana

Koordinator projekta za IJS: dr. Matjaž Korun

Izvajalci na IJS: D. Brodnik, in B. Črnič, dipl. inž. fiz., P. Dujmovič, mag. D. Glavič - Cindro,
S. Gobec, dr. M. Korun, dr. J. Kožar Logar, dr. M. Nečemer, M. Ribič,
B. Svetek, inž. kem. tehnol., doc. dr. V. Stibilj, dr. T. Vidmar, mag. B. Vodenik

Zavod za varstvo pri delu (ZVD), Ljubljana

Koordinator projekta za ZVD: dr. Gregor Omahen

Izvajalci na ZVD: S. Ambrož, univ. dipl. kem. teh., P. Jovanovič, inž. fiz., D. Konda,
M. Levstek, dr. G. Omahen, L. Peršin, T. Pugelj, univ. dipl. kem.

Institut "Ruđer Bošković" (IRB), Zagreb

Koordinator projekta za IRB - ZIMO: dr. Stipe Lulić

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,
M. Rožmarić - Mačefat, dipl. inž.

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. Sironić, dipl. inž., A. Rajtarić

Izvajalci na DHMZ RH: mag. D. Borovečki (odgovorna oseba), I. Panjkret, V. Šojat, Z. Zeljković

IZVAJALCI EMISIJSKIH MERITEV ZNOTRAJ OGRAJE NE KRŠKO

Nuklearna elektrarna Krško (NEK), Krško

Nosilec projekta za NE Krško: mag. Borut Breznik

Izvajalci v NEK: Lj. Djurdjek, univ. dipl. kem., B. Grčić, dipl. kem., K. Jurinić, D. Mešiček,
M. Pavlin, dipl. str., M. Urbanč, B. Vene, kem. tehnik, A. Volčanšek, univ. dipl. kem.



25/2007

NASLOV POROČILA:

Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2007

KLJUČNE BESEDE:

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

POVZETEK:

Sumarni rezultati meritev radioaktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v različnih nadzorovanih medijih in ekspozijskih prenosnih poteh so podani z ocenami učinkovitih doz. Konzervativne ocene doznih obremenitev posameznikov zaradi emisij jedrske elektrarne dajejo v letu 2007 za atmosferske emisije *efektivno dozo* manj kot 2 μSv na leto in za tekočinske emisije za referenčno skupino prebivalstva *efektivno dozo* manj kot 0,1 μSv na leto. Ta vrednost (manj kot 2 μSv na leto) je manjša od 4 % avtorizirane mejne letne doze za prebivalca na robu ožje varstvene cone. Iz meritev so bile ocenjene tudi izpostavitve naravnemu sevanju in prispevki zaradi splošne radioaktivne onesnaženosti okolja, ki so jo povzročile poskusne jedrske eksplozije in černobilska nesreča.

25/2007

REPORT TITLE:

Off-Site Monitoring of Krško Nuclear Power Plant – Report for the year 2007

KEYWORDS:

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

ABSTRACT:

Summarised results of radioactivity measurements for man-made and natural occurring radionuclides are presented for 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 2007 to a value of the *effective dose* smaller than 2 μSv per year for atmospheric discharges and smaller than 0,1 μSv per year for liquid discharges received by members of the reference (critical) population group. This value (less than 2 μSv per year) presents less than 4 % of the authorized dose limit to the member of the public received at the boundary of the exclusion area. From the measurements the exposure to the natural radiation and to the general radioactive contamination due to the nuclear test explosions and Chernobyl accident were assessed.



VSEBINA

Uvod	VII / X
Upravne podlage	VIII / X

OVREDNOTENJE MERITEV

Izvleček	1 / 154
Summary	5 / 154
Reka Sava	11 / 154
Vodovodi in podtalnice	29 / 154
Padavine in suhi usedi	47 / 154
Zrak	63 / 154
Doza zunanjega sevanja	87 / 154
Zemlja	99 / 154
Hrana	103 / 154
Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti za leto 2007	113 / 154
Program B	119 / 154
Medlaboratorijske primerjalne meritve pooblaščenih izvajalcev nadzornih meritev v letu 2007	125 / 154
Dodatek - Model za rekonstrukcijo širjenja onesnaženja v ozračju	137 / 154
Pregled referenc	151 / 154

MERSKI REZULTATI

Program rednega nadzora radioaktivnosti v okolici NEK za leto 2007	M-I / M-XXX
Enote in nazivi količin	M-XI / M-XXX
Tabela radionuklidov	M-XII / M-XXX
Merske metode	M-XIII / M-XXX
Tabelarični zapisi meritev	M-XXII / M-XXX
Seznam tabel meritev programa A in B	M-XXV / M-XXX

Program A in B

Tabele merskih rezultatov	M-1 / M-122
---------------------------	-------------

Tabele interkomparacijskih rezultatov

Mednarodne interkomparacije izvajalcev	M-91 / M-122
Medsebojne interkomparacije izvajalcev	M-117 / M-122

Tabele z merskimi rezultati iz **Programa A** in **Tabele interkomparacijskih rezultatov** so na priloženi zgoščenki.





U V O D

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

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

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

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

Celotno poročilo sestavljajo: skupno poročilo IJS, IMI, IRB-ZIMO in ZVD, ki se nanaša na osnovni program A, in povzetek programa B. Posebej so ocenjeni (poglavje "*Ovrednotenje meritev*") in podani tudi rezultati (poglavje "*Merski rezultati*") interkomparacijskih meritev izvajalcev, ki so namenjeni nadzoru kakovosti meritev.

V skladu z veljavnim programom in glede na meritve iz reference [1], opravljene v letu 2006, sta bili v letu 2007 v okviru programa A uvedeni naslednji bistvenjši spremembi:

- pripravo in meritve kontinuirnih vzorcev Save, zbranih v Krškem in v Brežicah, je v letu 2007 izvajal ZVD;
- v februarju 2007 je bilo dodano novo vzorčevalno mesto za nadzor vsebnosti tritija – vrtina VOP-4 na levem bregu Save v Vrbini, približno 600 m nizvodno od jezua NEK in približno 50 m od struge Save.

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 2007
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev Agencije Republike Slovenije za okolje za okolico NEK v letu 2007
- mesečni izračuni zračnih razredčitvenih faktorjev MEIS, d. o. o., za okolico NEK v letu 2007
- nekateri merski podatki iz "Republiškega programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije" in posebnih meritev IJS
- meritve C-14 v vzorcih hrane in v zraku, ki jih je izvedel IRB v letu 2006
- meritve C-14 v zraku in v vzorcih hrane, ki jih je izvedel IRB v letu 2007 [2]



UPRAVNE PODLAGE

a) UPRAVNA PODLAGA ZA PROGRAM MERITEV

Poročilo obravnava rezultate meritev, opravljenih v letu 2007, v skladu s "Programom nadzora radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško za leto 2007" (del A in povzetek dela B), ki zajema poleg meritev v Republiki Sloveniji tudi nekatere meritve v Republiki Hrvaški. Program, ki je skladen s Pravilnikom o načinu, obsegu in rokih sistematičnih preiskav kontaminacije z radioaktivnimi materiali v okolici jedrskih objektov (Pravilnik Z-2), je bil potrjen na 32. seji Strokovne komisije za jedrsko varnost Republiškega komiteja za energetiko RS dne 26. 12. 1986. Upravna osnova za izvajanje Programa je bila potrjena z Odločbo št. 318-1/94-6837/SA, izdano 28. 7. 1994 pri Upravi R Slovenije za jedrsko varnost (URSJV), ki nosi tudi soglasje Zdravstvenega inšpektorata R Slovenije, in odločbo URSJV št. 39161-8/2001/8/RV/419, izdano 22. 3. 2002.

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

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

b) POOBLASTILA ZA OVREDNOTENJE

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

- mag. Denis Glavič - Cindro z odločbo 594-1/2006-5-04103
- dr. Matjaža Koruna z odločbo 594-4/2005-7-04103
- dr. Gregorja Omahna z odločbo 594-14/2004-3-04103
- mag. Bogdana Puclja z odločbo 594-19/2007-4
- doc. dr. Boruta Smodiša z odločbo 594-8/2006-5-04103
- Matjaža Stepišnika, univ. dipl. fiz., z odločbo 594-10/2006-6-04103 ter
- dr. Tima Vidmarja z odločbo 594-2/2006-5-04103

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

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



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

c) ZAGOTOVITEV KAKOVOSTI PRI MERITVAH

Institut "Jožef Stefan" ima izdelan sistem zagotovitve kakovosti. Sistem kakovosti Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F-2), v okviru katerega deluje Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti, je opisan v *Poslovniku kakovosti Odseka za fiziko nizkih in srednjih energij (F2-PK)*. Vsa dela, povezana z meritvami radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško v okviru "Programa nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško", potekajo v skladu z institutskim in odsečnim poslovnikom in po postopkih, na katere se odsečni poslovník sklicuje. Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti je akreditiran pri Slovenski akreditaciji za meritve sevalcev gama v homogenih cilindričnih vzorcih, Laboratorij za termoluminiscenčno dozimetrijo za meritve doz s termoluminiscenčnimi dozimetri za uporabo v osebni in okoljski dozimetriji ter Ekološki laboratorij z mobilno enoto za merjenje hitrosti doze s prenosnimi merilniki ionizirajočega sevanja in za neposredne meritve površinske kontaminacije s sevalci alfa, beta in z nizkoenergijskimi sevalci gama. Z akreditacijsko listino št. LP-022 jim Slovenska akreditacija priznava izpolnjevanje zahtev standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 pri teh dejavnostih.

Priročnik zagotovitve kakovosti Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada vsebuje vse postopke, ki se uporabljajo pri meritvah v okviru "Programa nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško".

Na Institutu "Ruđer Bošković" ima Laboratorij za radioekologijo listino "Rešenje o udovoljavanju uvjetima za potrđeni meriteljski laboratorij", ki mu jo je podelil Državni zavod za normizaciju i meriteljstvo Republike Hrvatske. V okviru programa nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško se aktivnosti sevalcev gama merijo na spektrometru s tipskim odobrenjem (klasa 960-03/1-08/42, UR Br. 558-03/5-02-1 z dne 5. 8. 2002), ki je potrđilo Državnega zavoda o ustreznosti spektrometra. Vse dejavnosti, povezane z meritvami radioaktivnosti v okolici NE Krško, potekajo v skladu s Priročnikom o zagotovitvi kakovosti.

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

d) REFERENCI

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161
- [2] Izveštaj o rezultatima mjerenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 6. 2. 2008





OVREDNOTENJE MERITEV

SKLOP ALI POGLAVJE	AVTORJI
Izvleček	mag. Bogdan Pucelj
Reka Sava	Matjaž Stepišnik, univ. dipl. fiz.
Vodovodi in podtalnice	dr. Ljudmila Benedik dr. Matjaž Korun
Padavine in suhi usedi	dr. Matjaž Korun dr. Borut Smodiš Marko Štok, univ. dipl. kem. tehnol.
Zrak	dr. Matjaž Korun dr. Primož Mlakar dr. Gregor Omahen
Doza zunanjšega sevanja	dr. Matjaž Korun mag. Bogdan Pucelj
Zemlja	dr. Gregor Omahen dr. Tim Vidmar
Hrana	dr. Matjaž Korun dr. Benjamin Zorko
Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti	Matjaž Stepišnik, univ. dipl. fiz.
Program B	dr. Matjaž Korun mag. Matjaž Koželj Matjaž Stepišnik, univ. dipl. fiz.
Medlaboratorijske primerjalne meritve pooblaščenih izvajalcev	dr. Aleš Fajgelj, MAAE
Dodatek – Model za rekonstrukcijo širjenja onesnaženja v ozračju	dr. Marija Zlata Božnar dr. Primož Mlakar





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.

a) VPLIVI NEK

Spremljanje radioloških razmer v okolici NEK poteka z neposrednim merjenjem koncentracij radioaktivnih snovi v okolju, to je s spremljanjem posledic vnosa teh snovi v okolje. Ob delovanju jedrskih elektrarn so navadno koncentracije izpuščenih radionuklidov v okolju znatno pod detekcijskimi mejami. Zato njihov vpliv na človeka in okolje posredno ovrednotimo iz podatkov o izpustih v ozračje in o tekočinskih izpustih. Z uporabo modelov, ki opisujejo razširjanje radionuklidov po raznih prenosnih poteh v okolju, pa se ocenjujejo izpostavljenosti prebivalstva.

Neposredno zunanje sevanje iz objektov znotraj ograje NEK

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

Atmosferski izpusti iz NEK

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

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

Tabela A prikazuje ovrednotenje emisij z modelskimi izračuni razredčitvenih faktorjev v ozračju za leto 2007 in za posamezne skupine radionuklidov za najpomembnejše prenosne poti. Razredčitveni faktorji so bili za leto 2007 ocenjeni z dvema modeloma: z Gaussovimi (kot v preteklosti) in dodatno z Lagrangeevim modelom. V tabeli A so razponi rezultatov obeh modelov. Vsi načini izpostavitve prebivalstva so bili zanemarljivi v primerjavi z naravnim sevanjem ali doznimi omejitvami. Po velikosti je izrazitejša ingestijska doza zaradi vnosa C-14 zaradi uživanja rastlinske hrane. Navedena efektivna doza za C-14 temelji na meritvah vsebnosti C-14 v nekaterih rastlinah in ob skrajno konservativni predpostavki, da prebivalci uživajo zgolj to hrano.



Tabela A: Izpostavitve sevanju prebivalstva v naselju Spodnji Stari Grad zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v letu 2007

Način izpostavitve	Prenosna pot	Najpomembnejši radionuklidi	Letna doza (mSv)
zunanje sevanje	imerzija sevanje iz useda	- radioaktivni žlahtni plini (Ar-41, Xe-133) - aerosoli (Co-58, Co-60, I-131)	1 E-7–1 E-4* < 0,0001
inhalacija	imerzija	H-3	1 E-6–1 E-4*
ingestija	rastlinska hrana	C-14	< 0,002

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

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

- vsebnost radionuklidov v zraku (aerosolni in jodovi filtri)
- suhi in mokri used (vazelinske plošče in padavine)
- vsebnost radionuklidov v rastlinah, živalih, mleku
- vsebnost radionuklidov v zemlji na obdelanem in neobdelanem zemljišču
- doza in hitrost doze zunanje sevanja na številnih lokacijah v okolici NEK

V letu 2007 je bil za razliko od prejšnjih let izmerjen radionuklid Co-58 v aerosolih na štirih lokacijah v okolici NEK. V številnih vzorcih sta bila odkrita Cs-137 in Sr-90/Sr-89, ki pa izvirata iz črnbilске kontaminacije in poskusnih jedrskih eksplozij.

Tekočinski izpusti

V tekočinskih izpustih iz NEK v reko Savo je v letu 2007, podobno kot v preteklosti, po aktivnosti prevladoval H-3, medtem ko je bila skupna izpuščena aktivnost sevalcev beta / gama več kot 10.000-krat nižja.

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

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

Izotop I-131 je bil zaznan v vzorcih vode, vzorčevanih tako protitočno kot sotočno od NEK. Ker so bile koncentracije I-131 tako v sestavljenih kot trenutnih vzorcih vode, zbranih protitočno od NEK, višje od koncentracij v vzorcih, zbranih sotočno od NEK, sklepamo, da je prisotnost I-131 v Savi posledica njegove uporabe v medicini. Ker so tudi v sedimentih, zbranih nad NEK, povprečne koncentracije I-131 višje kot v sedimentih, zbranih pod NEK, velja ta sklep tudi za I-131 v sedimentih.

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

V vodovodih in črpališčih v letu 2007 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 efektivna doza zaradi izpustov v reko Savo v letu 2007 ni presegla 0,1 μ Sv na leto.



b) NARAVNO SEVANJE

Meritve zunanjega sevanja v okolici NEK so v letu 2007 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 0,78 mSv na leto, za zaprte prostore pa je bila leta 1998 ocenjena na 0,77 mSv na leto. K temu je treba dodati še prispevek nevtronskega kozmičnega sevanja, ki je za območje NEK 0,070 mSv na leto. Tako je bila skupna efektivna doza zunanjega sevanja v letu 2007 v okolici NEK **0,85 mSv na leto**, kar je primerljivo s podatkom za svetovno povprečje (0,87 mSv na leto).

Meritev vsebnosti naravnih radionuklidov v hrani kaže vrednosti, ki so primerljive s povprečnimi vrednostmi v svetu. Zato za ingestijsko efektivno dozo privzemamo zaključke iz UNSCEAR 2000 [20].

Posamezni prispevki k dozi naravnega sevanja so v tabeli B. Skupna letna efektivna doza je ocenjena na 2,44 mSv, kar je zelo blizu svetovnega povprečja 2,4 mSv na leto [20].

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

Vir	Letna efektivna doza (mSv)
sevanje gama in neposredno ionizirajoče kozmično sevanje kozmični nevtroni	0,78 0,070
ingestija (K, U, Th) [20]	0,29
inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222) [#]	1,3
Skupaj	2,44

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

c) ČERNOBILSKA KONTAMINACIJA IN POSKUSNE JEDRSKE EKSPLOZIJE

V letu 2007 je bil od sevalcev gama v zemlji merljiv le še Cs-137, ki izvira iz černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij.

Prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju je bil, upoštevajoč 80 % zadrževanja v hiši in 20 % na prostem, ocenjen na 0,3 % do 1,1 % povprečne letne zunanje doze zaradi naravnega sevanja v okolici NEK (0,85 mSv na leto iz meritev s TLD in ocene nevtronske komponente). 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 ingestije te hrane je bila ocenjena na 0,21 μ Sv na leto za Cs-137 in 0,56 μ Sv na leto za Sr-90, kar je skupaj okrog 0,3 % letne efektivne doze zaradi naravnih radionuklidov v hrani. Ocenjena doza je praktično enaka tistim iz prejšnjih let.

d) SKLEPI

Povzetek izpostavitve prebivalstva v okolici NEK za leto 2007 je v tabeli C, kjer so navedeni prispevki naravnega sevanja, vplivi NEK in preostali vplivi černobilske kontaminacije ter poskusnih jedrskih eksplozij.



Tabela C: Povzetek letnih izpostavitv prebivalstva v okolici NEK za leto 2007

Vir	Prenosna pot	Letna efektivna doza (mSv)
naravno sevanje	gama in ionizirajoče kozmično sevanje kozmični nevtroni	0,780 0,070
	ingestija (K, U, Th)	0,290
	inhalacija (kratkoživi potomci Rn-222)	1,300
	skupaj	2,44
NEK atmosferski izpusti *	neposredno sevanje iz objektov NEK zunanje sevanje iz oblaka zunanje sevanje iz useda (Co-58,60, I-131) inhalacija iz oblaka (H-3) ingestija (C-14)	zanemarljivo 1E-7-0,0001** < 0,0001 1E-6-0,0001** < 0,002
NEK tekočinski izpusti (Sava) *	referenčna skupina	< 0,00001
černobilska kontaminacija in jedrski poskusi	zunanje sevanje ingestija	≤ 0,01 0,001

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

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

- V letu 2007 so bili vsi sevalni vplivi NEK na prebivalstvo v okolici ocenjeni pod 0,002 mSv na leto.
- Ocenjena vrednost je zanemarljiva v primerjavi z avtoriziranimi mejnima dozama za prebivalstvo v okolici NEK (50 μSv na leto na razdalji 500 m in 200 μSv na leto na ograji NEK).¹
- Ocenjena vrednost <2 μSv je zanemarljiva v primerjavi z letno dozno omejitvijo za prebivalstvo, ki je 1 mSv na leto.
- Ocenjena vrednost je nižja od 0,1 % značilnega neizogibnega naravnega ozadja.
- Atmosferski in tekočinski izpusti iz NEK so primerljivi s tistimi iz podobnih jedrskih elektrarn v Evropi. Razen izpustov tritija so izpusti drugih radionuklidov pod povprečjem izpustov podobnih elektrarn v EU.

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

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

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

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



S U M M A R Y

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

a) IMPACT OF THE KRŠKO NPP

The survey of the radiological situation around the Krško NPP is carried out by measuring the activity concentrations 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 these concentrations are usually below the detection limits of the measuring equipment. The impact of the of the NPP on the environment and man 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 2007 demonstrated that for individual above-mentioned groups of radionuclides, the exposure pathways listed in Table A were the most significant ones. The evaluation of dilution factors for 2007 was performed by use of two models, namely the Gaussian and Lagrange model. The range of the results is given in Table A. All the different contributions to the radiation exposure of the general public are exceedingly low. The dominant exposure pathway is due to intake of C-14 through ingestion of vegetables. The upper limit for the effective dose quoted in Table A for this exposure pathway is based on the measurements of C-14 in some plants and presuming an extremely conservative approach that the population consumes only local food.



Table A: General public exposures at the settlement Spodnji Stari Grad due to atmospheric releases of the Krško NPP in 2007

Exposure type	Exposure pathway	Significant radionuclides	Annual effective dose (mSv)
external	- cloud immersion - fallout exposure	- radioactive noble gases (Ar-41, Xe-133) - aerosols (Co-58, Co-60, Cs-137)	1 E-7 – 1 E-4 * < 0.0001
inhalation	radioactive cloud	H-3	1 E-6 – 1 E-4 *
ingestion	vegetal food	C-14	< 0.002

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

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

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

In the year 2007 as opposed to previous years the concentration of Co-58 in aerosols exceeded the detection limit. Co-58 in aerosols was measured on four locations in the vicinity of the NPP. In some cases the radionuclides Cs-137 and Sr-90 were present in the samples, but their origin could clearly be traced to the Chernobyl accident and the nuclear weapons tests.

Liquid discharges

In the liquid discharges from the Krško NPP into the Sava river, the dominant radionuclide in terms of the activity released in 2007 was H-3, with the sum of discharged activity of all other beta and gamma emitters being for a factor of more than 10 000 lower than the activity of H-3.

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

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

The radionuclide I-131 was detected in all samples of water collected upstream and downstream of the Krško NPP. Since the concentration of I-131 in composed as well as instantaneous water samples, collected upstream, are higher than the concentration in samples collected downstream, it is concluded that the presence of I-131 in the river water is a consequence of its use in medicine. Since the average concentrations of I-131 in sediments, collected upstream are higher than the concentrations in sediments collected downstream, the same conclusion holds also for the sediments.

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

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



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

b) NATURAL RADIOACTIVITY

Measurements of the external exposure around the Krško NPP showed in 2007 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 0.78 mSv/year in the open and in dwellings it was estimated at 0.77 mSv/year. To this value the contribution of the neutron component of cosmic radiation needs to be added, which for the area of Krško amounts to 0.070 mSv/year. The total effective annual external dose in the vicinity of the Krško NPP thus amounted to **0.85 mSv/year** in the year 2007, which is compatible with the average worldwide value of 0.87 mSv/year.

The measurements of natural radionuclide concentrations in foodstuffs yielded results comparable with the average worldwide data. The conclusions of UNSCEAR 2000 [20] have therefore been 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 2007 amounts to 2.44 mSv/year, which is very close to the average worldwide value 2.4 mSv/year [20].

Table B: Effective doses due to natural radioactivity around Krško

Source	Annual effective dose (mSv)
external gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.78
neutron component of cosmic radiation	0.070
ingestion (K, U, Th) [20]	0.29
inhalation (Rn and daughters) [#]	1.3
Total	2.44

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

c) CHERNOBYL CONTAMINATION AND THE NUCLEAR WEAPONS TESTS

In the year 2007 the main gamma-emitting remaining isotope originating from the Chernobyl accident and nuclear test explosions measured in soil samples was Cs-137.

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

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



d) CONCLUSIONS

The summary of the results for the exposure of general public to ionizing radiation in the vicinity of the Krško NPP is presented in Table C, where the contributions of natural radiation, the Krško NPP and the Chernobyl and nuclear-weapons-tests contamination to the effective dose in 2007 are listed.

Table C: Summary of the annual exposure of the general public around the Krško NPP in 2007.

	Source	Annual effective dose (mSv)
natural radiation	- gamma radiation and the directly ionizing component of cosmic radiation	0.780
	- neutron component of cosmic radiation	0.070
	ingestion (K, U, Th)	0.290
	inhalation (Rn short-lived daughters)	1.300
	total	2.44
Krško NPP atmospheric discharges²	direct radiation from Krško-NPP external dose (immersion)	negligible
	deposition	1E-7 – 0.0001*
	inhalation	< 0.0001
	ingestion	1E-6 – 0.0001*
Krško NPP liquid discharges²	reference group	< 1E-4
Chernobyl and nuclear-weapons tests	external dose	≤ 0.01
	ingestion	0.001

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

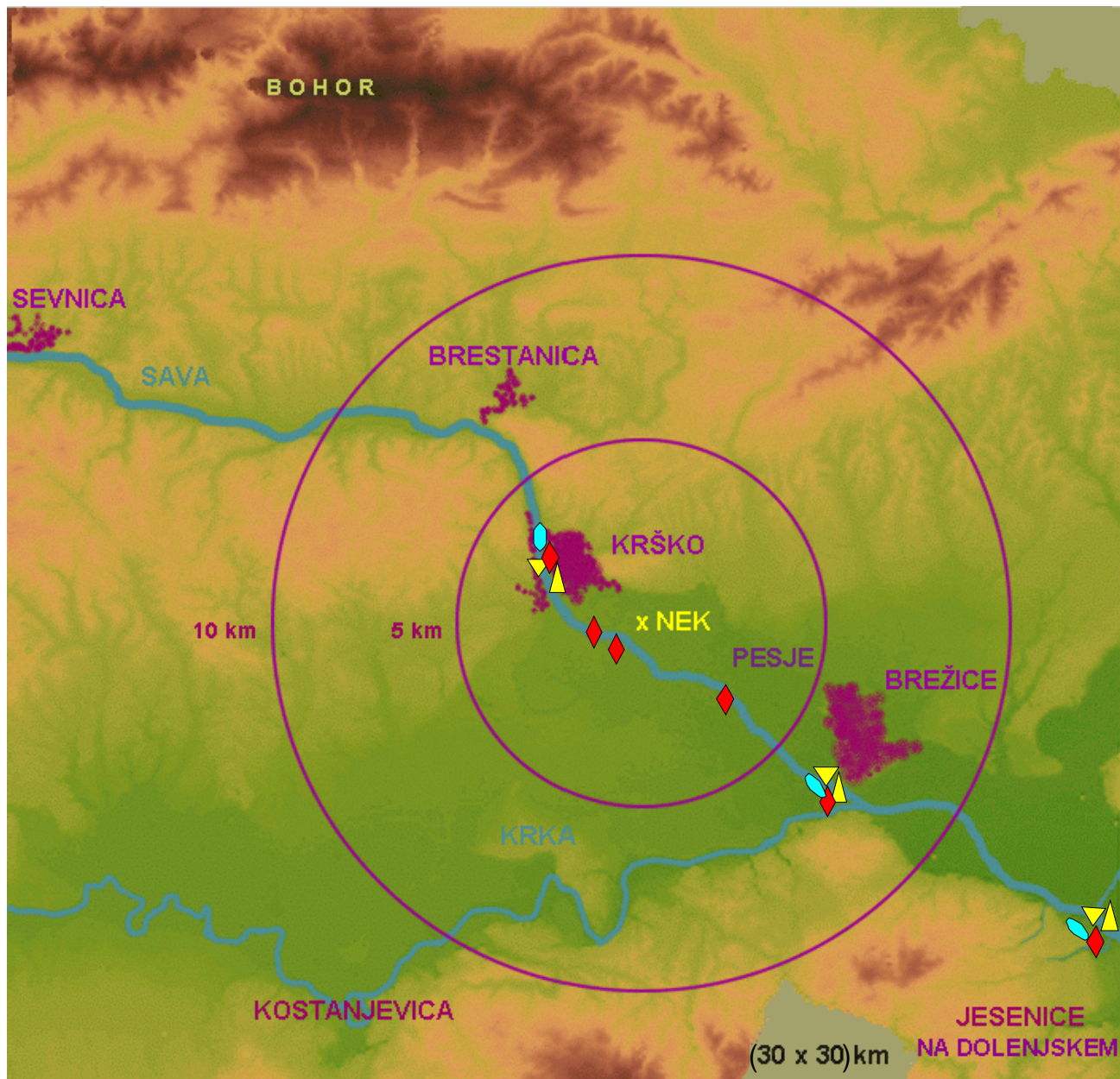
We can conclude that:

- In the year 2007 the impact of the Krško NPP on the exposure of general public to ionizing radiation were estimated as being lower than 0.001 mSv/year.
- This value amounts to about 0.1% of natural background radiation dose.
- The effective dose <2 μSv to general public due to the activities of the Krško NPP is negligible when compared to the annual dose limit for general public, which stands at 1 mSv/year.³
- It is also negligible compared to the two authorized limit doses for general public around the Krško NPP (50 μSv/year at the distance of 500 m from the plant perimeter and 200 μSv/year on the perimeter fence).
- The atmospheric and liquid discharges of the Krško NPP are comparable to those of other similar nuclear installations in Europe. Except for H-3 discharges the discharges of other radionuclides are lower than the average discharges of similar NPPs.

² The sum of contributions of the Krško NPP from different pathways is not given, since the exposures are not necessarily additive.

³ 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 μSv/year on the perimeter of the so-called inner safety zone (at the distance of 500 m from the reactor symmetry axis) and the limit for the annual effective dose, which incorporates the contribution of not only the reactor, but also the intermediate nuclear waste storage, is set at 200 μSv/year on the NPP perimeter fence.





REKA SAVA

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



REKA SAVA

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

V letošnjem letu ni bilo bistvenih sprememb pri programu vzorčevanja v reki Savi. 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 sredini struge) in v Jesenicah na Dolenjskem (17,5 km sotočno od NEK na desnem bregu). Vzorčevanje je opravljal NEK, meritve vzorcev pa sta opravljali neodvisni organizaciji ZVD in IRB. V letu 2007 je ZVD prevzel meritve kontinuirnih vzorcev savskih vod, ki jih je v prejšnjih letih opravljal IJS.

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

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

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

b) ZNAČILNOSTI VZORČEVANJA IN MERITEV

Vsebnost sevalcev gama v vzorcih se je določala z visokoločljivostno spektrometrijo gama po postopku, ki vključuje sušenje in homogenizacijo 50-litrskih vzorcev vode. S scintilacijsko spektrometrijo je bila merjena vsebnost tritija (H-3) v vodnem destilatu savske vode, medtem ko se je vsebnost Sr-90/Sr-89 določala z radiokemično separacijo.

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

1. Vzorčevanje vode skupaj s fino suspendirano snovjo in meritve sušine vzorcev vod in ločene meritve filtrskega ostanka reke Save, ki se kot groba suspendirana snov predhodno odstrani iz vode s filtriranjem.
2. Vzorčevanje talnih sedimentov, ki v glavnem vsebujejo fini pesek (količina vzorca okrog 170 g). Vzorčevanje gibljevih sedimentov, ki vsebujejo več organske snovi, se od leta 2005 ne izvaja več.
3. Vzorčevanje vodne biote (vzorčevanje in meritve celih rib). Ujetih je bilo 30 rib vrste: mrena, klen, menek, som in podust s povprečno maso okrog 500 g. Dodatne meritve ribjih mladice in ločene meritve kosti in mišic odraslih rib se od leta 2006 ne izvajajo več.

Od leta 1997 deluje na referenčnem odvzemnem mestu Krško (v črpalni postaji za tehnološko vodo papirnice Vipap) kontinuirni vzorčevalnik, ki je nadomestil dotedanje ročno zbiranje vzorcev. Meritve vzorcev s te lokacije se izvajajo kvartalno. Podobno od leta 2000 deluje na referenčnem mestu v Brežicah kontinuirno vzorčevanje vode, ki je v letu 2003 v celoti zamenjalo ročno vzorčevanje. V Jesenicah na Dolenjskem vzorčevanje še vedno poteka ročno. Meritve vzorcev iz Brežic in Jesenic na Dolenjskem se izvajajo mesečno.



Kontinuirna avtomatska vzorčevanja in meritve sestavljenih vzorcev savske vode so namenjena predvsem za določanje povprečne vsebnosti dolgoživih izotopov. Neodvisno se izvaja tudi vzorčevanje enkratnih vzorcev nefiltrirane vode (50-litrski vzorci). Iz rezultatov teh meritev lahko natančneje ocenimo koncentracije kratkoživih izotopov, kot je npr. I-131.

c) OBRAVNAVA REZULTATOV

VODA IN SEDIMENTI

Tabele: T-1 do T-4 (ZVD, H-3 - IJS); T-5, T-6 (IRB)
T-7 do 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 zgoščenci v datoteki **Sava2007.pdf**.

H-3 Pri vseh jedrskih elektrarnah je radioaktivni izotop vodika tritij (H-3) prisoten v tekočinskih in atmosferskih izpustih. Poleg tega pa je H-3 tudi kozmogene narave. Nastaja v zgornji plasti atmosfere, predvsem pri jedrski reakciji sekundarnih kozmičnih nevtronov z jedri dušika. Tritij se spremeni v HTO in z dežjem pride do zemeljske površine. Večina tritija je razredčena v oceanih. Poskusne jedrske eksplozije med letoma 1945 in 1975 so v okolje dodatno prinesle večje količine tritija. Večina tega prispevka je do sedaj že razpadla.

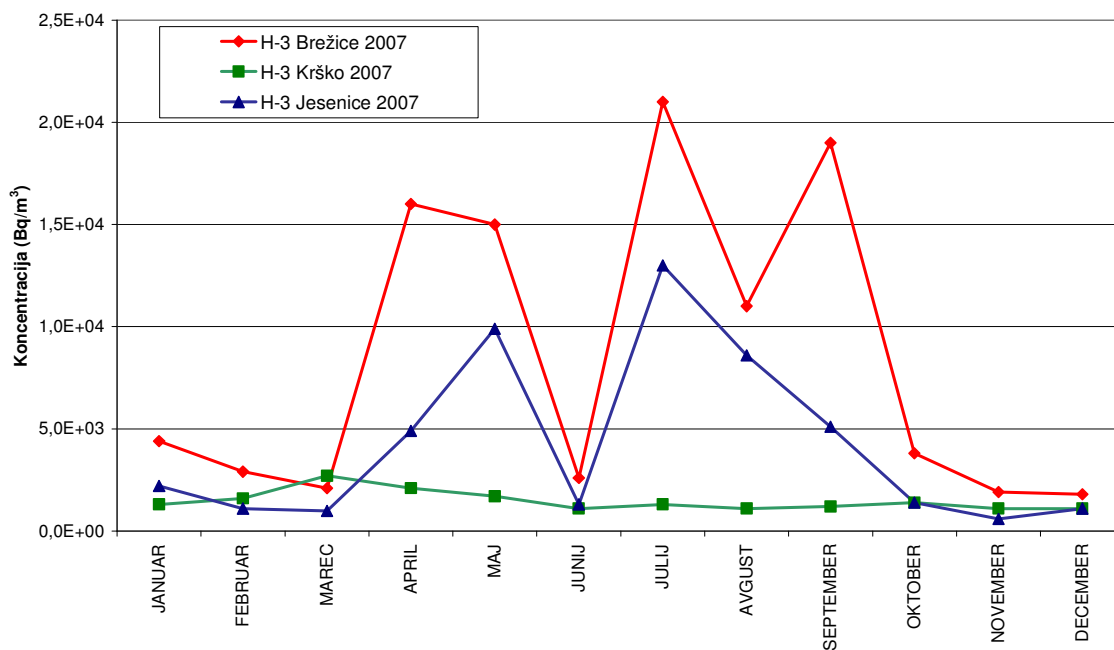
Na sliki 1.1 so prikazane primerjave vsebnosti tritija v savski vodi na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Povprečna letna vsebnost H-3 v Brežicah ($8,5 \text{ kBq/m}^3$) je skoraj šestkrat večja, kot je na referenčnem odvzemnem mestu Krško (pred papirnico) ($1,5 \text{ kBq/m}^3$).

Izrazito višje vrednosti mesečnih povprečij v Brežicah so bile v mesecih juliju in septembru (21 kBq/m^3 , 19 kBq/m^3), medtem ko so bile vrednosti na referenčnem odvzemu Krško običajne $1,3 \text{ kBq/m}^3$ in $1,2 \text{ kBq/m}^3$. V Jesenicah na Dolenjskem so meritve IRB pokazale letno povprečje $4,2 \text{ kBq/m}^3$, z največjo vrednostjo 13 kBq/m^3 prav tako v mesecu juliju. Koncentraciji 21 kBq/m^3 in 19 kBq/m^3 sta najvišji do sedaj izmerjeni koncentraciji na lokaciji Brežice. Vzrok zanj je v povečanih izpustih tritija, ki so bili v letu 2007 najvišji do sedaj (glej sliko 9.1).

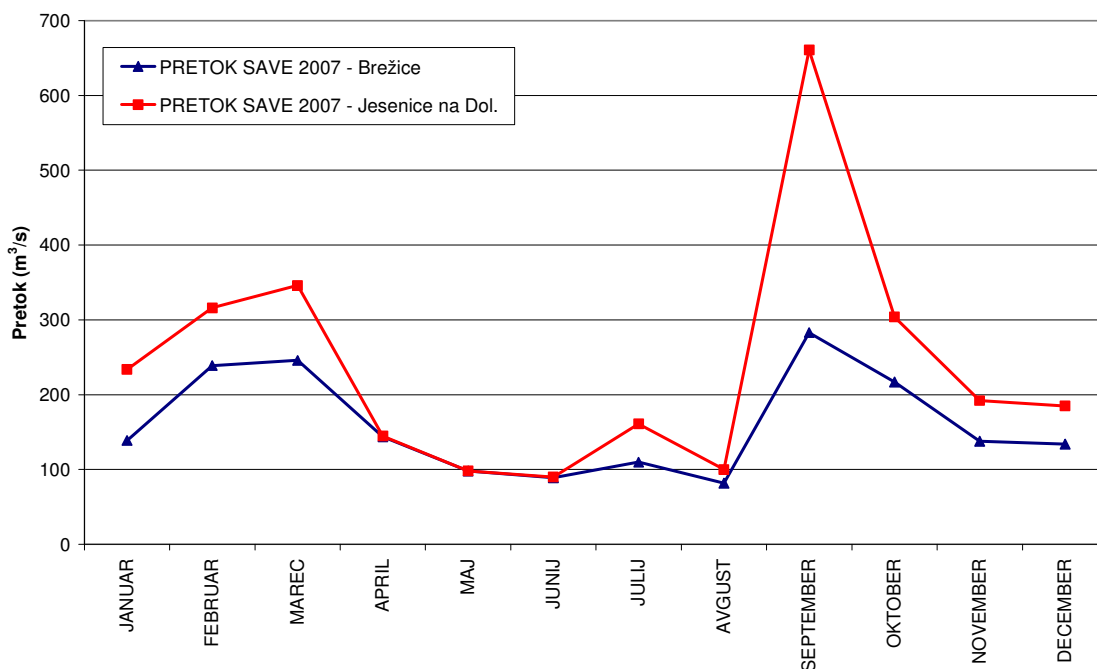
Povprečna letna vsebnost tritija v Brežicah je večja kot v letih 2004 ($4,0 \text{ kBq/m}^3$), 2005 ($6,3 \text{ kBq/m}^3$) in 2006 ($5,9 \text{ kBq/m}^3$). Vsebnost tritija na referenčnem odvzemnem mestu Krško je podobna kot v predhodnih letih. Primerjava vsebnosti tritija na podlagi rezultatov meritev republiškega programa v nekaterih drugih slovenskih rekah kaže podobne vrednosti kot na referenčni lokaciji Krško.

V letu 2007 so bile vsebnosti H-3 v povprečju nižje za faktor 2,3 v Jesenicah na Dolenjskem v primerjavi z vsebnostmi v Brežicah. To je posledica dodatne razredčitve vode zaradi pritokov Krke in Sotle (slika 1.2). Kot kažejo razredčitveni faktorji, v Brežicah še ne pride do popolnega mešanja efluentov s savsko vodo in se tako voda na poti do Jesenic na Dolenjskem še dodatno zmeša in razredči.

Pretok Save v Brežicah je bil najvišji v mesecu septembru ($283 \text{ m}^3/\text{s}$), pri tem je bilo letno povprečje $160 \text{ m}^3/\text{s}$. V Jesenicah na Dolenjskem je bil povprečni pretok Save 1,5-krat višji kot v Brežicah (slika 1.2). V mesecih april, maj in junij so bili izmerjeni pretoki na obeh lokacijah skoraj identični. Slednji rezultati so nelogični, saj mora biti pretok v Jesenicah na Dolenjskem vedno večji zaradi dodatnih pritokov. Neposrednih korelacij med mesečnimi koncentracijami tritija in pretokom Save nismo opazili.



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



Slika 1.2: Izmerjeni pretok Save v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem. Pretok v Jesenicah na Dolenjskem mora biti višji kot v Brežicah zaradi pritokov Krke in Sotle.



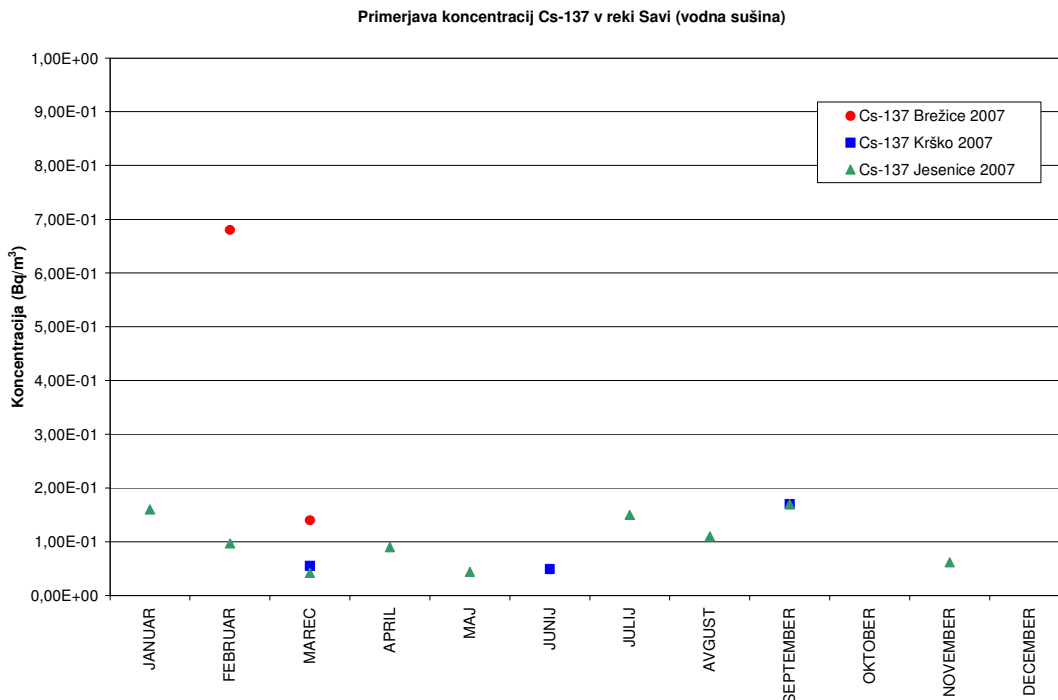
I-131 *SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE*

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

Realnejše ocene temeljijo 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 6,4 Bq/m³ do 10 Bq/m³ in je bila najvišja na odvzemnem mestu Krško pod mostom. Najvišje vrednosti so bile izmerjene v 2. četrtletju na vseh odvzemnih mestih in so bile od 26 Bq/m³ do 31 Bq/m³. Vrednosti so običajne in sistematičnih razlik, ki bi nakazovale vpliv NEK, ni bilo zaznati. Prisotnost I-131 v rekah je tako posledica uporabe tega izotopa v terapevtske in diagnostične namene v bolnišnicah.

SEDIMENTI

V sedimentih je I-131 občasno opažen v nizkih koncentracijah na nekaterih vzorčevalnih lokacijah. V letu 2007 jod ni bil izmerjen na nobeni lokaciji. Do leta 2005, ko se je vzorčeval tudi giblivi sediment, so bile vsebnosti I-131 v talnem sedimentu v povprečju na splošno manjše kot v gibljivem sedimentu, ki vsebuje več organskih snovi.



Slika 1.3: Primerjava vsebnosti Cs-137 v **sušini** reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti posameznih izmerkov so okrog 0,05 Bq/m³.



Cs-137 *SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE*

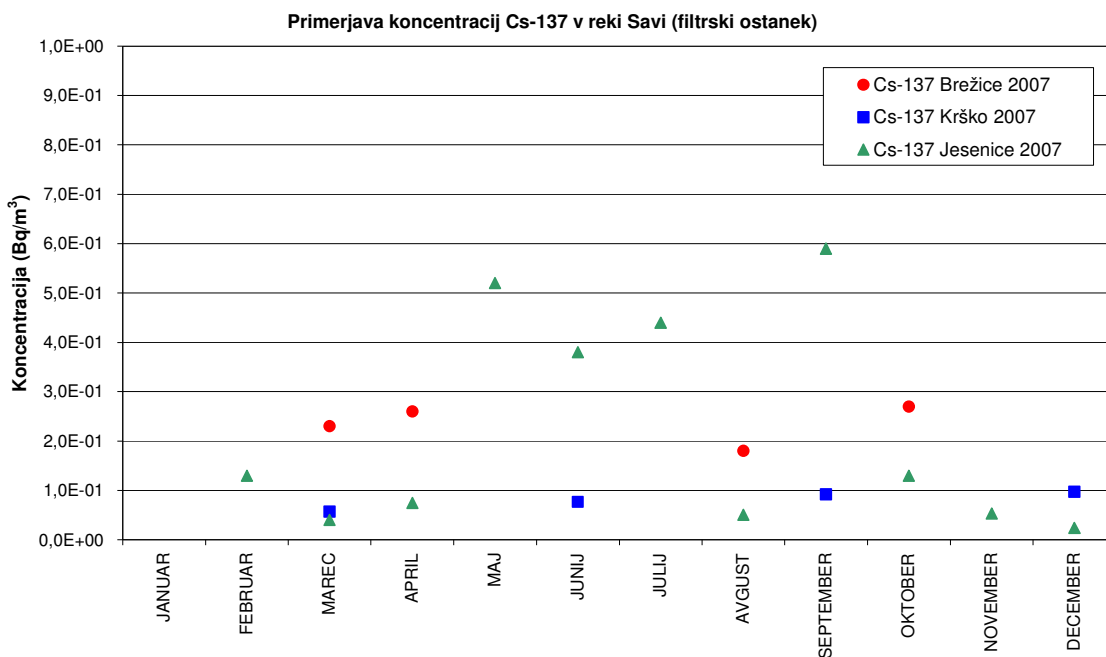
Radioaktivni cezij je prisoten povsod v okolju kot posledica globalne kontaminacije (jedrski poskusi in nesreča v Černobilu). Najdemo ga tudi v tekočinskih efluentih NEK.

Na slikah 1.3 in 1.4 so prikazane primerjave meritev Cs-137 na različnih odvzemnih mestih. Cs-137 se pojavlja v sušini in filtrskem ostanku. V tabeli 1.1 je primerjava povprečnih vsebnosti cezija v vodi in v filtrskem ostanku na različnih odvzemnih mestih.

Povprečna vrednost v suhem ostanku na odvzemnem mestu Jesenice na Dolenjskem je bila $0,08 \text{ Bq/m}^3$ (meritve IRB), največja mesečna vrednost pa na lokaciji Brežice v februarju $0,68 \text{ Bq/m}^3$. Letna povprečna vrednost na referenčnem mestu v Krškem je bila $0,07 \text{ Bq/m}^3$, kar je podobno kot v Jesenicah na Dolenjskem.

Večina mesečnih izmerjenih vrednosti v Brežicah je bila pod mejo kvantifikacije, zato primerjave z drugimi nadzornimi mesti niso mogoče. Meja kvantifikacije pri meritvah v Brežicah (ZVD) je bila desetkrat višja ($2,0 \text{ Bq/m}^3$) kot pri meritvah v Jesenicah na Dolenjskem (IRB). Predlagamo, da izvajalci meritev poenotijo način podajanja mej kvantifikacije, tako da bodo meritve primerljive na vseh nadzornih lokacijah.

Omeniti je treba, da 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 do $0,08 \text{ Bq/m}^3$ v letih 2005 in 2006.



Slika 1.4: Primerjava vsebnosti Cs-137 v **filtrskem ostanku** reke Save na lokacijah Krško, Brežice in Jesenice na Dolenjskem. Negotovosti posameznih izmerkov so okrog $0,05 \text{ Bq/m}^3$.



Tabela 1.1: Vsebnost Cs-137 v Bq/m³ v suhem ostanku po izparevanju vode, v filtrskem ostanku iz reke Save in vsota obeh prispevkov v letu 2007 (meritve ZVD in IRB)

Cs-137 (Bq/m ³)	KRŠKO (pri papirnici)	BREŽICE	JESENICE NA DOLENJSKEM
Suhi ostanek po izparevanju vzorca vode	0,07 ± 0,1	0,07 ± 0,4	0,08 ± 0,07
Filtrski ostanek	0,08 ± 0,02	0,2 ± 0,2	0,2 ± 0,06
SKUPAJ	0,15 ± 0,1	0,27 ± 0,45	0,28 ± 0,09

FILTRSKI OSTANEK

Navadno je koncentracija cezija v filtrskem ostanku višja kot v sami vodi. Filtrski ostanek kaže v Brežicah podobno sliko kot v preteklem letu: v letnem povprečju (0,2 Bq/m³) je vsebnost približno 2-krat večja kot na referenčnem mestu Krško (0,08 Bq/m³). V Jesenicah na Dolenjskem je koncentracija (okrog 0,2 Bq/m³) podobna kot v Brežicah. Na nadzornih mestih v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem so bile ugotovljene najvišje vrednosti 1,5 Bq/m³ (september – Brežice) in 0,59 Bq/m³ (september – Jesenice na Dolenjskem).

Iz tabele 1.1 je razvidno, da je skupna povprečna vsebnost cezija v sušini in filtrskem ostanku za približno 0,12 Bq/m³ višja v Brežicah v primerjavi z referenčnim mestom Krško. Povprečna vrednost v Jesenicah na Dolenjskem je tudi višja od vrednosti na referenčnem mestu v Krškem za 0,13 Bq/m³.

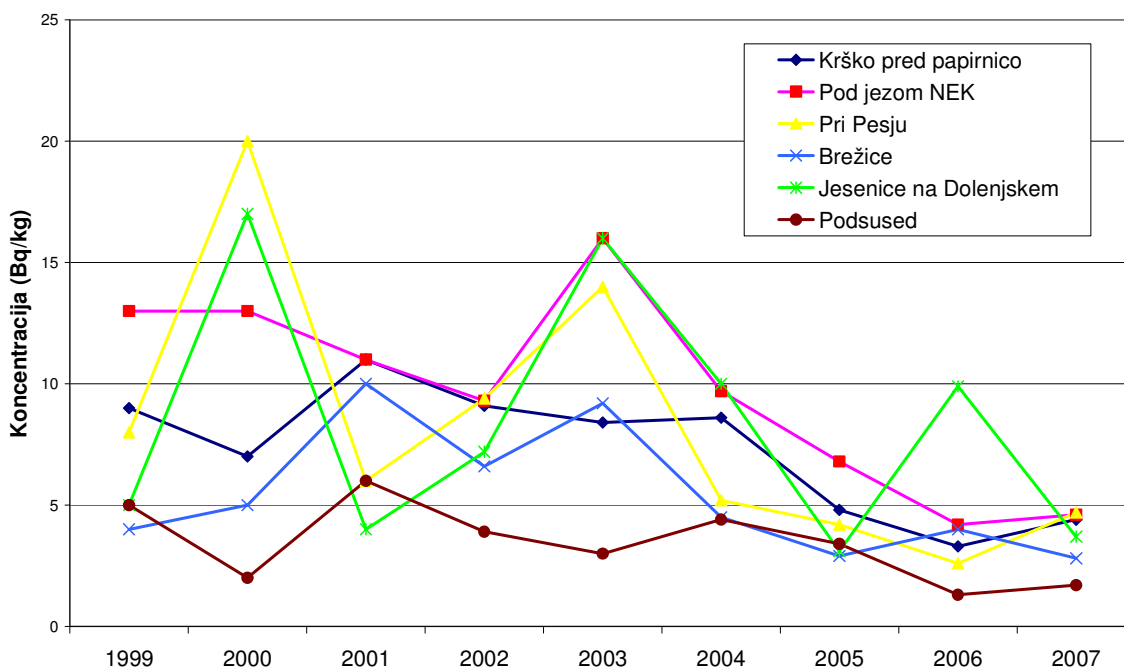
Zaradi velikih merskih negotovosti bolj natančne primerjalne analize niso mogoče. Letno in mesečno spreminjanje povprečnih koncentracij nima nobene korelacije s trendom izpustov cezija iz NEK.

ENKRATNI VZORCI NEFILTRIRANE VODE

Zaradi visokih mej kvantifikacije pri večini meritev enkratnih vzorcev nefiltrirane vode ne moremo primerjati koncentracije Cs-137 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 enaka.

SEDIMENTI

Povprečna aktivnost cezija v talnih sedimentih (IRB) je v Krškem (pod mostom) 4,4 Bq/kg (z največjo vrednostjo 6,2 Bq/kg), pod jezom NEK 4,6 Bq/kg (z največjo vrednostjo 5,4 Bq/kg), v Pesju 4,7 Bq/kg (z največjo vrednostjo 7,0 Bq/kg), v Brežicah 2,8 Bq/kg (z največjo vrednostjo 3,8 Bq/kg), v Jesenicah na Dolenjskem 3,7 Bq/kg (z največjo vrednostjo 4,3 Bq/kg) in v Podsusedu 1,7 Bq/kg (z največjo vrednostjo 2,6 Bq/kg). Rezultati meritev sedimentov, ki jih je izvedel ZVD, so v okviru merske negotovosti podobni meritvam IRB.



Slika 1.5: Primerjava vsebnosti Cs-137 v talnem sedimentu reke Save. Merske negotovosti so okrog 0,5 Bq/kg.

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

S slike 1.5 je razvidno, da obstaja trend zmanjševanja koncentracije cezija v sedimentu na vseh lokacijah, kar je najverjetneje povezano s postopnim zmanjševanjem globalne kontaminacije. V tem letu ni velikih odmikov meritev na različnih lokacijah, ki so bile značilna za pretekla leta. Vpliva NEK v sedimentu ni mogoče zaznati.

Sr-90/Sr-89

SUHI OSTANEK PO IZPAREVANJU VZORCA VODE

Radioaktivni stroncij je podobno kot cezij prisoten povsod v okolju in je posledica globalne kontaminacije. Najdemo ga tudi v tekočinskih izpustih NEK, vendar so njegove aktivnosti 100-krat nižje od aktivnosti cezija.

Sr-90/Sr-89 se pojavlja v vodi na referenčnem mestu Krško v podobni povprečni koncentraciji (1,0 Bq/m³) kot v nadzornem mestu v Brežicah (1,9 Bq/m³) in v Jesenicah na Dolenjskem (2,1 Bq/m³). Vrednosti so v okviru merske negotovosti podobne rezultatom iz zadnjih sedem let.

FILTRSKI OSTANEK

V filtrskem ostanku so vrednosti Sr-90/Sr-89 navadno 10-krat nižje kot v sušini in se gibljejo od 0,04 Bq/m³ do 0,2 Bq/m³. Najvišja povprečna vsebnost je bila izmerjena v Jesenicah na Dolenjskem.



ENKRATNI VZORCI NEFILTRIRANE VODE

Vrednosti v enkratnih vzorcih so podobne kot v vzorcih filtrirane vode. Letna povprečja so od 2,4 Bq/m³ do 2,8 Bq/m³. Izmerjene povprečne vrednosti so v okviru merske negotovosti enake kot v preteklih letih z najvišjo izmerjeno vrednostjo v enkratnem vzorcu v Brežicah 3,5 Bq/m³.

SEDIMENTI

V talnih sedimentih (meritve IRB) se povprečne vrednosti gibljejo od 1,1 Bq/kg do 1,6 Bq/kg. Vrednosti so primerljive z rezultati iz predhodnih let. Primerljivi so tudi rezultati meritev ZVD, kjer so se povprečne koncentracije stroncija gibale okrog 0,7 Bq/kg.

Cs-134, Co-58, Co-60, Mn-54, Ag-110m so sevalci žarkov gama in rentgenskih žarkov, ki so lahko v izpustih NEK. V zadnjih nekaj letih je bil zaznan le Co-60, in sicer leta 2003 in 2006. V letu 2007 noben od naštetih radionuklidov ni dosegel detekcijske meje.

VODNA BIOTA

Tabele: T-19, T-21, T-22 (ZVD); T-22/p1, T-23, T-24, T-25 (IRB)

RIBE

Cs-137 Analize celih rib, ulovljenih na lokacijah, od katerih je prva referenčna v Krškem, druge pa pod izpustom NEK, kažejo povprečne vrednosti vsebnosti Cs-137 od 0,3 Bq/kg do 0,6 Bq/kg (meritve ZVD), pri čemer je največja posamična vrednost dobljena v Krškem (1,7 Bq/kg, ZVD). Vrednosti so primerljive z rezultati predhodnih let.

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

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

V meritvah ZVD in IRB (cele ribe) se gibljejo povprečja po lokacijah od 1 Bq/kg do 0,5 Bq/kg (najvišja vrednost v Jesenicah na Dolenjskem). V splošnem so vse izmerjene vrednosti za umetne radionuklide zelo podobne tistim iz predhodnih let.



Preglednica 1.1a: SUHI OSTANKI PO IZPAREVANJU VODE IN FINE SUSPENDIRANE SNOVI REKE SAVE 2007 – meritve ZVD in IRB

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v filtratu vode (voda s fino suspendirano snovjo)

"Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) $E(70)$ za obdobje 70 let

SAVA						
Lokacija	KRŠKO - VIDEM		BREŽICE (kont. vzor.)		JESENICE (**)	
IZOTOP	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	6,4E+00 ± 2E+00	2,5E-01 ± 7E-02	4,7E+00 ± 1E+00	1,8E-01 ± 5E-02	2,9E+00 ± 3E-01	1,1E-01 ± 1E-02
Ra-226	1,1E+00 ± 2E-01	2,7E-01 ± 4E-02	6,9E-01 ± 1E-01	1,7E-01 ± 3E-02	8,6E-01 ± 5E-02	2,2E-01 ± 1E-02
Pb-210	7,6E+00 ± 3E+00	7,1E+00 ± 2E+00	6,2E+00 ± 3E+00	5,8E+00 ± 3E+00	3,5E+00 ± 4E-01	3,2E+00 ± 3E-01
Ra-228	9,7E-01 ± 2E-01	1,4E+00 ± 2E-01	1,2E+00 ± 2E-01	1,8E+00 ± 4E-01	5,9E-01 ± 9E-02	8,8E-01 ± 1E-01
Th-228	1,1E+00 ± 7E-01	4,3E-01 ± 3E-01	9,1E-01 ± 2E-01	3,7E-01 ± 9E-02	2,9E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 2E-01
K-40	3,8E+01 ± 5E+00	4,1E-01 ± 5E-02	2,6E+01 ± 3E+00	2,9E-01 ± 3E-02	3,1E+01 ± 3E+00	3,4E-01 ± 4E-02
Be-7	4,3E+01 ± 1E+01	1,4E-03 ± 5E-04	1,6E+01 ± 1E+01	5,3E-04 ± 4E-04	1,8E+00 ± 2E-01	6,0E-05 ± 7E-06
I-131			1,6E+00 ± 7E-01	7,5E-02 ± 3E-02	4,3E+00 ± 5E-01	2,0E-01 ± 2E-02
Cs-134						
Cs-137	6,9E-02 ± 1E-01	2,1E-04 ± 4E-04	6,8E-02 ± 4E-01	2,1E-04 ± 1E-03	7,6E-02 ± 7E-02	2,4E-04 ± 2E-04
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	1,0E+00 ± 2E-01	1,9E-02 ± 3E-03	1,9E+00 ± 2E-01	3,5E-02 ± 4E-03	2,1E+00 ± 7E-02	4,0E-02 ± 1E-03
H-3	1,5E+03 ± 1E+02	1,2E-02 ± 1E-03	8,5E+03 ± 2E+03	6,8E-02 ± 2E-02	4,2E+03 ± 1E+03	3,4E-02 ± 1E-02
Doza za umetne radionuklide		3,1E-02 ± 3E-03		1,8E-01 ± 4E-02		2,7E-01 ± 2E-02
Doza za um. rad. brez I-131		3,1E-02 ± 3E-03		1,0E-01 ± 2E-02		7,4E-02 ± 1E-02
Doza - SKUPAJ		9,9E+00 ± 2E+00		8,8E+00 ± 3E+00		6,2E+00 ± 4E-01

Preglednica 1.1b: FILTRSKI OSTANKI REKE SAVE 2007 – meritve ZVD in IRB

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov v filtrskem ostanku (grobe suspendirane snovi)

"Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) $E(70)$ za obdobje 70 let

FILTRSKI OSTANEK						
Lokacija	KRŠKO - VIDEM		BREŽICE (kont. vzor.)		JESENICE (**)	
IZOTOP	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	1,6E+00 ± 7E-01	6,4E-02 ± 3E-02	3,0E+00 ± 9E-01	1,2E-01 ± 3E-02	3,7E-01 ± 7E-02	1,5E-02 ± 3E-03
Ra-226	2,3E-01 ± 5E-02	5,7E-02 ± 1E-02	4,2E-01 ± 2E-01	1,1E-01 ± 5E-02	2,2E-01 ± 7E-02	5,5E-02 ± 2E-02
Pb-210	6,3E-01 ± 2E-01	5,9E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 6E-01	1,0E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 6E-01	3,9E+00 ± 5E-01
Ra-228	3,3E-01 ± 1E-01	4,9E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 4E-01	3,5E-01 ± 1E-01	5,2E-01 ± 2E-01
Th-228	3,9E-01 ± 1E-01	1,6E-01 ± 4E-02	7,7E-01 ± 2E-01	3,1E-01 ± 9E-02	4,3E-01 ± 3E-01	1,7E-01 ± 1E-01
K-40	1,9E+00 ± 6E-01	2,1E-02 ± 6E-03	6,1E+00 ± 3E+00	6,6E-02 ± 3E-02	3,7E+00 ± 2E+00	4,0E-02 ± 2E-02
Be-7			2,1E-01 ± 1E-01	7,2E-06 ± 5E-06	1,1E+00 ± 3E-01	3,6E-05 ± 9E-06
I-131					2,7E-01 ± 9E-02	1,2E-02 ± 4E-03
Cs-134						
Cs-137	8,1E-02 ± 2E-02	2,5E-04 ± 8E-05	2,0E-01 ± 2E-01	6,3E-04 ± 5E-04	2,0E-01 ± 6E-02	6,3E-04 ± 2E-04
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	4,0E-02 ± 7E-03	7,6E-04 ± 1E-04	1,4E-01 ± 4E-02	2,7E-03 ± 8E-04	2,0E-02 ± 1E-02	3,7E-04 ± 2E-04
Doza za umetne radionuklide		1,0E-03 ± 1E-04		3,3E-03 ± 1E-03		1,3E-02 ± 4E-03
Doza za um. rad. brez I-131		1,0E-03 ± 1E-04		3,3E-03 ± 1E-03		1,0E-03 ± 3E-04
Doza - SKUPAJ		1,4E+00 ± 3E-01		3,2E+00 ± 7E-01		4,8E+00 ± 6E-01

(**) Meritve IRB



POVZETEK SUMARNIH DOZ ZA OTROKE (1–2 LET) IN ODRASLE, izračunanih iz merskih podatkov preglednic 1.1a in 1.1b, doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [5] in faktorjev porabe (odrasli človek zaužije letno 0,75 m³ vode in otrok 0,26 m³). Preglednica vsebuje **sumarne doze za suhi in filtrski ostanek** ob predpostavki pitja nefiltrirane savske vode.

Preglednica 1.1a, b (povzetek):

Suhi ostanek po izparevanju vode ter filtrski ostanek reke Save v letu 2007

– meritve ZVD in IRB

Starostna skupina	Radionuklidi	Efektivna doza (μSv na leto)		
		KRŠKO (meritve ZVD)	BREŽICE (meritve ZVD)	JESENICE NA DOLENJSKEM (meritve IRB)
Odrasli (E(50))	Umetni radionuklidi	0,044 ± 0,004	0,185 ± 0,030	0,177 ± 0,020
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,044 ± 0,004	0,155 ± 0,030	0,102 ± 0,020
	H-3	0,020 ± 0,002	0,110 ± 0,030	0,056 ± 0,020
	Umetni in naravni radionuklidi	6,120 ± 1,005	6,200 ± 2,022	6,100 ± 0,361
Otroci (E(70))	Umetni radionuklidi	0,032 ± 0,003	0,183 ± 0,040	0,283 ± 0,020
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,032 ± 0,003	0,103 ± 0,020	0,075 ± 0,010
	H-3	0,012 ± 0,001	0,068 ± 0,020	0,034 ± 0,010
	Umetni in naravni radionuklidi	11,300 ± 2,022	12,000 ± 3,081	11,000 ± 0,721

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

E(70) Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka za obdobje 70 let


Preglednica 1.2a: REKA SAVA – CELE RIBE 2007 – meritve ZVD
"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov (Bq/kg) v sveži snovi vzorcev mišic rib in kosti

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

Izotop	JESENICE na Dol.		KRŠKO		BREŽICE	
	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)	A (Bq/kg)	Doza (μ Sv)
U-238	4,6E-01 \pm 3E-01	1,0E+00 \pm 6E-01	1,1E+00 \pm 6E-01	2,4E+00 \pm 1E+00	1,2E+00 \pm 4E-01	2,6E+00 \pm 9E-01
Ra-226	3,6E-01 \pm 2E-01	4,6E+00 \pm 2E+00	9,1E-02 \pm 3E-02	1,1E+00 \pm 4E-01	7,0E-02 \pm 3E-02	8,8E-01 \pm 4E-01
Pb-210	1,1E-01 \pm 8E-02	3,5E+00 \pm 2E+00	4,1E-01 \pm 3E-01	1,3E+01 \pm 9E+00	9,3E-02 \pm 9E-02	2,9E+00 \pm 3E+00
Ra-228	1,2E-01 \pm 7E-02	3,6E+00 \pm 2E+00	7,8E-02 \pm 8E-02	2,4E+00 \pm 2E+00		
Th-228	8,8E-02 \pm 6E-02	1,5E+00 \pm 9E-01	2,7E-01 \pm 2E-01	4,5E+00 \pm 4E+00		
K-40	1,1E+02 \pm 5E+00	3,0E+01 \pm 1E+00	1,2E+02 \pm 2E+01	3,4E+01 \pm 5E+00	1,2E+02 \pm 4E+00	3,3E+01 \pm 1E+00
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137	3,0E-01 \pm 1E-01	1,7E-01 \pm 8E-02	6,0E-01 \pm 4E-01	3,5E-01 \pm 2E-01	5,0E-01 \pm 2E-01	2,9E-01 \pm 1E-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	1,0E+00 \pm 3E-01	1,3E+00 \pm 4E-01	4,9E-01 \pm 1E-01	6,1E-01 \pm 2E-01	6,6E-01 \pm 2E-01	8,3E-01 \pm 3E-01
Doza za umetne radionuklide		1,5E+00 \pm 4E-01		9,6E-01 \pm 3E-01		1,1E+00 \pm 3E-01
Doza za umetne rad. brez I-131		1,5E+00 \pm 4E-01		9,6E-01 \pm 3E-01		1,1E+00 \pm 3E-01
Doza - SKUPAJ		4,6E+01 \pm 5E+00		5,8E+01 \pm 1E+01		4,0E+01 \pm 3E+00

POVZETEK SUMARNIH DOZ ZA ODRASLE (> 17 let) IN OTROKE (1-2 LET), izračunanih iz merskih podatkov preglednice 1.2a, doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [5] in faktorja porabe (odrasel ribič zaužije 45 kg rib in otrok (1-2 leti) 0 kg).

Preglednica 1.2a (povzetek):
Reka Sava – cele ribe 2007 – meritve ZVD

Starostna skupina	Radionuklidi	Efektivna doza (μ Sv na leto)					
		Krško		Brežice		Jesenice na Dolenjskem	
Odrasli (E(50))	Umetni radionuklidi	0,96	\pm 0,30	1,10	\pm 0,30	1,50	\pm 0,40
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,96	\pm 0,30	1,10	\pm 0,30	1,50	\pm 0,40
	Umetni in naravni radionuklidi	58,00	\pm 10,00	40,00	\pm 3,00	46,00	\pm 5,00
Otroci (E(70))	Umetni radionuklidi	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00
	Umetni in naravni radionuklidi	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00	0,00	\pm 0,00

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

E(70) Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka za obdobje 70 let

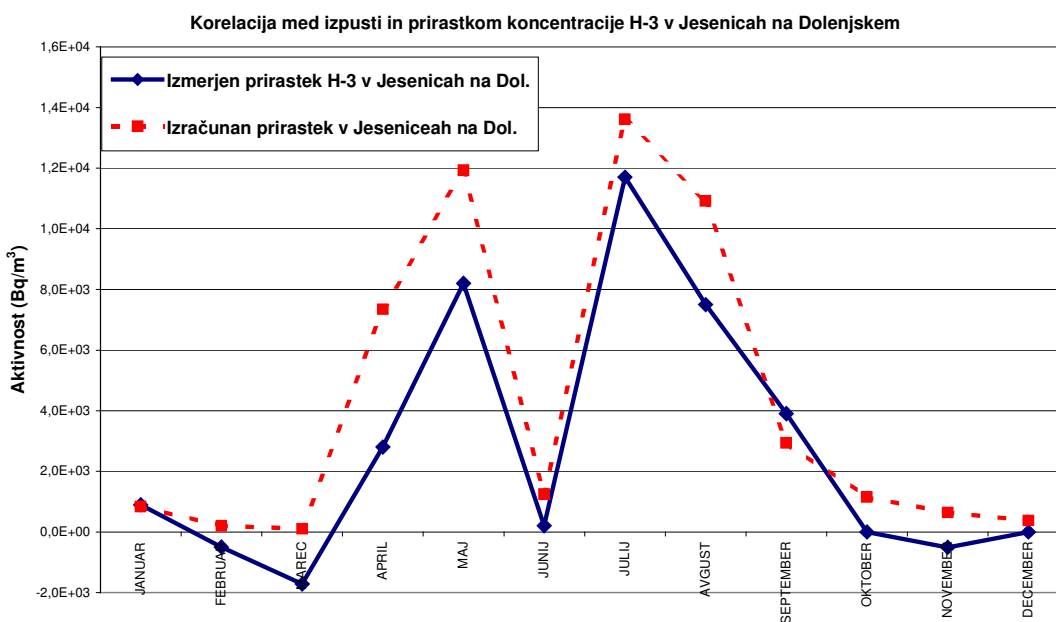


d) VPLIV NEK NA VSEBNOSTI RADIONUKLIDOV V OKOLJU

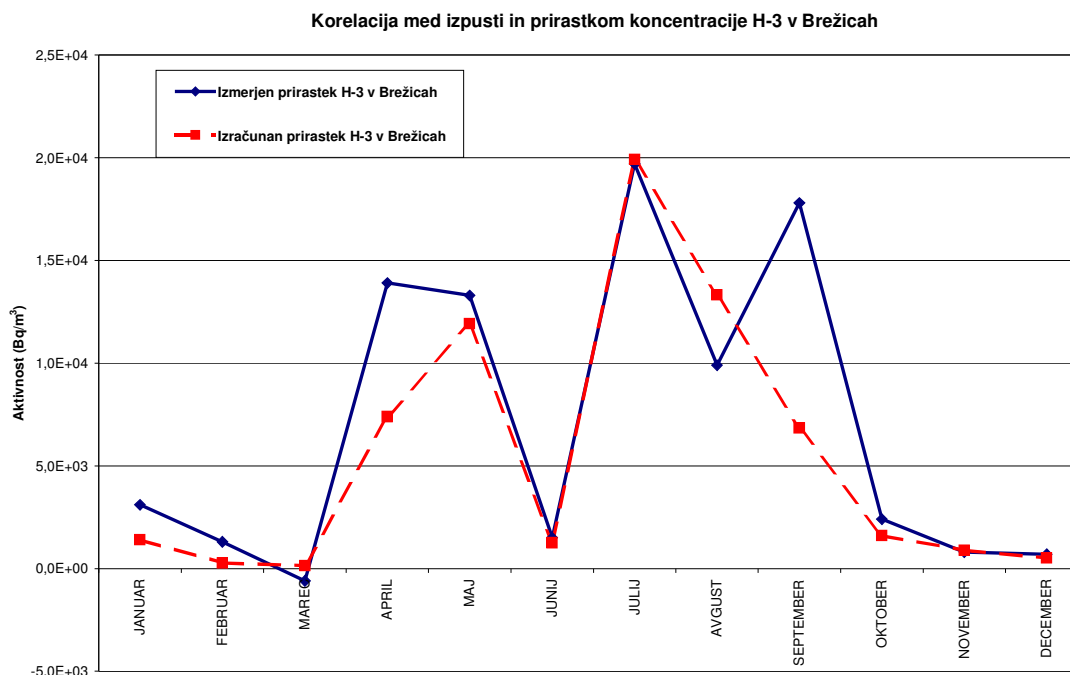
Vpliv na okolje smo ocenili na podlagi primerjave rezultatov emisijskih meritev (meritev vzorcev iz izpustnih tankov – WMT in kaluže uparjalnikov – SGBD), ki jih izvaja NEK, in rezultatov meritev vzorcev reke Save. Na slikah 9.2 in 9.4 (poglavje "Program B") so podani mesečni tekočinski izpusti najpomembnejših radionuklidov (H-3, Co-60, Co-58 in Cs-137) v reko Savo. Po podatkih NEK so bili največji izpusti opravljeni v juliju in septembru, ko je bilo v okolje izpuščeno 5,7 TBq in 5,0 TBq tritija H-3. Največji izpusti drugih radionuklidov so bili izvedeni v oktobru. Aktivnosti slednjih so pet velikostnih redov nižje kot pri tritiju.

Na slikah 1.6 in 1.7 je prikazana korelacija med izračunanimi mesečnimi koncentracijami H-3 v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem ter izmerjenimi prirastki koncentracije H-3. Izračunane koncentracije so dobljene tako, da smo mesečni izpust H-3 delili z mesečno količino pretečene savske vode. Na ta način predpostavimo, da je prišlo do popolnega mešanja vode na omenjenih lokacijah. Pri izmerjenih koncentracijah smo vzeli povprečni prirastek koncentracije v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem v primerjavi z referenčnim mestom v Krškem.

Iz grafov je razvidno, da obstaja dobra korelacija med izpusti in prirastkom koncentracije H-3 v Savi. Izračunani negativni prirastki v nekaterih mesecih so posledica vzorčevalnih in merskih negotovosti. Na sliki 1.8 je narejena primerjava med izmerjenimi letnimi prirastki koncentracije in izračunanimi koncentracijami H-3 v Brežicah od leta 2000. Ugotovljeno je, da so izmerjene vrednosti v povprečju za faktor 1,6 višje kot izračunane vrednosti. Iz tega lahko sklepamo, da najverjetneje na lokaciji Brežice še ne pride do popolnega mešanja tritija v Savi. To tudi pomeni, da model, ki upošteva idealno mešanje Save, najverjetneje podceni prejete doze za okrog 40 %. Odmiki so minimalni, če upoštevamo vrsto negotovosti, ki vplivajo na končne izračune prejetih doz (vzorčevalna in merska negotovost, negotovost porabe, negotovost bivalnih navad, negotovost doznih in bioakumulacijskih faktorjev).



Slika 1.6: Prirastek koncentracij H-3 v Brežicah v primerjavi z referenčno lokacijo Krško. Primerjava z izračunanimi koncentracijami, dobljenimi na podlagi mesečnih izpustov in pretoka Save (mesečni izpust / mesečni pretok Save).



Slika 1.7: Prirastek koncentracij H-3 v Jesenicah na Dolenjskem v primerjavi z referenčno lokacijo Krško. Primerjava z izračunanimi koncentracijami, dobljenimi na podlagi mesečnih izpustov in pretoka Save (mesečni izpust / mesečni pretok Save)

Povprečni letni prispevek koncentracije tritija v savski vodi zaradi vpliva NEK na odvzemnem mestu Brežice je bil $(7,0 \pm 2,0)$ kBq/m³, kar je več kot v predhodnih letih (slika 1.8).

V letu 2007 povprečna koncentracija tritija v črpališčih krškega in brežiškega vodovoda ni naraščala. Povečanje koncentracije tritija je bilo izmerjeno v vrtini VOP-4 v obdobju večjih izpustov tritija v Savo.

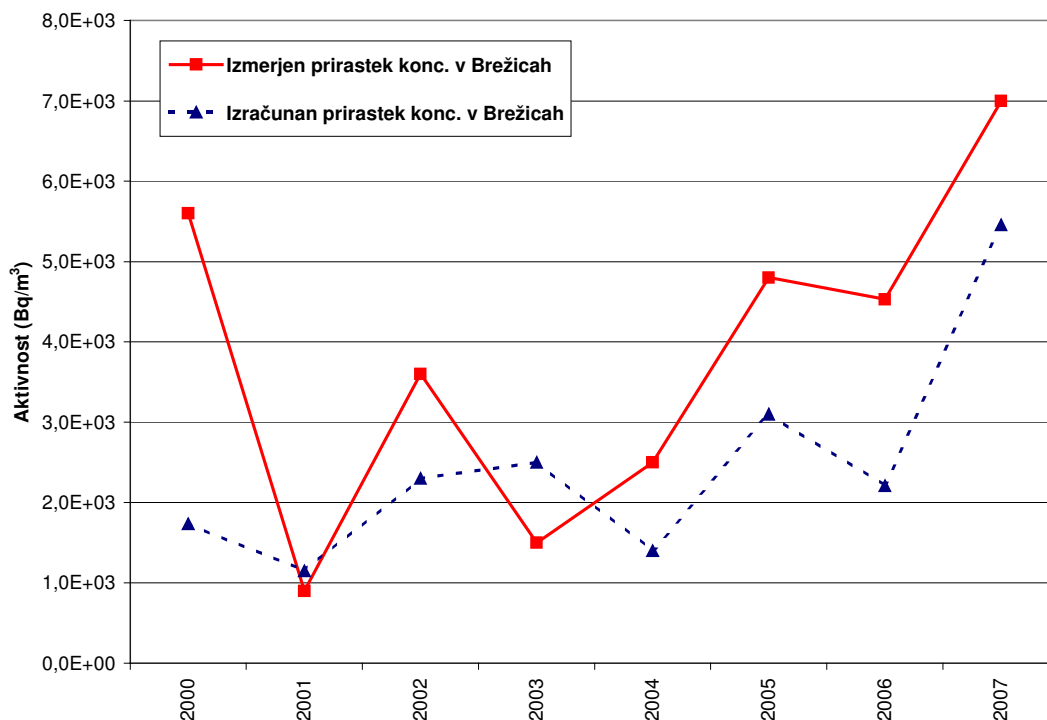
Na podlagi dobrega ujemanja med izmerjenimi prirastki koncentracije tritija in izračunanimi vrednostmi iz modela, lahko v obratnem vrstnem redu ocenimo tudi skupno izpuščeno aktivnost iz NEK, tako da pomnožimo prirastek H-3 z letnim pretokom reke Save:

$$160 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ d} = 5,0\text{E}+9 \text{ m}^3$$

Izračunana izpuščena aktivnost tritija $(3,5 \pm 1,0)$ E+13 Bq se razmeroma dobro ujema z dejanskimi letnimi izpusti H-3 $(2,13 \text{ E}+13 \text{ Bq}$ v letu 2007).

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

Cs-137 in Sr-90/Sr-89 sta prisotna na vseh merilnih mestih, vendar ni nobene neposredne korelacije z mesečnimi izpusti. Primerjava z meritvami od leta 1999 naprej kaže dokaj podobno situacijo glede umetnega radionuklida Cs-137, ki je povezan z rahlo pojemajočo černobilsko onesnaženostjo in s spremenjenim tehnološkim procesom v papirnici Vipap. Ocena prispevka Cs-137 zaradi vpliva NEK je narejena na podlagi primerjave med meritvami v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem. Tako je bil povprečni prispevek vsebnosti Cs-137 v sušini skupaj s filtrskim ostankom na odvzemnem mestu Brežice $(0,12 \pm 0,46)$ Bq/m³ (v letu 2006 je bil $(0,08 \pm 0,07)$ Bq/m³). Zaradi velike merske negotovosti dejanskega vpliva NEK ni mogoče ovrednotiti.



Slika 1.8: Primerjava med letnimi povprečnimi prirastki koncentracije H-3 v Brežicah in izračunanimi koncentracijami, dobljenimi na podlagi mesečnih izpustov in pretoka Save (mesečni izpust / mesečni pretok Save)

Pomembnejši prispevek od cezija k dozi referenčne skupine da umetni radionuklid Sr-90, ki kaže bolj ali manj stalne vrednosti, primerljive z obdobjem preteklih let. Aktivnost Sr-90 v črnobilskem usedu je bila približno 2 % vrednosti Cs-137. Tako so izmerjene vrednosti predvsem ostanek atmosferskih jedrskih eksplozij v preteklosti. Ocena prispevka Sr-90 zaradi vpliva NEK je narejena enako kot za cezij in tritij na podlagi primerjave med meritvami v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem. Tako je bil povprečni prispevek vsebnosti Sr-90/Sr-89 v sušini na odvzemnem mestu Brežice ($0,9 \pm 0,3$) Bq/m³, kar je znotraj merske negotovosti enako kot v letu 2006. Koncentracije v filtrskem ostanku so zanemarljive.

Višja vsebnost cezija in stroncija v Brežicah glede na referenčno mesto v Krškem najverjetneje ni posledica vpliva NEK v letu 2007.

Med kratkoživimi onesnaževalci je pomemben I-131, ki ga tudi v letu 2007 opažamo v primerljivih koncentracijah protitočno od NEK (terapija v bolnicah), kot tudi sotočno od NEK. Vsako leto ugotovljamo, da so bolnišnice bistveno večji onesnaževalec Save z I-131 kot NEK.

e) OCENA DOZE NA PODLAGI MERITEV VZORCEV IZ OKOLJA

Zaradi kontinuitete poročil in možnosti primerjav z meritvami v predhodnih letih smo tudi letos naredili oceno sevalnih obremenitev na podlagi meritev povprečnih letnih vsebnosti radionuklidov v vodi in v ribah reke Save na referenčni in nadzornih točkah. Rezultati so podani v **preglednicah 1.1** in **1.2**. V stolpcih "A" so navedene povprečne vsebnosti radionuklidov posebej za vodo s suspendirano snovjo in posebej za filtrski ostanek, ki se predhodno s filtriranjem kot groba suspendirana snov odstrani iz vode.



Postopek za preračun sevalnih obremenitev preko aktivnosti in doznih pretvorbenih faktorjev je opisan v dokumentu *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*. V nadaljevanju navajamo rezultate dobljene po tej metodologiji. Poraba vode referenčne skupine je skladna z *Uredbo o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2)*.

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

UŽIVANJE RIB

Podobno kot v letu 2005 in 2006 smo tudi za leto 2007 naredili oceno doze, ki bi jo prejel **odrasel človek – ribič** ob zaužitju 45 kg rib na leto (ekstremna poraba) [7]. Zaradi pomanjkanja podatkov smo pri izračunu upoštevali koncentracije radionuklidov v celih ribah in ne samo v mišicah rib kot v preteklih letih. Za umetne radionuklide brez upoštevanja I-131 smo dobili v Brežicah (preglednica 1.2a) vrednost $(1,1 \pm 0,3) \mu\text{Sv}$ na leto in na referenčem mestu v Krškem $(0,96 \pm 0,3) \mu\text{Sv}$ na leto.

Prispevek NEK k letni dozi posameznika zaradi uživanja rib smo ocenili na podlagi razlike doz na lokacijah sotočno od NEK v Brežicah in na referenčnem mestu v Krškem (tabela 1.2a). Na podlagi te metodologije smo izračunali, da je možni prispevek NEK v Brežicah zaradi uživanja rib **$(0,14 \pm 0,42) \mu\text{Sv}$ na leto** za odrasle. Merska negotovost je prevelika, da bi bilo mogoče po tej metodologiji ocenjevati doze zaradi prispevka NEK.

PITJE SAVSKE VODE

Podobno kot v preteklosti smo naredili oceno letne doze zaradi vsebnosti umetnih radionuklidov brez upoštevanja I-131, ki jo prejme odrasel človek ter otrok (1–2 let) ob predpostavki, da bi **celo leto pil nefiltrirano savsko vodo**. V poročilu *Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočih izpustov NE Krško v reko Savo (IJS-DP-8801)* [7] je bilo ugotovljeno, da je prenosna pot pitja rečne vode malo verjetna in nam zato ne da realnih rezultatov. Zaradi primerjave s prejšnjimi leti v nadaljevanju vseeno podajamo ocene doz za to prenosno pot, kjer smo upoštevali porabo $0,75 \text{ m}^3$ vode. Rezultati so podani v povzetku v preglednici 1.1a,b.

Prispevek NEK k letni dozi posameznika zaradi pitja nefiltrirane savske vode smo ocenili na podlagi razlike doz na lokacijah sotočno od NEK in na referenčnem mestu v Krškem (tabela 1.2). Na podlagi te metodologije je razvidno, da je prispevek NEK (umetni radionuklidi brez upoštevanja I-131) zaradi uživanja vode v Brežicah $(0,11 \pm 0,03) \mu\text{Sv}$ na leto za odrasle in $(0,07 \pm 0,02) \mu\text{Sv}$ na leto za otroke. Od te doze lahko z gotovostjo pripišemo NEK le tisti del, ki pride od H-3, to je **$(0,09 \pm 0,03) \mu\text{Sv}$ na leto** za odrasle in **$(0,06 \pm 0,02) \mu\text{Sv}$ na leto** za otroke.

f) SKLEPI

Ocena prispevka emisij NEK in drugih dejavnikov (globalna kontaminacija, prispevek I-131 iz zdravstvene dejavnosti) k letni efektivni dozi posameznika, narejena samo na podlagi primerjave meritev vzorcev savske vode protitočno in sotočno od NEK in ob predpostavki pitja nefiltrirane savske vode, da podobno kot v letu 2006 izpostavljenost okrog $0,1 \mu\text{Sv}$ na leto za vse starostne skupine.

Efektivne doze zaradi prispevka NEK zaradi uživanja rib ni mogoče oceniti zaradi prevelike merske negotovosti.

Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti, ki je narejena na podlagi izmerjenih izpustov, je podana v poglavju *"Ocena letnih doz referenčne skupine za savske prenosne poti v letu 2007"*. To metodo uporabljamo za dejansko oceno vpliva NEK. Oceno letnih doz iz meritev vzorcev v okolju uporabljamo le kot vzporedno metodo, ki nam da primerljive vrednosti.



Tabela 1.2: Prispevek NEK k dozi za otroke (1–2 let) in odrasle, izračunan iz merskih podatkov v preglednicah 1.1a in b in ob predpostavki pitja nefiltrirane savske vode. Razlika doze vsebuje prispevke emisij NEK in prispevke umetnih radionuklidov, ki so v okolju zaradi drugih dejavnikov (globalna kontaminacija, prispevek papirnice Vipap in prispevek I-131 iz zdravstvene dejavnosti).

Starostna skupina	Radionuklidi	Efektivna doza (μSv na leto)					
		RAZLIKA Brežice – Krško			RAZLIKA Jesenice na Dolenjskem – Krško		
Odrasli (<i>E</i> (50))	Umetni radionuklidi	0,14	±	0,03	0,13	±	0,020
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,11	±	0,03	0,06	±	0,020
	H-3	0,09	±	0,03	0,04	±	0,020
	Umetni in naravni radionuklidi	0,08	±	2,26	-0,02	±	1,068
Otroci (<i>E</i> (70))	Umetni radionuklidi	0,15	±	0,04	0,25	±	0,021
	Umetni radionuklidi brez I-131	0,07	±	0,02	0,04	±	0,010
	H-3	0,06	±	0,02	0,02	±	0,010
	Umetni in naravni radionuklidi	0,70	±	3,69	-0,30	±	2,147

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

E(70) Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka za obdobje 70 let

g) REFERENCE

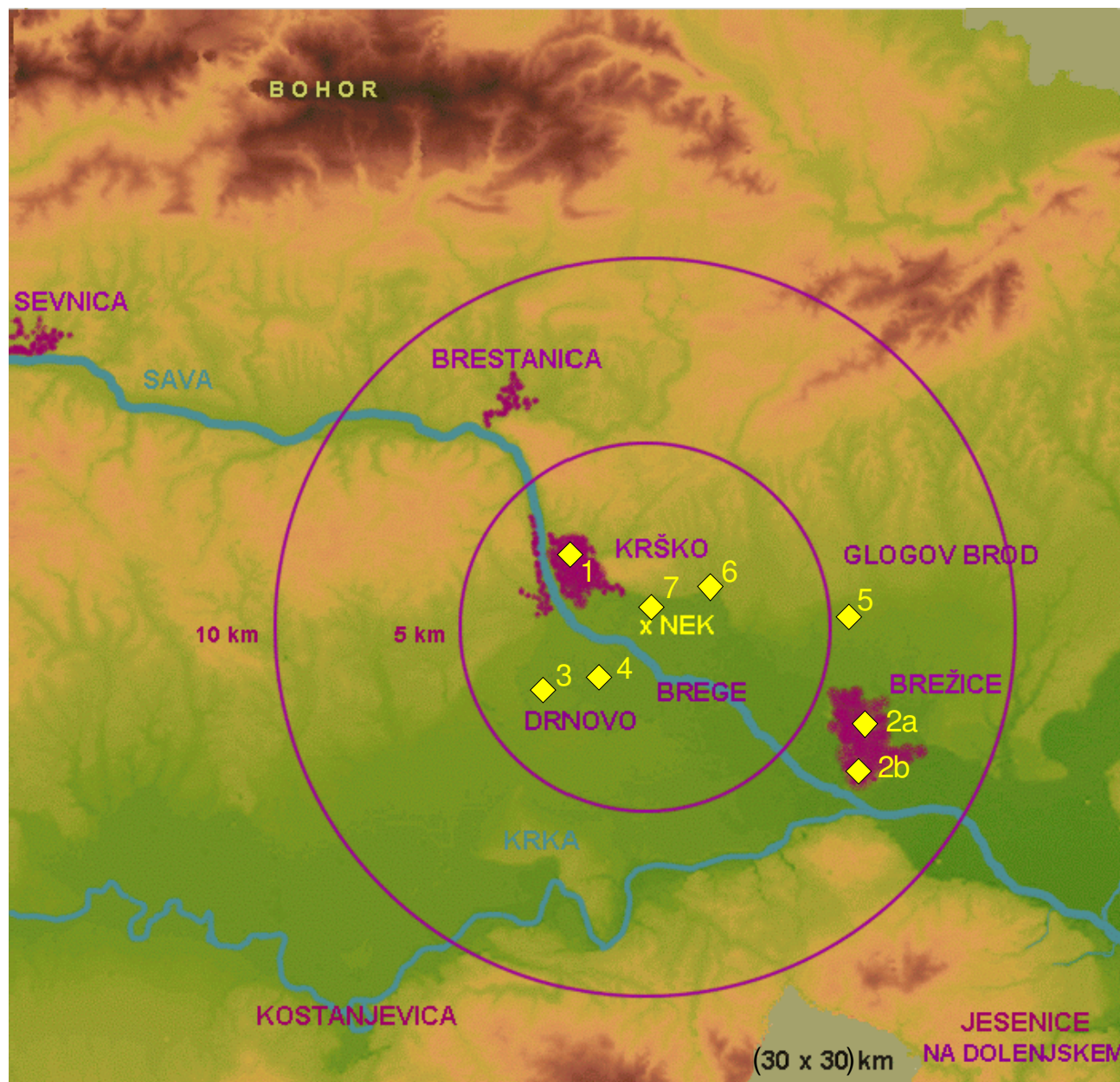
- [3] ZVISJV - Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradno prečiščeno besedilo UPB-2, Uradni list RS 102/2004, 12306)
- [4] UV2 - Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, Uradni list RS 49/2004, 2843
- [5] International Basic Safety Standards 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)



VODOVODI IN PODTALNICE

◆ VODOVODI, ZAJETJA,
ČRPALIŠČA IN VRTINE

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





VODOVODI IN PODTALNICE

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

Pravilnik o načinu, obsegu in rokih sistematičnih preiskav kontaminacije z radioaktivnimi snovmi v okolici jedrskih objektov (Z-2), ki ga od marca 2007 nadomešča Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti (JV10) [8] predpisuje kot kontrolne metode meritve z visokoločljivostno spektrometrijo gama ter specifični analizi na vsebnost radiostroncija (Sr-90/Sr-89) in tritija.

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Lokacije vzorčevalnih mest so predstavljene na pregledni karti na prejšnji strani.

Vzorčevanje vodovodov, črpališč in podtalnice se je izvajalo v skladu s postopkom *Izvedba programov Rednega nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško in v Republiki Sloveniji (LMR-OP-02)*.

Za kontrolo morebitnega vpliva NEK na vodovode in črpališča se je vzorčevanje v letu 2007 opravljalo na naslednjih lokacijah.

1. Enkratni četrtletni vzorci:

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

Na bencinskih servisih Petrol v Brežicah in v Krškem je bila v letu 2007 vodovodna voda vzorčevana štirikrat. Za primerjavo je bila enkrat vzorčevana tudi voda iz ljubljanskega vodovoda.

2. Mesečni sestavljeni vzorci črpališč vodovodov

Od druge polovice leta 1990 se omrežje brežiškega vodovoda napaja iz novega, severnega črpališča z občasnimi dodatki vode (ocenjeni na 20 %–30 % na leto) ob vršnih porabah iz starega črpališča. Zaradi tega je bil v drugi polovici leta 1992 uveden tudi nadzor sestavljenih (dnevni odvzem) mesečnih vzorcev brežiškega vodovoda, ki naj bi posredno zajemal tudi staro črpališče.

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

V črpališčih Drnovo, Brege in Brežice - Glogov Brod so bili nameščeni avtomatski vzorčevalniki v letih 2001 in 2002. Na odvzemnem mestu vodovod Spodnji Stari Grad pa v juliju 2007. Lokacija vzorčevanja vodovodne vode je bila spremenjena, in sicer iz hiše Spodnji Stari Grad 27 v hišo Spodnji Stari Grad 14. Dnevni nadzor so opravljali nadzorniki črpališč ali pa uporabnik pitne vode.



Mesečni vzorec se je zbiral od 16. v mesecu in zaključil 15. v naslednjem mesecu. Vsak dan je bilo odvzeto 1,6 L vode:

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

3. Podtalnica

V septembru in novembru 1996 je bil v nadzor vključen tudi odprti vodnjak v sadovnjaku ob elektrarni (5A,B, ZR = 0,5 km). Vodnjak ne spada med vzorčevalne vrtine in zajetja, ki so se vzorčevala med letoma 1982 in 1984, in ima hidrološko označbo 71. V letu 1998 je bilo vzorčevanje iz omenjenega vodnjaka nadomeščeno z vzorčevanjem iz vrtine (E1) znotraj vzhodne ograje NEK, kjer se je tudi v letu 2007 vzorčevala voda. V februarju 2007 je bilo dodano novo vzorčevalno mesto - vrtina VOP-4 na levem bregu Save v Vrbini, kjer se nadzira le vsebnost tritija.

- Vrtina E1 znotraj ograje NEK
- VOP-4, vrtina na levem bregu Save, približno 600 m nizvodno od jezua NEK in približno 50 m od struge Save

Za vrtine v bližini Zagreba veljajo naslednji podatki:

- Medsave (Hrvaška): 22 km od NEK, 0,1 km od Save
- Šibice (Hrvaška): 22 km od NEK, 1 km od Save

Tabela 2.1: Izpeljane koncentracije naravnih in umetnih radionuklidov v pitni vodi [4]

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

* predpisana meja je 1,0 E+05 Bq/m³

** predpisane vrednosti, ki naj bi bile v revidirani direktivi [9]



b) ZNAČILNOSTI MERITEV

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

Metode vzorčevanja, priprave vzorcev in meritev so izbrane tako, da je za sevalce beta in gama detekcijska meja pod 1/30 izpeljane koncentracije za posamezne radionuklide.

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Ocena sevalnih obremenitev, ki jih posameznik prejme v vplivnem območju NEK, je bila izračunana po postopkih, ki so podani v dokumentu *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*.

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **VodovodiCrpalisca2007.pdf**.

V tabelah so zbrane meritve sevalcev gama in specifičnih analiz Sr-90/Sr-89 in H-3 v enkratno kvartalno odvzetih vzorcih pitne vode v Krškem in Brežicah. V tabelah T-30 do T-34 so zbrane meritve sevalcev gama ter specifičnih analiz Sr-90/Sr-89 in H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih črpališč in zajetij vodovodov Krško in Brežice. Vzorčevanje je potekalo dnevno z avtomatskim odvzemom na vseh lokacijah, razen na lokaciji Spodnji Stari Grad, kjer je potekalo ročno v prvi polovici leta.

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

Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (UV2) [4] navaja meje letnega vnosa (MLV) izbranih radionuklidov z inhalacijo in ingestijo ter izpeljane koncentracije (IK) v zraku in pitni vodi. Vrednosti IK za pitno vodo za skupino posameznikov iz prebivalstva so navedene v tabeli 2.1.

Drugi stolpec v tabeli 2.1 pa prikazuje referenčne koncentracije za radioaktivnost v pitni vodi, kot so predvidene v novi direktivi EU (European Union, *Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption*) [9]. Direktiva podrobnih zahtev za posamezne parametre ne navaja, pač pa navaja le skupno alfa in beta aktivnost ter vrednost za H-3 (100 Bq/L). V novi direktivi, ki je v pripravi, pa so opredeljeni tudi posamezni parametri.

Preglednica 2.1a, prvi del: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2007 - meritve IJS

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

"Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) *E*(70) za obdobje 70 let

Izotop	ENKRATNI ČETRTLETNI VZORCI						ENKRATNI VZORCI	
	VODOVOD LJUBLJANA		VODOVOD BREŽICE		VODOVOD KRŠKO		VRTINA E1 v NEK-u	
	Enkratno vzorčenje		Povprečje 4 vzorcev		Povprečje 4 vzorcev		Povprečje 4 vzorcev	
	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	4,3E+00 ± 1E+00	1,7E-01 ± 4E-02	2,2E+00 ± 2E+00	8,7E-02 ± 8E-02	4,8E+00 ± 1E+00	1,9E-01 ± 4E-02	3,2E+00 ± 4E-01	0,12285 ± 1E-02
Ra-226	4,1E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 1E-01	5,1E-01 ± 6E-01	1,3E-01 ± 2E-01	1,8E+00 ± 7E-01	4,6E-01 ± 2E-01	7,3E-01 ± 3E-01	0,182208 ± 9E-02
Pb-210	2,5E+00 ± 6E-01	2,4E+00 ± 6E-01	< 2E+00	< 1E+00	1,7E+00 ± 2E+00	1,5E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+00	3,2292 ± 1E+00
Ra-228	2,1E+00 ± 3E-01	3,1E+00 ± 4E-01	4,0E-01 ± 6E-01	5,9E-01 ± 9E-01	1,3E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 8E-01		
Th-228	5,9E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 4E-02	4,9E-01 ± 3E-01	2,0E-01 ± 1E-01	6,3E-01 ± 1E-01	2,6E-01 ± 5E-02	5,5E+00 ± 2E+00	2,226575 ± 8E-01
K-40	5,8E+01 ± 6E+00	6,3E-01 ± 7E-02	2,7E+01 ± 2E+00	2,9E-01 ± 2E-02	8,2E+01 ± 6E+00	8,9E-01 ± 6E-02	1,6E+02 ± 2E+01	1,6926 ± 2E-01
Be-7	2,2E+00 ± 7E-01	7,5E-05 ± 2E-05	1,6E+00 ± 9E-01	5,4E-05 ± 3E-05	3,2E+00 ± 6E-01	1,1E-04 ± 2E-05		
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 5E-02	< 1E-04	< 1E-01	< 4E-04		
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90			3E-01	6E-03	5,4E-01 ± 2E-01	1,0E-02 ± 4E-03	3,6E+00 ± 3E-01	0,068226 ± 5E-03
H-3	1,7E+03 ± 3E+02	1,4E-02 ± 2E-03	5,5E+02 ± 1E+02	4,4E-03 ± 9E-04	1,7E+03 ± 2E+02	1,4E-02 ± 1E-03	9,9E+02 ± 2E+02	0,007994 ± 2E-03
Doza za umetne radionuklide		1,4E-02 ± 2E-03		4,4E-03 ± 6E-03		2,4E-02 ± 4E-03		7,6E-02 ± 5E-03
Doza - SKUPAJ		7,5E+00 ± 7E-01		1,3E+00 ± 2E+00		5,3E+00 ± 2E+00		7,5E+00 ± 1E+00

Preglednica 2.1a, drugi del: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2007 - meritve IJS

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

"Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) E(70) za obdobje 70 let

Izotop	MESEČNI SESTAVLJENI VZORCI									
	VODOVOD BREŽICE		ČRPALIŠČE DRNOVO		ČRPALIŠČE BREGJE		ZAJETJE DOLENJA VAS		ČRPALIŠČE BREŽICE	
	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	2,8E+00 ± 7E-01	1,1E-01 ± 3E-02	2,0E+00 ± 1E+00	7,9E-02 ± 5E-02	1,0E+00 ± 1E+00	3,9E-02 ± 4E-02	3,7E+00 ± 7E-01	1,5E-01 ± 3E-02	2,9E+00 ± 8E-01	1,1E-01 ± 3E-02
Ra-226	6,7E-01 ± 3E-01	1,7E-01 ± 8E-02	2,4E+00 ± 5E-01	5,9E-01 ± 1E-01	1,8E+00 ± 6E-01	4,5E-01 ± 2E-01	4,2E-01 ± 3E-01	1,0E-01 ± 9E-02	1,2E+00 ± 5E-01	2,9E-01 ± 1E-01
Pb-210	2,3E+00 ± 8E-01	2,2E+00 ± 8E-01	1,6E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 8E-01	1,3E+00 ± 8E-01	1,2E+00 ± 1E+00	1,1E+00 ± 9E-01	1,5E+00 ± 3E+00	1,4E+00 ± 3E+00
Ra-228	3,0E-01 ± 2E-01	4,4E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,7E+00 ± 3E-01	7,5E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 3E-01	6,2E-01 ± 3E-01	9,1E-01 ± 4E-01	5,3E-01 ± 3E-01	7,8E-01 ± 4E-01
Th-228	2,4E-01 ± 1E-01	9,6E-02 ± 5E-02	6,5E-01 ± 1E-01	2,6E-01 ± 5E-02	2,2E-01 ± 2E-01	8,8E-02 ± 6E-02	1,0E-01 ± 1E-01	4,1E-02 ± 5E-02	4,5E-01 ± 1E-01	1,8E-01 ± 4E-02
K-40	2,5E+01 ± 1E+00	2,7E-01 ± 1E-02	6,7E+01 ± 3E+00	7,3E-01 ± 3E-02	7,9E+01 ± 6E+00	8,6E-01 ± 6E-02	1,9E+01 ± 9E-01	2,0E-01 ± 1E-02	2,5E+01 ± 1E+00	2,7E-01 ± 1E-02
Be-7	2,7E+00 ± 1E+00	9,1E-05 ± 3E-05	2,5E+00 ± 1E+00	8,5E-05 ± 4E-05	5,6E+00 ± 1E+00	1,9E-04 ± 3E-05	2,8E+00 ± 6E-01	9,5E-05 ± 2E-05	2,2E+00 ± 1E+00	7,6E-05 ± 3E-05
I-131										
Cs-134										
Cs-137	2,3E-02 ± 4E-02	7,0E-05 ± 1E-04	4E-02	1E-04	4E-02	1E-04	2E-02	8E-05	5E-02	2E-04
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90		2E-01		3E-03	9,4E-01 ± 9E-02	1,8E-02 ± 2E-03	6,4E-01 ± 6E-02	1,2E-02 ± 1E-03	9,5E-01 ± 8E-02	1,8E-02 ± 2E-03
H-3	4,5E+02 ± 7E+01	3,6E-03 ± 5E-04	1,5E+03 ± 8E+01	1,2E-02 ± 7E-04	1,7E+03 ± 1E+02	1,3E-02 ± 1E-03	1,2E+03 ± 9E+01	9,8E-03 ± 7E-04	4,8E+02 ± 7E+01	3,9E-03 ± 6E-04
Doza za umetne radionuklide		3,7E-03 ± 3E-03		3,0E-02 ± 2E-03		2,5E-02 ± 2E-03		2,8E-02 ± 2E-03		3,9E-03 ± 3E-03
Doza - SKUPAJ		3,3E+00 ± 8E-01		4,9E+00 ± 1E+00		3,8E+00 ± 8E-01		2,5E+00 ± 1E+00		3,0E+00 ± 3E+00

POVZETEK PRISPEVKA UMETNIH IN NARAVNIH RADIONUKLIDOV ZA OTROKE (1–2 let) IN ODRASLE, *
 izračunanega iz merskih podatkov preglednice 2.1a ter doznih pretvorbenih faktorjev iz reference [5]

Preglednica 2.1a (povzetek): Vodovodi in črpališča pitne vode in podtalnice v letu 2007 – meritve IJS

SKUPINA		Enkratni četrtletni vzorci			Mesečni sestavljeni vzorci					Enkratni vzorec
		VODOVOD LJUBLJANA (**) (μSv na leto)	VODOVOD BREŽICE (μSv na leto)	VODOVOD KRŠKO (μSv na leto)	VODOVOD BREŽICE (μSv na leto)	ČRPALIŠČE DRNOVO (μSv na leto)	ČRPALIŠČE BREGE (μSv na leto)	VODOVOD SPODNJI STARI GRAD (μSv na leto)	ČRPALIŠČE BREŽICE Glogov brod novo (μSv na leto)	VRTINA E1 V NEK (***) (μSv na leto)
OTROCI 1–2 LETI	Umetni radionuklidi	0,014 ± 0,002	0,004 ± 0,006	0,024 ± 0,004	0,004 ± 0,003	0,030 ± 0,002	0,025 ± 0,002	0,028 ± 0,002	0,004 ± 0,003	0,076 ± 0,005
	Umetni in naravni radionuklidi	7,5 ± 0,7	1,3 ± 1,7	5,3 ± 2,0	3,3 ± 0,8	4,9 ± 1,2	3,8 ± 0,8	2,5 ± 1,0	3,0 ± 2,5	7,5 ± 1,5
ODRASLI	Umetni radionuklidi	0,023 ± 0,004	0,007 ± 0,007	0,034 ± 0,005	0,006 ± 0,003	0,040 ± 0,002	0,036 ± 0,002	0,036 ± 0,002	0,007 ± 0,003	0,089 ± 0,006
	Umetni in naravni radionuklidi	3,9 ± 0,4	0,7 ± 0,9	2,7 ± 1,0	1,8 ± 0,5	2,6 ± 0,6	2,0 ± 0,5	1,3 ± 0,5	1,6 ± 1,4	4,4 ± 0,9

(*) Ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto $0,75 \text{ m}^3$ vode oziroma otrok $0,26 \text{ m}^3$

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

(***) Vzorčevanje in meritve izvaja IRB iz Zagreba


Preglednica 2.1b: VODOVODI IN ČRPALIŠČA PITNE VODE 2007 – meritve IRB

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

 "Doza" Predvidena efektivna doza (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) *E*(70) za obdobje 70 let

IZOTOP	MEDSAVE (R Hrvaška)		ŠIBICE (R Hrvaška)	
	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	2,2E+00 ± 2E-01	8,7E-02 ± 7E-03	1,9E+00 ± 3E-01	7,4E-02 ± 1E-02
Ra-226	5,9E-01 ± 9E-02	1,5E-01 ± 2E-02	1,2E+00 ± 1E-01	3,0E-01 ± 3E-02
Pb-210	4,2E+00 ± 5E-01	3,9E+00 ± 4E-01	4,8E+00 ± 2E+00	4,5E+00 ± 1E+00
Ra-228	3,9E-02 ± 4E-02	5,8E-02 ± 6E-02	7,7E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 5E-01
Th-228	2,2E+00 ± 6E-01	8,9E-01 ± 2E-01	1,9E+00 ± 7E-01	7,5E-01 ± 3E-01
K-40	6,8E+01 ± 6E+00	7,4E-01 ± 7E-02	8,4E+01 ± 6E+00	9,1E-01 ± 6E-02
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137				
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,3E+00 ± 1E-01	4,3E-02 ± 2E-03	2,7E+00 ± 2E-01	5,1E-02 ± 3E-03
H-3	3,1E+03 ± 7E+02	2,5E-02 ± 6E-03	1,0E+03 ± 9E+01	8,2E-03 ± 7E-04
Doza za umetne radionuklide		6,8E-02 ± 6E-03		5,9E-02 ± 3E-03
Doza - SKUPAJ		5,9E+00 ± 5E-01		7,7E+00 ± 2E+00

POVZETEK PRISPEVKA UMETNIH IN NARAVNIH RADIONUKLIDOV ZA OTROKE (1–2 let) IN ODRASLE, *

izračunanega iz merskih podatkov tabele 2.1b ter doznih pretvorbennih faktorjev iz reference [5]

Preglednica 2.1b (povzetek): Podtalnica v letu 2007 – meritve IRB

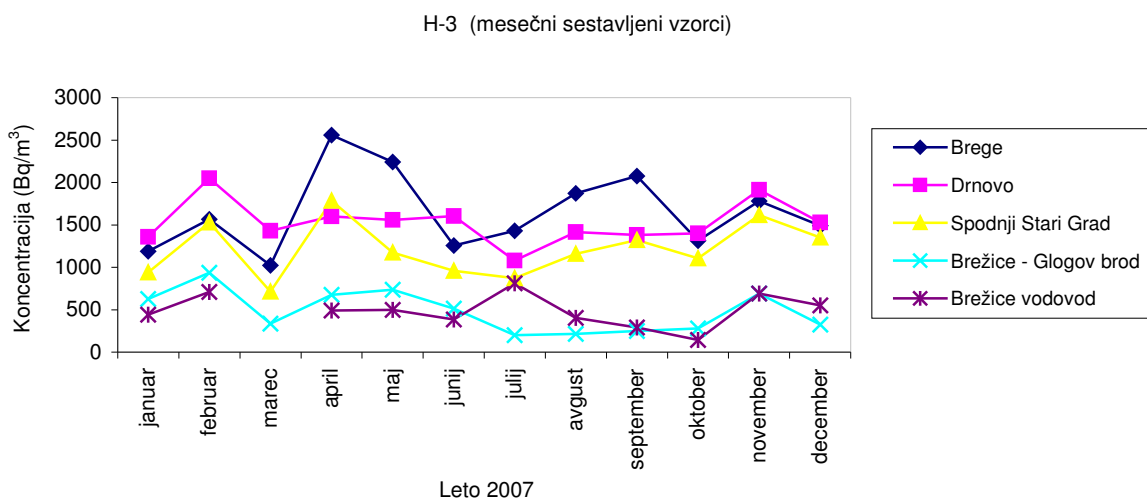
SKUPINA		MEDSAVE (μSv na leto)	ŠIBICE (μSv na leto)
OTROCI 1–2 LETI	Umetni radionuklidi	0,068 ± 0,006	0,059 ± 0,003
	Umetni in naravni radionuklidi	5,9 ± 0,5	7,7 ± 1,5
ODRASLI	Umetni radionuklidi	0,090 ± 0,010	0,070 ± 0,004
	Umetni in naravni radionuklidi	3,4 ± 3	4,2 ± 0,8

 (*) Ob predpostavki, da referenčni odrasel človek zaužije na leto 0,75 m³ vode oziroma otrok 0,26 m³.

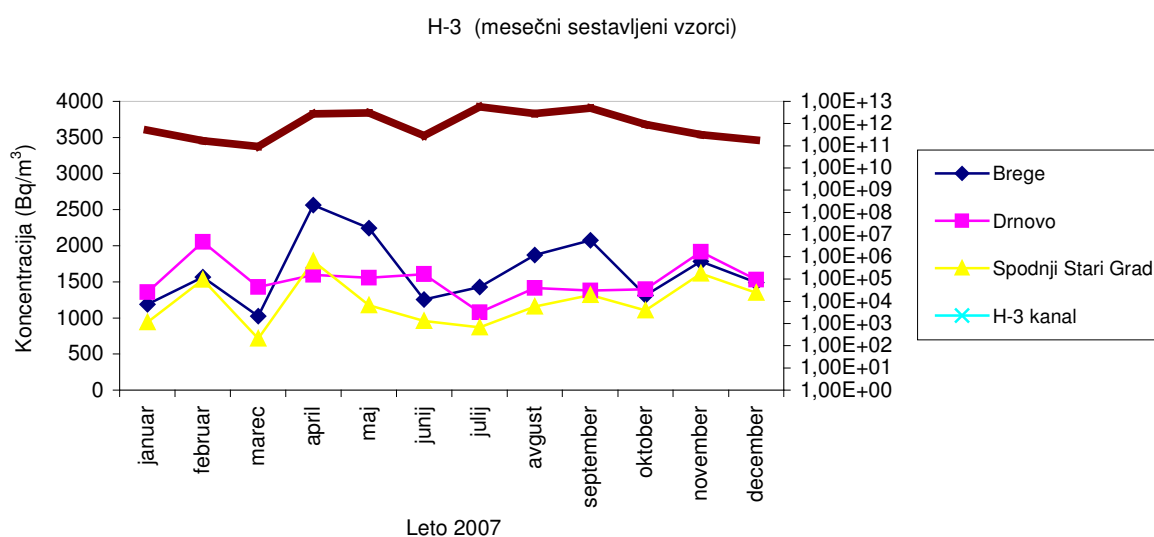


H-3 Po podatkih NEK o izpustih H-3 so bili le-ti v letu 2007 skupaj $2,2 \text{ E}+13 \text{ Bq}$, in sicer z najvišjimi vrednostmi v aprilu $2,8 \text{ E}+12 \text{ Bq}$, v maju $3,0 \text{ E}+12 \text{ Bq}$, v juniju so se vrednosti zmanjšale na $2,9 \text{ E}+11 \text{ Bq}$ ter nato od julija do septembra ponovno povišale na vrednosti nad $5 \text{ E}+12 \text{ Bq}$.

Na sliki 2.1 so predstavljene meritve H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih črpališč krškega in brežiškega vodovoda.



Slika 2.1: Vsebnosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih



Slika 2.2: Vsebnosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih ter mesečni izpusti H-3 v Savo



Na sliki 2.2 pa so prikazane vrednosti H-3 v črpališčih Brege, Drnovo, Spodnji Stari Grad ter v krškem vodovodu. Na tej sliki so predstavljene tudi povprečne mesečne koncentracije izpustov H-3 (Bq).

Iz tabel T-30 do T-34 in s slike 2.1 je razvidno, da so bile najvišje vrednosti H-3 izmerjene v črpališčih vodovoda Krško (Breg, Drnovo, Spodnji Stari Grad), medtem ko so bile izmerjene vrednosti v črpališču in v vodovodu v Brežicah nižje. Vodonosnik črpališča Brežice je namreč globlji in zato vsebuje staro vodo, kar pomeni, da je njegovo polnjenje iz površinskih vod šibko. Tritij, ki ima razpolovno dobo 12 let, delno razpade in zato voda iz globljih vodonosnikov vsebuje manj tritija. V črpališču Brege, ki je od jezca NEK oddaljeno 1,4 km, so bile vrednosti H-3 nad 2000 Bq/m^3 izmerjene v aprilu, maju, in septembru. Najvišje mesečne povprečne vrednosti so namreč bile: v aprilu (2560 ± 340) Bq/m^3 , v maju (2240 ± 540) Bq/m^3 in v septembru (2075 ± 270) Bq/m^3 . V vseh drugih mesecih so bile izmerjene vrednosti H-3 v tem črpališču manjše od 2000 Bq/m^3 . Letno povprečje mesečnih meritev H-3 v črpališču Brege je (1653 ± 134) Bq/m^3 . V črpališču Drnovo, ki je od jezca NEK oddaljeno 3,1 km, je bila le v februarju izmerjena vrednost H-3 večja od 2000 Bq/m^3 , in sicer (2050 ± 245) Bq/m^3 . V vseh drugih mesecih so bile izmerjene vrednosti manjše od 2000 Bq/m^3 . Povprečne letne vrednosti H-3 v črpališču Drnovo so bile (1527 ± 83) Bq/m^3 . V vodovodu Spodnji Stari Grad vrednosti za H-3 niso presegle 2000 Bq/m^3 , najvišja vrednost je bila določena v aprilu, in sicer (1785 ± 265) Bq/m^3 . Letno povprečje za to vzorčevalno mesto je bilo (1210 ± 93) Bq/m^3 . Vsebnosti H-3 v odvzetem vzorcu pitne vode na bencinskem servisu Petrol v Krškem so bile v območju med 1340 Bq/m^3 in 1865 Bq/m^3 , pri čemer sta bili najvišji vrednosti določeni v vzorcih, odvzetih v marcu in novembru. Vrednosti H-3 v mesečnih sestavljenih vzorcih iz črpališč vodovoda v Brežicah so nižje in so med (144 ± 30) Bq/m^3 in (810 ± 175) Bq/m^3 z letnim povprečjem (452 ± 67) Bq/m^3 . Tem vrednostim je primerljiva vsebnost H-3 v odvzetem vzorcu pitne vode na bencinskem servisu Petrol v Brežicah, kjer je letno povprečje (548 ± 108) Bq/m^3 . Vzrok za razliko v vsebnosti H-3 med krškim in brežiškim vodovodom je, da se brežiški vodovod napaja iz globoke vrtine (dobrih 140 m), ki črpa staro vodo. Vrtine za krški vodovod niso tako globoke, prav tako za ljubljanski vodovod, kar se kaže v višjih vsebnostih H-3. V ljubljanskem vodovodu je bila dobljena vrednost H-3 (1690 ± 275) Bq/m^3 .

Vsebnost H-3 v podtalnici iz vrtine znotraj ograje NEK je v intervalu od 710 Bq/m^3 do 1210 Bq/m^3 . Povprečje štirih enkratnih odvzemov je (992 ± 200) Bq/m^3 . Vsebnost H-3 v vrtini VOP-4 v Vrbinu je v intervalu od 1470 Bq/m^3 do ekstremne vrednosti 28900 Bq/m^3 v septembru. Povprečje enajstih enkratnih odvzemov je (5170 ± 2400) Bq/m^3 .

V podtalnici vrtin na področju Republike Hrvaške so bile na vzorčevalnem mestu Medsave od maja do septembra izmerjene zelo visoke vrednosti H-3, in sicer so bile maja (6584 ± 2144) Bq/m^3 , junija (3292 ± 502) Bq/m^3 , julija (4221 ± 191) Bq/m^3 , avgusta (4334 ± 207) Bq/m^3 in septembra celo (9166 ± 1081) Bq/m^3 . Povprečne letne izmerjene vrednosti v Medsavah so bile (3127 ± 739) Bq/m^3 . V Šibicah so bile izmerjene vrednosti od 707 Bq/m^3 do 1596 Bq/m^3 . Letno povprečje za Šibice je (1022 ± 88) Bq/m^3 .

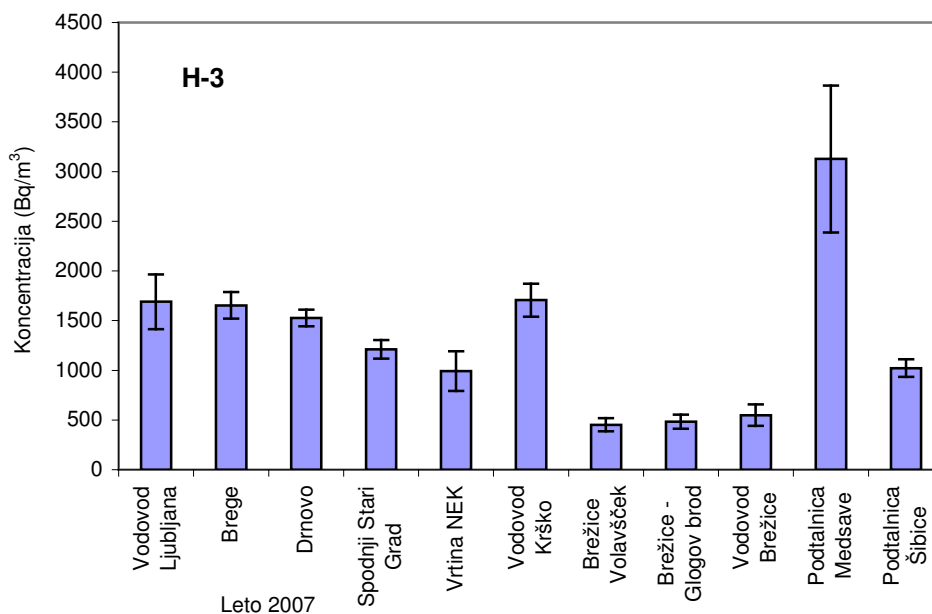
Primerjava vsebnosti H-3 za leto 2007 v vzorcih vode iz črpališč, vodovodov in podtalnice s podanimi merilnimi negotovostmi je prikazana na sliki 2.3. Na sliki je prikazana tudi vsebnost H-3 v ljubljanskem vodovodu. Rezultati potrjujejo, da je v brežiškem vodovodu zaradi globljih vrtin stara voda. Analize H-3 v ljubljanskem vodovodu pa kažejo, da je njegova koncentracija primerljiva z vrednostmi, dobljenimi v črpališčih krškega vodovoda.

Primerjava z vrednostmi H-3 v pitni vodi za nekatere evropske države kaže podobne vrednosti, kakor so bile dobljene v Sloveniji, bodisi v ljubljanskem vodovodu, kakor tudi v črpališčih, vodovodih in podtalnici iz okolice NEK. Avstrijski avtorji navajajo



vrednosti od 1500 Bq/m³ do 3000 Bq/m³, na Poljskem pa so poročali vrednosti od 1400 Bq/m³ do 1900 Bq/m³. Izmerjene vrednosti H-3 v ustekleničeni pitni vodi v Španiji so bile od 700 Bq/m³ do 990 Bq/m³.

Te vrednosti, kakor tudi vrednosti, izmerjene v črpališčih in vododvodih v okolici NEK, so daleč pod mejo 100 Bq/L, kot jo za H-3 v pitni vodi dovoljuje direktiva Evropske unije za kvaliteto pitne vode [9].

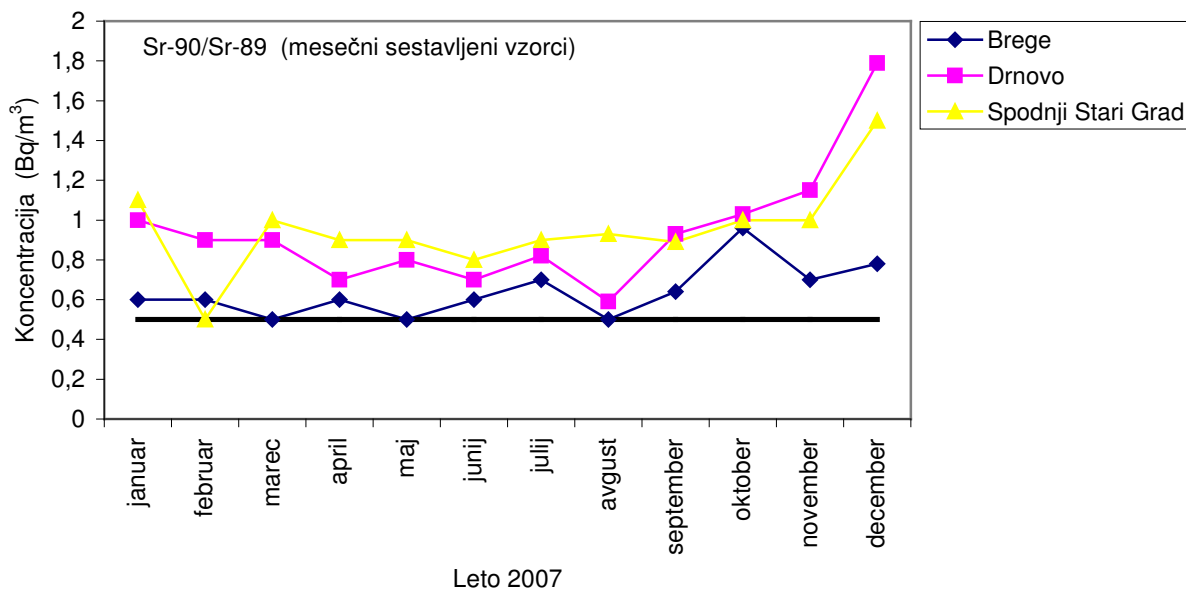


Slika 2.3: Primerjava povprečnih vrednosti H-3 v črpališčih, vododvodih in podtalnici za leto 2007

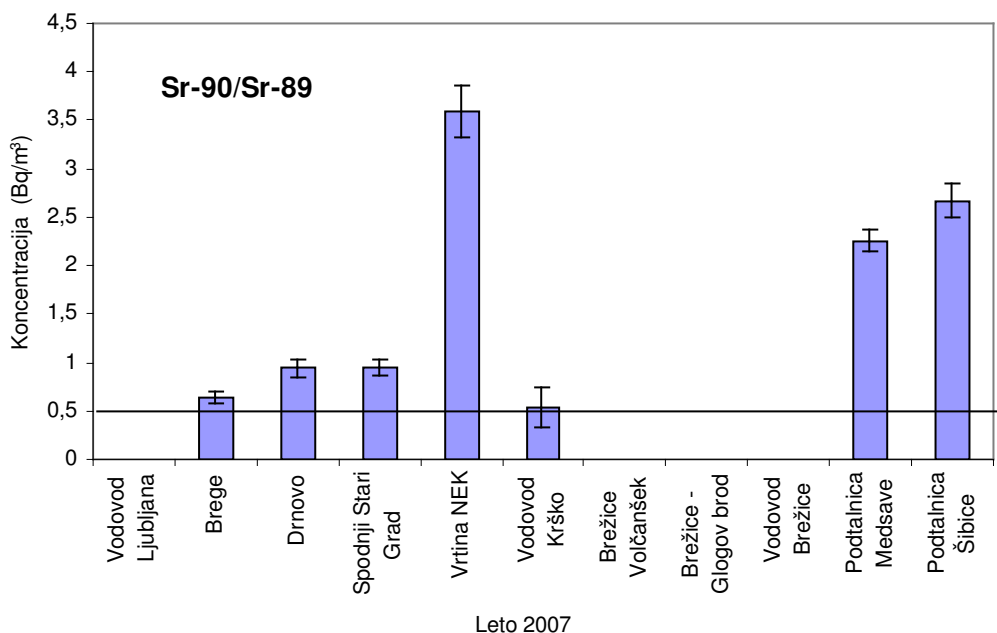
Sr-90/Sr-89 V črpališčih krškega vodovoda so meritve Sr-90/Sr-89 pokazale povprečne vrednosti od 0,5 Bq/m³ do 1,8 Bq/m³. Pri enem vzorcu je bila vsebnost Sr-90/Sr-89 pod mejo kvantifikacije. Vsebnosti Sr-90/Sr-89 v črpališču brežiškega vodovoda in pitne vode v Brežicah so bile v vseh mesecih pod mejo kvantifikacije (< 0,5 Bq/m³). Slika 2.4 prikazuje vsebnosti Sr-90/Sr-89 v mesečnih vzorcih črpališč krškega vodovoda.

V letu 2007 je bil enkrat odvzet vzorec vode iz ljubljanskega vodovoda, vendar v njem ni bila opravljena analiza Sr-90/Sr-89.

Povprečna vrednost štirih meritev vsebnosti Sr-90/Sr-89 v podtalnici v bližini NEK je (3,6 ± 0,3) Bq/m³, medtem ko so povprečne vrednosti mesečnih meritev vsebnosti Sr-90/Sr-89 v podtalnici na Hrvaškem v Medsava (2,3 ± 0,1) Bq/m³ in v Šibicah (2,7 ± 0,2) Bq/m³. Primerjava vsebnosti Sr-90/Sr-89 s podatki merilne negotovosti v pitni vodi v črpališčih in podtalnici za leto 2007 je prikazana na sliki 2.5. Na sliki je posebej označena tudi meja kvantifikacije 0,5 Bq/m³.



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



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



Cs-137 Meritve Cs-137 v črpališčih vodovoda Krško in Brežice so pokazale vrednosti v sledovih, ki pa so bile povsod nižje od meje kvantifikacije. Edino v vodovodu v Brežicah je bila analizirana vsebnost Cs-137 v julijskem vzorcu ($0,27 \pm 0,20$) Bq/m³.

V vrtini znotraj ograje NEK Cs-137 v letu 2007 ni bil detektiran. Prav tako v letu 2007 ni bil detektiran Cs-137 v vrtinah na Hrvaškem.

Za Cs-137 v črpališčih pitne vode, vodovodni vodi kakor tudi v podtalnici veljajo ugotovitve iz preteklih let: Cs-137 je bil v posameznih vzorcih sicer detektiran, vendar pa je bila v večini vzorcev njegova vsebnost pod mejo kvantifikacije.

I-131 I-131 ni bil detektiran v nobenem vzorcu.

Naravni radionuklidi

V letu 2007 so bile opravljene meritve aktivnosti raztopljenih dolgoživih naravnih radionuklidov v podtalnici in pitni vodi. Naravni radionuklidi so bili sicer detektirani, vendar so bili večinoma, razen K-40, na večini lokacij pod mejo oziroma blizu meje kvantifikacije. Prisotnost K-40 v vodi je posledica splošne razširjenosti kalija v vrhnji plasti zemlje. Kalijeve spojine so v vodi topne, zato prisotnost kalija v vodi kaže na prisotnost kalija v snoveh, ki so bile v stiku z vodo. Njihova vsebnost je odvisna od geološke strukture, ki pa je v Sloveniji zelo raznolika. Voda na vzorčevalnih mestih na krško-brežiškem polju se namreč zbira iz treh virov: podtalnice v Krškem, povodja potoka, ki je zajezen nad Dolenjo vasjo, in globokega vodonosnika, od koder se po letu 1990 v glavnem napaja brežiški vodovod. Razlike v koncentraciji naravnih radionuklidov v vzorcih so odvisne od razlik v sestavi tal, v katerih so vodonosniki, in od koncentracij v dotokih, iz katerih se vodonosniki napajajo. Vsebnosti K-40 so bile izmerjene na vseh vzorčevalnih mestih in kažejo vrednosti od 16 Bq/m³ do 96 Bq/m³ v črpališčih, zajetju in vodovodu v Krškem, v Brežicah pa od 17 Bq/m³ do 29 Bq/m³. V podtalnici na Hrvaškem so vrednosti K-40 med 40 Bq/m³ in 119 Bq/m³. Koncentracije dolgoživih naravnih radionuklidov iz uran-radijeve in torijeve vrste v vodah niso višje v primerjavi z vrednostmi, ki smo jih izmerili v preteklih letih, prav tako pa so primerljive tudi z meritvami vzorcev z drugih lokacij v Sloveniji. Nad mejo kvantifikacije smo v nekaterih vzorcih določili U-238, Ra-226, Pb-210, Ra-228 in Th-228, vendar pa so bile njihove vrednosti povsod nižje od 10 Bq/m³. Vrednosti naravnih radionuklidov v pitni vodi v različnih krajih v Sloveniji, izmerjene v preteklih letih, so bile za U-238 in Ra-226 do 10 Bq/m³ ter Pb-210 do 15 Bq/m³. Be-7 je bil detektiran v vseh črpališčih, vrednosti pa so se gibale do 14 Bq/m³. Vrednosti, ki so bile določene v vzorcih pitne vode v Krškem in v Brežicah so bile od 3,6 Bq/m³ do 11 Bq/m³. To kaže na prisotnost sledov deževnice v vzorcih. Kozmogeni Be-7 ni bil detektiran v podtalnici na Hrvaškem in v vrtini NEK, določen pa je bil v ljubljanskem vodovodu z vrednostjo 2,2 Bq/m³.

e) DISKUSIJA

Povprečne mesečne vsebnosti H-3, ki so bile izmerjene v letu 2007, so nekoliko višje od tistih, ki so bile izmerjene v preteklem letu. Primerjava vrednosti za leta od 2003 do 2007 je prikazana na sliki 2.7.

Povečane koncentracije H-3 so bile izmerjene v vrtini VOP-4 v časovnem obdobju največjih izpustov tritija v Savo. Ta vrtina je 50 m od levega brega Save in 600 m nizvodno od NEK.

Kot prikazuje slika 2.7, je bila vsebnost H-3 v analiziranih vzorcih iz ostalih lokacij primerljiva z vrednostmi, ki so bile izmerjene v letih od 2003 do 2006. Na vseh vzorčevalnih mestih, razen v Medsavah, ni nikakršnega odmika od večletnega povprečja. Nekoliko višja je vsebnost le v vodi iz



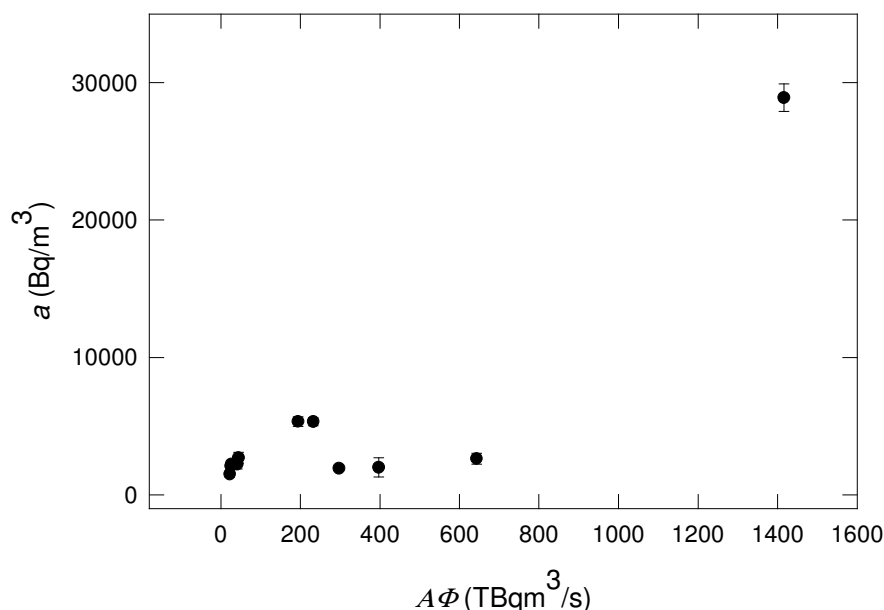
ljublanskega vodovoda, vendar pa je bilo opravljeno le eno vzorčevanje, vrednost pa je primerljiva z vrednostmi iz let 2003 in 2004. V Medsavah pa se je povprečna letna vrednost povešala za okoli 50 %, zlasti na račun visokih vrednosti od maja do septembra. Celotni izpusti H-3 iz NEK so bili v letu 2007 22 TBq. Vrednost za H-3 v ljubljanskem vodovodu je popolnoma primerljiva z vrednostmi v črpališčih Brege, Drnovo in Spodnji Stari Grad, Vsebnosti H-3, določene v vrtini NEK in v podtalnici v Šibicah na Hrvaškem, so tudi nižje kot v preteklem letu. V Medsavah pa je bila izmerjena povišana vrednost H-3.

Da bi ocenili vpliv izpustov tritija v Savo na njegovo koncentracijo v podtalnici, je bilo v letu 2007 uvedeno vzorčevanje podtalnice v vrtini VOP-4, ki 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 [10]. V podtalnici je zato pričakovan večji vpliv izpustov pri visokem vodostaju in pri visokih izpuščenih aktivnostih. Na sliki 2.6 je prikazana korelacija med produktom povprečnega mesečnega pretoka in izpuščene aktivnosti tritija ter koncentracijo tritija v vodi iz vrtine VOP-4. Omeniti je treba, da je korelacija presenetljivo močna, ker mesečne izpuste in mesečna povprečja pretokov primerjamo s koncentracijo v trenutnih vzorcih. Da bi izmerili boljše povezavo med izpusti in koncentracijo tritija v podtalnici, bi bilo treba meriti sestavljene ali zbirne vzorce.

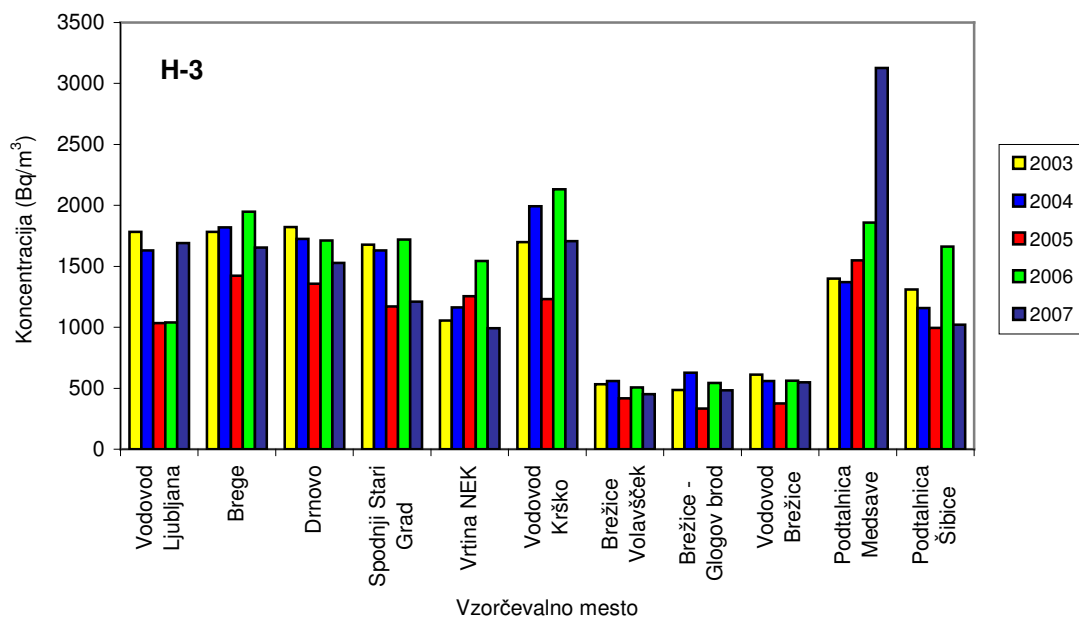
Iz slike je razvidno, da je ekstremna koncentracija, izmerjena v septembru, korelirana z visokim izpustom in visokim vodostajem v tem mesecu. Ta koncentracija predstavlja 30 % mejne koncentracije za pitno vodo.

Primerjava vsebnosti za Sr-90/Sr-89 v vodovodih in črpališčih za leto 2007 ne kaže odmikov od vrednosti v letih od 2003 do 2006. Primerjava rezultatov za vsebnost Sr-90/Sr-89 od 2003 do 2007 je prikazana na sliki 2.8.

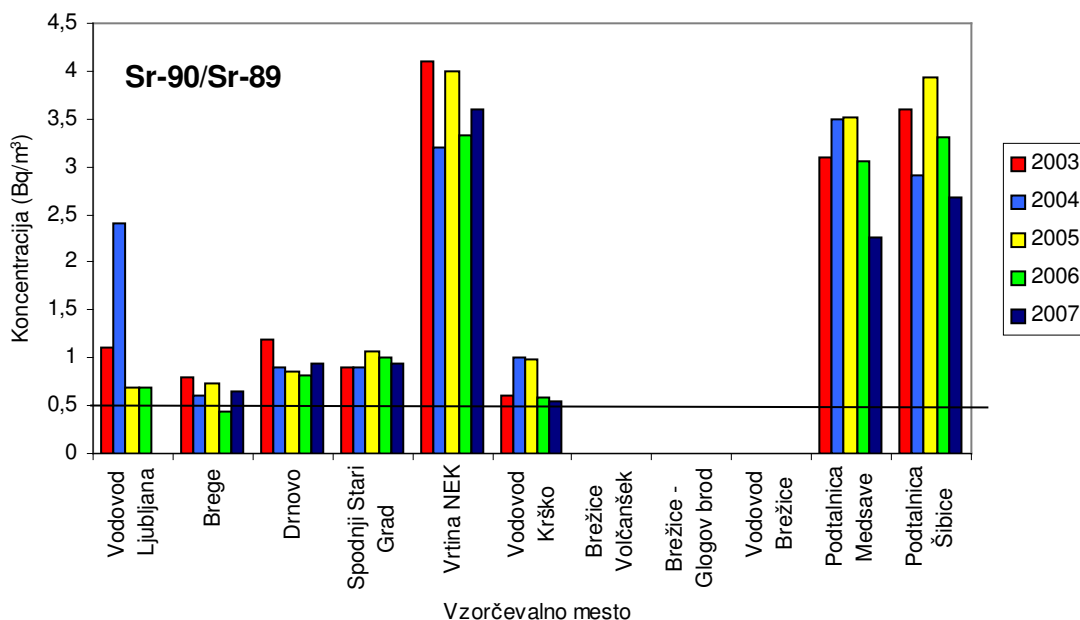
Izmerjene vsebnosti Cs-137 so bile v letu 2007 večinoma pod mejo kvantifikacije v vseh vzorcih iz okolice NEK in iz Ljubljane, razen v enem vzorcu brežiškega vodovoda. Na lokacijah, kjer izvaja vzorčevanje in meritve Institut Ruđer Bošković, vsebnost Cs-137 ni bila detektirana. Tudi vrednosti za naravne radionuklide so primerljive s tistimi, izmerjenimi drugod po Sloveniji. Prisotnost kozmogenega Be-7 v pitni vodi v Krškem, Brežicah in v Ljubljani kaže na prisotnost sledov deževnice v vzorcih.



Slika 2.6: Korelacija med produktom izpuščene aktivnosti A in povprečnega pretoka Φ ter koncentracijo tritija v podtalnici v vrtini VOP-4



Slika 2.7: Povprečne letne vsebnosti H-3 v vodovodih, črpalniščih in podtalnici v zadnjih petih letih



Slika 2.8: Povprečne vrednosti Sr-90/Sr-89 v vodovodni vodi, v črpalniščih in podtalnici v zadnjih petih letih

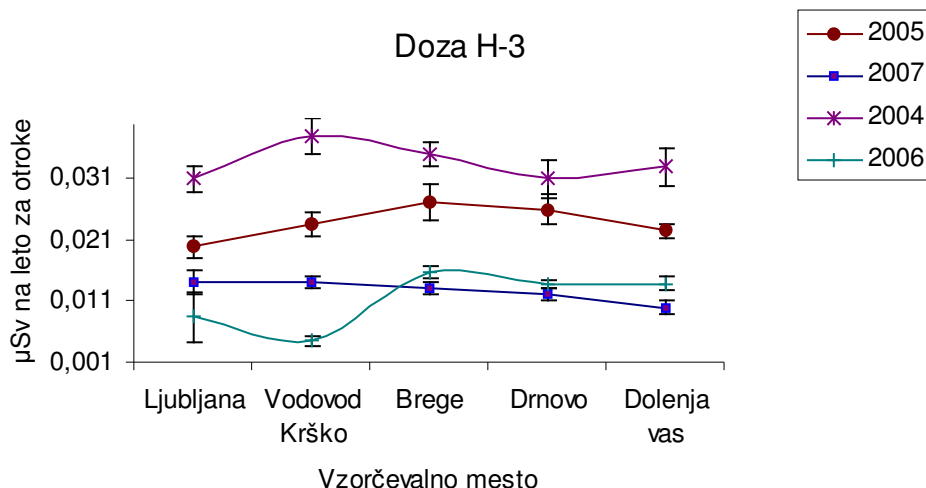


f) OCENA VPLIVOV

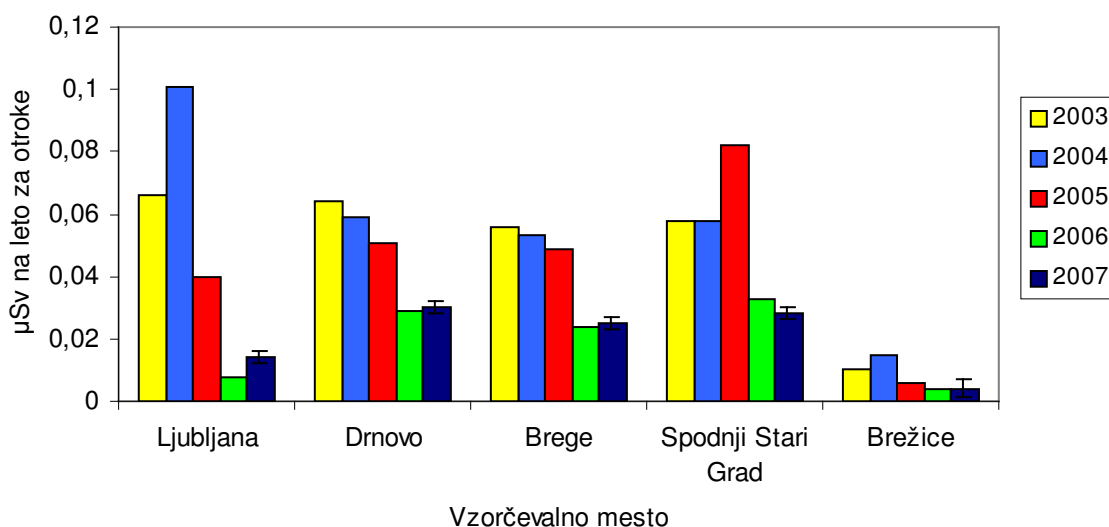
V preglednicah 2.1a in 2.1b so zbrane povprečne vsebnosti posameznih radionuklidov za vsa vzorčevalna mesta črpališč, vodovodov in podtalnice v letu 2007. Edini umetni radionuklid, katerega vrednost je bila določena na vseh vzorčevalnih mestih, je H-3. Sr-90/Sr-89 je bil prav tako določen v večini vzorcev, medtem ko je bil Cs-137 na meji ali pod mejo kvantifikacije. V preglednicah 2.1a (povzetek) in 2.1b (povzetek) so ocenjene učinkovite enakovredne doze odraslih (starejših od 17 let) in otrok (1–2 leti), ki uporabljajo to vodo za pitje. Za primerjavo so podane tudi vrednosti v vodovodu Ljubljana. Prispevek **umetnih radionuklidov** v letu 2007 v brežiškem vodovodu k obremenitvi referenčnega človeka je **za odrasle (0,007 ± 0,003) μSv na leto** in **za otroke (1–2 let) (0,004 ± 0,003) μSv na leto**. Te vrednosti so manj kot 5 promilov celoletne obremenitve z umetnimi in naravnimi radionuklidi, ki so za odrasle 5 μSv na leto in za otroke 12 μSv na leto. Ocenjeni prispevek obremenitve zaradi **naravnih radionuklidov** se v primerjavi s preteklimi leti ni spremenil.

Vpliva NEK v vodovodih in črpališčih v letu 2007 ni bilo mogoče zanesljivo ugotoviti. Višje vrednosti H-3 v črpališčih krškega vodovoda v primerjavi z brežiškim so bile opažene tudi v preteklih letih.

Na sliki 2.9 je prikazana doza, ki jo prejmejo otroci zaradi vsebnosti H-3 v ljubljanskem in krškem vodovodu ter v črpališčih Brege, Drnovo in Spodnji Stari Grad. V letu 2007 so bili izpusti H-3 v Savo večji kot v letu 2006. Kot je razvidno s slike, je doza zaradi tritija na teh vzorčevalnih mestih približno enaka. Vrednosti so namreč od 0,012 μSv do 0,014 μSv na leto. Na sliki so predstavljene tudi vrednosti, ki so bile izračunane za leti 2004, 2005 in 2006. Primerjava doz s preteklimi leti pokaže, da izpusti tritija v letu 2007 niso povzročili povečanja doz zaradi prisotnosti tritija v pitni vodi. Iz tega lahko sklepamo, da je vpliv tritija v izpustih NEK na dozo zanemarljiv v primerjavi z vplivom sprememb koncentracij tritija v okolju.



Slika 2.9: Primerjava med letnimi dozami, ki jih prejmejo otroci zaradi vnosa H-3 pri pitju vodovodne vode iz raznih lokacij v okolici Krškega in v Ljubljani



Slika 2.10: Ocenjeni prispevki k dozi za otroke na leto zaradi vsebnosti umetnih radionuklidov za zadnjih pet let za otroke

g) SKLEPI

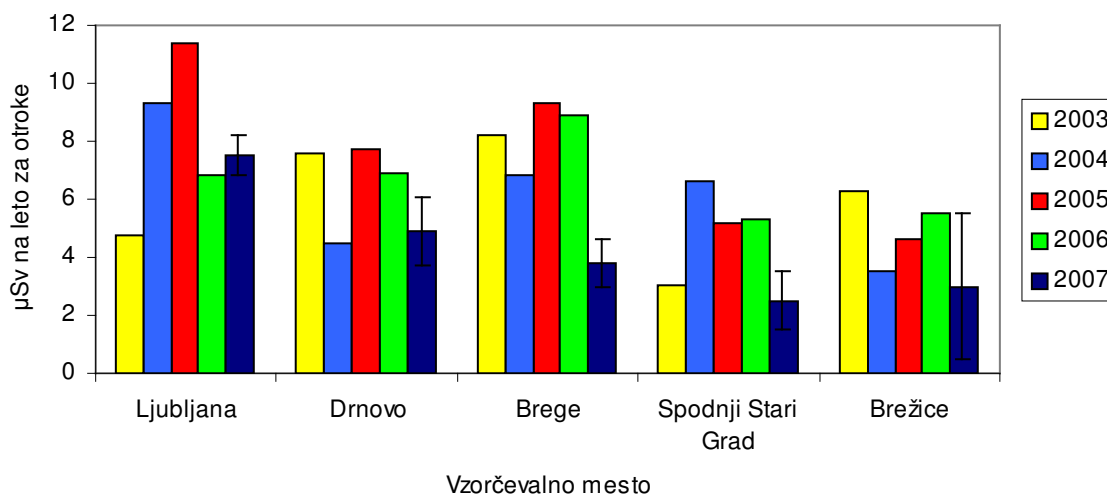
Izmerjene koncentracije naravnih in umetnih radionuklidov v letu 2007 v vzorcih vode iz črpališč in vodovodov na krško-brežiškem področju se ne razlikujejo sistematsko od vrednosti, ki so bile izmerjene v zadnjih petih letih. Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi prebivalca zaradi pitja te vode v letu 2007, ki ga pripisujemo **globalni kontaminaciji**, je **za odrasle ($0,007 \pm 0,003$) μSv na leto** in **za otroke (1–2 let) ($0,004 \pm 0,003$) μSv na leto**. Celotna obremenitev zaradi vsebnosti **naravnih in umetnih radionuklidov** v brežiškem vodovodu je ocenjena na ($1,6 \pm 1,4$) μSv na leto za odrasle in ($3,0 \pm 2,5$) μSv na leto za otroke (1–2 let). V črpališčih krškega vodovoda je ocenjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov od ($0,036 \pm 0,002$) μSv do ($0,040 \pm 0,002$) μSv na leto za odrasle in od ($0,024 \pm 0,004$) μSv do ($0,030 \pm 0,002$) μSv na leto za otroke. Celoletna obremenitev na črpališčih krškega in brežiškega vodovoda zaradi umetnih in naravnih radionuklidov pa je ocenjena na ($0,7 \pm 0,9$) μSv do ($2,7 \pm 1,0$) μSv na leto za odrasle in od ($1,3 \pm 1,7$) μSv do ($4,9 \pm 1,2$) μSv na leto za otroke. Doza zaradi umetnih radionuklidov v ljubljanskem vodovodu je ($0,023 \pm 0,004$) μSv za odrasle in ($0,014 \pm 0,002$) μSv za otroke, vendar pa je bil vzorec odvzet le enkrat. Doza zaradi prispevka vseh radionuklidov v ljubljanski vodovodni vodi je ($3,9 \pm 0,4$) μSv za odrasle in ($7,5 \pm 0,7$) μSv za otroke. Ocenjene doze zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov pomenijo povprečno manj kot 5 promilov vrednosti, ki jo posamezniki prejmejo na istem področju zaradi vsebnosti naravnih radionuklidov. Dobljene vrednosti na vseh vzorčevalnih mestih so zelo nizke v primerjavi z najvišjo dopustno vrednostjo, ki je 100 μSv na leto za pitno vodo. To velja tako za umetne kot naravne radionuklide.

Na sliki 2.10 je primerjava vrednosti ocenjenih prispevkov umetnih radionuklidov k dozi zaradi pitja vode iz ljubljanskega vodovoda, krških črpališč in brežiškega vodovoda za otroke. Kot je razvidno s slike, se te vrednosti po letu 2003 v glavnem znižujejo. Slika 2.11 pa prikazuje ocenjene prispevke za vse radionuklide, tako naravne kot umetne. Največji prispevek k dozi daje Pb-210. S slik 2.10 in 2.11 je razvidno, da ni korelacije med razdaljo NEK in vzorčevalnim mestom ter prispevkom radionuklidov k prejeti dozi. Iz tega izhaja, da je prispevek NEK k dozi manjši od vpliva lokalnih variacij vsebnosti radionuklidov na dozo. To potrjujejo tudi analize vode iz ljubljanskega vodovoda.



Prispevek NEK k dozi je zato manjši od disperzije letnih doz zaradi prisotnosti tritija v pitni vodi in je manjši od 6 nSv na leto.

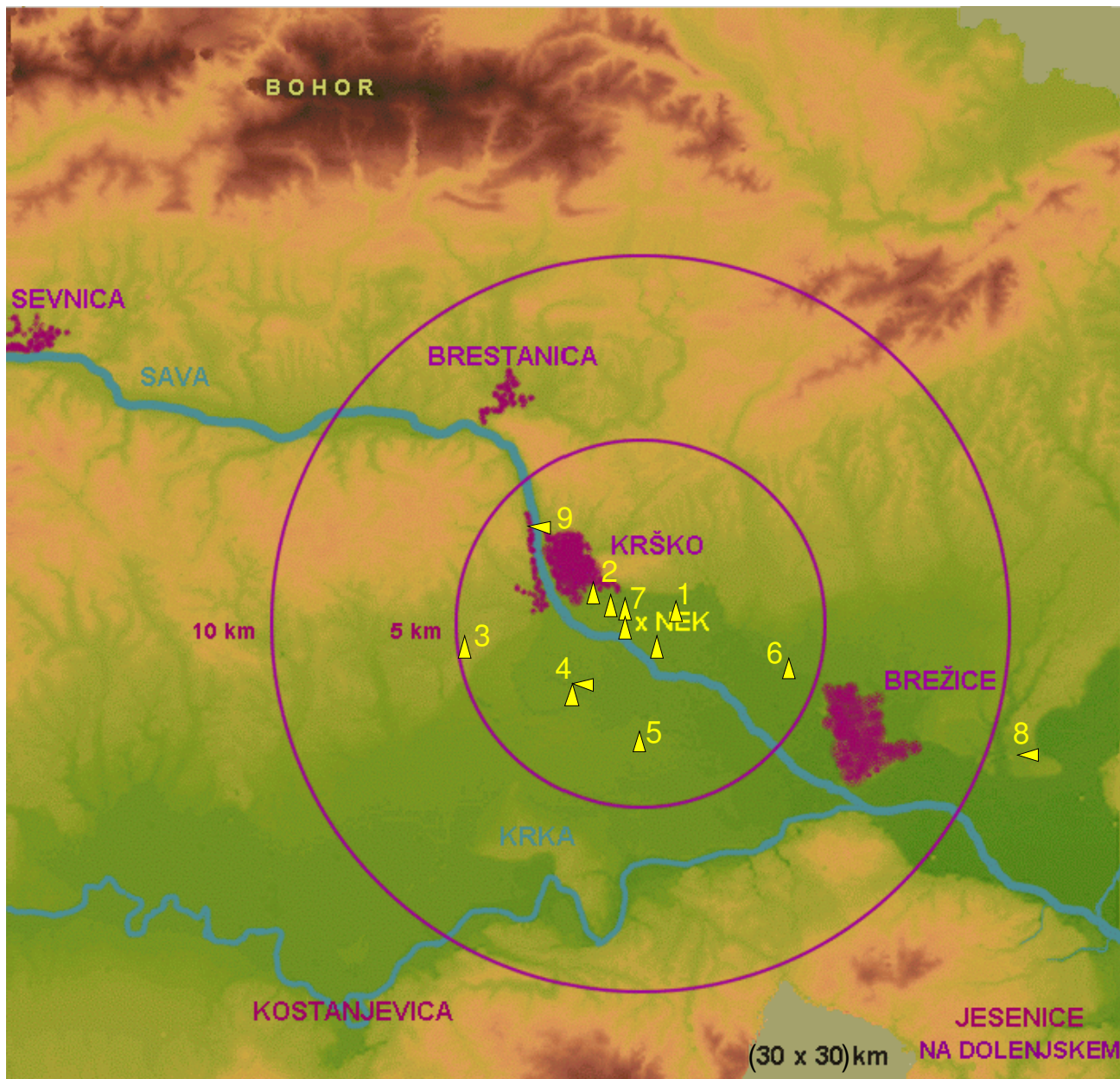
Meritve vode iz vrtine znotraj ograje NEK in v Šibicah na Hrvaškem kažejo vrednosti, ki so primerljive s prejšnjimi leti. Očitne so visoke vrednosti H-3 od maja do septembra v Medsavah. Na teh vzorčevalnih mestih pa meritve niso pokazale vsebnosti kratkoživih umetnih radionuklidov. Ti bi namreč lahko pokazali na morebiten vpliv NEK. Nesporno pa je bil vpliv izpustov iz NEK ugotovljen v vrtini VOP-4 pri visokih izpustih tritija iz NEK in pri visokih vodostajih. Koncentracija H-3 je dosegla 30 % mejne koncentracije za pitno vodo.



Slika 2.11: Ocenjeni prispevki k dozi za otroke na leto zaradi vsebnosti naravnih in umetnih radionuklidov za zadnjih pet let za otroke

h) REFERENCE

- [8] JV10 - Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Uradni list RS 20/2007, 2509
- [9] European Union, Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, Official Journal L 330, 05. 12. 1998
- [10] M. Brenčič, osebno sporočilo, 2006



PADAVINE IN SUHI USEDI

- ▲ LOVILNE PLOŠČE USEDA
- ◀ PADAVINE IN USEDI

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

PADAVINE IN SUHI USEDI

Aerosoli in plini, ki so v ozračju, se izpirajo z dežjem ali pa se vezani na prašne delce usedajo na površje zemlje in s tem tudi na rastline. Izpiranje z dežjem mnogo učinkoviteje čisti ozračje kot usedanje. V obeh primerih se radioaktivne snovi, ki so v ozračju, zaradi omenjenih procesov kopičijo na površinah. Z zbiralniki deževnice in suhega useda jih zbiramo, s specifično analizo radionuklidov v vzorcih pa ugotavljamo obseg njihove depozicije.

Rastline vsrkajo odložene radioaktivne snovi preko korenin ali listov ter skozi užitne dele pridejo v prehrambno verigo. Deževnica prehaja skozi zemeljske plasti v podtalnico in tako lahko kontaminira pitno vodo. Na ta način igrajo padavine ključno vlogo pri prenosu kontaminantov iz zraka v človeško telo. Odložene radioaktivne snovi sevajo in tako tudi neposredno prispevajo k prejeti dozi, ki je ocenjena v tem poglavju.

Zaradi človekove dejavnosti so v ozračju poleg naravnih tudi umetni radionuklidi. Jedrske elektrarne izpuščajo v ozračje karakteristične radioaktivne snovi, ki se ločijo od tistih, ki so v ozračju naravno prisotne oziroma kot posledica drugih dejavnosti. Rezultati meritev kažejo na to, da je kontaminacija deževnice in suhega useda zaradi zračnih izpustov NEK zanemarljiva.

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Vzorčevalna mesta za padavine so v Bregah, Krškem in Dobovi. Vzorčevalna mesta za suhi used (vazelinske plošče) so na osmih lokacijah v ožji in širši okolici NEK. Referenčno vzorčevalno mesto tako za padavine kot tudi za suhi used je Ljubljana. Za zbiranje vzorcev tekočih padavin se uporabljajo zbiralniki iz nerjavnega jekla z odprtino $0,25 \text{ m}^2$. Za zbiranje usedov so postavljene plošče iz pleksi stekla od 1,8 m do 2 m nad površino tal, ploščine $0,3 \text{ m}^2$ in premazane s tanko plastjo vazelina. Vzorčevanje poteka kontinuirno, vzorce pa se pobira enkrat na mesec.

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Za določanje koncentracij sevalcev gama v suhih ostankih po izparevanju vzorcev padavin se uporablja visokoločljivostna spektrometrija gama (VLG), za merjenje koncentracij Sr-90/Sr-89 v suhih ostankih vzorcev padavin pa radiokemični analizni postopek. Aktivnosti H-3 v padavinah se merijo s tekočinskim scintilacijskim števcem, pred tem pa se vzorce tekočin elektrolitsko obogati.

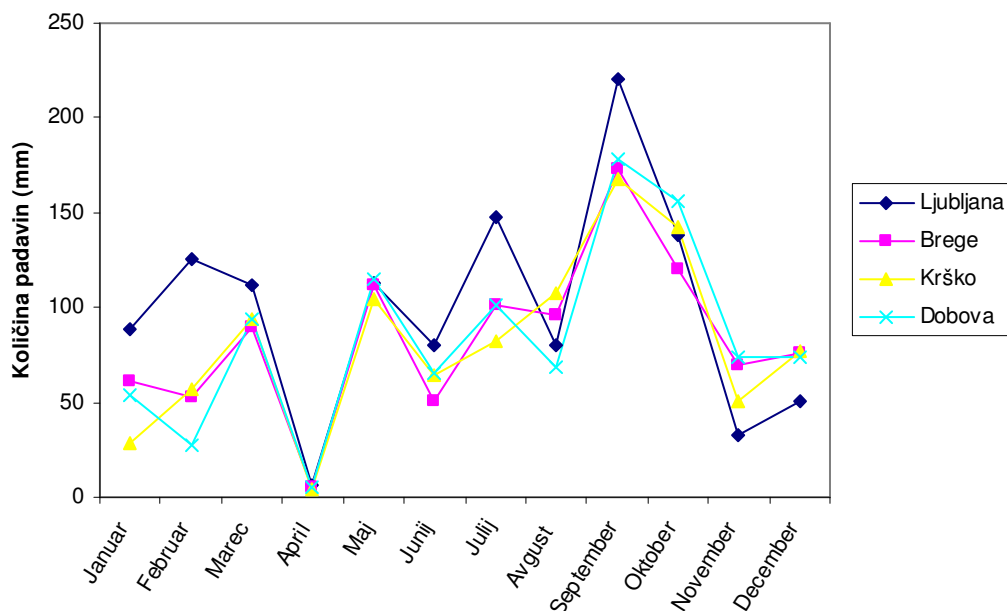
c) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenki v datoteki **PadavineUsedi2007.pdf**.

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

V prvi polovici leta 2007 je bila mesečna količina padavin v Ljubljani do največ 126 mm (v povprečju 88 mm), v Bregah do največ 112 mm (v povprečju 62 mm), v okolici Krškega do največ 105 mm (v povprečju 59 mm) in v Dobovi do največ 115 mm (v povprečju 60 mm). V drugi polovici leta so bile količine padavin na vseh lokacijah v povprečju nekoliko večje kot v prvi polovici leta 2007, in sicer v Ljubljani do največ 220 mm (v povprečju 112 mm), v Bregah do največ 173 mm (v povprečju 106 mm), v okolici Krškega do največ 168 mm (v povprečju 105 mm) in v Dobovi do največ 178 mm

(v povprečju 109 mm). Najmanjša količina padavin je bila v aprilu, ko je na vseh lokacijah v povprečju padlo 5 mm dežja. Največja količina padavin na vseh lokacijah je bila v septembru, v povprečju 185 mm. Letna vsota padavin v Ljubljani v letu 2007 je bila 1196 mm, v Bregah 1006 mm, v Krškem 981 mm in v Dobovi 1013 mm. Mesečne porazdelitve padavin v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi so prikazane na sliki 3.1.

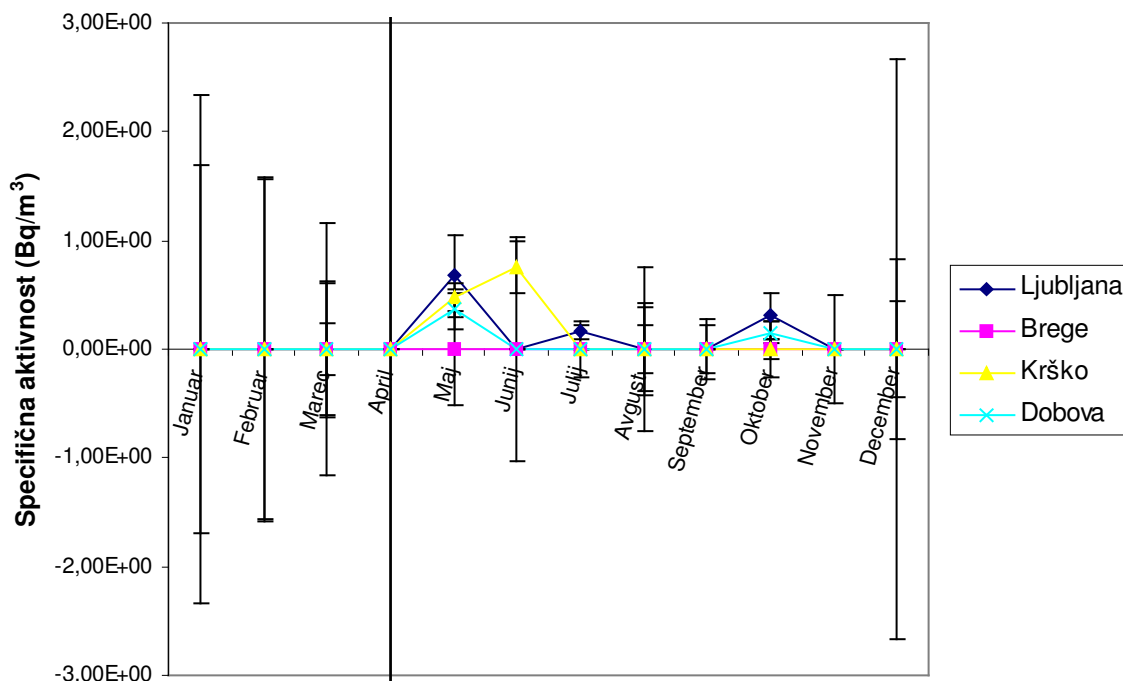


Slika 3.1: Mesečne količine padavin v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi v letu 2007

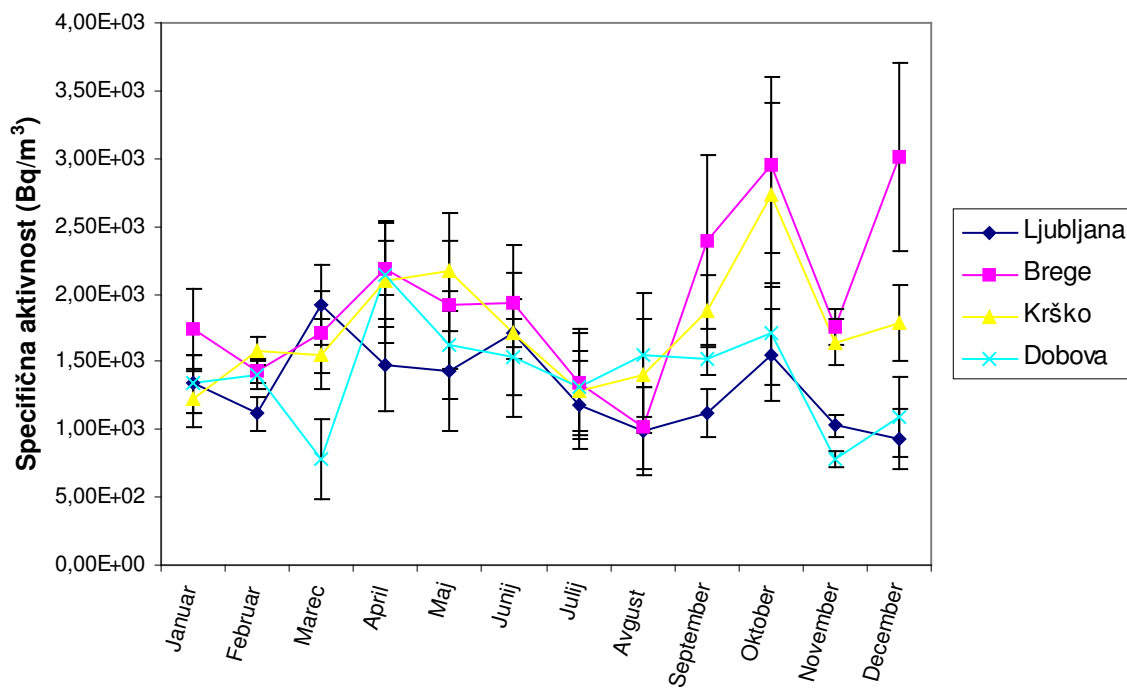
V vzorcih padavin in suhih usedov so bili prisotni naravni radionuklidi H-3, Be-7, Na-22, K-40, potomci uranove in torijeve razpadne vrste ter umetni radionuklid Cs-137. Koncentracija Sr-90/Sr-89 je bila v vseh vzorcih pod mejo določljivosti, razen v Bregah v mesecu avgustu. Koncentracijo kozmogenega izotopa Na-22 v deževnici je mogoče izmeriti zaradi izboljšane občutljivosti meritev. V tabeli 3.1 so podatki o največjih izmerjenih koncentracijah in letna povprečja koncentracij H-3, Be-7, Pb-210, K-40, Cs-137 in Sr-90/Sr-89.

Največja koncentracija H-3 v deževnici je bila izmerjena decembra v Bregah (3010 ± 700) Bq/m³; v Ljubljani je bila najvišja izmerjena koncentracija H-3 (1920 ± 295) Bq/m³ v marcu. Največja koncentracija Be-7 je bila izmerjena aprila v Dobovi (7717 ± 406) Bq/m³; v Ljubljani je bila največja vrednost Be-7 izmerjena prav tako v aprilu (4287 ± 324) Bq/m³. Koncentracija Sr-90/Sr-89 je bila v Bregah v mesecu avgustu ($1 \pm 0,3$) Bq/m³, v vseh drugih mesecih kot tudi na vseh drugih lokacijah so bile vrednosti pod mejo kvantifikacije. Največja koncentracija Pb-210 je bila določena v Dobovi (1244 ± 189) Bq/m³. Največja koncentracija K-40 je bila določena v Ljubljani (294 ± 188) Bq/m³. Povprečna koncentracija Cs-137 v Bregah in Dobovi je bila nižja od koncentracije Cs-137 v Ljubljani; v Krškem je bila povprečna koncentracija Cs-137 nekoliko višja kot v Ljubljani. Razmerja najvišjih vrednosti njegovih koncentracij in letnih povprečij so ponekod visoka, kar gre v veliki meri pripisati nihanju količine padavin. Koncentracije radionuklidov iz tabele 3.1 so primerljive z vrednostmi iz prejšnjih let, le največje izmerjene koncentracije za Be-7, Pb-210 in K-40 so višje od vrednosti prejšnjih let, kar lahko pripišemo ekstremno majhni količini padavin v mesecu aprilu, ko so bile te vrednosti izmerjene.

Mesečne koncentracije Cs-137 in H-3 v deževnici v Bregah, Krškem, Dobovi in v Ljubljani so prikazane na slikah 3.2 in 3.3. Najvišja vsebnost za Cs-137 je bila določena junija v Krškem.



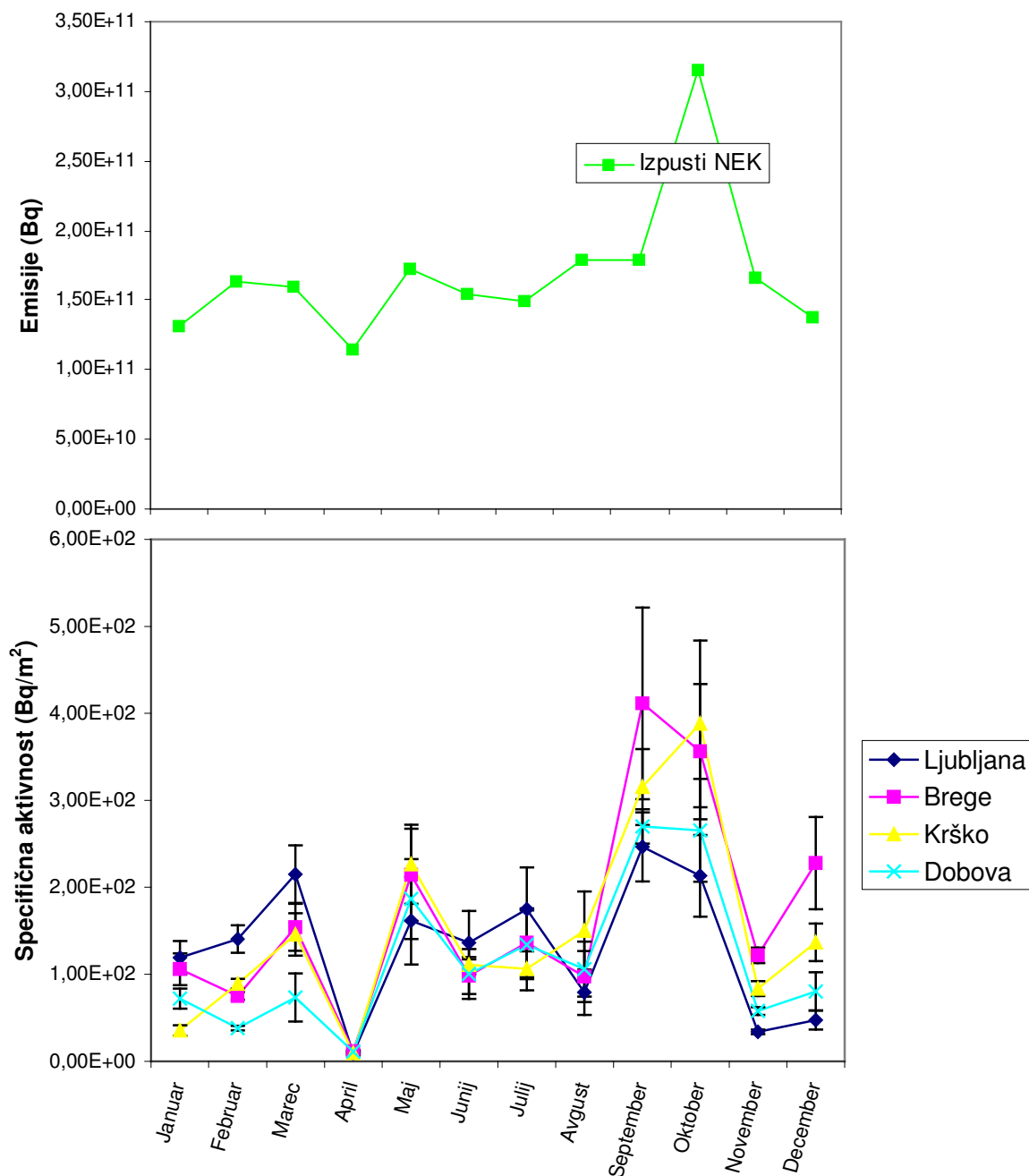
Slika 3.2: Koncentracije Cs-137 v deževnici v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi



Slika 3.3: Koncentracije H-3 v deževnici v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi

Podatki za koncentracije H-3 v deževnici ne izkazujejo nekih posebnosti tako glede vzorčevalnih mest

kot časovnega poteka. Najvišja aktivnost v Ljubljani je bila izmerjena marca, v Bregah decembra, v Krškem oktobra in v Dobovi aprila. Opazna je sicer težnja po nekoliko povišanih vrednostih poleti, kar je sicer splošna značilnost v tem delu sveta. Primerjava z drugimi evropskimi državami in mesti (Hrvaška, Avstrija, Madžarska, Poljska) v zadnjih letih pokaže podobne vrednosti; povprečne letne koncentracije v teh državah so se gibale v območju med 1000 Bq/m^3 in 1300 Bq/m^3 [11–15].



Slika 3.4: Koncentracije H-3 v padavinskem usedu (Bq/m^2) v Ljubljani, Bregah, Krškem in Dobovi v primerjavi z izpusti H-3 v zrak

S slike 3.4, ki prikazuje koncentracije H-3 v padavinskem usedu (usedi v Bq/m², preračunani iz specifične aktivnosti v deževnici) za vsa štiri vzorčevalna mesta, je opaziti višje aktivnosti v septembru in oktobru, kar se ujema z največjimi količinami padavin. S slike 3.4 je razvidno, da višjih vrednosti H-3 v padavinskem usedu lahko le delno pripišemo izpustom H-3 v zrak iz NEK, saj so bile vrednosti H-3 v padavinskem usedu v mesecu oktobru, ko so bili izpusti H-3 iz NEK najvišji, v Krškem najvišje, v Dobovi, Bregah in Ljubljani pa nekoliko nižje, kot septembra, ko je bilo največ padavin. Oktober je bil namreč mesec, v katerem je padla druga največja količina padavin, kar je tudi povezano z višjimi aktivnostmi H-3 v padavinskem usedu. To potrjujejo koncentracije tritija v oktobrskih deževnicah, ki so najvišje v Bregah in Krškem, nižje pa v Dobovi in Ljubljani.

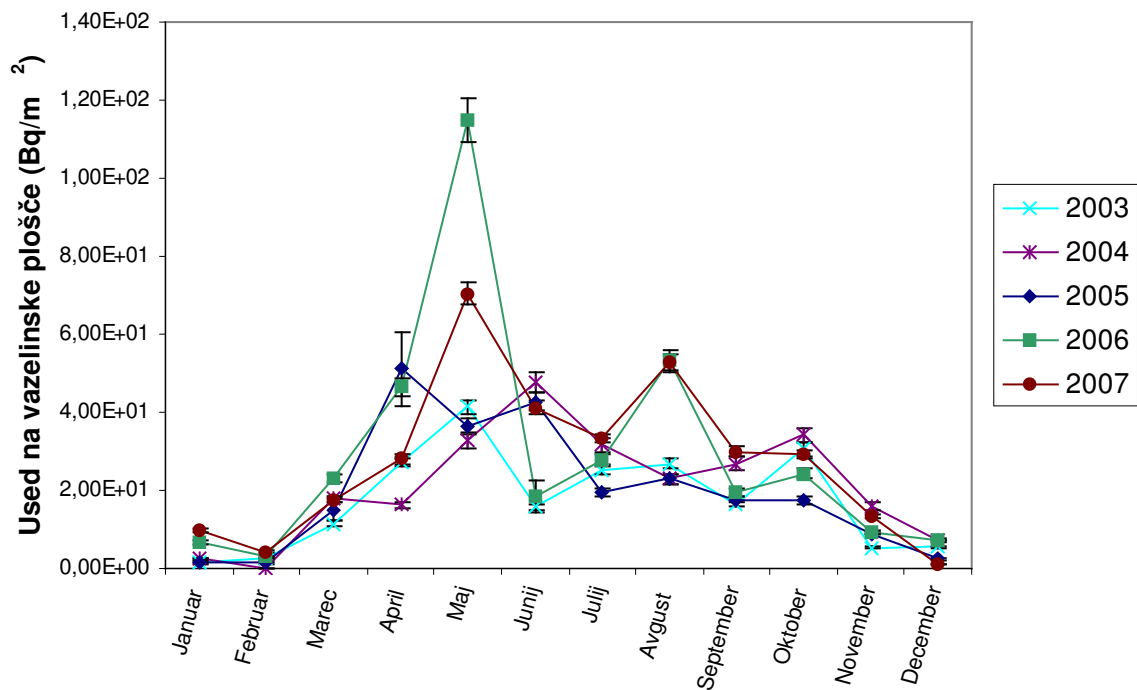
Na sliki 3.5 so prikazane sezonske vrednosti depozita Be-7, izmerjene na vazelinskih ploščah. Razvidne so signifikantno nižje vrednosti, izmerjene v zimskih mesecih, v primerjavi z drugimi letnimi časi.

Slika 3.6 prikazuje mesečne koncentracije Cs-137 v usedu na vazelinskih ploščah. Razmerje povprečnega useda Cs-137 v letu 2007 v okolici NEK glede na predhodno leto je 0,8. Spremembe povprečnega useda Cs-137 so si v obdobju po černobilski onesnažitvi v okolici NEK sledile takole:

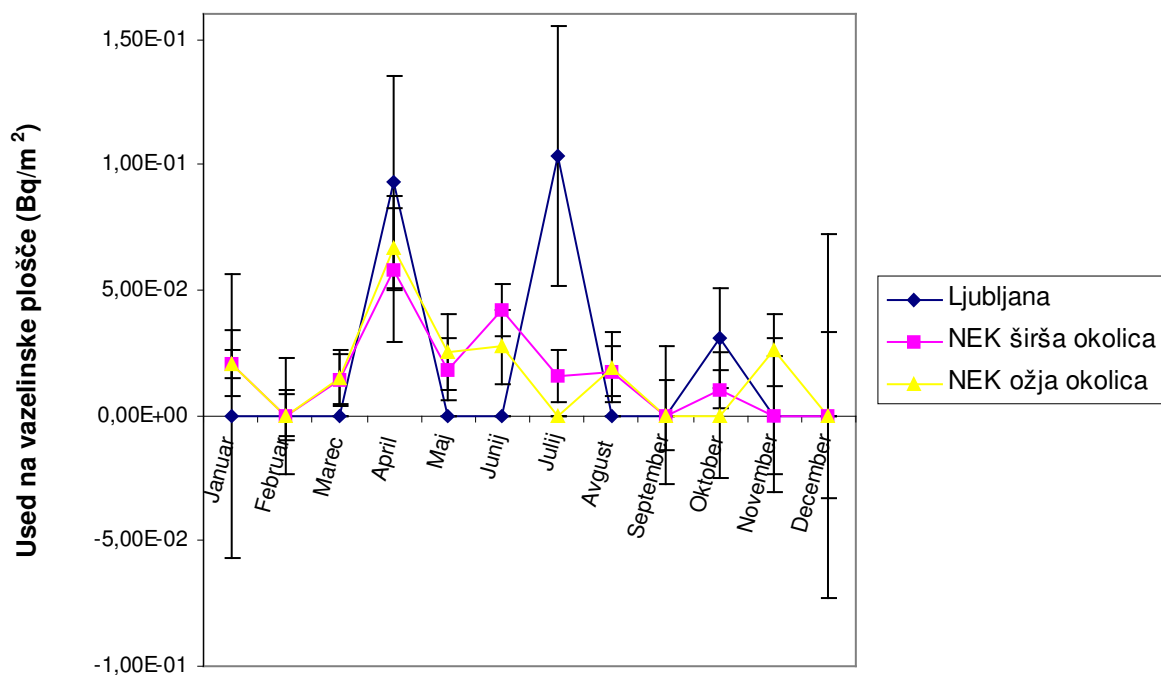
Razmerja velikosti dveh zaporednih letnih usedov Cs-137 v okolici NEK (vazelinske plošče):

1988/1987	0,5	1995/1994	3,6	2002/2001	1,5
1989/1988	0,5	1996/1995	0,4	2003/2002	0,6
1990/1989	0,7	1997/1996	0,3	2004/2003	0,6
1991/1990	0,7	1998/1997	1,3	2005/2004	0,9
1992/1991	1,0	1999/1998	1,0	2006/2005	0,9
1993/1992	0,8	2000/1999	1,1	2007/2006	0,8
1994/1993	0,7	2001/2000	0,7		

Iz razmerja 2007/2006 sledi, da je bil izmerjeni povprečni used Cs-137 v okolici NEK v letu 2007 nekoliko nižji kot povprečni letni used v letu 2006.

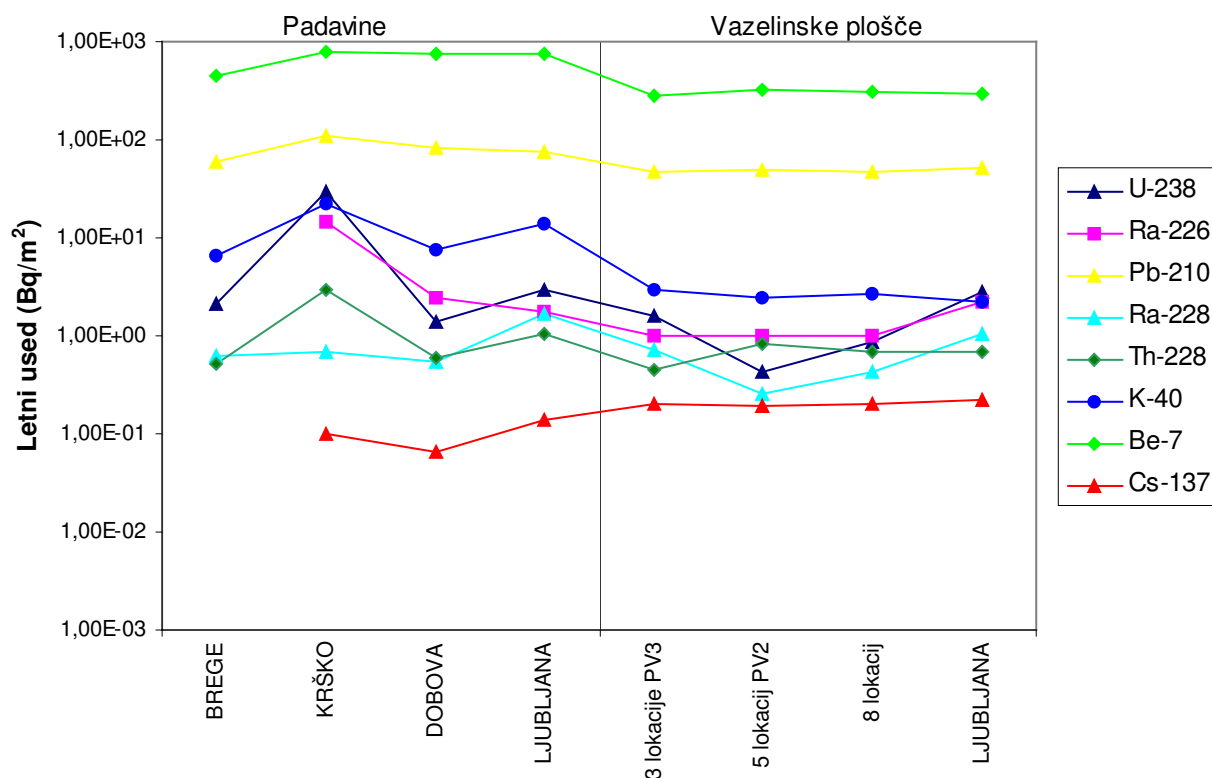


Slika 3.5: Koncentracije Be-7 v usedu na vazelinških ploščah (Bq/m^2) v širši okolici NEK v letih 2003–2007



Slika 3.6: Koncentracije Cs-137 v usedu na vazelinških ploščah

Na sliki 3.7 je prikazana primerjava vrednosti letnih usedov v padavinah in na vazelinskih ploščah na vzorčevalnih mestih okrog NEK in v Ljubljani. Najvišja vrednost za Cs-137 je bila izmerjena na vazelinskih ploščah v Ljubljani ($0,23 \pm 0,11$) Bq/m². Pri primerjavi razmerij letnih usedov Cs-137 z usedi za K-40 je opaziti za faktor 17 višje vrednosti razmerij usedov na vazelinskih ploščah v primerjavi z usedi v padavinah. Povprečje razmerja letnih usedov Cs-137/K-40 za padavine v okolici Krškega je bilo ($0,004 \pm 0,017$), medtem ko je za vazelinske plošče to povprečje ($0,07 \pm 0,03$). Izmerjeno razmerje med obema radionuklidoma v zgornji plasti zemlje je bilo 0,09, kar potrjuje povečane vrednosti v suhem usedu zaradi prispevka resuspendirane zemlje. Vsebnosti Sr-90/Sr-89 v padavinah so bile v vseh primerih pod mejo določljivosti, razen v Bregah, kjer je bila vrednost letnega useda ($0,10 \pm 0,37$) Bq/m². Ta vrednost gre na račun useda v mesecu avgustu, v vseh drugih mesecih je bil used v padavinah pod mejo detekcije.



Slika 3.7: Povprečni letni usedi v padavinah, zbranih v lovilnikih deževnice in na vazelinskih ploščah na različnih lokacijah okrog NEK in v Ljubljani v letu 2007



Preglednica 3.1: TALNI IN SUHI USEDI V LETU 2007 – meritve IJS

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov zaradi letnega useda v deževnici (Bq/m²)

"Doza" Predvidena efektivna **zunanja doza** (committed effective dose) ob predpostavki zadrževanja 4 ure na prostem

LOVILNIKI DEŽEVNICE (LETNI USEDI)											
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK								LJUBLJANA - IJS Republiški program		
Lokacija	BREGE		KRŠKO		DOBOVA		POVPREČJE LOKACIJ		A	Doza	
IZOTOP	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	
Na-22	9,6E-02 ± 9E-02	4,4E-04 ± 4E-04	1,5E-01 ± 4E-02	7,1E-04 ± 2E-04	2,6E-02 ± 1E-02	1,2E-04 ± 6E-05	9,2E-02 ± 4E-02	4,3E-04 ± 2E-04	1,4E-01 ± 4E-02	6,3E-04 ± 2E-04	
U-238	2,1E+00 ± 2E+00	1,4E-04 ± 1E-04	1,7E+00 ± 2E+00	1,1E-04 ± 1E-04	1,4E+00 ± 1E+00	8,9E-05 ± 6E-05	1,7E+00 ± 9E-01	1,1E-04 ± 6E-05	2,9E+00 ± 1E+00	1,8E-04 ± 7E-05	
Ra-226	< 9E-01	4E-03	3,0E+00 ± 9E-01	1,3E-02 ± 4E-03	2,5E+00 ± 1E+00	1,1E-02 ± 6E-03	1,8E+00 ± 9E-01	8,0E-03 ± 4E-03	1,7E+00 ± 9E-01	7,6E-03 ± 4E-03	
Pb-210	5,9E+01 ± 3E+00	3,8E-04 ± 2E-05	9,4E+01 ± 5E+00	6,0E-04 ± 3E-05	8,1E+01 ± 3E+00	5,2E-04 ± 2E-05	7,8E+01 ± 1E+01	5,0E-04 ± 7E-05	7,4E+01 ± 3E+00	4,7E-04 ± 2E-05	
Ra-228	6,2E-01 ± 4E-01	1,4E-03 ± 8E-04	7,0E-01 ± 3E-01	1,6E-03 ± 7E-04	5,4E-01 ± 8E-01	1,2E-03 ± 2E-03	6,2E-01 ± 3E-01	1,4E-03 ± 7E-04	1,6E+00 ± 8E-01	3,7E-03 ± 2E-03	
Th-228	5,2E-01 ± 2E-01	3,5E-04 ± 1E-04	8,6E-01 ± 2E-01	5,7E-04 ± 1E-04	6,0E-01 ± 2E-01	4,0E-04 ± 2E-04	6,6E-01 ± 1E-01	4,4E-04 ± 9E-05	1,1E+00 ± 2E-01	7,1E-04 ± 1E-04	
K-40	6,7E+00 ± 2E+00	2,6E-03 ± 9E-04	2,2E+01 ± 2E+00	8,7E-03 ± 8E-04	7,5E+00 ± 2E+00	2,9E-03 ± 6E-04	1,2E+01 ± 5E+00	4,8E-03 ± 2E-03	1,4E+01 ± 2E+00	5,4E-03 ± 1E-03	
Be-7	4,4E+02 ± 1E+01	4,8E-02 ± 1E-03	7,2E+02 ± 1E+01	7,8E-02 ± 1E-03	7,5E+02 ± 1E+01	8,2E-02 ± 1E-03	6,4E+02 ± 1E+02	6,9E-02 ± 1E-02	7,6E+02 ± 1E+01	8,2E-02 ± 1E-03	
I-131											
Cs-134											
Cs-137	< 2E-01	3E-04	9,9E-02 ± 2E-01	1,5E-04 ± 3E-04	6,5E-02 ± 1E-01	9,8E-05 ± 2E-04	5,5E-02 ± 1E-01	8,3E-05 ± 1E-04	1,4E-01 ± 2E-01	2,2E-04 ± 3E-04	
Co-58											
Co-60											
Cr-51											
Mn-54											
Zn-65											
Nb-95											
Ru-106											
Sb-125											
Sr-89/Sr-90	9,6E-02 ± 4E-01	7,0E-08 ± 3E-07	< 4E-01	3E-07	< 4E-01	3E-07	3,2E-02 ± 2E-01	2,3E-08 ± 2E-07			
H-3	2,0E+03 ± 2E+02		1,8E+03 ± 1E+02		1,4E+03 ± 1E+02		1,7E+03 ± 2E+02		1,6E+03 ± 1E+02		
Doza za umetne radionuklide		7,0E-08 ± 3E-04		1,5E-04 ± 3E-04		9,8E-05 ± 2E-04		8,3E-05 ± 1E-04		2,2E-04 ± 3E-04	
Doza - SKUPAJ		5,4E-02 ± 4E-03		1,0E-01 ± 4E-03		9,8E-02 ± 6E-03		8,5E-02 ± 1E-02		1,0E-01 ± 5E-03	



Preglednica 3.1, nadaljevanje: TALNI IN SUHI USEDI V LETU 2007 – meritve IJS

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov zaradi letnega useda na vazelinskih ploščah (Bq/m²)

"Doza" Predvidena efektivna **zunanja doza** (committed effective dose) ob predpostavki zadrževanja 4 ure na prostem

VAZELINSKE PLOŠČE (LETNI USED)																	
Vzorč. mesto	3 lokacije PV3 - ožja okolica NEK						5 lokacij PV2 - širša okolica NEK			8 lokacij - ožja in širša okolica NEK			LJUBLJANA - IJS				
IZOTOP	neposredno izmerjeno		20-odstotni izkoristek			neposredno izmerjeno		20-odstotni izkoristek	neposredno izmerjeno		20-odstotni izkoristek	neposredno izmerjeno		20-odstotni izkoristek			
	A	A	Doza			A	A	Doza	A	A	Doza	A	A	Doza			
	(Bq/m ²)	(Bq/m ²)	(μSv)			(Bq/m ²)	(Bq/m ²)	(μSv)	(Bq/m ²)	(Bq/m ²)	(μSv)	(Bq/m ²)	(Bq/m ²)	(μSv)			
Na-22						<	3E-01	<	2E+00		7E-03	<	2E-01	<	1E+00		4E-03
U-238	1,6E+00 ± 8E-01	7,8E+00 ± 4E+00	5,0E-04 ± 3E-04			4,3E-01 ± 9E-01	2,1E+00 ± 5E+00	1,4E-04 ± 3E-04	8,5E-01 ± 9E-01	4,3E+00 ± 4E+00	2,7E-04 ± 3E-04	2,8E+00 ± 3E+00	1,4E+01 ± 1E+01	9,0E-04 ± 8E-04			
Ra-226	9,3E-01 ± 3E-01	4,6E+00 ± 2E+00	2,0E-02 ± 7E-03			9,8E-01 ± 1E-01	4,9E+00 ± 6E-01	2,1E-02 ± 3E-03	9,6E-01 ± 2E-01	4,8E+00 ± 1E+00	2,1E-02 ± 4E-03	2,2E+00 ± 9E-01	1,1E+01 ± 4E+00	4,8E-02 ± 2E-02			
Pb-210	4,7E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 7E+00	1,5E-03 ± 4E-05			4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 6E+00	1,5E-03 ± 4E-05	4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 6E+00	1,5E-03 ± 4E-05	5,2E+01 ± 2E+00	2,6E+02 ± 1E+01	1,7E-03 ± 7E-05			
Ra-228	7,1E-01 ± 3E-01	3,6E+00 ± 1E+00	8,0E-03 ± 3E-03			2,6E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 2E+00	2,9E-03 ± 4E-03	4,3E-01 ± 4E-01	2,1E+00 ± 2E+00	4,8E-03 ± 4E-03	1,0E+00 ± 5E-01	5,1E+00 ± 3E+00	1,2E-02 ± 6E-03			
Th-228	4,6E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00	1,5E-03 ± 6E-04			8,3E-01 ± 4E+00	4,1E+00 ± 2E+01	2,8E-03 ± 1E-02	6,9E-01 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+01	2,3E-03 ± 8E-03	6,9E-01 ± 3E-01	3,4E+00 ± 1E+00	2,3E-03 ± 9E-04			
K-40	2,9E+00 ± 1E+00	1,5E+01 ± 6E+00	5,8E-03 ± 2E-03			2,5E+00 ± 6E-01	1,2E+01 ± 3E+00	4,9E-03 ± 1E-03	2,6E+00 ± 8E-01	1,3E+01 ± 4E+00	5,2E-03 ± 2E-03	2,3E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 1E+01	4,4E-03 ± 5E-03			
Be-7	2,8E+02 ± 4E+00	1,4E+03 ± 2E+01	1,5E-01 ± 2E-03			3,3E+02 ± 3E+00	1,7E+03 ± 2E+01	1,8E-01 ± 2E-03	3,1E+02 ± 4E+00	1,6E+03 ± 2E+01	1,7E-01 ± 2E-03	3,0E+02 ± 5E+00	1,5E+03 ± 2E+01	1,6E-01 ± 3E-03			
I-131						<	4E-02	<	2E-01		4E-07	<	2E-02	<	1E-01		2E-07
Cs-134																	
Cs-137	1,8E-01 ± 7E-02	9,0E-01 ± 4E-01	1,4E-03 ± 6E-04			2,0E-01 ± 3E-02	9,8E-01 ± 2E-01	1,5E-03 ± 2E-04	1,9E-01 ± 5E-02	9,5E-01 ± 2E-01	1,4E-03 ± 4E-04	2,3E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 5E-01	1,7E-03 ± 8E-04			
Co-58																	
Co-60																	
Cr-51																	
Mn-54																	
Zn-65																	
Nb-95																	
Ru-106																	
Sb-125																	
Sr-89/Sr-90																	
H-3																	
Doza za umetne radionuklide			1,4E-03 ± 6E-04					1,5E-03 ± 2E-04			1,4E-03 ± 4E-04			1,7E-03 ± 8E-04			
Doza - SKUPAJ			1,9E-01 ± 8E-03					2,1E-01 ± 2E-02			2,1E-01 ± 1E-02			2,3E-01 ± 2E-02			



Preglednica 3.2: TALNI IN SUHI USEDI V LETU 2007 – meritve IJS

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov zaradi letnega useda v deževnici (Bq/m²)

"Doza" Predvidena efektivna **ingestijska doza** (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) *E(70)* za obdobje 70 let

LOVILNIKI DEŽEVNICE (LETNI USEDI)										
Vzorč. mesto	OKOLICA NEK								LJUBLJANA - IJS Republiški program	
Lokacija	BREGE		KRŠKO		DOBOVA		POVPREČJE LOKACIJ		A	Doza
IZOTOP	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)
Na-22	9,6E-02 ± 9E-02	3,3E-04 ± 3E-04	1,5E-01 ± 4E-02	5,3E-04 ± 1E-04	2,6E-02 ± 1E-02	9,1E-05 ± 5E-05	9,2E-02 ± 4E-02	3,2E-04 ± 1E-04	1,4E-01 ± 4E-02	4,7E-04 ± 1E-04
U-238	2,1E+00 ± 2E+00	7,5E-02 ± 7E-02	1,7E+00 ± 2E+00	5,9E-02 ± 6E-02	1,4E+00 ± 1E+00	4,9E-02 ± 4E-02	1,7E+00 ± 9E-01	6,1E-02 ± 3E-02	2,9E+00 ± 1E+00	1,0E-01 ± 4E-02
Ra-226	< 9E-01	2E-01	3,0E+00 ± 9E-01	6,8E-01 ± 2E-01	2,5E+00 ± 1E+00	5,6E-01 ± 3E-01	1,8E+00 ± 9E-01	4,1E-01 ± 2E-01	1,7E+00 ± 9E-01	3,9E-01 ± 2E-01
Pb-210	5,9E+01 ± 3E+00	4,9E+01 ± 3E+00	9,4E+01 ± 5E+00	7,9E+01 ± 4E+00	8,1E+01 ± 3E+00	6,8E+01 ± 3E+00	7,8E+01 ± 1E+01	6,6E+01 ± 9E+00	7,4E+01 ± 3E+00	6,3E+01 ± 2E+00
Ra-228	6,2E-01 ± 4E-01	8,3E-01 ± 5E-01	7,0E-01 ± 3E-01	9,3E-01 ± 4E-01	5,4E-01 ± 8E-01	7,2E-01 ± 1E+00	6,2E-01 ± 3E-01	8,2E-01 ± 4E-01	1,6E+00 ± 8E-01	2,2E+00 ± 1E+00
Th-228	5,2E-01 ± 2E-01	1,9E-01 ± 7E-02	8,6E-01 ± 2E-01	3,1E-01 ± 8E-02	6,0E-01 ± 2E-01	2,2E-01 ± 9E-02	6,6E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 5E-02	1,1E+00 ± 2E-01	3,9E-01 ± 7E-02
K-40	6,7E+00 ± 2E+00	6,6E-02 ± 2E-02	2,2E+01 ± 2E+00	2,2E-01 ± 2E-02	7,5E+00 ± 2E+00	7,4E-02 ± 2E-02	1,2E+01 ± 5E+00	1,2E-01 ± 5E-02	1,4E+01 ± 2E+00	1,4E-01 ± 2E-02
Be-7	4,4E+02 ± 1E+01	9,2E-03 ± 2E-04	7,2E+02 ± 1E+01	1,5E-02 ± 3E-04	7,5E+02 ± 1E+01	1,6E-02 ± 2E-04	6,4E+02 ± 1E+02	1,3E-02 ± 2E-03	7,6E+02 ± 1E+01	1,6E-02 ± 2E-04
I-131										
Cs-134										
Cs-137	< 2E-01	5E-04	9,9E-02 ± 2E-01	2,8E-04 ± 5E-04	6,5E-02 ± 1E-01	1,8E-04 ± 3E-04	5,5E-02 ± 1E-01	1,5E-04 ± 3E-04	1,4E-01 ± 2E-01	4,0E-04 ± 5E-04
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	9,6E-02 ± 4E-01	1,6E-03 ± 6E-03	< 4E-01	7E-03	< 4E-01	7E-03	3,2E-02 ± 2E-01	5,5E-04 ± 4E-03		
H-3	2,0E+03 ± 2E+02	1,5E-02 ± 1E-03	1,8E+03 ± 1E+02	1,3E-02 ± 9E-04	1,4E+03 ± 1E+02	1,0E-02 ± 8E-04	1,7E+03 ± 2E+02	1,3E-02 ± 1E-03	1,6E+03 ± 1E+02	1,1E-02 ± 8E-04
Doza za umetne radionuklide		1,6E-02 ± 6E-03		1,3E-02 ± 8E-03		1,0E-02 ± 7E-03		1,3E-02 ± 4E-03		1,2E-02 ± 1E-03
Doza - SKUPAJ		5,1E+01 ± 3E+00		8,1E+01 ± 4E+00		7,0E+01 ± 3E+00		6,7E+01 ± 9E+00		6,6E+01 ± 2E+00



Preglednica 3.2, nadaljevanje: TALNI IN SUHI USEDI V LETU 2007 – meritve IJS

"A" Povprečne letne koncentracije radionuklidov zaradi letnega useda na vazelinskih ploščah (Bq/m²)

"Doza" Predvidena efektivna **ingestijjska doza** (committed effective dose) za otroka (1–2 leti) *E(70)* za obdobje 70 let

Vzorč. mesto	VAZELINSKE PLOŠČE (LETNI USED)											
	3 lokacije PV3 - ožja okolica NEK			5 lokacij PV2 - širša okolica NEK			8 lokacij - ožja in širša okolica NEK			LJUBLJANA - IJS		
	neposredno izmerjeno	20-odstotni izkoristek		neposredno izmerjeno	20-odstotni izkoristek		neposredno izmerjeno	20-odstotni izkoristek		neposredno izmerjeno	20-odstotni izkoristek	
IZOTOP	A (Bq/m ²)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)	A (Bq/m ²)	A (Bq/m ²)	Doza (μSv)
Na-22				< 3E-01	< 2E+00	5E-03	< 2E-01	< 1E+00	3E-03			
U-238	1,6E+00 ± 8E-01	7,8E+00 ± 4E+00	2,7E-01 ± 1E-01	4,3E-01 ± 9E-01	2,1E+00 ± 5E+00	7,5E-02 ± 2E-01	8,5E-01 ± 9E-01	4,3E+00 ± 4E+00	1,5E-01 ± 2E-01	2,8E+00 ± 3E+00	1,4E+01 ± 1E+01	5,0E-01 ± 5E-01
Ra-226	9,3E-01 ± 3E-01	4,6E+00 ± 2E+00	1,0E+00 ± 4E-01	9,8E-01 ± 1E-01	4,9E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 1E-01	9,6E-01 ± 2E-01	4,8E+00 ± 1E+00	1,1E+00 ± 2E-01	2,2E+00 ± 9E-01	1,1E+01 ± 4E+00	2,5E+00 ± 1E+00
Pb-210	4,7E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 7E+00	2,0E+02 ± 6E+00	4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 6E+00	2,0E+02 ± 5E+00	4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 6E+00	2,0E+02 ± 5E+00	5,2E+01 ± 2E+00	2,6E+02 ± 1E+01	2,2E+02 ± 9E+00
Ra-228	7,1E-01 ± 3E-01	3,6E+00 ± 1E+00	4,7E+00 ± 2E+00	2,6E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 3E+00	4,3E-01 ± 4E-01	2,1E+00 ± 2E+00	2,9E+00 ± 2E+00	1,0E+00 ± 5E-01	5,1E+00 ± 3E+00	6,9E+00 ± 3E+00
Th-228	4,6E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00	8,3E-01 ± 3E-01	8,3E-01 ± 4E+00	4,1E+00 ± 2E+01	1,5E+00 ± 7E+00	6,9E-01 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+01	1,3E+00 ± 4E+00	6,9E-01 ± 3E-01	3,4E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 5E-01
K-40	2,9E+00 ± 1E+00	1,5E+01 ± 6E+00	1,4E-01 ± 6E-02	2,5E+00 ± 6E-01	1,2E+01 ± 3E+00	1,2E-01 ± 3E-02	2,6E+00 ± 8E-01	1,3E+01 ± 4E+00	1,3E-01 ± 4E-02	2,3E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 1E+01	1,1E-01 ± 1E-01
Be-7	2,8E+02 ± 4E+00	1,4E+03 ± 2E+01	2,9E-02 ± 4E-04	3,3E+02 ± 3E+00	1,7E+03 ± 2E+01	3,4E-02 ± 3E-04	3,1E+02 ± 4E+00	1,6E+03 ± 2E+01	3,2E-02 ± 4E-04	3,0E+02 ± 5E+00	1,5E+03 ± 2E+01	3,1E-02 ± 5E-04
I-131				< 4E-02	< 2E-01	9E-04	< 2E-02	< 1E-01	5E-04			
Cs-134												
Cs-137	1,8E-01 ± 7E-02	9,0E-01 ± 4E-01	2,5E-03 ± 1E-03	2,0E-01 ± 3E-02	9,8E-01 ± 2E-01	2,8E-03 ± 4E-04	1,9E-01 ± 5E-02	9,5E-01 ± 2E-01	2,7E-03 ± 7E-04	2,3E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 5E-01	3,2E-03 ± 1E-03
Co-58												
Co-60												
Cr-51												
Mn-54												
Zn-65												
Nb-95												
Ru-106												
Sb-125												
Sr-89/Sr-90												
H-3												
Doza za umetne radionuklide			2,5E-03 ± 1E-03			2,8E-03 ± 1E-03			2,7E-03 ± 9E-04			3,2E-03 ± 1E-03
Doza - SKUPAJ			2,1E+02 ± 6E+00			2,1E+02 ± 9E+00			2,1E+02 ± 7E+00			2,3E+02 ± 9E+00



Tabela 3.1: Največje izmerjene koncentracije in letna povprečja koncentracij H-3, Be-7, Pb-210, K-40, Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v vzorcih padavin v Bregah, Krškem, Dobovi in Ljubljani v letu 2007

	BREGE			KRŠKO			DOBOVA			LJUBLJANA		
	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija	Povprečna koncentracija (Bq/m ³)	Največja koncentracija (Bq/m ³)	Največja / povprečna koncentracija
H-3	1950 ± 175	3010 ± 700	1,5	1753 ± 122	2730 ± 675	1,6	1398 ± 111	2140 ± 390	1,5	1314 ± 89	1920 ± 295	1,5
Be-7	497 ± 215	2544 ± 106	5,2	864 ± 248	2417 ± 176	2,7	1234 ± 597	7717 ± 406	6,3	940 ± 319	4287 ± 324	4,6
Pb-210	82 ± 42	392 ± 24	4,8	157 ± 61	698 ± 157	4,4	167 ± 99	1244 ± 189	7,5	143 ± 83	1039 ± 219	7,3
K-40	7 ± 22	19 ± 12	2,8	42 ± 60	288 ± 108	6,8	19 ± 14	165 ± 89	8,6	35 ± 24	294 ± 188	8,5
Cs-137	0 ± 0,87	0 ± 2,34	–	0,10 ± 1,19	0,76 ± 0,24	7,4	0,04 ± 0,11	0,36 ± 0,19	8,5	0,09 ± 0,85	0,67 ± 0,37	7,1
Sr-90/Sr-89	0,08 ± 1,72	1 ± 0,3	12	0 ± 2,2	0 ± 25	–	0 ± 3,0	0 ± 25	–	0 ± 0	0 ± 0	–



d) OCENA VPLIVOV

Analiza rezultatov meritev radionuklidov v padavinah in usedu, predstavljenih v preglednicah 3.1 in 3.2 pokaže, da prispevki umetnih radionuklidov ne vplivajo pomembno na skupno letno dozo okoliškega prebivalstva. Za izračun dodatnih doz, ki bi lahko bile kot posledica izpustov NEK, smo uporabili vrednosti letnih usedov za umetne radionuklide, kot sta npr. Cs-137 in Sr-90/Sr-89. V tabeli 3.3 so zbrane zunanje doze depozita, ki veljajo tako za odrasle kot tudi za otroke (1–2 leti). Zunanje doze so izračunane kot produkt letnega useda in doznega faktorja za posamezen radionuklid ob predpostavki štiriurnega dnevnega zadrževanja na prostem. Pri izračunu doz iz letnega useda na vazelinske plošče je upoštevan 20–odstotni izkoristek [16].

Tabela 3.3: Zunanje doze, pri predpostavki zadrževanja na prostem 4 ure na dan, preračunane iz vrednosti letnih usedov v lovilnikih deževnice in na vazelinskih ploščah v letu 2007

	Lovilniki deževnice		Vazelinske plošče	
	Povprečje- okolica NEK	Ljubljana	Povprečje- 8 lokacij	Ljubljana
Doza -umetni radionuklidi [μSv]	$0,00008 \pm 0,00015$	$0,0002 \pm 0,0003$	$0,0015 \pm 0,0004$	$0,0017 \pm 0,0009$
Doza [μSv]	$0,085 \pm 0,012$	$0,101 \pm 0,005$	$0,207 \pm 0,012$	$0,232 \pm 0,022$

Iz tabele 3.3 je razvidno, da so doze za umetne radionuklide, preračunane iz vrednosti letnih usedov v padavinah in v letnih usedih na vazelinske plošče višje na referenčni lokaciji kot v okolici NEK. Iz tega izhaja, da prebivalstvo, ki živi v okolici NEK, zaradi njenega delovanja ne prejme dodatne doze.

V tabeli 3.4 so izračunane ingestijske doze zaradi depozita radionuklidov na rastlinje. Vsebnost radionuklidov v rastlinju zaradi depozita radionuklidov v primeru dolgotrajnega odlaganja smo ocenili z izrazom [17]:

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

kjer oznake pomenijo:

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



Izhodiščne vrednosti parametrov so:

Parameter	Vrednosti parametrov [16]
α	0,3 m ² /kg
λ_w	0,05 d ⁻¹
t_e	60 d
t_h	14 d

Ingestijska doza je ocenjena po naslednjem izrazu:

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

kjer oznake pomenijo:

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 vrednost 25 kg.

Tabela 3.4: Ingestijske doze, preračunane iz vrednosti letnih usedov v lovilnikih deževnice in na vazelinskih ploščah, za odrasle in otroke (1–2 leti) v letu 2007

		Lovilniki deževnice		Vazelinske plošče	
		Povprečje- okolica NEK	Ljubljana	Povprečje- 8 lokacij	Ljubljana
ODRASLI	Doza – umetni radionuklidi [μSv]	0,013 ± 0,003	0,012 ± 0,002	0,005 ± 0,002	0,006 ± 0,003
	Doza [μSv]	22 ± 3	21 ± 1	66 ± 3	73 ± 3
OTROCI (1–2 leti)	Doza – umetni radionuklidi [μSv]	0,013 ± 0,004	0,012 ± 0,001	0,003 ± 0,001	0,003 ± 0,002
	Doza [μSv]	67 ± 9	66 ± 3	207 ± 8	230 ± 10

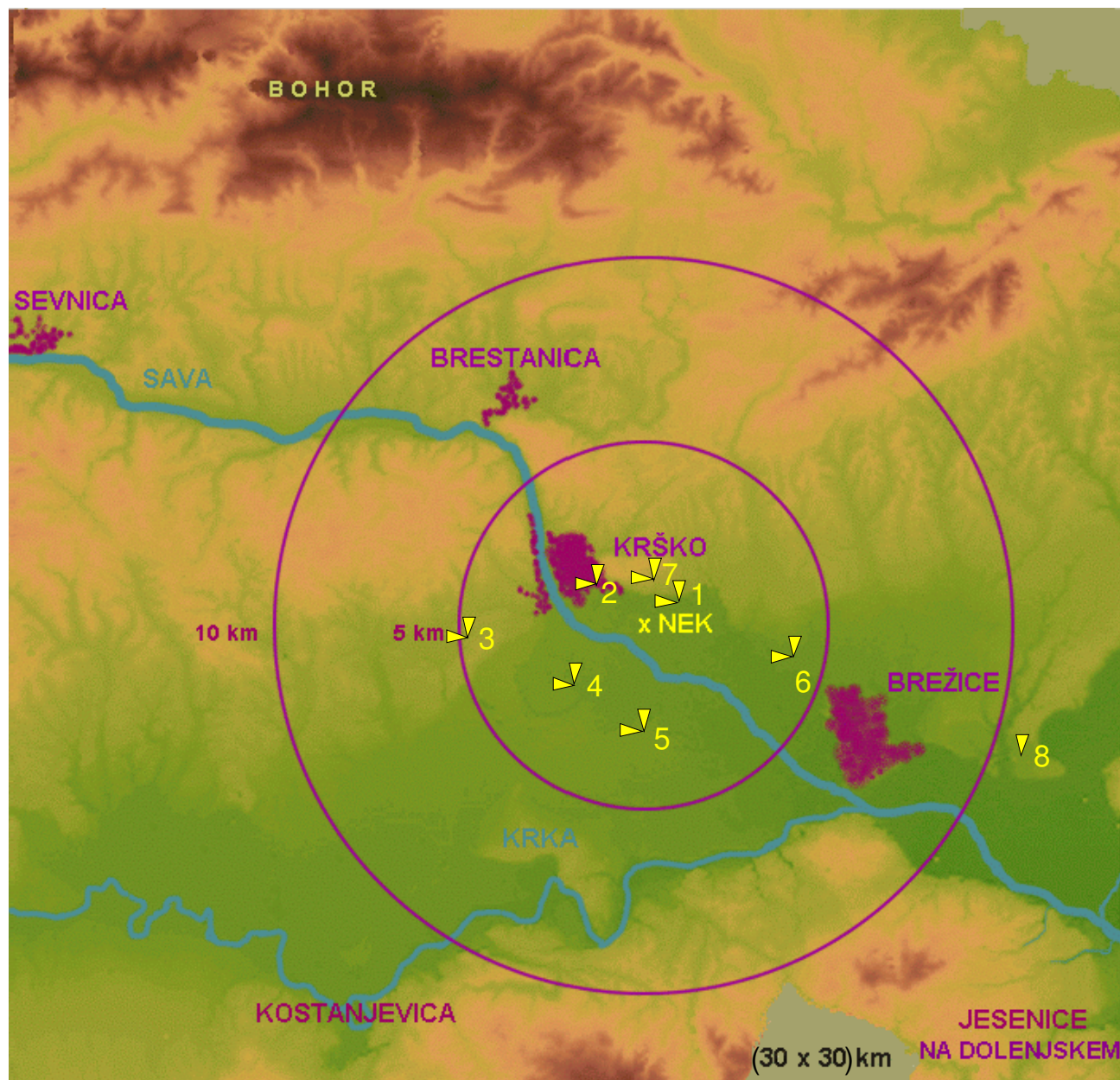
Iz tabele 3.4 je razvidno, da so doze za umetne radionuklide, izračunane na podlagi podatkov za deževnico, ki bi jo odrasli in otroci prejeli zaradi uživanja rastlinja v okolici NEK, višje za 0,001 μSv. Doze za umetne radionuklide, izračunane na podlagi podatkov za vazelinske plošče, ki bi jih odrasli in otroci prejeli zaradi uživanja rastlinja, pa so v okolici NEK nižje ali enake kot v Ljubljani. K skupni ingestijski dozi v okolici NEK, (66 ± 3) μSv za odrasle in (207 ± 8) μSv za otroke, največ prispeva used Pb-210, ki pa je naravni radionuklid. Ocenjujemo, da oktobrski izpust tritija in drugih radionuklidov v ozračje ni vplival na ingestijsko dozo prebivalstva, ker so bili radionuklidi izpuščeni na koncu vegetacijske dobe.

Dodatna skupna doza (vsota zunanje in ingestijske doze) na odraslega prebivalca iz okolice Krškega in na otroke stare 1–2 leti, zaradi prisotnosti umetnih radionuklidov, je v letu 2007 tako ocenjena na 0,001 ± 0,0003 μSv. Ker je avtorizirana meja za prebivalstvo 200 μSv na leto, lahko sklepamo, da je prispevek doze zaradi delovanja elektrarne Krško na okoliško prebivalstvo kot posledica talnega useda zanemarljiv.



e) **LITERATURA**

- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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
- [14] P. Vreča, I. Krajcar Bronić, N. Horvatinčić, Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations, Journal of Hydrology 330, 457–469, 2006
- [15] 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
- [16] 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
- [17] 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



ZRAK

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

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



Z R A K

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

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

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

Vzorčevanje **aerosolov** je potekalo na naslednjih osmih mestih v okolici NEK, ki so v zračni oddaljenosti od 1,4 km do 12 km od NEK: Spodnji Stari Grad (ZR = 1,8 km), Krško - Stara vas (ZR = 1,8 km), Leskovec (ZR = 3 km), Brege (ZR = 2,3 km), Vihre (ZR = 2,9 km), Gornji Lenart (ZR = 5,9 km), Spodnja Libna (ZR = 1,4 km) in Dobova (ZR = 12 km). Novi lokaciji glede na leta pred letom 2005 sta Spodnji Stari Grad in Vihre, z uvajanjem novih lokacij pa sta leta 2005 bila preseljena tudi vzorčevalna mesta Libna (v Spodnjo Libno) in Šentlenart v Gornji Lenart.

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

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

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

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

Vzorčevanje zračnih emisij in imisij je v letu 2007 potekalo na podoben način kot v preteklih letih, kar zagotavlja primerljivost z rezultati iz prejšnjih poročil.

Vzorčevanje **aerosolov** je potekalo s kontinuirnim prečrpavanjem zraka skozi aerosolne filtre. Filtri se menjajo vsakih 15 dni, pri čemer se skozi filtre prečrpa najmanj 10.000 m³ zraka mesečno. V Dobovi in na Reaktorskem centru poteka vzorčevanje z zračnimi črpalkami, ki skozi filtre prečrpajo približno 100.000 m³ do 150.000 m³ zraka. Izotopska analiza partikulatov se izvaja z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Vzorčevanje in meritve vzorcev na vseh osmih mestih ter vzorčevanje in meritev v Reaktorskem centru Podgorica pri Ljubljani (republiški program) je opravil IJS.

Zaradi specifičnih lastnosti **I-131** in njegovih spojin je vzorčevanje **I-131** potekalo ločeno s črpalkami z manjšim pretokom in posebnimi filtri (stekleni mikrofiber, aktivno oglje, prepojeno 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 1.000 m^3 do 1.400 m^3 zraka. Specifična meritev I-131 in izotopska analiza partikulatov se izvaja z visokoločljivostno spektrometrijo gama. Vzorčevanje in specifične meritve joda je opravil IJS.

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

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

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

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

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

Iz povprečnih vsebnosti za okolico NEK ter vsebnosti za Ljubljano so določene **predvidene efektivne doze $E(50)$ in $E(70)$** za referenčnega posameznika iz prebivalstva za dve starostni skupini: odrasle, starejše od 17 let, in otroke, stare od 1 do 2 let. Pri tem so bili upoštevani dozni pretvorbeni faktorji $h(g)_{j,inh}$ (predvidena efektivna doza na enoto vnosa) iz reference [4] in hitrosti dihanja 17 L/min (9.000 m^3 na leto) za odraslega posameznika in $2,7\text{ L/min}$ (1400 m^3 na leto) za otroka. S seštevanjem predvidenih efektivnih doz za posamezne radionuklide dobimo predvideno efektivno dozo $E(50)$ oziroma $E(70)$ za inhalacijo umetnih radionuklidov ter za inhalacijo vseh radionuklidov v aerosolih, vključno z naravnimi.

Iz podatkov o meritvah vsebnosti plinov v izpuhu NEK, ki sta jih opravila NEK in IJS, ter iz podatka o nominalnem dnevnem izpuhu skozi oddušnik ($42\text{ m}^3/\text{s}$ oziroma $3.628.800\text{ m}^3$ na dan) so določene mesečne emisije ter **letne vsote emisij posameznih radionuklidov**. Podatki o mesečnih emisijah ter letne vsote so podane v **preglednici 4.2a, delu A1** ter **preglednici 4.2b, delu A2**. Radioaktivne snovi se od mesta nastanka oziroma izpusta širijo v okolje. Z modeli lahko napovemo koncentracije radioaktivnih snovi na različnih točkah od mesta izpusta.

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

V tem poglavju uporabljamo model kot orodje, s katerim lahko izračunamo koncentracije radionuklidov, izpuščenih iz NEK, v njeni okolici. Z modelom izračunamo razredčitvene koeficiente χ/Q (s/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.

Za zahtevne razmere, kakršne nastopajo v okolici NE Krško, so primerni Lagrangeevi modeli širjenja emitiranih snovi v zraku. V preteklih letih smo za opis širjenja izpuščenih snovi v ozračju uporabljali Gaussov model, kjer smo predpostavili talni izpust, za izračun širjenja emitiranih snovi pa smo uporabili razredčitvene koeficiente, ki ji je izračunal in posredoval ARSO.

Podroben opis različnih modelov in primerjava razlik med njimi ter utemeljitev primernosti uporabe Lagrangeevih modelov delcev je podana v "Dodatku".

Iz podatkov o meritvah mesečnih emisij posameznih radionuklidov, ki sta jih opravila NEK in IJS, ter iz **izračunanih povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov** χ/Q / (s/m^3) (tabela 4.1), ki jih je za posamezne mesece ter mesta v okolici NEK pripravilo podjetje MEIS, je bilo mogoče izračunati **povprečne mesečne vsebnosti posameznih radionuklidov** na posameznih mestih. Ker so razredčitveni koeficienti za leto 2007 izračunani z uporabo Lagrangeevega modela in ne več Gaussovega modela, zaradi primerjave z ovrednotenji v preteklih letih podajamo v tabeli izračunane razredčitvene koeficiente z obema modeloma.

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

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

Ocene inhalacijskih in imerzijskih doz ter skupna (ocenjena) doza za odrasle (starost >17 let) in otroke (starost 1–2 let), ki je posledica izpustov jodov, tritija (H-3), ogljika C-14, partikulatov ter žlahtnih plinov za mesta v okolici NEK, so zbrane v preglednici 4.2c.

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Zračni I-131: Tabela T-43 (IJS)

Rezultati meritev vseh zbranih vzorcev so bili pod vrednostjo $1E-4$ Bq/m³, ki jo privzemamo kot potrebno merilno mejo za izračun doz. Zato lahko sklenemo, da jod ni bil detektiran na nobenem od sedmih merilnih mest.

Preglednica 4.1: AEROSOLNI FILTRI V LETU 2007 - meritve IJS

"A" Povprečne letne vsebnosti radionuklidov (Bq/m³) v aerosolih prefiltriranega zraka

"Doza" Predvidena efektivna doza E(50) za odrasle za aerosole (*)

Vzorč.mesto	SP. STARI GRAD	STARA VAS	LESKOVEC	BREGE	VIHRE	GORNJI LENART	LIBNA	DOBOVA	POVPREČJE KRAJEV		LJUBLJANA (Republiški program)	
IZOTOP	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)	A (Bq/m ³)	Doza (μSv)
U-238	5,8E-06 ± 7E-06	5,4E-06 ± 7E-06	1,1E-05 ± 9E-06	6,9E-06 ± 5E-06	5,9E-06 ± 7E-06	6,7E-06 ± 7E-06	1,2E-05 ± 7E-06	1,2E-06 ± 3E-06	6,9E-06 ± 2E-06	5,4E-01 ± 2E-01	1,5E-07 ± 1E-06	1,1E-02 ± 9E-02
Ra-226	< 2E-05	< 4E-06	< 9E-06	< 1E-05	< 1E-05	< 4E-06	< 1E-05	5,6E-06 ± 5E-06	7,0E-07 ± 4E-06	6,0E-02 ± 3E-01	4,4E-06 ± 3E-06	3,7E-01 ± 2E-01
Pb-210	6,7E-04 ± 5E-05	7,4E-04 ± 5E-05	7,0E-04 ± 6E-05	6,7E-04 ± 7E-05	8,3E-04 ± 6E-05	7,7E-04 ± 7E-05	6,1E-04 ± 6E-05	6,9E-04 ± 6E-05	7,1E-04 ± 2E-05	3,6E+01 ± 1E+00	6,1E-04 ± 6E-05	3,1E+01 ± 3E+00
Ra-228	2,7E-07 ± 2E-06	6,9E-07 ± 2E-06	3E-06	1,5E-06 ± 2E-06	7,2E-07 ± 2E-06	6,2E-07 ± 2E-06	4,9E-07 ± 2E-06	7,5E-07 ± 4E-07	6,4E-07 ± 7E-07	9,2E-02 ± 1E-01	4,4E-07 ± 2E-07	6,3E-02 ± 3E-02
Th-228	1,7E-05 ± 1E-05	4,5E-05 ± 4E-05	7,5E-05 ± 6E-05	2,1E-05 ± 1E-05	1,5E-05 ± 6E-06	2,8E-05 ± 2E-05	4,4E-05 ± 3E-05	2,6E-05 ± 2E-05	3,4E-05 ± 1E-05	4,7E+01 ± 1E+01	2,8E-06 ± 1E-06	3,9E+00 ± 2E+00
K-40	< 5E-05	< 6E-05	< 4E-05	< 5E-05	< 5E-05	< 4E-05	< 4E-05	< 1E-05	< 2E-05	3E-04	9E-06	2E-04
Be-7	4,2E-03 ± 4E-04	5,0E-03 ± 6E-04	4,9E-03 ± 5E-04	4,1E-03 ± 4E-04	5,1E-03 ± 6E-04	4,8E-03 ± 5E-04	4,1E-03 ± 4E-04	4,2E-03 ± 4E-04	4,6E-03 ± 2E-04	2,3E-03 ± 9E-05	3,7E-03 ± 5E-04	1,9E-03 ± 2E-04
I-131											1,3E-06 ± 1E-06	8,6E-05 ± 9E-05
Cs-134												
Cs-137	9,9E-07 ± 3E-07	1,3E-06 ± 8E-07	1,7E-06 ± 4E-07	2,0E-06 ± 3E-07	1,3E-06 ± 3E-07	1,3E-06 ± 4E-07	7,2E-07 ± 8E-07	1,1E-06 ± 2E-07	1,3E-06 ± 2E-07	4,6E-04 ± 6E-05	1,5E-06 ± 3E-07	5,4E-04 ± 9E-05
Co-58	8,3E-08 ± 8E-08	3,0E-07 ± 3E-07	1,1E-07 ± 1E-07		2,8E-07 ± 3E-07				9,6E-08 ± 5E-08	1,8E-06 ± 1E-06	8,6E-08 ± 9E-08	1,6E-06 ± 2E-06
Co-60												
Cr-51												
Mn-54												
Zn-65												
Nb-95												
Ru-106												
Sb-125												
Sr-89/Sr-90								2,0E-07 ± 4E-07	2,0E-07 ± 4E-07	2,9E-04 ± 6E-04		
Doza za umetne radionuklide (μSv na leto)										7,5E-04 ± 6E-04	6,2E-04 ± 1E-04	
Doza za umetne in naravne radionuklide (μSv na leto)										8,4E+01 ± 1E+01	3,5E+01 ± 3E+00	

(*) Predvidene efektivne doze so izračunane iz predpostavke, da odrasel referenčni posameznik vdahne 9000 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 17 L/min) oziroma da otrok (1–2 let) vdahne 1400 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 2,7 L/min)



**POVZETEK VSOT PREDVIDENIH EFEKTIVNIH DOZ (*)
ZA ODRASLE IN OTROKE (1–2 LETI),**

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

Preglednica 4.1 (povzetek): AEROSOLNI FILTRI v letu 2007

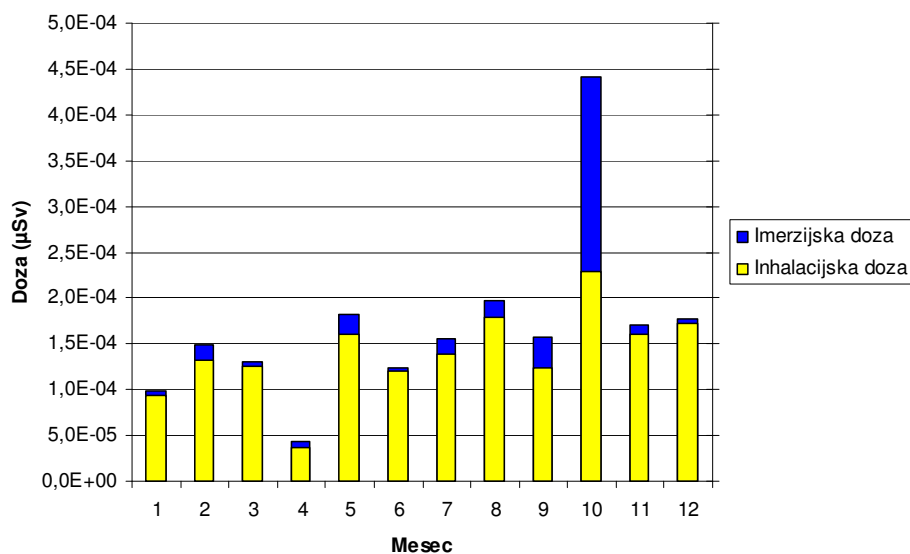
STAROSTNA SKUPINA	VRSTA VSOTE (μSv na leto)	AEROSOLNI FILTRI – POVPREČJE (μSv na leto)	
		OKOLICA NEK	LJUBLJANA
ODRASLI <i>E(50)</i>	umetni radionuklidi	0,00075 ± 0,0006	0,0006 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	87 ± 10	35 ± 3
OTROCI 1–2 let <i>E(70)</i>	umetni radionuklidi	0,0003 ± 0,0002	0,0003 ± 0,0001
	umetni in naravni radionuklidi	38 ± 6	17 ± 2

(*) Predvidene ефективne doze so izračunane iz predpostavke, da odrasel referenčni posameznik vdahne 9000 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 17 L/min) oziroma da otrok (1–2 let) vdahne 1400 m³ zraka na leto (povprečna hitrost dihanja 2,7 L/min).

KONSERVATIVNO OCENJENE MESEČNE DOZE IZ ZRAKA (OBLAKA)

**za referenčno skupino prebivalcev za leto 2007
(smer VSV, razdalja 0,8 km)**

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



Slika 4.1: Največji prispevek k inhalacijski dozi daje H-3 (v obliki tritirane pare), k imerzijski dozi pa Xe-133 (v mesecu aprilu) oz. Ar-41 (drugi meseci)


Tabela 4.1a: Povprečni mesečni razredčitveni koeficienti χ/Q / (s/m³) v letu 2007 za naselja v okolici NEK, ki jih je pripravila Agencija RS za okolje z uporabo Gaussovega modela

2007	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brežice	Vihre	Mrtvice	Brege	Žadovinek	Leskovec	Krško-Stara vas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
januar	2,8E-05	1,4E-05	1,0E-06	7,7E-07	3,8E-06	1,8E-06	3,3E-06	1,7E-07	1,7E-06	3,3E-06	9,2E-08	2,8E-05
februar	2,1E-05	1,2E-05	1,3E-06	3,2E-06	4,3E-06	4,9E-06	4,1E-06	4,1E-07	2,8E-06	4,1E-06	3,9E-07	2,1E-05
marec	1,3E-05	1,8E-05	9,6E-07	3,0E-06	9,4E-06	4,9E-06	5,8E-06	5,4E-07	3,6E-06	3,1E-06	3,6E-07	1,3E-05
april	3,0E-05	2,7E-05	1,7E-06	4,8E-06	9,7E-06	5,8E-06	2,6E-06	8,3E-07	5,6E-06	5,4E-06	5,8E-07	3,0E-05
maj	1,4E-05	8,1E-06	1,2E-06	2,9E-06	4,2E-06	3,2E-06	2,0E-06	1,3E-07	1,9E-06	3,8E-06	3,5E-07	1,4E-05
junij	6,7E-06	5,8E-06	4,1E-07	1,3E-06	5,6E-07	1,3E-06	9,8E-07	1,2E-07	7,1E-07	1,1E-06	1,5E-07	6,7E-06
julij	2,0E-05	8,4E-06	1,2E-06	2,1E-06	1,6E-06	2,8E-06	9,5E-07	3,4E-07	1,1E-06	3,9E-06	2,5E-07	2,0E-05
avgust	2,0E-05	1,0E-05	9,5E-07	2,3E-06	9,4E-07	1,5E-06	9,5E-07	1,8E-07	1,2E-06	3,0E-06	2,8E-07	2,0E-05
september	1,6E-05	8,3E-06	9,1E-07	2,0E-06	2,0E-06	4,2E-06	2,1E-06	3,3E-07	2,9E-06	2,8E-06	2,4E-07	1,6E-05
oktober	2,0E-05	2,3E-05	9,7E-07	2,4E-06	5,5E-06	5,1E-06	2,3E-06	5,6E-07	3,7E-06	3,1E-06	2,8E-07	2,0E-05
november	1,9E-05	1,6E-05	1,3E-06	3,0E-06	1,2E-05	6,3E-06	4,2E-06	3,9E-07	5,2E-06	4,1E-06	3,7E-07	1,9E-05
december	1,6E-05	1,5E-05	6,4E-07	5,5E-07	1,3E-05	6,9E-06	3,2E-06	5,5E-07	2,4E-06	2,0E-06	6,7E-08	1,6E-05

Tabela 4.1b: Povprečni mesečni razredčitveni koeficienti χ/Q / (s/m³) v letu 2007 za naselja v okolici NEK, ki jih je pripravilo podjetje MEIS z uporabo Lagrangevega modela

2007	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brežice	Vihre	Mrtvice	Brege	Žadovinek	Leskovec	Krško-Stara vas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
januar	1,5E-07	3,5E-08	1,2E-08	1,3E-08	1,6E-08	3,0E-08	4,5E-08	3,9E-08	1,0E-07	1,2E-07	5,6E-09	4,9E-08
februar	1,7E-07	1,2E-07	1,8E-08	1,8E-08	2,6E-08	7,5E-08	1,1E-07	8,9E-08	1,5E-07	1,2E-07	1,1E-08	1,1E-07
marec	1,7E-07	9,1E-08	1,6E-08	2,4E-08	3,9E-08	1,1E-07	1,4E-07	1,0E-07	1,4E-07	8,8E-08	6,4E-09	1,2E-07
april	6,3E-08	9,1E-08	2,5E-08	2,1E-08	3,6E-08	1,3E-07	1,8E-07	1,6E-07	6,3E-08	7,4E-08	1,9E-08	1,8E-07
maj	1,9E-07	1,1E-07	2,8E-08	3,0E-08	4,5E-08	1,0E-07	1,4E-07	1,0E-07	8,2E-08	1,3E-07	2,0E-08	1,0E-07
junij	1,5E-07	1,2E-07	1,9E-08	2,8E-08	4,6E-08	1,0E-07	1,0E-07	6,7E-08	1,1E-07	1,3E-07	1,2E-08	9,4E-08
julij	1,8E-07	1,2E-07	3,3E-08	3,3E-08	4,9E-08	7,4E-08	1,2E-07	9,5E-08	9,7E-08	1,8E-07	1,7E-08	1,2E-07
avgust	1,9E-07	1,0E-07	4,9E-08	3,3E-08	4,5E-08	9,6E-08	1,1E-07	4,6E-08	8,9E-08	2,0E-07	3,7E-08	1,1E-07
september	1,3E-07	8,3E-08	3,5E-08	2,6E-08	5,5E-08	7,4E-08	1,1E-07	7,4E-08	6,3E-08	1,2E-07	2,4E-08	1,0E-07
oktober	1,5E-07	9,4E-08	3,0E-08	3,7E-08	5,5E-08	9,5E-08	1,3E-07	1,5E-07	8,6E-08	1,2E-07	2,2E-08	1,1E-07
november	2,0E-07	1,7E-07	2,2E-08	2,2E-08	3,4E-08	8,6E-08	2,1E-07	1,7E-07	1,9E-07	1,5E-07	9,2E-09	1,7E-07
december	2,1E-07	1,6E-07	2,1E-08	4,5E-08	7,0E-08	1,1E-07	2,1E-07	2,0E-07	2,0E-07	1,2E-07	9,3E-09	1,7E-07

Preglednica 4.2a: ZRAČNE EMISIJE 2007

A1) Podatki NEK(*) oz. IJS (**) o mesečnih plinskih emisijah NEK (Bq)																										
Izotop	Hlapi, plini								Partikulati																	
	I-131	I-132	I-133	I-135	HTO	HT + CHT	¹⁴ CO ₂	¹⁴ CH ₄	Cr-51	Mn-54	Fe-59	Co-57	Co-58	Co-60	Zr-95	Nb-95	Sn-113	Te-123m	Te-125m	Sb-125	Cs-134	Cs-137	Ce-141	Sr-90		
januar					1,3E+11	5,1E+09	1,0E+09																3,3E+03			
februar					1,6E+11	1,2E+10	7,7E+08						3,7E+03	5,7E+03										2,0E+03		
marec					1,4E+11	3,3E+09	7,9E+08							2,4E+04										2,8E+03		
april	9,3E+03				1,1E+11	2,1E+10	1,4E+09	1,1E+09						9,0E+03										1,0E+04		
maj					1,7E+11	1,3E+10	1,1E+09						3,3E+03	3,8E+03										9,6E+03		
junij					1,6E+11	7,9E+09	1,1E+09																	4,0E+03		
julij					1,5E+11	8,6E+09	1,3E+09	9,5E+07																		
avgust					1,9E+11	6,8E+09	1,3E+09	1,1E+08						1,6E+04						5,7E+02				4,2E+03		
september					1,7E+11	9,7E+09	1,6E+09						1,6E+03	5,7E+03										3,2E+03		
oktober	4,7E+07		6,7E+05		2,4E+11	2,6E+10	8,7E+10		4,0E+04	3,7E+04	9,9E+03	7,3E+03	2,0E+06	3,8E+05	1,1E+04	4,0E+04			3,4E+03					1,6E+04		
november	1,3E+05				1,5E+11	3,1E+09	2,1E+10	2,3E+08					1,2E+04	5,5E+03										4,6E+03		
december					1,6E+11	4,5E+09	9,0E+09	6,2E+08		4,6E+01			2,3E+02	1,9E+02					3,8E+01					3,5E+02		
Letna vsota (Bq)	4,7E+07		6,7E+05		1,9E+12	1,2E+11	1,3E+11	2,2E+09	4,0E+04	3,7E+04	9,9E+03	7,3E+03	2,0E+06	4,5E+05	1,1E+04	4,0E+04			3,4E+03	5,7E+02				6,0E+04		

Preglednica 4.2a: ZRAČNE EMISIJE 2007 – nadaljevanje

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

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

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

(***) Ocena doz, narejena na podlagi inhalacijskih in imerzijskih doznih pretvorbeneh faktorjev iz ref. [4] in predpostavke o hitrosti dihanja 17 L/min ter mesečnih prizemnih razredčitvenih koeficientih χ/Q za razdaljo 1,5 km okoli smeri VSV – naselje Spodnji Stari Grad. To naselje je bilo na podlagi mesečnih izračunov doz po 11 naseljih za leto 2007 izbrano kot referenčno z najvišjo izračunano dozo.



Preglednica 4.2b: ZRAČNE EMISIJE 2007 – nadaljevanje

A2) Podatki NEK (*) oz. IJS (**) o mesečnih plinskih emisijah NEK (Bq)											
IZOTOP	Žlahtni plini										
	Xe-131m	Xe-133	Xe-133m	Xe-135	Xe-135m	Xe-138	Ar-41	Kr-85	Kr-85m	Kr-87	Kr-88
januar	2,6E+10	4,2E+08					4,3E+08				
februar	8,5E+10	9,2E+08					9,6E+08				
marec		4,1E+08					4,2E+08				
april	6,3E+09	3,9E+10					8,6E+08				
maj		4,0E+10					8,7E+08				
junij	3,7E+10	3,9E+09					9,7E+07				
julij	2,6E+10	1,5E+10					9,2E+08				
avgust	6,2E+10	2,6E+10					5,0E+08				
september		3,9E+10		1,2E+10			1,1E+09				
oktober	3,4E+06	1,0E+12	8,4E+09					5,2E+07			
november	5,1E+10						4,4E+08				
december											
Letna vsota (Bq)	2,9E+11	1,2E+12	8,4E+09	1,2E+10			6,6E+09	5,2E+07			

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

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

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

(***) Ocena doz, narejena na podlagi inhalacijskih in imerzijskih doznih pretvorbenih faktorjev iz ref [4] in predpostavke o hitrosti dihanja 17 L/min ter mesečnih prizemnih razredčitvenih koeficientih χ/Q za razdaljo 1,5 km okoli smeri VSV – naselje Spodnji Stari Grad. To naselje je bilo na podlagi mesečnih izračunov doz po 11 naseljih za leto 2007 izbrano kot referenčno z najvišjo izračunano dozo.


Preglednica 4.2c: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK V LETU 2007

Ocena je narejena z emisijskimi podatki z uporabo Lagrangeevega modela za najbližja naselja. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke (1–2 leti).

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

* razdalja med točko izpusta in središčem vasi

Preglednica 4.2d: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK V LETU 2007-GAUSSOV MODEL

Ocena je narejena z emisijskimi podatki z uporabo Gaussovega modela za najbližja naselja. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke (1–2 leti).

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



Preglednica 4.2e: OCENE INHALACIJSKIH IN IMERZIJSKIH DOZ ZA OKOLICO NEK MED REMONTOM 2007

Ocena je narejena z emisijskimi podatki z uporabo Lagrangeevega modela za najbližja naselja. Uporabljeni so podatki za dozne pretvorbene faktorje iz reference [4] za odrasle in otroke (1–2 leti).

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

* razdalja med točko izpusta in središčem vasi

V letu 2007 je v NEK potekal **redni remont** med 5. 10. in 5. 11. 2007 (polno moč je NEK dosegla 9. 11. 2007). V tem obdobju je bilo približno 85 % celotne letne emisije jodov, žlahtnih plinov, C-14 in beta/gama sevalcev, medtem ko je bilo izpustov tritija 13 %. Izpusti med remontom so k letni efektivni dozi zaradi zračnih izpustov prispevali približno četrtno doze (Preglednica 4.2d). Remontna inhalacijska doza za naselje Stari grad je bila okoli 20 % letne inhalacijske doze, medtem ko je bila submerzijska doza med remontom 65 % letne submerzijske doze.

Tudi med remontom, tako kot v celem letu, k efektivni dozi zaradi izpustov največ prispevajo izpusti H-3, okoli 75 %.

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

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

Pri drugih radionuklidih so razlike med posameznimi merilnimi mesti v okolici NEK večje, kar posebej velja za U-238, kjer se povprečja posameznih krajev razlikujejo približno za faktor deset, izmerjeno povprečje v okolici NEK pa je za enak faktor višje od povprečja, izmerjenega v Ljubljani. Podobno velike so razlike med okolico NEK in Ljubljano pri Th-228. Ker so vrednosti za U-238 in Ra-226 večinoma pod mejo detekcije, se to izraža v velikem sipanju, to je v veliki relativni negotovosti povprečij. Obenem je treba upoštevati, da zračna črpalka na vzorčevalnem mestu v Ljubljani prečrpa približno desetkrat več zraka kot črpalke v okolici NEK (sprememba pretoka od



junija 2006 dalje), kar zniža mejo detekcije. Ob upoštevanju teh dejstev lahko sklenemo, da so vrednosti naravnih radionuklidov v zraku okolici NEK podobne tistim, ki jih izmerimo v okviru nadzornih meritev radioaktivnosti v Republiki Sloveniji. V letu 2007 je bila koncentracija Th-228 2-krat višja kot leta 2006. Visoka vrednost za povprečno koncentracijo Th-228 v zraku v okolici NEK je posledica izmerjenih visokih vrednosti v mesecu februarju in avgustu na lokacijah Stara vas, Leskovec, Libna, Brege in Gornji Lenart. Visoke vrednosti so morda posledica prisotnosti potomcev Rn-220, zato predlagamo, da so časi med pripravo vzorca in meritvijo dovolj dolgi, da potomci Rn-220 razpadejo in da se vzpostavi ravnotežje s Th-228.

Aktivnosti K-40 letu 2007 (preglednica 4.1) so v okviru negotovosti nič, kar kaže, da K-40 v vzorcih izvira iz materiala, iz katerega so narejeni filtri. Prispevek materialov, ki se uporabljajo pri izdelavi vzorca, se namreč v analizni proceduri odšteva.

Izmed **umetnih radionuklidov** v aerosolih so bili v letu 2007 zaznani Co-58, Cs-137 in Sr-90. Prvi je prišel v okolje z izpusti NEK, delno tudi drugi, medtem ko je prisotnost Sr-90 vezana le na globalno kontaminacijo.

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

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

V letu 2007 smo med umetnimi radionuklidi v okolici NEK izmerili tudi **Co-58**. Radionuklid Co-58 je bil izmerjen v oktobrskih vzorcih na lokacijah Vihre, Leskovec, Stara vas in Stari grad. Izmerjene vrednosti so bile med $1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in $3,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. V oktobru je bil Co-58 izmerjen tudi na lokaciji Ljubljana. Koncentracija je bila $1 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. NEK je poročal o oktobrskih izpustih Co-58, vendar bi bile koncentracije Co-58 ob upoštevanju razredčitvenih koeficientov (glej poglavje "*Diskusija*") približno desetkrat nižje od izmerjenih, na lokaciji v Ljubljani pa še nekaj velikostnih redov nižje (Tabela 4.2). Kontaminacijo zraka s Co-58 v Ljubljani bi lahko pripisali izpustom iz reaktorja TRIGA, vendar pa iz reaktorja v oktobru ni bilo izpustov Co-58. Izvajalec republiških nadzornih meritev radioaktivnosti v letu 2007 (ZVD) v oktobrskih vzorcih ni izmeril Co-58 na lokacijah po Sloveniji (Ljubljana, Predmeja, Jareninski vrh).

Tabela 4.2: Primerjava izmerjenih in izračunanih koncentracij Co-58 na lokacijah, kjer je bil v oktobrskih vzorcih izmerjen Co-58

Lokacija	χ^2/Q (Gaussov model) (s/m^3)	χ^2/Q (Lagrangeev model) (s/m^3)	Izračunana koncentracija – Gaussov model ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	Izračunana koncentracija – Lagrangeev model ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	Izmerjena koncentracija ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
Vihre	2,4E-6	3,7E-8	1,9	0,028	$3,3 \pm 1,0$
Leskovec	5,6E-7	1,55E-7	0,43	0,11	$1,3 \pm 0,8$
Stara Vas	3,7E-6	8,6E-8	2,8	0,066	$3,5 \pm 1,0$
Stari Grad	2,0E-5	1,5E-7	15,4	0,12	$1,0 \pm 0,4$



Izvajalec meritev je izvedel podrobno analizo, da bi odkril vzroke povečanih vrednosti Co-58 v filtrih iz oktobra. Preveril je posamezne faze priprave vzorcev, da bi odkril morebitno navzkrižno kontaminacijo. Prav tako je izključil možnost morebitne kontaminacije z vzorci, ki so jih merili za preskuse usposobljenosti in so jih pripravljali pred vzorci iz okolice NEK in Ljubljane. V primeru, da bi bil Co-58 posledica te kontaminacije, bi morali v oktobrskih vzorcih iz okolice NEK in Ljubljane izmeriti tudi Co-60, ki je bil v vzorcih za preskuse usposobljenosti še v višjih koncentracijah kot Co-58.

Iz opravljenih analiz ni bilo mogoče razložiti prisotnosti Co-58 v oktobrskih vzorcih zraka.

V letu 2007 so bili v Ljubljani izmerjeni umetni izotopi Cs-137, I-131 in Co-58. Izotop Cs-137 je bil zaznan v zraku v Ljubljani vsak mesec, I-131 v mesecu februarju in Co-58 v mesecu oktobru. V Ljubljani so se mesečne koncentracije Cs-137 gibale med $0,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in $3,5 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, kar je v okviru vrednosti, ki jih je izmeril IJS na lokacijah v okolici NEK. Izmerjena vrednost izotopa Co-58 v Ljubljani je bila $(1 \pm 0,2) \mu\text{Bq}/\text{m}^3$, kar je podobno kot v okolici NEK. Izmerjena vrednost I-131 v februarju je bila $(16 \pm 0,2) \mu\text{Bq}/\text{m}^3$. Prisotnost I-131 v Ljubljani je nepričakovana in zelo verjetno posledica lokalnega onesnaženja, možen vir bi lahko bila prisotnost osebe, ki je bila na terapiji ščitnice z I-131. Če bi se takšna oseba zadrževala v bližini aerosolnega filtra med črpanjem, bi lahko v vzorcu zaznali prisotnost I-131. Ker v februarju ni bilo izpustov I-131 iz reaktorja TRIGA, delovanje le-tega ni vzrok za izmerjene vrednosti I-131. V Odseku za znanosti o okolju O-2 na Rektorskem centru v Podgorici uporabljajo pri delu I-131 v količinah pod mejo izvzetja. Uporabo I-131 na Odseku O-2 v tem času nismo preverjali.

e) OCENA VPLIVOV

Meritve I-131 v zraku (tabela T-43) kažejo, da merilna meja $1\text{E}-4 \text{ Bq}/\text{m}^3$ v letu 2007 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 $1\text{E}-4 \text{ Bq}/\text{m}^3$. Letne učinkovite doze, ki jih tako izračunamo, so za **odraslega človeka** (starost >17 let) in **otroka** (1–2 let) **7 nSv na leto** ter **11 nSv na leto**, kar ustreza ekvivalentni ščitnični dozi 140 nSv na leto za odraslega in 220 nSv na leto za otroka. Iz omenjenih števil lahko sklepamo, da **prispevek I-131 k celotni dozi ni bistven**.

Meritve na **aerosolnih filtrih** v okolici NEK (preglednica 4.1) kažejo, da je med naravnimi radionuklidi najpomembnejši prispevek k letni učinkoviti dozi za **odraslega človeka** prispevek naravnega izotopa Th-228, in sicer $(47 \pm 10) \mu\text{Sv}$ na leto, kar je več kot v letu 2006 $((25 \pm 3) \mu\text{Sv}$ na leto) ali 2005 $((24 \pm 3) \mu\text{Sv}$ na leto). Skoraj dvakrat večja doza zaradi Th-228 v 2007 v primerjavi z letom 2006 je posledica večjih izmerjenih koncentracij, ki smo jih komentirali v prejšnjem podpoglavju. K celotni inhalacijski dozi prispeva Th-228 več kot polovico celotne doze. Naslednji po velikosti je prispevek Pb-210. V letu 2007 je izračunana predvidena učinkovita doza zaradi vdihovanja Pb-210 $(36 \pm 1) \mu\text{Sv}$, kar je podobno kot v letu 2006 $((44 \pm 2) \mu\text{Sv})$. Oba naravna izotopa Th-228 in Pb-210 prispevata skoraj 95 % k celotni dozi obremenitvi zaradi inhalacije.

Prispevki izmerjenih umetnih radionuklidov Cs-137, Co-58 in Sr-90/Sr-89 so zanemarljivi v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov. Izračunana predvidena učinkovita doza za Cs-137 je $(0,46 \pm 0,05) \text{ nSv}$, za Co-58 pa še več kot 100-krat nižja. Izračunana predvidena učinkovita doza za Sr-90/Sr-89 je $(0,29 \pm 0,60) \text{ nSv}$. Izračunana doza za Sr-90/Sr-89 je obremenjena z veliko napako meritve. Doza umetnih radionuklidov je zaradi Sr-90/Sr-89 v letu 2007 večja kot v letu 2006, ko izotop Sr-90/Sr-89 ni bil detektiran, na drugi strani pa je povprečna izmerjena koncentracija Cs-137 v letu 2007 nižja kot v letu 2006 ($1,3 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in $1,7 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$).

Celotna **predvidena učinkovita doza** vseh detektiranih radionuklidov v letu 2007 za **odraslega človeka v okolici NEK** je **$(84 \pm 10) \mu\text{Sv}$ na leto**, prispevek umetnih radionuklidov pa je **$(0,75 \pm 0,6) \text{ nSv}$** . Izračunana celotna učinkovita doza je nekoliko višja kot v letu 2006 $(76 \pm 3) \mu\text{Sv}$ ali 2005 $(66 \pm 4) \mu\text{Sv}$. Razlika je posledica visokih izmerjenih vrednosti Th-228.



Celotna **predvidena efektivna doza za otroka** (1–2 leti) za celotni prispevek vseh radionuklidov v okolici NEK je ocenjena na **$(37 \pm 6) \mu\text{Sv}$ na leto**, prispevek umetnih radionuklidov pa na **$(0,3 \pm 0,2) \text{nSv}$ na leto**. Podobno kot za odrasle je tudi za otroke ocenjena predvidena efektivna doza večja kot v letu 2006.

Meritve **aerosolnih filtrov** v Ljubljani in v okolici NEK (preglednica 4.1) kažejo, da je med naravnimi radionuklidi pomemben samo prispevek Pb-210, ki je za odraslo osebo $(31 \pm 3) \mu\text{Sv}$ na leto. Rezultat je podoben prispevku v letu 2006 $((35 \pm 3) \mu\text{Sv})$ in manjši kot 2005 $((49 \pm 7) \mu\text{Sv})$. Manjša doza v Ljubljani je najbrž posledica spremenjene lokacije vzorčevanja.

V letu 2007 je bil prispevek izmerjenega umetnega radionuklida Cs-137 za odraslo osebo $(0,5 \pm 0,1) \text{nSv}$ na leto, kar je enako kot v letu 2006 in manj kot v letu 2005 $((0,8 \pm 0,3) \text{nSv}$ na leto) in enako kot v letu 2004 $((0,5 \pm 0,1) \text{nSv}$ na leto).

V letu 2007 so meritve pokazale tudi prisotnost izotopa Co-58, in sicer v mesecu oktobru. Izmerjene vrednosti na lokacijah v okolici NEK so bile do nekaj $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$, izračunana predvidena letna efektivna doza za odraslega prebivalca v okolici NEK pa je $(1,8 \pm 1,0) \mu\text{Sv}$.

Izotop Sr-90/Sr-89 je k predvideni letni efektivni dozi v okolici NEK prispeval $(0,29 \pm 0,6) \text{nSv}$, medtem ko v letu 2006 ni bil detektiran.

Predvidena efektivna doza zaradi umetnih izotopov v zraku v Ljubljani je $(0,6 \pm 0,1) \mu\text{Sv}$. Največji je prispevek Cs-137 (85 %), nato I-131 (15 %), prispevek Co-58 pa je zanemarljiv. Prispevek I-131 v efektivni dozi moramo vzeti z veliko mero previdnosti, saj v resnici ni posledica kontaminacije zraka, pač pa najverjetneje lokalne kontaminacije ali prisotnosti osebe, ki je bila na terapiji ščitnice z I-131.

Izračunana **predvidena efektivna doza** zaradi inhalacije za prebivalca v okolici NEK za leto 2007 je večja kot za prebivalca v Ljubljani, in sicer za približno faktor 3. Razlika je posledica večjih izmerjenih koncentracij naravnih radionuklidov v zraku, in nikakor ne umetnih izotopov, katerih prispevek je zanemarljiv.

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

Iz preglednice je razvidno, da je **praktično vsa inhalacijska doza posledica zračnih emisij tritija**. Tritij prispeva k skupni inhalacijski dozi $1,6 \text{nSv}$ na leto (predvsem v obliki emisij HTO), ogljik C-14 pa še $0,03 \text{nSv}$ na leto (predvsem emisije $^{14}\text{CO}_2$). Tretji po velikosti je prispevek I-131 ($0,013 \text{nSv}$ na leto). Ocenjeni prispevek k skupni inhalacijski dozi vseh drugih radionuklidov je bistveno manjši.

Ocenjena **predvidena efektivna letna inhalacijska doza za odraslo osebo za Spodnji Stari Grad za leto 2007 je $1,7 \text{nSv}$** . Pri tem niso upoštevane posledice prehoda radionuklidov iz zraka v druge prenosne poti (voda, hrana, sevanje useda), ki povzročijo še dodatno izpostavljenost. Ocenjena efektivna doza zaradi inhalacije v letu 2006 je bila **$0,22 \mu\text{Sv}$** . Ocenjena efektivna doza zaradi inhalacije je v letu 2007 več kot 100-krat manjša kot v letu 2006. Razlika je posledica uporabe drugačnega Lagrangeevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov, ki bolje opisuje razširjanje radionuklidov v zraku kot klasični Gaussov model. V primeru uporabe razredčitvenih koeficientov z Gaussovim modelom bi bila izračunana efektivna doza zaradi inhalacije $0,19 \mu\text{Sv}$, kar je na ravni iz leta 2006.



Zunanje obsevanje zaradi radioaktivnih izotopov v zraku (imerzijska doza) je predvsem posledica izpustov žlahtnega plina Xe-133 (0,35 nSv na leto). Večina prispevka Xe-133 (85 %) je zaradi izpustov, vezanih na prepihovanje ob začetku remonta, ki se je v NEK začel 5. oktobra 2007.

Na drugem mestu je prispevek Ar-41 (0,068 nSv na leto), katerega prispevek je največji, ko ni remonta. Poleg teh dveh žlahtnih plinov je NEK poročal še o emisijah Xe-131m, Xe-133m, Xe-135 ter Kr-85 (samo v oktobru, ob začetku remonta).

Celotna letna imerzijska doza za Spodnji Stari Grad za leto 2007 je 0,35 nSv, kar velja za odraslo osebo in tudi za otroka. Približno 65 % letne imerzijske doze prispevajo izpusti med rednim remontom. Imerzijska doza v letu 2007 je podobno za približno 100-krat nižja kot v preteklih letih. Seveda je tudi tu razlog uporaba drugačnega modela za izračun razredčitvenih koeficientov. V primeru uporabe Gaussovega modela bi bila letna imerzijska doza 0,047 μ Sv, kar je skoraj enako kot v letu 2006 (0,046 μ Sv).

Celotna letna doza za odraslega človeka v Spodnjem Starem Gradu, ki je posledica inhalacije in imerzije, je bila v letu 2007 2,1 nSv.

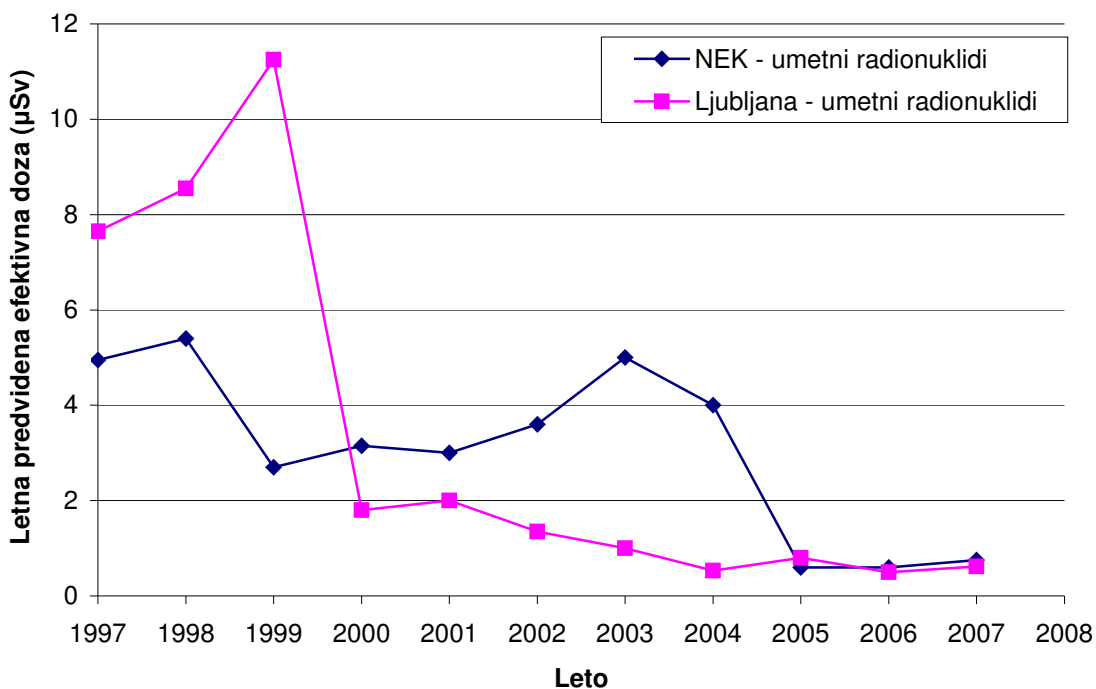
V preglednici 4.2c so zbrani izračuni za odraslega človeka in otroka (1–2 leti), pripravljeni na osnovi emisij in povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov χ/Q za različna mesta v okolici NEK. Skupne letne doze za odraslega človeka v naseljih se gibljejo od 0,22 nSv (Dobova) do 2,0 nSv (Spodnji Stari Grad), za otroka pa od 0,14 nSv (Dobova) do 1,2 nSv (Spodnji Stari Grad).

f) DISKUSIJA

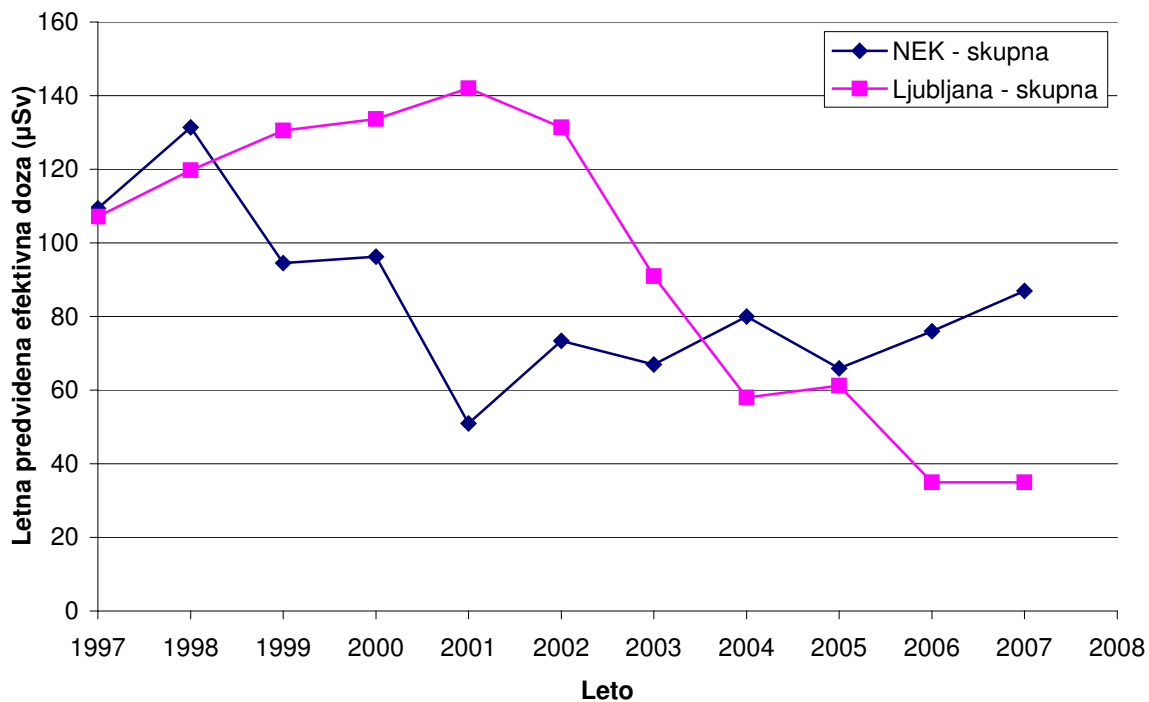
PRIMERJAVA S PREJŠNJIMI LETI

Na sliki 4.2 so predstavljene **predvidene letne efektivne doze zaradi umetnih radionuklidov** (μ Sv/leto) za odraslega človeka, izračunane iz meritev aerosolnih filtrov v **okolici NEK** in v **Ljubljani v letih od 1997 do 2007**.

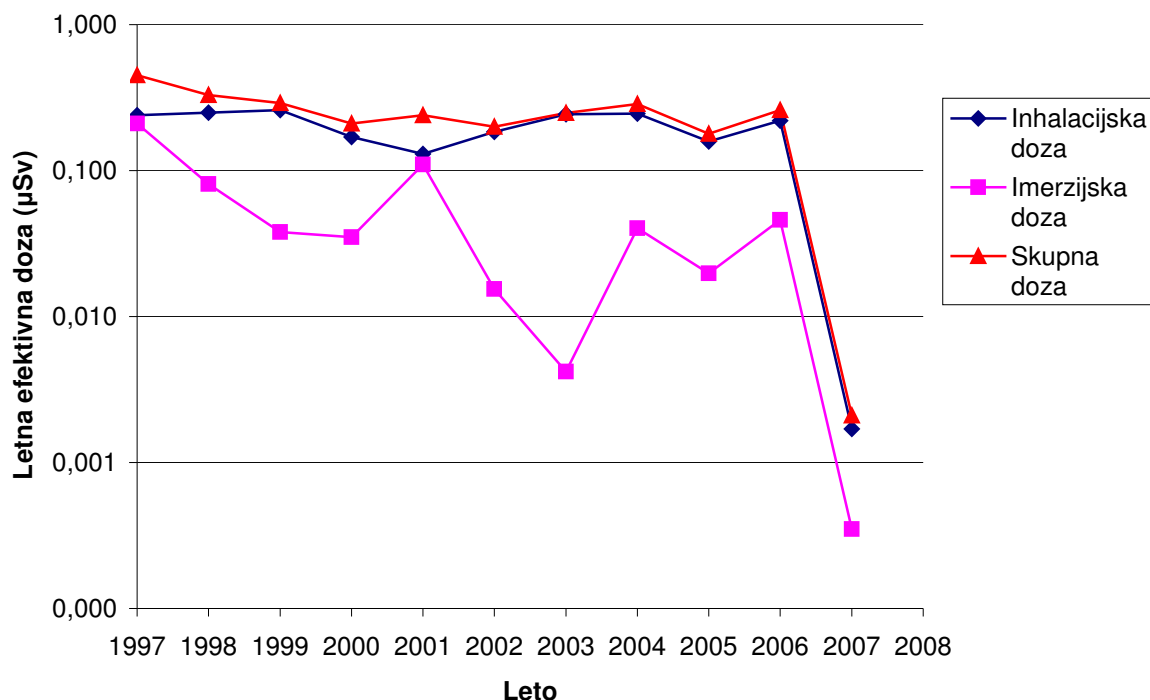
Kot je razvidno s slike 4.2, je prispevek umetnih radionuklidov v Ljubljani in okolici NEK zelo podoben in je zadnja tri leta manjši od 1 μ Sv. Visoka doza umetnih radionuklidov v letu 2003 je posledica upoštevanega prispevka Sr-90, ki je to leto prispeval k dozi kar $\frac{3}{4}$ doze, vendar pa poročilo o meritvah radioaktivnosti v okolici NEK ugotavlja, da prispevek ni posledica izpustov iz NEK, temveč resuspenzije iz zemlje. Podobno velja za celotno obdobje 2000–2004. Prispevek Sr-90 k dozi v Ljubljani ni ovrednoten, ker se v zračnih filterih v okviru nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije v Ljubljani ne določa vsebnost Sr-90. Z upoštevanjem tega dejstva lahko sklenemo, da so doze umetnih radionuklidov v Ljubljani in okolici NEK podobne oziroma praktično enake, vsekakor pa zanemarljive v primerjavi s prispevkom naravnih radionuklidov (slika 4.3). Za doze naravnih radionuklidov je značilno, da močno variirajo po letih, kar velja tako za lokacije v okolici NEK kot za lokacijo v Ljubljani. Poleg tega je bil v letu 2006 v Ljubljani spremenjen način vzorčevanja. V splošnem lahko rečemo, da so v okolici NEK efektivne doze zaradi inhalacije naravnih radionuklidov enake kot drugod po Sloveniji in so nekaj 10 μ Sv na leto [21].



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



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



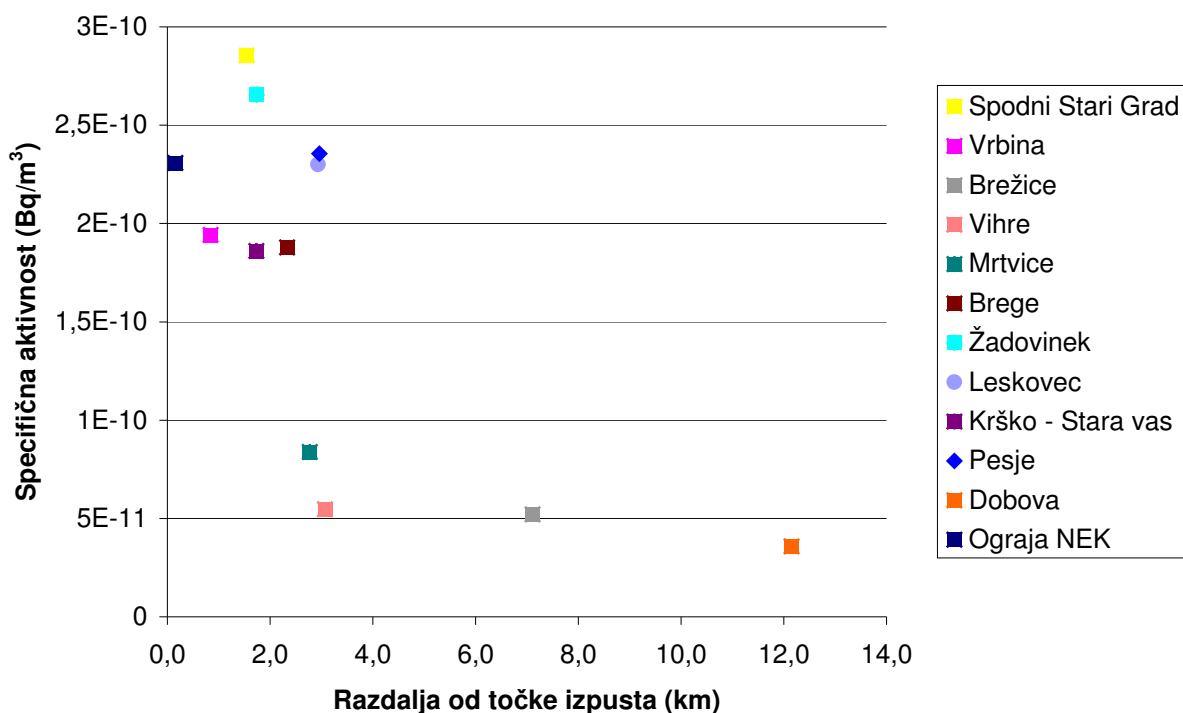
Slika 4.4: Ocena inhalacijskih, imerzijskih in skupnih doz za odrasle za Spodnji Stari Grad v letih 1997–2007 v (μSv na leto). Ordinarna os je v logaritemski skali.

Na sliki 4.4 je povzetek ocen inhalacijskih in imerzijskih doz od leta 1997 dalje, izračunanih iz podatkov o emisijah NEK in iz povprečnih mesečnih razredčitvenih koeficientov χ/Q , ki so jih za Spodnji Stari Grad izračunali na Agenciji RS za okolje (do vključno leta 2006) in MEIS (leto 2007). Razvidno je, da z uporabo realnejšega modela za izračun razredčitvenih koeficientov oziroma razširjanja radioaktivnosti v zraku, doza pade. Ker je Gaussov model, ki se je uporabljal pred letom 2007, primeren le za preproste ravninske geometrije, ocenjujemo, da je bila izračunana učinkovita doza zaradi emisij iz NEK v preteklosti precenjena. Doza je manjša za približno faktor 100, največ pa k dozi prispeva inhalacija, imerzijska doza je v primerjavi z inhalacijsko približno petkrat nižja.

PRIMERJAVE PODATKOV O KONCENTRACIJAH, IZRAČUNANIH IZ EMISIJ NEK IN POVPREČNIH MESEČNIH RAZREDČITVENIH KOEFICIENTOV χ/Q ZA LETO 2007

Na sliki 4.5 so podane izračunane povprečne mesečne vsebnosti Cs-137 za različna naselja v odvisnosti od razdalje od NEK. Iz predstavljenih podatkov na grafu je razvidno, da so izračunane povprečne vsebnosti Cs-137 tudi v primeru najvišje izračunane mesečne vsebnosti več velikostnih razredov pod orientacijsko detekcijsko mejo (približno $1\text{E-}6 \text{ Bq/m}^3$). Iz tega lahko sklenemo, da izmerjeni Cs-137 na aerosolnih filterih v okolici NEK ni posledica izpustov iz NEK, temveč posledica resuspenzije Cs-137 iz zemlje, ki je posledica črnobilske nesreče in bombnih poskusov v 50-ih in 60-ih letih dvajsetega stoletja.

Na sliki 4.6 so v logaritemskem merilu predstavljeni povprečni letni razredčitveni koeficienti χ/Q (s/m^3) za izpust na 60 m za okolico elektrarne. Porazdelitev je narejena na osnovi izračunanih mesečnih koeficientov χ/Q , ki ga je naredil MEIS.



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

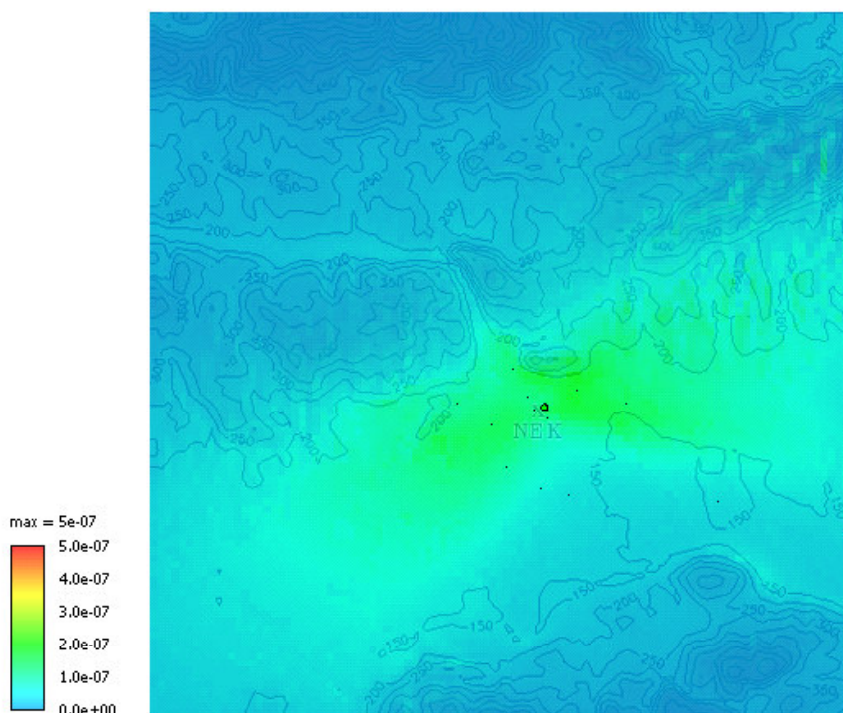
S slike 4.6 je razvidno, da sta prevladujoči smeri, v katere se v poprečju gibljejo izpusti NEK, proti jugozahodu in proti severovzhodu. Tako so tudi izračunane koncentracije radionuklidov v naseljih severovzhodno in jugozahodno od NEK višje od tistih v smeri severozahodno in jugovzhodno od NEK na približno isti oddaljenosti za faktor štiri ali več. Iz predstavljenih podatkov in podatkov o emisijah lahko ocenimo tudi povprečno koncentracijo v posameznih naseljih ter te ocene primerjamo z našimi merskimi podatki.

Iz podatka o letnem izpustu I-131 v preglednici 4.2a ocenimo povprečno letno koncentracijo I-131 v zraku v Starem Spodnjem Gradu $2,2E-7$ Bq/m³. Vendar, kot je bilo omenjeno že prej, je merilna meja $1E-4$ Bq/m³, kar je vsaj za dva velikostna reda večja številka in nam onemogoča, da bi lahko zaznali I-131 iz NEK.

Podobno lahko trdimo za Co-58, ki je bil v oktobru izmerjen na lokacijah v okolici NEK. Z uporabo razredčitvenih koeficientov, izračunanih z Lagrangeevim modelom, bi morale biti specifične koncentracije na lokacijah v okolici NEK v mesecu oktobru velikostnega reda 10^{-7} Bq/m³, medtem ko so izmerjene vrednosti velikostnega reda 10^{-6} Bq/m³, kar je tudi reda velikosti meje detekcije metode. Iz tega izhaja, da so bile v razmeroma kratkem času izpuščanja vremenske razmere take, da so povprečni letni razredčitveni faktorji, izračunani z Gaussovimi modelom, boljše opisali redčenje izpustov kot razredčitveni faktorji, izračunani z Lagrangeevim modelom. Omeniti velja, da je prispevek k dozi zaradi inhalacije Co-58 v Spodnjem Starem Gradu približno dvestokrat manjši od prispevka zaradi inhalacije Cs-137.



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



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

PRIMERJAVA Z DRUGIMI EVROPSKIMI TLAČNOVODNIMI ELEKTRARNAMI (PWR)

V preglednici 4.3 je primerjava podatkov o povprečnih letnih emisijah (GBq na leto) tritija, žlahtnih plinov, joda I-131, ogljika C-14 ter preostalih pomembnih sevalcev beta in gama posameznih PWR-elektarn v EU za obdobje od leta 1999 do 2003 in podatkov za NEK. Podatki za tlačnovodne elektrarne EU so iz reference [18], podatki za NEK pa so izmerjeni emisijski podatki za leto 2007.

Na sliki 4.7 je primerjava podatkov o emisijah iz preglednice 4.3 za leta od 1996 do 2007. S slike je razvidno, da so emisije NEK nižje ali primerljive z emisijami drugih tlačnovodnih elektrarn. Emisije tritija so višje od povprečja, kar je posledica prehoda na 18 mesečni gorivni cikel.

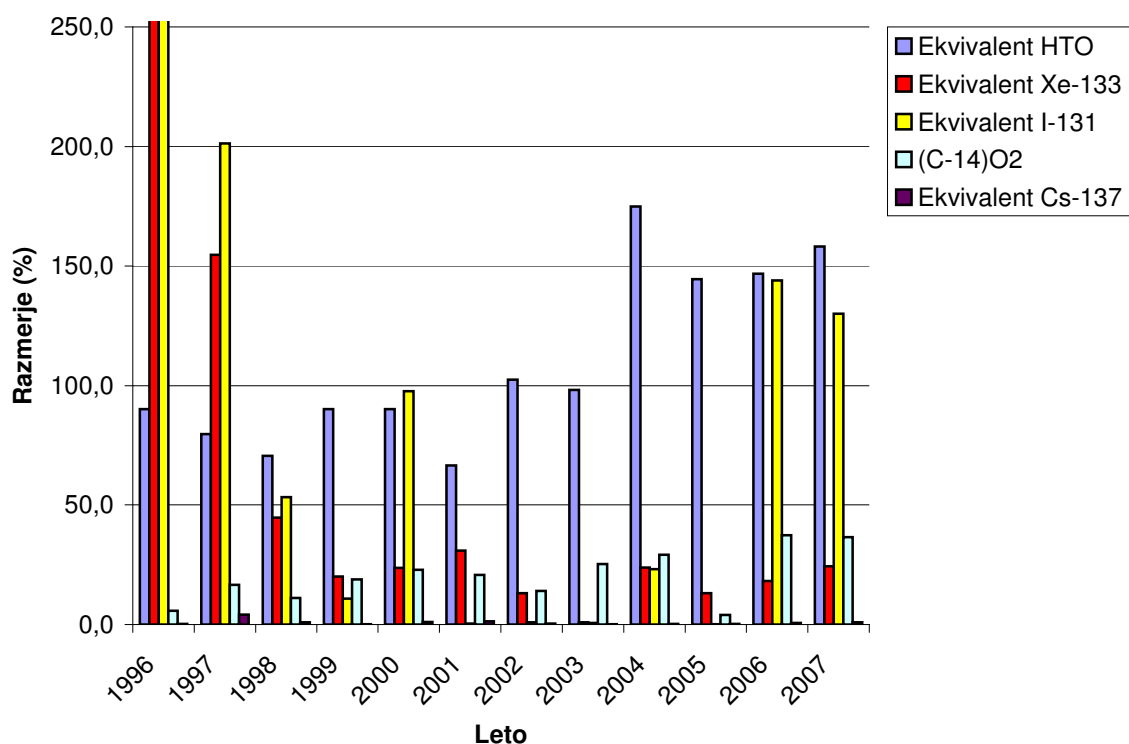
Emisije I-131 so bile prav tako primerljive s povprečjem do leta 2000 in ponovno v letu 2006, v letih od 2001 do 2005 pa so bile minimalne. Povečane emisije I-131 v letu 2006 in 2007 glede na pretekla leta so zaradi nekoliko slabše integritete goriva ob koncu 21. in 22. cikla. Faktor zanesljivosti goriva dejansko pomeni vsebnost jodov v primarnem hladilu in se je po remontu (april–maj 2006) zmanjšal za dva velikostna reda. Iz preglednice 4.2a je razvidno, da je bila celotna emisija I-131 v mesecih aprilu, oktobru in novembru 2007.

Emisije C-14 so bile v letu 2007 približno enake kot v letu 2006, vendar so še vedno manjše kot emisije v drugih elektrarnah EU.



Preglednica 4.3: Podatki o povprečnih letnih zračnih emisijah (GBq na leto) za PWR-reaktorje v EU (povprečje 1999–2003) in primerljivi podatki za NEK v letu 2007

	EU (GBq na leto)	NEK (GBq na leto)	Razmerje NEK/EU (%)	Opomba za NEK
Tritij	1,22 E+03	1,93E+03	158,2	Ekvivalent HTO
Žlahtni plini	6,79 E+03	1,66E+03	24,4	Ekvivalent Xe-133
I-131	3,62 E-02	4,71E-02	130,1	Ekvivalent I-131
C-14	3,33 E+02	1,22E+02	36,6	¹⁴ CO ₂
Beta-gama	5,64 E-02	5,33E-04	0,9	Ekvivalent Cs-137



Slika 4.7: Razmerje emisij NEK in povprečje EU (1999–2003)



INGESTIJSKE DOZE ZARADI ATMOSFERSKIH IZPUSTOV C-14

V poročilu o meritvah radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško za leto 2006 je podrobno obdelan prispevek atmosferskih izpustov izotopa C-14 k ingestijski dozi. Prispevek C-14 k inhalacijski dozi je majhen, v letu 2007 le 0,003 nSv ali le 0,2 % 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 potrebno upoštevati tudi ingestijsko dozo. Ocenjena učinkovita doza zaradi ingestije C-14 iz izpustov NEK (ref. [22]) je ocenjena na 1 μ Sv na leto. Ker so bili izpusti v letu 2007 podobni kot v letu 2006, je tudi prispevek k učinkoviti dozi, ocenjen iz teh meritev okoli 1 μ Sv na leto v Spodnjem Starem Gradu oziroma največ 2 μ Sv na ograji NEK.

Poročilo o meritvah radioaktivnosti v okolici NEK za leto 2006 navaja povprečno povečanje koncentracije C-14 v živilih v okolici NEK za okoli 10 Bq/kg oziroma okoli 4 % glede na kontrolne lokacije v Dobovi. Naravna koncentracija C-14 v zraku je 42 mBq/m³ [22]. Koncentracija C-14 na lokaciji Spodnji Stari Grad, ki jo izračunamo iz podatkov o atmosferskih izpustih NEK in razredčitvenih koeficientov, izračunanih z uporabo Lagrangeevega modela, je 0,6 mBq/m³. To pomeni, da je prirastek h koncentraciji C-14 zaradi atmosferskih izpustov iz NEK v zraku na lokaciji Spodnji Stari Grad okoli 1,5 %. Izračunane povečane koncentracije C-14 v zraku z uporabo razredčitvenih koeficientov iz Lagrangeevega modela se torej ujemajo z izmerjenimi povečanimi koncentracijami C-14 v hrani in so istega velikostnega reda. To ujemanje potrjuje ustreznost Lagrangeevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov za daljša časovna obdobja.

Tudi meritve koncentracije C-14 v bioloških vzorcih, zbranih v okolici NEK dne 5. 7. 2007 [2] potrjujejo ustreznost Lagrangeevega modela za izračun razredčitvenih koeficientov za daljša časovna obdobja. Povprečna aktivnost C-14 v enem kilogramu ogljika v teh vzorcih je 237,1 Bq, kar za približno 1 % presega povprečno aktivnost C-14 v kilogramu ogljika v zraku, ki je 234,8 Bq. S povprečnim razredčitvenim faktorjem v obdobju vegetacije, to je v obdobju od marca do julija ter z izpuščeno aktivnostjo v tem obdobju ocenimo koncentracijo C-14 na ograji NEK zaradi izpustov v ozračje na 0,5 mBq/kg. Ta prirastek, ki predstavlja približno 1 % povprečne koncentracije C-14 v zraku (42 mBq/m³) [22], se torej ujema z povečanjem koncentracije v bioloških vzorcih, zbranih v neposredni bližini NEK.

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

g) UGOTOVITVE

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

V letu 2007 smo za izračun doz zaradi atmosferskih izpustov uporabili Lagrangeev model, ki bolje opisuje razširjanje radioaktivnosti od točke izpusta ter upošteva lokalne vremenske razmere. Ta model uporablja NEK že od leta 2002 za potrebe ukrepanja ob jedrski nesreči, saj upošteva dejansko morfologijo in značilnosti objektov v NEK in okolici.

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



h) SKLEPI

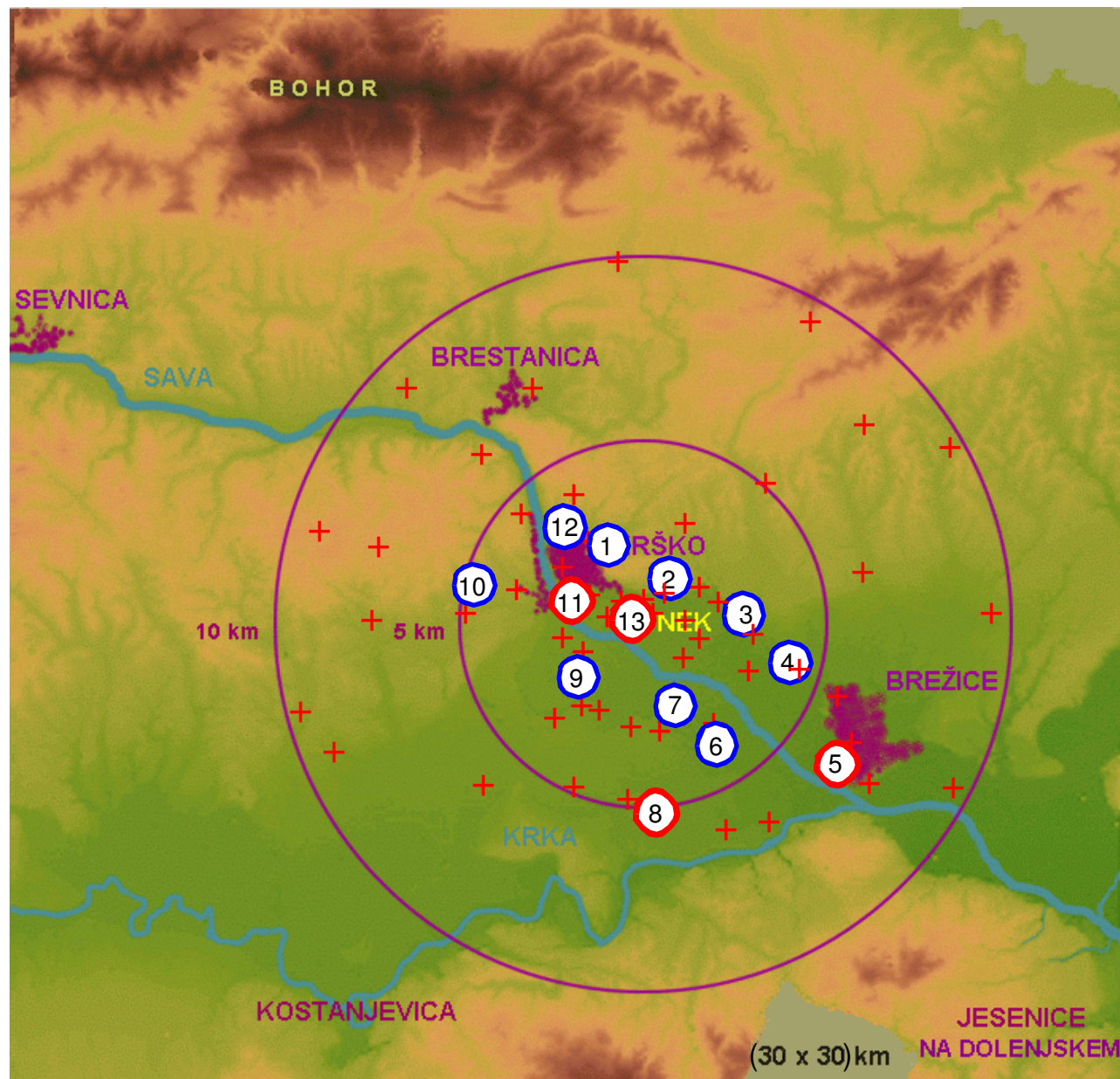
Ovrednotenje imisij na osnovi evalvacije meritev aerosolnih filtrov ter atmosferskih emisij z modelskimi izračuni razredčitvenih koeficientov, ki temeljijo na realnih vremenskih podatkih, je za leto 2007 pokazalo naslednje:

- predvidena efektivna doza zaradi **inhalacije aerosolov** v okolici NEK je predvsem posledica inhalacije naravnih radionuklidov in je za odraslega posameznika **(100 ± 10) μSv na leto**;
- predvidena efektivna doza zaradi **inhalacije umetnih radionuklidov** v aerosolih v okolici NEK je posledica radionuklidov, ki so del globalne kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in je za odraslega posameznika **(0,00075 ± 0,00060) μSv na leto**;
- vsebnost **žlahtnih plinov** v zraku povzroča glavno zunanje sevanje, ki je za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva (naselje Stari Spodnji Grad) **0,4 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 na leto **1,7 nSv**; prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, vendar pri tem niso upoštevane posledice prehoda radionuklidov iz zraka v druge prenosne poti;
- ocena posledic, narejena na osnovi meritev C-14 v vzorcih hrane, ki so bile opravljene v letu 2006, potrjuje pomembnost te prenosne poti; ocenjeni prispevek NEK k letni efektivni dozi za posameznika, ki bi užival samo hrano, pridelano ob ograji NEK z največjo izmerjeno vsebnostjo C-14, je **2 μSv na leto** (poročilo o nadzoru radioaktivnosti v okolici NEK za leto 2006 [1]); pripomniti je treba, da je to nerealna predpostavka, postavljena zaradi določitve zgornje meje vpliva na ljudi;
- **skupna letna efektivna doza** za odraslega posameznika iz referenčne skupine prebivalstva, ki je posledica inhalacije in imerzije, je **2,1 nSv na leto**.

i) REFERENCE

- [18] Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999–2003, Radiation Protection 143, European Commission, Bruselj, 2005
- [19] C. E. Tarrant, Mathematical modelling methods for assessing radiation doses received by populations in the vicinity of nuclear site from atmospheric discharges, Radiation Protection Dosimetry, Oxford, 35 (1991) 24, 211–214
- [20] 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
- [21] Poročila o obsevanosti prebivalcev Slovenije, ZVD, 2000 – 2006
- [22] Obelić, B., Krajcar Bronić, I., Horvatinčić, N., Barešić, J., Sironić, A., Rajtarić, A., Mjerenje koncentracije C-14 u biološkim uzorcima iz okolice NEK, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, januar 2007





DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

+ TL DOZIMETRI

KONTINUIRNI MERILNIKI
HITROSTI DOZE ZUNANJEGA
SEVANJA

① Z METEOROLOŠKO POSTAJO

① IN BREZ NJE

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



DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

a) ZNAČILNOSTI MERILNIH MEST

Termoluminiscenčni dozimetri TLD

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

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

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

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

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

Kontinuirni merilniki sevanja

V okolici NEK je postavljenih 13 kontinuirnih merilnikov MFM-203 (prav tako so označeni na sliki na predhodni strani). Namenjeni so za:

- sprotno spremljanje zunanjega sevanja in
- zgodnje opozarjanje.

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

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

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



c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

Talni usedi zaradi atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi in posledične zunanje doze so bili v okviru nadzornega programa NEK ocenjeni z računalniškim programom RASCAL 3.0.3 [25].

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

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merilnimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datoteki **ZunanjeSevanje2007.pdf**.

TERMOLUMINISCENČNI DOZIMETRI

Leto 2007

Rezultati meritev zunanjega sevanja (sevanja gama in ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja) za leto 2007 so v tabelah T-53/b in T-53/c za okolico NEK in za TLD znotraj ograje NEK. V tabeli 5.1 so povzete letne doze TLD za okolico NEK, znotraj ograje NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem.

Tabela 5.1: Letne doze TLD (H_x) v okolici NEK, znotraj ograje NEK, v Sloveniji in na Hrvaškem v letu 2007

Lokacija	št. TLD	Letna doza \pm SD* (mSv)	Razpon letnih doz (mSv)
okolica NEK	57	$0,776 \pm 0,087$	0,574 – 0,992
stanovanja (1998)	100	$0,774 \pm 0,202$	0,338 – 1,49
znotraj ograje NEK	9	$0,575 \pm 0,042$	0,488 – 0,627
Slovenija	50		
• IJS		$0,840 \pm 0,151$	0,568 – 1,35
• ZVD		$0,827 \pm 0,144$	0,574 – 1,25
Hrvaška	7 (9)	$1,024 \pm 0,161$	0,884 – 1,352

* SD – disperzija populacije izmerkov

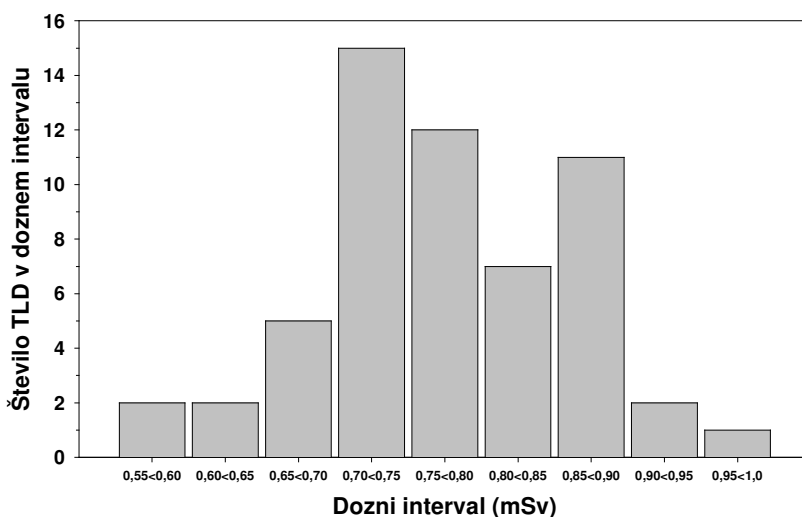
Povprečna letna doza v **okolici NEK** je bila (**$0,776 \pm 0,087$ mSv na leto**) z razponom od 0,574 mSv do 0,992 mSv na leto. Pri 50 TLD v **Sloveniji**, ki jih je izvajal IJS, je bila v letu 2007 povprečna letna doza (**$0,840 \pm 0,151$ mSv na leto**) z razponom od 0,568 mSv do 1,35 mSv na leto. Meritve ZVD, od katerih 41 poteka na istih lokacijah, kjer jih izvaja IJS, so pokazale skoraj identične povprečne vrednosti in razpone. Tako je bila povprečna letna doza⁴ (**$0,827 \pm 0,144$ mSv na leto**) z razponom od 0,574 do 1,25 mSv

⁴ Rezultate ZVD $H^*(10)$ smo delili s faktorjem 1,07, da smo jih pretvorili v fotonsko ekvivalentno dozo, ki smo jo merili v preteklosti z dozimetri IJS.

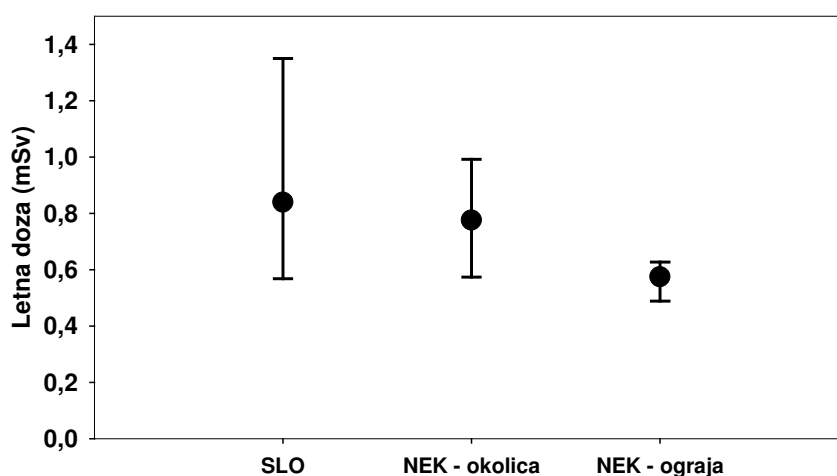


Tako v okolici NEK kot drugje po Sloveniji variacije med letnimi dozami na različnih lokacijah pripisujemo lokalnim dejavnikom, kot so različne vsebnosti naravnih radionuklidov v zemljišču, konfiguracija zemljišča in umetni objekti, kot so zgradbe in asfaltirane ali betonirane površine, ki slabijo sevanje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

Za devet dozimetrov na ograji NEK je značilna nižja letna doza, ki je bila $(0,575 \pm 0,042)$ mSv na leto z razponom od 0,488 mSv do 0,627 mSv na leto. Tako je povprečna letna doza v okolici NEK za tretjino višja od tiste znotraj ograje NEK. Razliko pripisujemo prodatim tlem (odstranjena plast zemlje) in zaščitnemu delovanju zgradb ter asfaltiranih površin znotraj ograje NEK, ki slabijo zunanje sevanje naravnih izotopov iz zemljišča. Neposredni vpliv sevanja iz elektrarniških objektov na ograji ni merljiv. Ta sklep so v preteklosti potrjevale meritve sevanja z ionizacijsko celico na krožni poti znotraj ograje ob rednih obhodih mobilne enote v NEK (ROMENEK). Nekoliko povišane vrednosti so bile opazne le v bližini skladišča RAO in rezervoarja RWST, drugod pa so bile nižje od tistih v navadnem okolju. Za leto 2007 s tem podatkom ne razpolagamo, saj je bil program meritev v okviru ELME močno okrnjen in so odpadle vse meritve znotraj ograje NEK.



Slika 5.1: Pogostost doz TLD po doznih intervalih za okolico NEK v letu 2007



Slika 5.2: Povprečne vrednosti letnih doz TLD (IJS) in njihovi razponi za Slovenijo, okolico NEK in pri dozimetrih znotraj ograje NEK v letu 2007



Na sliki 5.1 je prikazana pogostost doz po doznih intervalih za okolico NEK v letu 2007. Na sliki 5.2 so za leto 2007 prikazane še povprečne letne doze TLD in njihov razpon v Sloveniji, v okolici NEK in znotraj ograje NEK. Značilno je, da se povprečni letni dozi za Slovenijo in okolico NEK neznatno razlikujeta. Pri dozimetrih v Sloveniji je razpon doz nekoliko večji kot pri dozimetrih v okolici NEK. Lokacije TLD v Sloveniji so nekoliko bolj raznolike, kot je to pri tistih v okolici NEK.

KONTINUIRNI MERILNIKI

V okolici NEK je 13 kontinuirnih merilnikov hitrosti doze MFM-203. Rezultati so v tabeli T-65/b. Pri rezultatih meritev pri teh merilnikih je lastno ozadje merilnikov upoštevano in odšteto od izmerka. V letu 2007 je bila izmerjena povprečna letna doza ($0,61 \pm 0,07$) mSv v razponu od 0,46 mSv do 0,70 mSv. Povprečna letna doza iz teh meritev je za več kot 20 % manjša, kot je povprečna letna doza, izmerjena s TLD v istem letu. Omeniti je treba, da je 20 % sicer pod relativno negotovostjo posamezne meritve, vendar kaže na sistematski vpliv pri nizkih hitrostih doze.

Rezultati v preteklosti

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

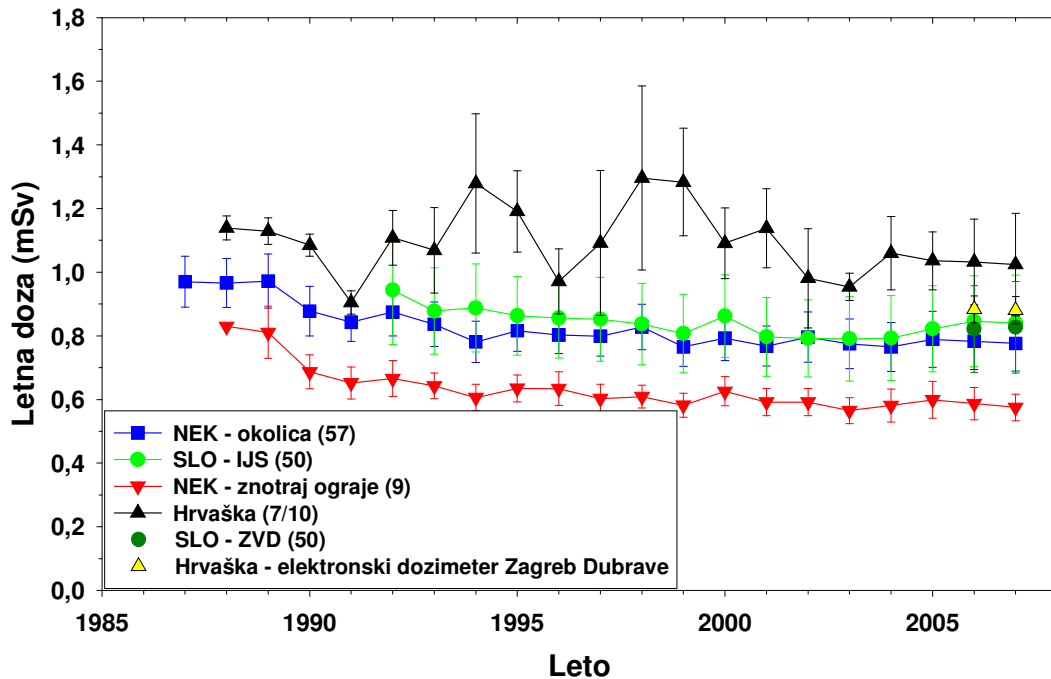
Za meritve v Sloveniji je v vseh primerih značilno zmanjševanje letne doze, predvsem v prvih letih po črnobilski nesreči, ki se je zgodila leta 1986. Vzrok je razpad usedlih kratkoživih sevalcev gama, ki so v začetnem obdobju največ prispevali k zunanemu sevanju, in prodiranje dolgoživega Cs-137 v globino.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

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

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

Vrednosti letnih doz TLD na Hrvaškem so sistematično višje od tistih v Sloveniji. Poleg tega je po letu 1992 opazno znatnejše stresanje vrednosti na različnih lokacijah, znatno pa se razlikujejo povprečne vrednosti v posameznih letih. Ker dvomimo, da se naravne radiološke razmere na Hrvaškem znatno razlikujejo od tistih v Sloveniji, bi bilo treba preveriti kalibracijo dozimetrov, oziroma njihov odziv na nizke hitrosti doze.

V letih 2006 in 2007 so z elektronskim dozimetrom ALARA (AED) dodatno mesečno merili ekvivalentno dozo na lokaciji Zagreb Dubrave. Letni dozi na tej lokaciji sta primerljivi z vrednostmi, ki smo jih s TLD izmerili v Sloveniji in okolici NEK (slika 5.3).



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

e) OCENA VPLIVOV

Prebivalstvo v okolici NEK je izpostavljeno različnim virom zunanega sevanja:

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

e1) PRISPEVKI NEK

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

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

Neposredno sevanje iz objektov znotraj ograje NEK

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

V preteklosti so bili nekajkrat izmerjeni počasni in hitri nevtroni v bližini odprtine za vnos in iznos opreme na zadrževalnem hramu ("equipment hatch"). Rezultati so v poročilih ROMENEK 2/98,



ROMENEK 3/99 in ROMENEK 3/00. V letu 1995 je bila opravljena tudi meritev zunaj ograje NEK. Meritev za oceno prispevka nevtronov k spektru žarkov gama je bila opravljena z visokoločljivostnim spektrometrom gama z ustreznimi konverterji na desnem bregu Save na razdalji 450 m od zadrževalnega hrana. Izmerjeno je bilo le naravno ozadje kozmičnih nevtronov [24].

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

Sevanje iz oblaka (imerzija)

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

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

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

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

Tabela 5.2: Letne efektivne doze zunanjega sevanja iz oblaka (leto 2007)

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



Used radioaktivnih snovi iz oblaka

Izpostavitve zunanjemu sevanju zaradi usedlih radioaktivnih snovi iz oblaka je bila ocenjena z uporabo računalniškega programa RASCAL 3.0.3 [25]. Iz podatkov o izpustih radioaktivnih izotopov v ozračje so bili ocenjeni talni usedi posameznih radionuklidov in njihov prispevek k zunanji dozi. Program je namenjen kratkoročnim vplivom ob izrednih dogodkih, zato neposredno ne omogoča ocene celoletnega vpliva zaradi atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi v okolje. Zaradi tega smo privzeli, da se celoletna izpuščena aktivnost sprosti v kratkem času (privzeta 1 ura), in s programom ocenili dozo zaradi useda v obdobju štirih dni po izpustu. Tako dobljene doze smo ekstrapolirali na vse leto z upoštevanjem radioaktivnih razpadov posameznih radionuklidov. Štiridnevne doze smo zato pomnožili s faktorjem ft :

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

λ razpadna konstanta (d^{-1})

$t = 365$ d

Tabela 5.3: Ocena letne zunanje doze zaradi useda radioaktivnih snovi za leto 2007 (500 m od NEK)

Izotop	$t_{1/2}$ / d	Bq na leto	Bq/m ²	$(E/t)/A$ (Sv/d)/Bq	ft / d	Sv na leto
Cr-51	27,7	4,0 E+4	5,7 E-2	1,45E-17	9,990	5,79 E-12
Mn-54	312	3,7 E+4	5,3 E-2	3,98E-16	62,515	6,21 E-10
Fe-55	1003	2,0 E+5	2,86 E-1	0	80,483	0
Fe-59	44,5	9,9 E+3	1,4 E-2	5,36 E-16	15,995	8,49 E-11
Co-57	271,8	7,3 E+3	1,0 E-2	5,64 E-17	59,315	2,44 E-11
Co-58	70,86	2,0 E+6	2,86	4,59 E-16	24,819	2,28 E-8
Co-60	1925	4,5 E+5	6,44 E-1	1,16 E-15	85,505	4,46 E-8
Zr-95	64	1,1 E+4	1,57 E-3	3,63 E-16	22,640	9,04 E-12
Nb-95	35,0	4,0 E+4	5,7 E-2	3,54 E-16	12,650	1,79 E-10
Te-123m	119,5	–	–	6,97 E-17	38,025	–
Te-125m	58	3,4 E+3	4,86 E-3	1,74 E-17	20,652	1,22 E-12
Te-127m	109	–	–	6,81 E-18	35,454	–
Sb-125	1007,5	5,7 E+2	8,15 E-6	2,09 E-16	80,728	8,62 E-12
I-131	8,023	4,7 E+7	67,2	1,57 E-16	2,900	2,14 E-8
I-132	0,096	–	–	3,94 E-17	0,035	–
I-133	0,867	6,7 E+5	9,58 E-1	8,9 E-17	0,313	1,87 E-11
Cs-134	753,5	–	–	7,47 E-16	77,486	–
Cs-137	10990	6,0 E+4	8,6 E-2	2,39 E-16	90,204	1,29 E-9
VSOTA:						9,14 E-8

Used (Bq/m²) = 1,43 E-6 × Izpust (Bq)



V oceno niso vključeni radioaktivni žlahtni plini, ker se ne usedajo iz oblaka [26]. Ocene so bile narejene za razne vremenske razmere, ki jih generično vključuje program. Pokazalo se je, da konservativno oceno dobimo z naslednjimi vremenskimi razmerami: zimsko jutro, razred stabilnosti E, hitrost vetra 6,4 km/h, brez padavin. Ocena je bila narejena za razdaljo 500 m od NEK. Za izpuščene aktivnosti so bile privzete emisijske vrednosti. Rezultati za leto 2007 so v tabeli 5.3. Ocena je skrajno konservativna, saj vključuje predpostavko, da gre ves letni izpust zgolj v eni smeri, ne upoštevajoč "rože vetrov", s čimer najmanj za velikostni red precenjuje realne vrednosti. Večino letne doze zunanjega sevanja zaradi useda povzročajo trije radionuklidi: Co-58 (25 %), Co-60 (49 %) in I-131 (23 %).

Rezultati kažejo, da gre za dozo velikostnega reda 100 nSv na leto, kar je primerljivo z izpostavitvijo naravnemu sevanju v eni uri. Tega prispevka NEK ni mogoče izmeriti s TLD in MFM-203 v okolici NEK. Poleg tega pa tudi variacije letnih doz na posameznih lokacijah zaradi različnosti naravnega sevanja daleč presegajo prispevek NEK.

Sklep o prispevkih NEK k zunanji izpostavitvi

Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so zanemarljivi in nemerljivi z mrežo TLD in s kontinuirnimi merilniki MFM-203. Posredno konservativno ocenjujemo, da je letna efektivna doza manjša od 0,0001 mSv na leto.

Primerjava s podobnimi objekti

V oceni izpostavitve prebivalstva v okolici švicarskih jedrskih elektrarn za leto 1995 so navedeni prispevki posameznih prenosnih poti [23]. Za primerjavo smo izbrali tri elektrarne tipa PWR: lokacijo Beznau z dvema blokoma po 364 MW (skupaj 730 MW) električne moči in elektrarno Goesgen z 965 MW. V obeh primerih **letno dozo zaradi izpustov žlahtnih plinov ocenjujejo na manj kot 0,0001 mSv na leto**, kar se ujema z zgoraj navedeno oceno za NEK v letu 2007.

e2) NARAVNO SEVANJE

V poglavju e1 je ugotovljeno, da prispevkov NEK k zunanji dozi ni mogoče neposredno meriti. Mreža TLD zato prikazuje dozo sevanja gama naravnih radionuklidov v okolju, ionizirajoče komponente in sevanja gama kozmičnega porekla ter prispevka globalne in regionalne kontaminacije s Cs-137 (atmosferski jedrski poskusi in nesreča v Černobilu). Ker pa je sedanji prispevek Cs-137 k zunanjemu sevanju v povprečju na ravni enega odstotka naravnega ozadja, meritve dejansko kažejo doze naravnega sevanja in njihove lokalne variacije. Povprečna doza v okolici NEK v letu 2007 je bila 0,78 mSv na leto in je bila skoraj enaka letni dozi v zaprtih prostorih v okolici NEK, izmerjeni leta 1998 (povprečno 0,774 mSv na leto). Povprečna letna doza v letu 2007 je bila za bivanje na prostem in v zaprtih prostorih v okolici NEK **0,78 mSv na leto**.

Dozimetri TLD ne merijo doze nevtronske komponente kozmičnega sevanja, zato smo le-to privzeli iz poročila [20]. Pri izpostavitvi svetovnega prebivalstva poročilo ocenjuje po prebivalstvu uteženo povprečje, upoštevajoč nadmorsko višino in geografsko širino. Tako je ocenjena letna doza za kozmične nevtrone 0,100 mSv na leto. Ker leži območje Krškega le okrog 200 m nad morsko gladino, smo privzeli podatek iz poročila [20], kjer za gladino morja na geografski širini 50⁰ 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 E_n kozmičnih nevtronov za prebivalstvo okolice NEK:



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

Celotna letna doza naravnega ozadja zaradi naravnih sevalcev gama, ionizirajoče komponente in sevanja gama kozmičnega porekla, kozmičnih nevtronov in prispevka černobilskega Cs-137 v okolici NEK je 0,85 mSv na leto in se dobro sklada z oceno iz poročila [20] za svetovno prebivalstvo (0,87 mSv na leto).

e3) PRISPEVEK KONTAMINACIJE OKOLJA S Cs-137

V poglavju "Zemlja" je bila iz meritev vsebnosti Cs-137 v zemlji ocenjena letna efektivna doza na vrednosti od 2,7 μSv do 9,2 μSv , upoštevajoč 80-odstotno zadrževanje v hiši in 20-odstotno na prostem. To je od 0,3 % do 1,1 % povprečne celotne letne zunanje doze v okolici NEK (0,85 mSv na leto iz meritev s TLD in ocene nevtronske komponente).

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

Prispevek Cs-137 k celotni zunanji dozi v letu 2007 konservativno ocenjujemo na velikostni red odstotka naravne doze.

f) POVZETEK LETNIH ZUNANJIH DOZ ZA PREBIVALSTVO V OKOLICI NEK

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

Tabela 5.4: Letne efektivne doze zunanjega sevanja v letu 2007 za prebivalstvo v okolici NEK

Vir	Podatki	Letna efektivna doza (mSv)
sevanje gama + ionizirajoča komponenta kozmičnega sevanja	TLD	0,78 (92 %)
kozmični nevtroni	[20]	0,070 (8 %)
naravno sevanje - skupaj		0,85 (100 %)
kontaminacija zaradi černobilske nesreče in poskusnih jedrskih eksplozij	Cs-137 v zemlji ali na urbani površini + model	< 0,01 (< 1 %)
NEK – atmosferski izpusti	oblak + used (model)	< 0,0001 (< 0,01 %)
Skupaj		0,85



g) SKLEPI

- Celotna letna doza naravnega ozadja zaradi naravnih sevalcev gama, ionizirajoče komponente kozmičnega sevanja in kozmičnih nevtronov v letu 2007 je bila za prebivalstvo v okolici NEK 0,85 mSv na leto in se sklada z oceno za svetovno prebivalstvo.
- Prispevki NEK k zunanjemu sevanju zunaj ograje zaradi sevanja iz objektov NEK in atmosferskih izpustov radioaktivnih snovi so zanemarljivi in jih neposredno ni mogoče izmeriti. Posredno konservativno ocenjujemo, da je letna efektivna doza manjša od 0,0001 mSv na leto.
- Ocena zunanje izpostavitve prebivalstva zaradi atmosferskih izpustov NEK v letu 2007 se ujema z ocenami treh primerljivih švicarskih jedrskih elektrarn in je manjša od 0,0001 mSv na leto.
- Prispevek kontaminacije zemljišča in urbanih površin s Cs-137 (černobilska nesreča in poskusne jedrske eksplozije) k letni dozi v letu 2007 je velikostnega reda enega odstotka naravnega ozadja oziroma okrog 0,01 mSv na leto.

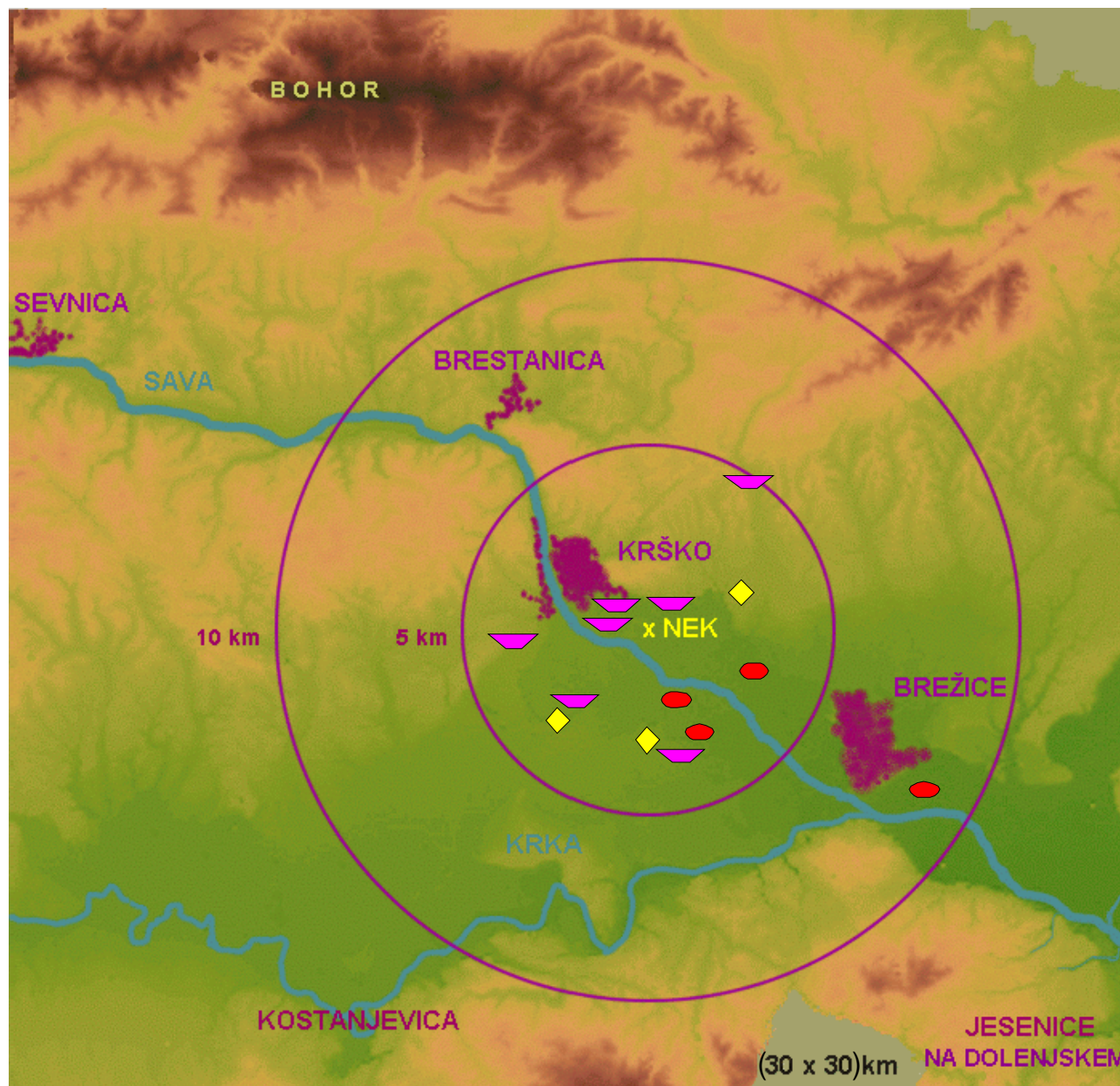
h) REFERENCE

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



ZEMLJA IN HRANA

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





Z E M L J A

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Namen jemanja vzorcev zemlje v okolici NEK je ugotoviti in ovrednotiti morebitni vpliv elektrarne na koncentracijo radionuklidov v zemlji, določiti prispevek naravnih radionuklidov v njej k zunanji dozi sevanja, saj glede nanj določimo pomembnost morebitnega vpliva NEK, ter izmeriti specifične aktivnosti umetnih radionuklidov, ki ne izvirajo iz NEK, v vzorcih in njihov prispevek k zunanji dozi sevanja. Vzorce zemlje se jemlje na treh lokacijah poplavnih zemljišč sotočno od NEK, kjer so vzorčevalna mesta po letu 1986, torej po jedrski nesreči v Černobilu: Amerika (oznaka točke 5D, levi breg, sotočna obrežna razdalja od NEK 3,2 km, tip zemlje rjava naplavina), Gmajnice (7D, desni breg, razdalja 2,6 km, njiva, rjava naplavina) in Kusova Vrbina – Trnje (6E, levi breg, sotočna razdalja od NEK 8,5 km, mivkasta borovina). Prvi dve lokaciji sta neobdelani površini, na tretji lokaciji se vzame vzorca obdelane in neobdelane površine. Poplavljanje lokacij se navadno pripeti vsaj enkrat na leto in je najpogostejše na lokaciji Kusova Vrbina – Trnje.

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

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

c) ZNAČILNOSTI OBDELAV

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

d) OBRAVNAVA REZULTATOV

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

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenki v datoteki **Zemlja2007.pdf**.

Glavna ugotovitev obdelave rezultatov je, da poleg Cs-137 in Sr-90/Sr-89, ki ju najdemo v okolju zaradi atomskih poskusov v ozračju v petdesetih in šestdesetih letih ter nesreče v Černobilu, v nobenem od vzorcev nismo našli radionuklida, ki bi lahko izviral iz NEK. Da radionuklid Cs-137 v zemlji ne izvira iz NEK, lahko ugotovimo, če primerjamo njegovo skupno aktivnost, izpuščeno iz NEK v letu 2007, s tisto od Co-60. Skupni tekoči izpusti Co-60 in Cs-137 so bili leta 2007 praktično enaki, skupni zračni izpusti Co-60 pa sedemkrat večji od izpustov Cs-137. To je pomembno zato,



ker sta poplavljanje reke Save in odlaganje iz zraka glavni prenosni poti za oba radionuklida iz NEK do območij, kjer vzorčujemo zemljo. Pri tem Co-60 nismo zaznali ne v zemlji, ne v vzorcih rečnih in suspendiranih sedimentov reke Save in ne v zraku. Tako torej tudi Cs-137 v vzorcih zemlje ne more izvirati iz NEK. Radionuklid Cs-134 v letu 2007 v vzorcih zemlje ni bil izmerjen nad detekcijsko mejo, kar potrjuje neproblematičnost vpliva NEK na okolje. Specifične aktivnosti radionuklida Sr-90/Sr-89, povprečne po globini zemlje, so nizke (0,5–1,9 Bq/kg) in v skladu z vrednostmi iz prejšnjih let. Razpon specifičnih aktivnosti naravnih radionuklidov, povprečen po globini zemlje do 30 cm, je (310–460) Bq/kg za K-40, (25–31) Bq/kg za U-238 in (26–33) Bq/kg za Th-228, kar se ujema s povprečnimi vrednostmi 420 Bq/kg za K-40, 33 Bq/kg za U-238 in 45 Bq/kg za Th-232, ki jih za svet navaja poročilo UNSCEAR 2000 [20].

e) OCENA VPLIVOV

i) NARAVNI RADIONUKLIDI

Povprečni prispevek naravnih radionuklidov iz razpadnih verig U-238, Th-232 ter K-40 k hitrosti doze zunanjega sevanja je po metodologiji ICRU [28] 46 nGy/h in je nekaj manjši od tistega v letu 2005 ter 2004 (50 nGy/h), kar je okviru negotovosti meritve. Hitrosti doze na posameznih lokacijah so drugačne od povprečja za največ 15 % in tudi sezonske spremembe so majhne.

ii) GLOBALNA KONTAMINACIJA

Doza zunanjega sevanja, h kateri prispevajo radionuklidi v zemlji, je odvisna od aktivnosti radionuklidov in njihove globinske porazdelitve. Naravni radionuklidi so v zemlji porazdeljeni enakomerno. Ravno tako so enakomerno porazdeljeni radonovi potomci iz uranove verige, saj radon, ki nastaja v globini in izhaja proti površju, nadomesti radon iz večje globine. Koncentracija naravnih radionuklidov v zemlji se ne spreminja, razen tistih, ki se izpirajo iz ozračja. To so kozmogeni radionuklidi in Pb-210, ki v ozračju nastaja zaradi razpada radona. Umetni radionuklidi, ki izvirajo iz kontaminacije okolja zaradi človekove dejavnosti, se izpirajo iz ozračja in njihova porazdelitev v zemlji ni homogena. Vendar to drži za neobdelano zemljo, medtem ko lahko v obdelani zemlji pričakujemo, da bo globinska porazdelitev zaradi mešanja (oranje, drobljenje) enakomerna.

Edini pomembni prispevek umetnih radionuklidov k letni absorbirani dozi v zraku zaradi zunanjega sevanja povzroča Cs-137, ki ga v okolju najdemo predvsem zaradi nesreče v Černobilu in poskusnih jedrskih eksplozij v petdesetih letih dvajsetega stoletja. Zaradi migracije Cs-137 v globlje plasti in radioaktivnega razpada je prispevek poskusnih jedrskih eksplozij v primerjavi s prispevkom černobilske nesreče majhen.

Povprečne hitrosti zunanje doze zaradi Cs-137 v zemlji v okolici NEK so navedene v tabeli 6.1 za posamezne lokacije v maju in septembru 2007. Izračunali smo jih tako, da smo upoštevali izmerjene porazdelitve depozita po plasteh zemlje na posameznih lokacijah. Pretvorbene količnike med depozitom Cs-137 in hitrostjo doze zunanjega sevanja smo povzeli po [29] ob predpostavki, da je sestava zemlje v masnih deležih 56 % kisika, 32 % silicija, 7 % aluminija, 3 % železa, 1 % ogljika in 1 % vodika, za gostoto zemlje pa smo vzeli vrednost 1,5 g/cm³. Negotovosti hitrosti doz smo ocenili iz relativne negotovosti depozita (7 %) ter iz relativne negotovosti pretvorbene faktorja zaradi negotove gostote in sestave zemlje (20 %). Relativna negotovosti depozita po posameznih plasteh je precej manjša in ne vpliva pomembno na negotovost hitrosti doze. Hitrosti doz so na vseh lokacijah podobne tistim iz leta 2006. Hitrost doze je najvišja na neobdelani zemlji (Gmajnice), kar je bilo značilno tudi za pretekla leta. V maju je bila hitrost doze na neobdelani zemlji višja kot v septembru, kar je najbrž posledica nanosov ob poplavih.



Tabela 6.1: Povprečne hitrosti absorbirane doze zunanjega sevanja v zraku zaradi Cs-137 v zemlji v nGy/h v maju in septembru 2007

Lokacija / Čas vzorčevanja	Maj	September
Amerika	3,2 ± 0,6	3,9 ± 0,8
Gmajnice, neobdelana površina	7,2 ± 1,4	3,6 ± 0,7
Gmajnice, njiva	2,8 ± 0,6	3,7 ± 0,7
Kusova vrbina – Trnje	1,2 ± 0,2	2,0 ± 0,4

Hitrosti absorbirane doze v zraku zaradi Cs-137 so podobne kot drugod po Sloveniji [30]. Ocenjena letna efektivna doza za odraslega prebivalca v okolici NEK zaradi prisotnosti černobilskega cezija v zemlji se giblje od 2,7 μ Sv (Kusova Vrbina) do 9,2 μ Sv (Gmajnice, neobdelana zemlja). Upoštevali smo pretvorbni faktor med Sv in Gy po referenci [30], da se prebivalec zadržuje 80 % časa v hiši in 20 % na prostem ter da je faktor ščitenja zaradi zadrževanja v hiši 0,1.

f) SKLEPI IN PRIPOROČILA

Pri meritvah specifičnih aktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v vzorcih zemlje vpliva NEK nismo zaznali. V okviru visokih, a omejenih občutljivosti uporabljenih merskih metod je mogoče pripisati prisotnost umetnih radionuklidov v okolju posledicam nesreče v Černobilu. Vrednosti se med lokacijami razlikujejo zaradi različnih difuzijskih lastnosti zemlje, ki vplivajo na migracijo Cs-137, nagnjenosti in kotanjavosti terena ter miokrolokacij padavin v času černobilske nesreče. Opazna je razlika med obdelano in neobdelano zemljo. Pri obdelani zemlji je vpliv mešanja zaradi obdelave prevladujoč in je zato porazdelitev Cs-137 po globini enakomerna; torej enaka kot za naravne radionuklide. Pri neobdelani zemlji je porazdelitev Cs-137 podobna Gaussovi porazdelitvi. Povprečna zunanja doza sevanja, ki jo ti radionuklidi povzročajo v okolici NEK, je približno desetina povprečne doze, ki jo povzročajo naravni radionuklidi v zemlji, slednja pa je v skladu s slovenskim in svetovnim povprečjem.

g) REFERENCE

- [27] *Zbiranje in priprava vzorcev zemlje (LMR-DN-07)*, izdaja 02, nov. 1999
- [28] ICRU Report 53, Gamma-ray Spectrometry in Environment, ICRU, Bethesda, Maryland, 1994
- [29] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, Health Physics, 75 (1998) 2
- [30] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2006 (LMSAR-20070034-GO), marec 2007
- [31] ICRU Report 57, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, International Commission on Radiation Units, ICRU, Bethesda, Maryland, 1998





H R A N A

Namen določanja radioaktivnosti v hrani je, da se preveri vpliv izpustov NEK na koncentracije radionuklidov v vzorcih iz prehranske verige. Pri izračunu obremenitev prebivalstva zaradi vsebnosti radionuklidov v hrani smo predpostavili, da prebivalci uživajo le hrano s krško-brežiškega področja. Ocenili smo, da je bila obremenitev prebivalstva v okolici NEK z umetnimi radionuklidi (Cs-137 in Sr-90) v letu 2007 manjša kot 1 μ Sv ali 1 % celotne efektivne prejete doze. Cs-137 in Sr-90 izvirata iz kontaminacije zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu, medtem ko je C-14 merljiv v izpustih NEK. V letu 2007 hranila niso bila analizirana na C-14.

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST

Na več kot polovici kmetijskih zemljišč na krško-brežiškem polju se prideluje hrana (žitarice, sadje, zelenjava). Vzorčevanje hrane 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 odvezajo vedno na istem mestu. Odvzemna mesta vzorcev hrane v letu 2007, ki so označena na priloženem zemljevidu na koncu poročila, so bila: sadovnjak ob NEK (sadje), Pesje (mleko), Spodnja Pohanca (sadje), Brege (zelenjava, povrtnina, poljščine, žitarice, mleko), Vihre (mleko, žitarice), Vrbina (zelenjava, povrtnina, žitarice, meso), Spodnji Stari Grad (zelenjava, povrtnina, poljščine, žitarice, meso), Leskovec (sadje), Trebež (sadje), Dečno selo (meso).

b) ZNAČILNOSTI MERITEV

V vzorcih hrane so bile izmerjene vsebnosti sevalcev gama z visokoločljivostno spektrometrijo gama (VLG) in vsebnost Sr-90/Sr-89 z radiokemijsko metodo. Vzorčevanje, meritve in analize vseh vzorcev hrane so bile opravljene na IJS.

c) OBRAVNAVA REZULTATOV

Tabele z merskimi rezultati so na priloženi zgoščenci v datotekah **Hrana2007.pdf**.

Rezultati meritev vzorcev hrane so prikazani v tabelah T-61 (Mleko – Pesje), T-62 (Mleko – Vihre), T-63 (Mleko – Brege), T-65 (Kokošje meso in jajca), T-66 (Svinjsko in goveje meso), T-67 (Povrtnine in poljščine – pšenica), T-68 (Povrtnine in poljščine – kuruza, ječmen), T-69 (Povrtnine in poljščine – fižol), T-70 (Povrtnine in poljščine – krompir, korenje), T-71 (Povrtnine in poljščine – peteršilj), T-72 (Povrtnine in poljščine – solata), T-73 (Povrtnine in poljščine – zelje), T-74 (Povrtnine in poljščine – paradižnik, čebula), T-75 (Sadje – jabolka), T-76 (Sadje – hruške), T-77 (Sadje – jagode) in T-78 (Sadje – vino).

V vseh vzorcih hrane so bili detektirani naravni radionuklidi iz razpadnih vrst radionuklidov U-238 in Th-232 ter K-40, med umetnimi pa le Cs-137 in Sr-90/Sr-89.

Pri prenosu radionuklidov v rastlini prevladuje mehanizem črpanja preko koreninskega sistema. Mehanizem črpanja mineralnih snovi preko koreninskih sistemov je težko kvantificirati, saj je zemlja zelo kompleksen sistem. Številni parametri, kot so tip zemlje, pH-vrednost zemlje, kapacitivnost sorpcije, delež ilovice, delež organskih snovi in drugi, močno vplivajo na prenos snovi. Merilo za količino črpanja radioaktivnosti preko koreninskih sistemov je prenosni faktor. To



je kvocient med specifično aktivnostjo radionuklida v hranilu in specifično aktivnostjo istega radionuklida v zemlji. Prenosni faktorji za Cs-137 so se v počernobilskem času v različnih vrstah hranil približno eksponentno zmanjševali s časom. Od sredine 90-ih let pa so konstantni, pri čemer so v posameznih letih opazna nihanja pri posameznih vrstah hrane. To variabilnost lahko pripišemo uporabi različnih vrst gnojil, ki vplivajo na sorpcijo Cs-137 preko koreninskih sistemov. Značilne vrednosti prenosnih faktorjev so za Cs-137 med 0,001 (povrtnine) do 0,01 (meso). Prenosni faktorji za Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah hrane so značilno večji kot v primeru tistih za Cs-137. Značilne vrednosti za Sr-90/Sr-89 se gibljejo med 0,06 (povrtnine) in 0,2 (žitarice).

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 ingestiji hrane, kjer upoštevamo še letno porabo posamezne vrste hrane m_i , velja enačba (glej postopek *Ocena sevalnih obremenitev (LMR-RP-01)*):

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

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

Celotna efektivna doza pri ingestiji hrane je vsota posameznih prispevkov doz ob zaužitju posamezne vrste hrane. Podatke za letno porabo posamezne vrste hrane smo ocenili iz tabele 7.1, ki temelji na povprečni količini nabavljenih živil in pijač na člana gospodinjstva, ki jo je pripravil Statistični urad Republike Slovenije [36].

Na ta način smo ocenili, da je efektivna doza odrasle osebe ob zaužitju vseh vrst hrane (62 ± 75) μSv , pri čemer prispevek K-40 ni upoštevan. V letu 2006 je bila efektivna doza (205 ± 96) μSv , (v letu 2005 (50 ± 40) μSv), predvsem zaradi povišanih vsebnosti Pb-210 v nekaterih hranilih, česar pa pri letošnji analizi rezultatov meritev nismo opazili. V vzorcih hrane je bila specifična aktivnost Pb-210 pod mejo kvantifikacije v hranilih živalskega izvora, razen v mleku, žitaricah in nekaterih povrtninah in poljščinah. Prispevkov drugih naravnih radionuklidov, kot so U-238, Ra-228 in Th-228, k celotni dozi je približno dve tretjini. Deleža letnih efektivnih doz glede na celotno prejeto efektivno dozo zaradi Cs-137 in Sr-90/Sr-89 pri ingestiji hrane sta bila 0,3 % in 0,9 %.

Globalna in regionalna kontaminacija

Radionuklida Cs-137 in Sr-90/Sr-89 se pojavljata kot kontaminacija v vrhnji plasti zemlje zaradi jedrskih preskusov in nesreče v Černobilu. Specifična aktivnost radionuklida Sr-90/Sr-89 je nekaj Bq/kg, Cs-137 pa nekaj deset Bq/kg [37]. Specifične aktivnosti (vsebnosti) radionuklidov v hranilih se navaja na enoto sveže količine snovi. Atomi Cs-137 se v telesu človeka nalagajo v mehkih tkivih, večji del v mišicah, deloma pa tudi v kosteh in maščevju. Zato ni presentljivo, da je največja koncentracija Cs-137 v hrani živalskega izvora (mleko, meso), ker se v živalih nalaga prav tako v mehkem tkivu, kamor pride iz rastlin, ki jih živali zaužijejo. V nasprotju od Cs-137 se stroncij nalaga večji del v kosteh, 70–80 % se ga izloči, približno 1 % začetne koncentracije stroncija pa se absorbira v krvi, medcelični tekočini in mehkem tkivu.



Tabela 7.1: Letne porabe posamezne vrste hrane, po podatkih, ki jih je pripravil Statistični urad Republike Slovenije [36]

Hrana	Poraba hrane odraslega (kg na leto)
Kokošja jajca	10
Kokošje meso	11
Svinjsko meso	17,3
Goveje meso	11,5
Pšenica	65
Stročji fižol	1
Fižol v zrnju	1
Solata	11
Paradižnik	9
Čebula	5
Zelje	4
Koruza	5
Ječmen	2
Hruške	2,5
Jagode	3
Vino	23
Krompir	42
Korenje	3
Peteršilj	0,5
Jabolka	23
Mleko	80

Iz tabel z rezultati meritev lahko ugotovimo, da je bila povprečna koncentracija Cs-137 v vzorcih hrane živalskega izvora od $(0,05 \pm 0,01)$ Bq/kg v mleku do $(0,38 \pm 0,06)$ Bq/kg v svinjskem mesu, pri kokošjih jajcih pa je bila, kot navadno, pod mejo kvantifikacije. Povprečna izmerjena vsebnost Cs-137 v hrani v letu 2007 je bila $(0,06 \pm 0,11)$ Bq/kg. Koncentracije Cs-137 in izračunane učinkovite doze zaradi ingestije v hranilih v letu 2007 so prikazane na sliki 7.1. Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v hrani živalskega izvora so pod mejo kvantifikacije. V hranilih rastlinskega izvora je bila najnižja vsebnost Sr-90/Sr-89 v krompirju, kjer je bila povprečna koncentracija $(0,05 \pm 0,015)$ Bq/kg, najvišja pa v stročjem fižolu $(0,19 \pm 0,09)$ Bq/kg. Povprečna specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 v hrani je bila $(0,1 \pm 0,1)$ Bq/kg. Na sliki 7.2 prikazujemo specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah hrane za leto 2007. Vsebnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hrani z leti nihajo, vendar je opazno zmanjševanje. Tako je s slike 7.3 razvidno, da se je specifična aktivnost Sr-90/Sr-89 v mleku od černobilske nesreče do danes znižala za faktor 10, specifična aktivnost Cs-137 v mleku pa se je v enakem obdobju znižala za približno 200-krat. 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 lahko prav tako ugotovimo opazna znižanja vsebnosti umetnih radionuklidov. Znižanje vsebnosti Cs-137 lahko razložimo s tem, da je v trenutku kontaminacije prišlo do močnega listnega (foliarnega) vnosa radionuklida v rastline in da je črpanje preko koreninskih sistemov, ki ga ovirata vezava cezijeveh atomov v zemlji in tudi konkurenca kalija iz gnojil, na kultiviranih površinah občutno manjši. Za primerjavo v tabeli 7.2 prikazujemo specifične aktivnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hranilih živalskega izvora. Glede na



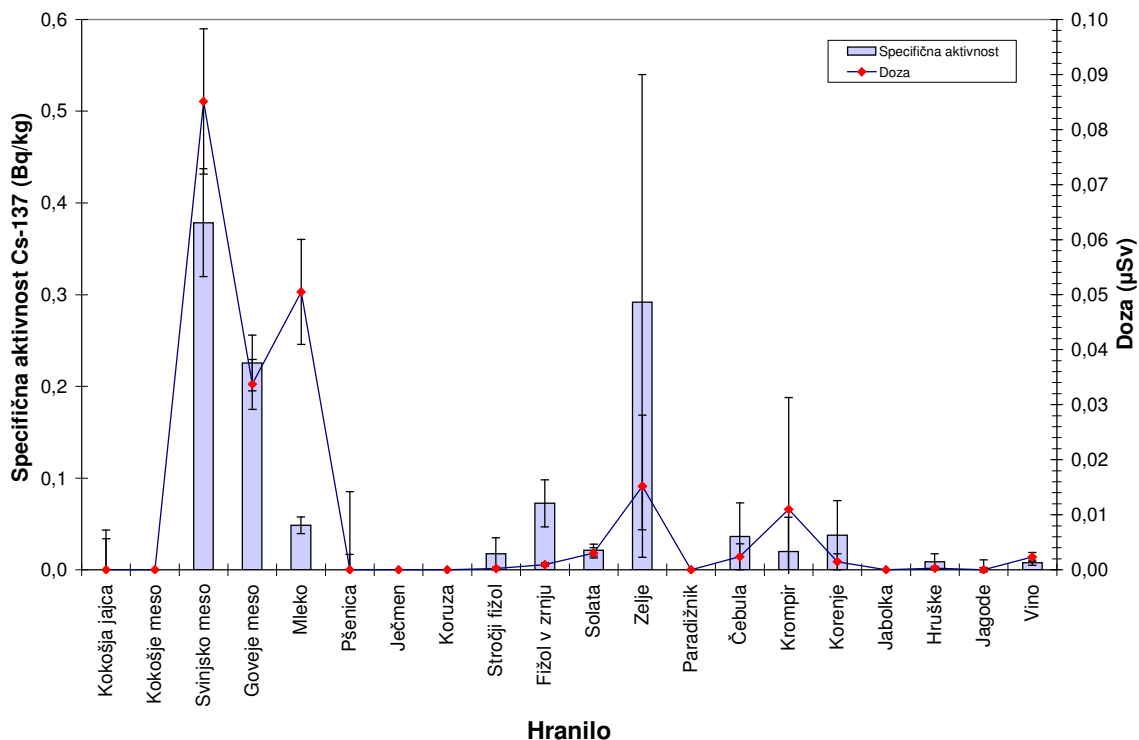
prisotnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 lahko hranila razdelimo v tri skupine: a) hrana živalskega izvora, kjer je vsebnost Cs-137 najvišja in vsebnost Sr-90/Sr-89 najnižja, b) žitarice, poljščine in povrtnine, razen paradižnika in krompirja, kjer je vsebnost Cs-137 nizka (največja je v zelju, solati, fižolu v zrnju in korenju), vsebnost Sr-90/Sr-89 pa za red velikosti višja kot vsebnost Cs-137 in c) sadje, kjer sta vsebnosti Sr-90/Sr-89 in Cs-137 najnižji, vendar je vsebnost Sr-90/Sr-89 višja kot vsebnost Cs-137. Doza na posameznika, izračunana pri predpostavki uživanja hrane iz tabele 7.1, je $(0,21 \pm 0,02) \mu\text{Sv}$ na leto zaradi kontaminacije s Cs-137 in $(0,56 \pm 0,06) \text{G} \mu\text{Sv}$ na leto zaradi kontaminacije s Sr-90. Podobna razdelitev hranil glede na vsebnost Sr-90/Sr-89 in Cs-137 v hranilih je bila uporabljena tudi v japonski študiji [39]. Analiziranih je bilo 939 vzorcev hrane v letih od 1989 do 1994. Povprečna izmerjena vsebnost Cs-137 v hranilih je bila nižja od 1 Bq/kg, razen v primeru posušene hrane in eni vrsti gob. Vsebnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hranilih je primerljiva z vsebnostmi obeh radionuklidov, izmerjenih v hranilih v okviru nadzornih meritev okolice NEK v enakem časovnem obdobju.

Na sliki 7.4 prikazujemo grafikone kvantilov za koncentracije radionuklidov v hranilih v letu 2007. Kvantili se uporabljajo pri predstavitvi porazdelitev in pomenijo intervale enakih ploščin porazdelitve. Z grafikonom kvantilov prikažemo medkvartilni razpon (pravokotnik), mediano, razpon, (a)simetričnost porazdelitve (s kvartili) in neobičajne ekstremne vrednosti (osamelce). Specifične aktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov so porazdeljene nesimetrično glede na hranila. Opazimo, da imajo porazdelitve koncentracij pretežno maksimum od 0 Bq/kg do 0,1 Bq/kg. Specifične aktivnosti naravnih in umetnih radionuklidov v hranilih so manjše od 1 Bq/kg. Izjemi sta K-40 in Be-7. Specifične aktivnosti K-40 v hranilih dosegajo vrednosti v razponu od 32 Bq/kg v vinu do 210 Bq/kg v fižolu v zrnju, Be-7 pa so v razponu od 0 Bq/kg (pod mejo kvantifikacije) do 8 Bq/kg v ječmenu. Pri naravnih radionuklidih je več kot dve tretjini vrednosti nad mejo kvantifikacije, enako kot v letu 2006.

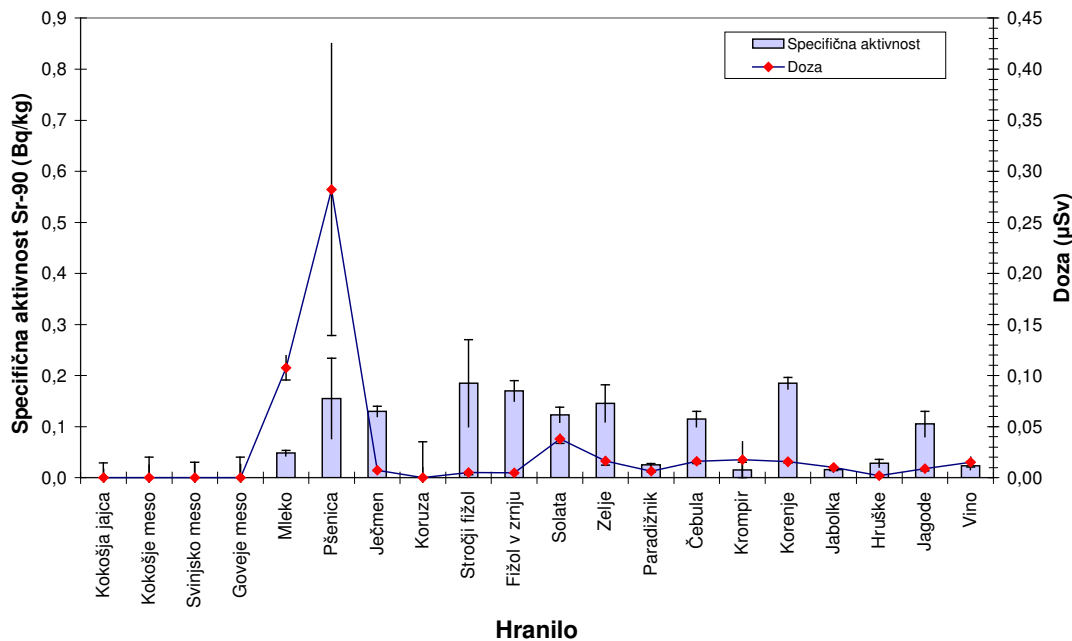
Naravni radionuklidi

Med naravnimi radionuklidi, ki jih najdemo v hrani, kamor pridejo po različnih prenosnih poteh iz zemlje in umetnih gnojil, so K-40, Be-7 ter radionuklidi iz razpadnih verig U-238 in Th-232.

K-40 je naravni sevalec beta in gama. Količina kalija se v telesu homeostatsko uravnava, kar pomeni, da se kalij v telesu ne akumulira, saj se presežek izloči iz telesa. Po zaužitju hrane se kalij iz prebavnega trakta preko krvnega obtoka hitro naseli po celem telesu. Kalij je v telesu v celičnih tekočinah. Ker telo samo uravnava koncentracijo kalija v telesu, sam vnos kalija v telo (hrana, zemlja) ne vpliva na njegovo koncentracijo v telesu. V telesu odrasle osebe je v povprečju 140 g kalija. S hrano v telo vnesemo 2,5 g kalija dnevno. Za 70 kg težko osebo lahko izračunamo, da je specifična aktivnost K-40 v telesu 63 Bq/kg. Ta naravni kalij podeli gonadam in drugim mehkim tkivom na leto 0,2 mSv, medtem ko kosti prejmejo 0,15 mSv [20]. Povprečna vsebnost K-40 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je $(94 \pm 51) \text{Bq/kg}$. Največ K-40 je v vrtninah in poljščinah, najmanj pa v sadju, mleku in jajcih. Letna doza, ki jo človek prejme zaradi ingestije K-40, je 170 μSv . Povečan vnos K-40 v telo doze ne poveča, ker se količina kalija v telesu homeostatsko uravnava.



Slika 7.1: Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 in izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane s Cs-137 v različnih vrstah hrane v letu 2007

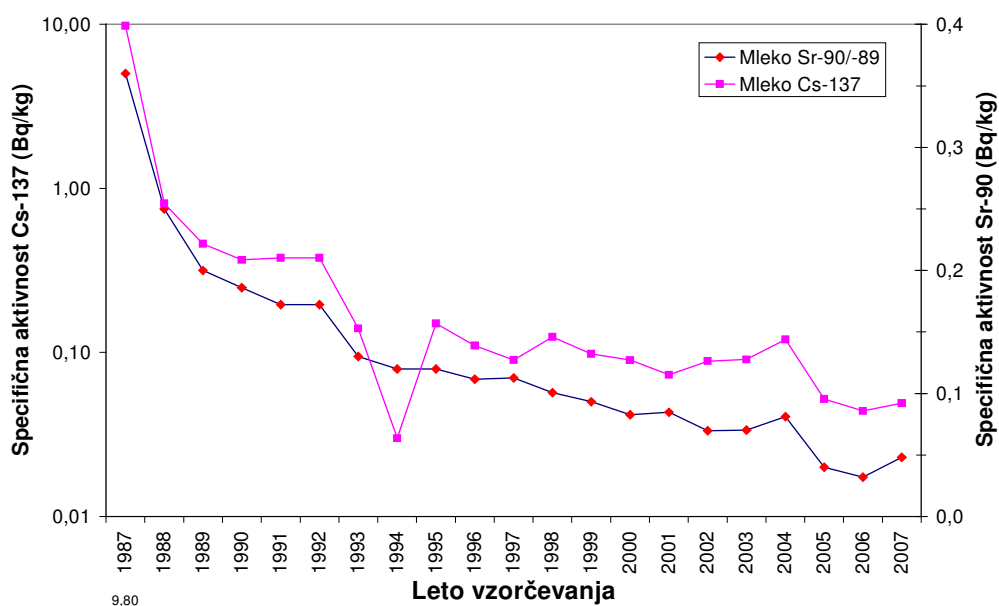


Slika 7.2: Izmerjene specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 in izračunane efektivne doze zaradi kontaminacije hrane s Sr-90/Sr-89 v različnih vrstah hrane v letu 2007

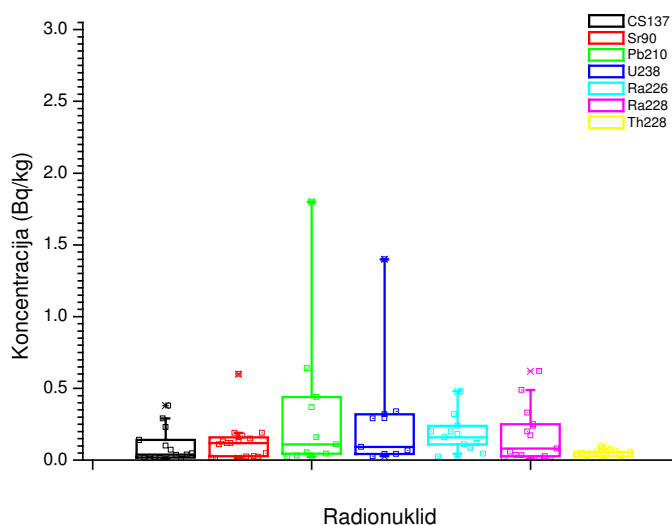


Tabela 7.2: Primerjava povprečnih vsebnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hranilih živalskega izvora. Vsebnosti radionuklidov so podane v Bq/kg sveže snovi. V letu 1994 goveje meso ni bilo vzorčevano. V letu 2007 so bile specifične aktivnosti Sr-90/Sr-89 v hranilih živalskega izvora, razen v mleku pod mejo kvantifikacije (MKV).

Leto	Cs-137					Sr-90/Sr-89				
	Mleko	Kokošja jajca	Kokošje meso	Goveje meso	Svinjsko meso	Mleko	Kokošja jajca	Kokošje meso	Goveje meso	Svinjsko meso
	Specifična koncentracija (Bq/kg)									
1987	9,80	0,86	3,80	4,10	12,00	0,36	0,20	0,03	0,13	0,04
1988	0,81	0,30	0,90	2,00	2,30	0,25	0,17	0,01	0,05	0,12
1989	0,46	0,18	0,90	0,79	2,15	0,20	0,12	0,10	0,10	0,07
1990	0,37	0,11	0,37	0,56	1,30	0,19	0,11	0,05	0,06	0,04
1991	0,38	0,18	0,41	0,81	0,67	0,17	0,04	0,05	0,14	0,09
1992	0,38	0,18	0,41	0,81	0,67	0,17	0,04	0,05	0,14	0,09
1993	0,14	0,10	0,39	0,29	0,51	0,13	0,08	0,02	0,03	0,03
1994	0,03	0,06	0,35	/	0,50	0,12	0,07	0,06	/	0,01
1995	0,15	0,09	0,19	1,20	0,21	0,12	0,03	0,10	0,01	0,01
1996	0,11	0,17	0,41	0,32	0,76	0,11	0,06	0,01	0,01	0,01
1997	0,09	0,10	0,24	0,34	0,43	0,11	0,03	0,01	0,02	0,01
1998	0,12	0,03	0,46	0,45	0,42	0,10	0,04	0,02	0,01	0,01
1999	0,10	0,14	0,49	0,46	0,45	0,09	0,10	0,20	0,11	0,08
2000	0,09	0,03	0,11	0,62	0,26	0,08	0,06	0,04	0,02	0,30
2001	0,07	0,07	0,09	0,22	0,15	0,08	0,04	0,02	0,02	0,03
2002	0,09	0,06	0,10	0,24	0,26	0,07	0,05	0,02	0,02	0,03
2003	0,09	0,03	0,06	0,23	0,26	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02
2004	0,12	0,03	0,07	0,76	0,15	0,08	0,02	MKV	MKV	MKV
2005	0,052	MKV	0,12	0,17	0,59	0,04	MKV	MKV	MKV	MKV
2006	0,044	MKV	0,083	0,3	0,38	0,032	0,03	MKV	MKV	MKV
2007	0,049	MKV	MKV	0,23	0,38	0,048	MKV	MKV	MKV	MKV



Slika 7.3: Izmerjene specifične aktivnosti Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v mleku za različna leta vzorčevanja. Vrednosti Cs-137 so prikazane v logaritmski skali.



Slika 7.4: Grafikon kvantilov koncentracij radionuklidov v hrani, pridelani na krško-brežiškem polju v letu 2007. Na grafikonu niso prikazane koncentracije K-40 in Be-7 v hrani, ker so izmerjene vrednosti zunaj obsega prikaza.

Podobno kot kalij se tudi Ra-226 hitro izloči iz telesa. Količina zaužitega Ra-226 v telesu se zniža za dve tretjini začetne vrednosti že v treh dneh, preostanek pa se adsorbira na površini kosti. Sčasoma atomi migrirajo v sredico kosti, kjer lahko ostanejo. Po podatkih iz reference [38] je specifična aktivnost Ra-226 v telesu zaradi uživanja hrane $0,017 \text{ Bq/kg}$. Povprečna specifična aktivnost Ra-226 v hrani, ki je bila pridelana na krško-brežiškem polju, je $(0,094 \pm 0,13) \text{ Bq/kg}$. Najnižja specifična aktivnost Ra-226 je v vrtninah (zelje) in sadju od $0,025 \text{ Bq/kg}$ do $0,032 \text{ Bq/kg}$, najvišja pa je v poljščinah, in sicer v fižolu v zrnju $(0,2 \pm 0,15) \text{ Bq/kg}$. V letu 2007 je bila specifična aktivnost Ra-226 praktično v vseh hranilih nad mejo kvantifikacije, kar se sklada z radiološkimi nadzornimi meritvami NEK v letih 2004 in 2005.

Atomi U-238 se izločijo iz telesa v nekaj dneh po zaužitju hrane. Povprečna specifična aktivnost U-238 v hrani je $(0,13 \pm 0,3) \text{ Bq/kg}$. Največja specifična aktivnost U-238 je bila izmerjena v žitaricah, vrtninah in sadju, in sicer do $0,4 \text{ Bq/kg}$, najmanjša izmerjena pa v mleku, $0,07 \text{ Bq/kg}$. V večini vzorcev hranil je bila specifična aktivnost U-238 pod mejo kvantifikacije.

Svinec Pb-210 je razpadni produkt Rn-222. Radon emanira iz zemeljske skorje v zračne mase, kjer razpade v Pb-210, ki se nato nalaga na površini zemlje in rastlinah. Zato je redno spremljanje koncentracij Pb-210 lahko dober pokazatelj morebitnih povišanih koncentracij Rn-220, kar bi bilo lahko povezano tudi z občasnimi seizmičnimi aktivnostmi na tem področju. Z mehanizmom črpanja snovi preko koreninskega sistema atomi Pb-210 preidejo tudi v hranila in krmila in nato v človeško tkivo. Zaradi visokega doznega faktorja je lahko Pb-210 pomembna obremenitev prebivalstva. Če uporabimo enačbo (1) za izračun doze zaradi vsebnosti Pb-210 v hrani, ugotovimo, da je prispevek Pb-210 k celotni efektivni dozi 30 %. Iz rezultatov meritev lahko ugotovimo, da je povprečna vsebnost Pb-210 v poljščinah $0,09 \text{ Bq/kg}$, vrtninah $0,37 \text{ Bq/kg}$, v sadju $0,05 \text{ Bq/kg}$, najnižja pa je vsebnost Pb-210 v hranilih živalskega izvora $0,005 \text{ Bq/kg}$, kjer je vsebnost Pb-210 v vseh vzorcih pod mejo kvantifikacije, razen v mleku $(0,03 \pm 0,2) \text{ Bq/kg}$. Povprečna specifična aktivnost Pb-210 v hrani v letu 2007 je bila $(0,25 \pm 0,4) \text{ Bq/kg}$.



Po-210, ki je sevalec alfa, ima pri vnosu naravnih radionuklidov v organizem pomembno težo. Iz poročila UNSCEAR lahko razberemo, da je prispevek tega izotopa k celotni ingestijski dozi 64 % ali $(70 \pm 40) \mu\text{Sv}$ na leto. Pri tem pa je potrebno poudariti, da je največ Po-210 v hranilih morskega izvora. Prispevka Po-210 k efektivni dozi zaradi ingestije hranil s krško-brežiškega polja ni mogoče oceniti, saj se le-ta v okviru rednega radiološkega nadzora NEK ne določa.

Koncentracije radionuklidov Ra-228 in Th-228 v hranilih so v mejah vrednosti prejšnjih let. Koncentracije Ra-228 v hranilih so značilno višje kot koncentracije Th-228. Povprečna koncentracija Ra-228 je $(0,1 \pm 0,2) \text{ Bq/kg}$, Th-228 pa $(0,03 \pm 0,03) \text{ Bq/kg}$.

Izpusti iz NEK

Zračni izpusti NEK so vsebovali naslednje umetne radionuklide, ki niso del globalne kontaminacije: Cr-51, Mn-54, Co-57, Co-58, Fe-55, Co-60, Zr-75, Nb-95, Te-125m in Fe-55. Koncentracije teh radionuklidov so v okolju tako nizke, da niso bile detektirane v prehrabni verigi. Omeniti je treba, da je bila skoraj vsa aktivnost teh radionuklidov izpuščena v oktobru, torej po koncu vegetacijske dobe in ko je bilo vzorčevanje hranil, razen mleka in vina, končano. Za Co-60, ki ga je elektrarna izpustila v ozračje približno $6 \text{ E}+4 \text{ Bq}$ v časovnem obdobju od marca do septembra, dobimo dozo zaradi usedanja, ki jo prejme posameznik, ki užije 70 kg pridelkov, pridelanih na vrtu v Spodnjem Starem Gradu, $0,43 \text{ nSv}$. V računu smo predpostavili razredčitveni faktor, izračunan z Gaussovimi modelom, hitrost usedanja 1000 m/d in 30-odstotni delež useda, ki ga prestreže užitni del rastline. Pri uporabljenem modelu je hitrost usedanja nereaktivnih plinov, kot sta HTO in CO_2 , nič.

d) OCENA VPLIVOV IN SKLEPI

V letu 2007 je bilo opravljenih 39 meritev različnih vrst hrane in 36 vzorcev mleka iz okolice NEK. Poljščine, povrtnine in sadje smo vzorčevali od junija do oktobra, odvzem mesa je bil v novembru in decembru, mleko pa je bilo vzorčevano mesečno.

Prisotnost Cs-137 in Sr-90/Sr-89 v hrani pripisujemo kontaminaciji okolja zaradi jedrskih poskusov in nesreče v Černobilu. Letni ingestijski dozi zaradi teh dveh radionuklidov sta $(0,21 \pm 0,02) \mu\text{Sv}$ in $(0,56 \pm 0,06) \mu\text{Sv}$ na leto. Iz tabel in grafov, predstavljenih v tem poglavju, lahko ugotovimo, da se koncentraciji obeh radionuklidov v vseh hranilih, ki se vzorčujejo na krško-brežiškem polju, še naprej znižujeta. V podatkih o zračnih izpustih NEK lahko najdemo tudi druge umetne radionuklide, ki pa jih kljub večji izpuščeni aktivnosti v hrani nismo detektirali, kar pomeni, da vpliv zračnih izpustov NEK v hrani ni neposredno določljiv. Zaradi uživanja hrane, ki je bila pridelana ali predelana na krško-brežiškem polju v letu 2007, je efektivna doza zaradi splošne prisotnosti radioaktivnih snovi v okolju $(62 \pm 75) \mu\text{Sv}$, pri čemer ne upoštevamo prispevka K-40, saj se njegova vsebnost v telesu homeostatsko uravnava. UNSCEAR [20] v svojem poročilu navaja svetovno povprečje za ingestijsko dozo zaradi vnosa naravnih radionuklidov iz uranove in torijeve verige $(120 \pm 60) \mu\text{Sv}$, pri čemer sta všteta tudi prispevka rib in vode. Pri računu efektivne doze zaradi ingestije hrane s krško-brežiškega polja teh prispevkov ne upoštevamo, ampak se obravnavata ločeno. Iz podatkov poročila UNSCEAR lahko še ugotovimo, da imata pri celotni ingestijski dozi zelo visok delež efektivni dozi izotopov Pb-210 in Po-210. Ker sta koncentraciji omenjenih radionuklidov največji v hrani morskega izvora, splošnega povprečja UNSCEAR v tej evalvaciji ne moremo vzeti kot merilo, lahko pa služi kot vodilo za ugotavljanje v primeru povišanja doz zaradi ingestije hrane. Prav tako je potrebno pripomniti, da koncentracij Po-210 v hranilih v okviru radiološkega nadzora ne določamo. Izračuni efektivnih doz zaradi uživanja hrane, ki vsebuje umetne in naravne radionuklide, so pokazali, da je delež efektivne doze zaradi umetnih radionuklidov v hrani 1 % glede na celotno efektivno dozo zaradi vseh radionuklidov v hrani. Od tod izhaja, da je prejeta efektivna doza zaradi ingestije v glavnini posledica vnosa naravnih radionuklidov. Posebej je



očiten prispevek Pb-210, (18 ± 75) μSv , ki pa je nasprotno od leta 2006, ko je bil ta prispevek nekajkrat večji, v okviru vrednosti nadzornih meritev v okolici NEK v letih 2004 in 2005.

Različne študije v Evropi [32, 33, 34], [20, Annex A] so pokazale, da je v prehranski verigi treba upoštevati tudi Po-210 [35], ki je sevalec alfa (potomec v verigi U-238), ki k obremenitvi odraslih oseb dejansko prispeva največ [20, Annex A]. Podobna ugotovitev velja tudi za druge aktinide, ki so pretežno sevalci alfa, in težke kovine, kar ima lahko z vidika zdravstvenega varstva pomembno težo. Posebej Po-210 in Pu-239 sta kot sevalca alfa lahko s stališča jedrske varnosti še posebej aktualna pri predstavitvi splošne radiološke slike na področju lokacije NEK, katerih koncentracije v hrani pri rednem nadzoru pa ne določamo. C-14 se pojavlja tudi v izpustih NEK. Atomi C-14 v rastlino vstopijo preko fotosinteze, v človeški organizem pa z ingestijo. V letu 2006 so potekale meritve C-14 v bioloških vzorcih, zbranih v okolici NEK [22]. V tej študiji je ocenjena dodatna letna doza, ki bi jo prejel posameznik, ki bi užival le hrano z najvišjo izmerjeno vsebnostjo C-14, na 3 μSv . Pri predpostavki, da bi pa užil letno 100 kg zelenjave in sadja [36] in bi tako vnesel približno 2 kg ogljika, to je 17% celotnega letnega vnosa ogljika, bi prejel dozo 0,5 μSv . Omeniti je treba, da ekstrapolacija polja, ki popisuje porazdelitev koncentracije C-14 v bioloških materialih v okolici NEK, na lokacijo Spodnji Stari Grad ne kaže koncentracije, različne od tiste na kontrolni lokaciji.

e) REFERENCE

- [32] Z. Ould-Dada, I. Fairlie, C. Read, Transfer of radioactivity to fruit: significant radionuclides and speciation, *Journal of Environmental Radioactivity* 52 (2001), 159–174
- [33] K. Mueck, Sustainability of radiologically contaminated territories, *Journal of Environmental Radioactivity* 65 (2003), 109–130
- [34] J. T. Zerquera, M. P. Alonso, I. M. F. Gomez, G. V. R. Castro, N. M. Ricardo, G. Lopez Bejerano, J. O. A. Lopez, N. A. Rodriguez, J. C. Gonzales, O. B. Flores, A. H. Perez, O. D. Rizo, Studies on internal exposure doses received by Cuban population due to the intake of radionuclides from the environmental sources, *Radiation Protection Dosimetry* (2006), 1–7
- [35] M. J. Fulker, The role of fruit in the diet, *Journal of Environmental Radioactivity* 52 (2001), 147–157
- [36] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 5, 30. julij 2002
- [37] Human Health Fact Sheet, ANL, October 2001
- [38] NCRP 94, stran 12 (1987)
- [39] Johji Abukawa, Chiyo Tsubuku, Kazuhiko Hayano & Kemmei Hirano, A Survey of ^{90}Sr and ^{137}Cs Activity Levels of Retail Foods in Japan, *J. Environ. Radioactivity*, 41 (1998) 3, 287–305





OCENA LETNIH DOZ REFERENČNE SKUPINE ZA SAVSKE PRENOSNE POTI ZA LETO 2007

Prva stopnja pri oceni radioloških vplivov jedrskega objekta, ki v okolje izpušča radioaktivne snovi, je določitev osnovnih podatkov o viru («source term»). Pomembno je vedeti, kateri radionuklidi se spuščajo v okolje, kolikšne so izpuščene aktivnosti in v kateri del okolja se sproščajo.

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

Za modelno oceno obremenitev, ki bi jih lahko prinesle zgolj prenosne poti, ki potekajo preko Save, je bila izbrana kot referenčna (to je tista, ki potencialno prejme najvišje doze) skupina brežiških športnih ribičev in članov njihovih družin. Mednarodni standardi in smernice Evropske unije pri podrobni oceni notranje izpostavitve delijo prebivalstvo na šest starostnih skupin z različnimi doznimi pretvorbenimi faktorji. Za oceno vplivov izpuščenih radioaktivnosti v okolje ob normalnem obratovanju jedrskega objekta se priporočila EU omejujejo na tri starostne skupine: 1 leto, 10 let in odrasli, ki smo jih privzeli tudi v novi metodologiji.

V letu 2003 je bila na IJS izdelana metodologija za oceno doz pri izpostavitvi prebivalcev sevanju zaradi tekočinskih izpustov NE Krško v reko Savo in izdelano je bilo poročilo *Izpostavitve prebivalcev sevanju zaradi tekočih izpustov NE Krško v reko Savo (IJS-DP-8801)* [7]. Recenzijo metodologije je opravil IRB. V metodologiji so identificirane glavne prenosne poti, načini izpostavitve in referenčne skupine za Slovenijo in Hrvaško. Metoda omogoča za glavne prenosne poti iz merjenih podatkov o inventarju izpuščenih radioaktivnih snovi in osnovnih podatkov o reki Savi na pregleden način in z uporabo preglednic v *excelu* oceno efektivne doze referenčnih skupin in najbolj izpostavljenega prebivalca. Nova metodologija je omejena izključno na tekočinske izpuste v reko Savo. Predpostavljeno je idealno mešanje (popolna dilucija) izpuščenih radionuklidov na referenčnih mestih. Metodologija je uporabna le za celoletno vrednotenje vplivov, ne pa za primer akcidentalnega tekočinskega izpusta ali za vrednotenje večletnega vpliva (v računih vpliv radioaktivnega razpada ni upoštevan).

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



**VHODNI PODATKI ZA OCENO PREJETIH DOZ
RAZŠIRJENI INVENTAR LETNIH IZPUSTOV V LETU 2007**

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

Radiouklid	2002 (Bq na leto)	2003 (Bq na leto)	2004 (Bq na leto)	2005 (Bq na leto)	2006 (Bq na leto)	2007 (Bq na leto)
H-3	1,32E+13	1,03E+13	1,1E+13	1,9E+13	1,27E+13	2,18E+13
Na-24	–	–	–	–	–	–
Cr-51	1,15E+8	–	–	–	–	–
Mn-54	7,21E+6	5,62E+5	7,2E+04	–	1,11E+06	1,13E+06
Fe-55	3,94E+7	1,03E+8	7,0E+07	3,9E+06	2,48E+06	1,39E+07
Fe-59	1,59E+6	–	–	–	–	–
Co-57	–	–	–	–	–	–
Co-58	2,56E+8	7,16E+7	1,3E+08	1,3E+07	1,26E+08	5,24E+07
Co-60	4,44E+8	1,27E+8	3,6E+07	3,5E+07	3,99E+07	2,29E+07
Zn-65	–	–	–	–	–	–
Se-75	–	–	–	–	–	–
Sr-85	–	–	–	–	–	–
Sr-89	–	–	–	–	–	–
Sr-90	1,92E+5	2,46E+5	1,1E+05	1,4E+05	1,09E+05	1,56E+05
Y-92	–	–	–	–	–	–
Zr-95	1,26E+7	2,84E+6	7,0E+05	–	1,26E+06	1,55E+06
Nb-95	1,26E+7	2,84E+6	7,0E+05	5,9E+04	1,26E+06	1,55E+06
Nb-97	7,75E+5	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
Sn-113	–	–	–	–	–	–
Sb-124	–	–	–	–	–	–
Sb-125	4,14E+7	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
I-132	–	–	–	–	–	–
I-133	–	–	–	–	–	8,42E+04
I-134	–	–	–	–	–	–
Cs-134	6,14E+5	1,91E+5	–	7,9E+04	2,79E+05	6,73E+05
Cs-137	1,63E+7	1,49E+7	7,7E+07	6,0E+06	1,89E+07	2,89E+07
Cs-136	–	–	–	–	–	–
Cs-138	–	–	–	–	–	–
Xe-131m	–	–	–	–	–	–
Xe-133	–	–	2,5E+08	2,4E+07	4,95E+08	1,92E+08
Xe-133m	–	–	–	–	–	–
Xe-135	–	–	–	–	–	–
Xe-135m	–	–	–	–	–	–
Ba-140	–	–	–	–	–	–
La-140	–	–	–	–	–	–
Ce-141	–	–	–	–	–	–
Ce-144	–	–	–	–	–	–
Hg-203	–	–	–	–	–	–



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

Za izračun doz v letu 2007 so bili uporabljeni:

- podatki o letnih izpustih radionuklidov iz poročil NEK (tabela 8.1);
- podatki o povprečnem pretoku reke Save v Brežicah, 160 m³/s v letu 2007;
- vrednost za povprečno koncentracijo suspendirane snovi 2,0 E-2 kg/m³ (generična vrednost);
- prirastek h koncentraciji na posameznih mestih zaradi izpustov je izračunan tako, da celotno letno aktivnost tritija v WMT in SGBD (1,27 E +13 Bq) razredčimo v letni količini pretočene Save (upoštevali smo povprečni pretoka Save 160 m³/s). Tako dobimo teoretični razredčitveni faktor $D_{\text{teoretični}} = 1,3 \text{ E}+6$, ki je razmerje med povprečno koncentracijo v WMT in SGBD (5,6 E+9 Bq/m³) in izračunanim prirastkom koncentracije v Brežicah (4,3 E+3 Bq/m³). Podobno kot v preteklih letih ga primerjamo z izmerjenim razredčitvenim faktorjem $D_{\text{izmerjeni}} = (8,0 \pm 2,3) \text{ E}+5$, izračunanim na podlagi povprečne letne koncentracije H-3 v WMT in SGBD (5,6 E+9 Bq/m³), deljene z izmerjenim narastkom H-3 v brežiški Savi (7,0 ± 2,0) kBq/m³. Teoretični in izmerjeni razredčitveni faktor se dobro ujemata.

a) PRENOSNE POTI IN FAKTORJI PORABE

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

Analiza 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. V tabeli 8.3 so podane značilnosti referenčne skupine, ki so bile uporabljene v metodologiji.

Za oceno izpostavljenosti pri pitju savske vode (malo verjetna prenosna pot) so uporabljeni podatki za porabo Evropske unije in slovenske zakonodaje na leto: 260 L (otroci 1–2 leti), 350 L (mladinci 7–12 let) in 750 L (odrasli >17 let).


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

Način izpostavitve	Pot izpostavitve
zunanje obsevanje	zadrževanje na bregu plavanje (malo verjetno)
ingestija	ribe rečna voda (malo verjetno) pitna voda iz Save – Zagreb (malo verjetno) napajanje živine (malo verjetno) zalivanje pridelkov (malo verjetno)

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

	Referenčna skupina		Maksimalno izpostavljeni posameznik	
	Slovenija	Hrvaška	Slovenija	Hrvaška
čas, ki ga ribič preživi na bregu	200 h	200 h	500 h	500 h
čas, ki ga ob ribiču preživi njegov otrok (mladinec)	100 h	100 h	250 h	250 h
letna poraba rib iz Save – ribič	10 kg	36 kg	45 kg	45 kg
letna poraba rib iz Save – otrok (mladinec)	3 kg	5 kg	10 kg	10 kg
letna poraba rib iz Save – otrok (1–2 leti)	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg
velikost referenčne (kritične) skupine	36 ljudi	–	–	–

b) SKLEPI

Rezultati prejetih doz, narejenih na podlagi realnih izpustov NEK in ob predpostavkah največje porabe (ekstremna poraba in maksimalni čas zadrževanja na obrežju iz preglednice 8.3), dajo vrednosti do **(0,018 ± 0,007) μSv na leto** (standardna prenosna pot).

Prejeta doza za standardno prenosno pot (preglednica 8.4) je podobna, kot smo jo ocenili v letu 2006. Na slikah 8.1 in 8.2 so podani deleži prispevkov posameznih radionuklidov, ki največ prispevajo k prejeti dozi pri standardni prenosni poti. Pri zadrževanju na bregu je praktično celotna obremenitev zaradi Co-60 in Co-58 (slika 8.1). K prejeti dozi pri ingestiji rib največ prispeva Cs-137 (62 %), medtem ko je prispevek H-3 30 % (slika 8.2). V primeru upoštevanja prenosne poti pitja savske vode postane je dominanten prispevek H-3 (100 %). V poročilu *Izpostavitve prebivalcev sevnanju zaradi tekočih izpustov NE Krško v reko Savo (IJS-DP-8801)* [7] je bilo ugotovljeno, da je prenosna pot pitja rečne vode malo verjetna in nam zato ne da realnih rezultatov.

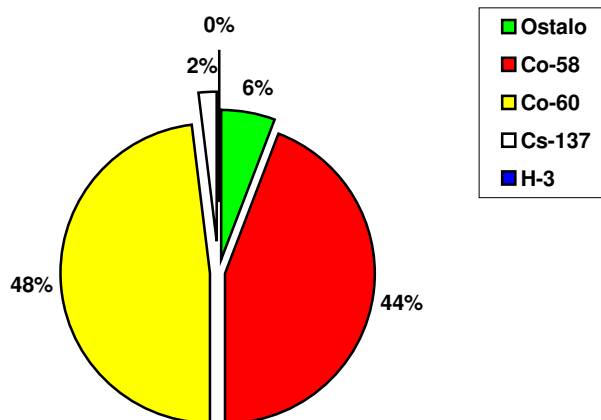


Preglednica 8.4: EFEKTIVNA LETNA ENAKOVREDNA DOZA POSAMEZNIKA IZ REFERENČNE SKUPINE PREBIVALSTVA V BREŽICAH (μSv) ZA LETO 2007

Upoštevamo maksimalno izpostavljenega posameznika (ekstremna poraba).

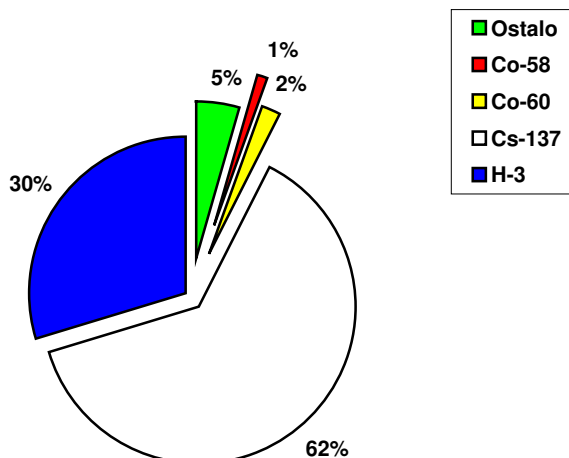
Starostna skupina	Prenosna pot	
	Standardna Brežice (rečni breg in ingestija rib)	Pitje savske vode Brežice
odrasli (>17 let)	0,018	0,06
mladinci (od 7 do 12 let)	0,006	0,03
otroci (od 1 do 2 let)	0	0,05

Zadrževanje na rečnem bregu



Slika 8.1: Deleži prispevkov posameznih radionuklidov k prejeti dozi pri zadrževanju na rečnem bregu. Največ prispevata Co-58 in Co-60.

Ingestija rib



Slika 8.2: Deleži prispevkov posameznih radionuklidov k prejeti dozi pri ingestiji rib. Največ prispeva Cs-137.



Negotovost pri izračunu doze smo ocenili samo z upoštevanjem negotovosti dejanskega razredčitvenega faktorja (40 %). V poglavju "*Reka Sava*" smo namreč ugotovili, da so 40-odstotni odmiki med izmerjenimi koncentracijami in izračunanimi koncentracijami ob predpostavki popolnega mešanja vode v Savi.

Pri oceni letnih doz referenčne skupine v Brežicah, narejenih na podlagi izpustov, dobimo nižje doze kot z metodologijo, narejeno na podlagi primerjave meritev v okolju (poglavje "*Reka Sava*"), kjer je bila prejeta doza zaradi pitja savske vode okrog 0,14 μSv na leto. Slednja metodologija ne da realnih vrednosti vpliva NEK, saj ne loči med vplivi NEK in drugih dejavnikov (globalne kontaminacije zaradi poskusnih jedrskih eksplozij in černobilske nesreče).

Na podlagi izmerjenih izpustov NEK lahko sklepamo, da prejeta doza referenčne skupine v Brežicah zaradi savske prenosne poti ne presega 0,1 μSv na leto.



PROGRAM B

a) ZNAČILNOSTI VZORČEVALNIH MEST IN MERITEV

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

- primerjalne rutinske meritve tekočinskih in zračnih izpustov (vključno s kratkoživimi izotopi, merjenimi v ELME "in situ") radiološkega laboratorija NEK z meritvami neodvisnih merilnih sistemov in moštve;
- 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 (CH₃T) in analize C-14 v ogljikovem dioksidu (¹⁴CO₂) ter ogljikovodikih (¹⁴CH₄) oziroma neoksidiranem ogljiku so na IJS analizirali mesečno;
 - Sr-90/Sr-89 v sestavljenih vzorcih partikulatnih filtrov, radiokemijske analize Sr-90 na sestavljenih trimesečnih vzorcih; meritve je opravil IJS;
- določanje povprečnih mesečnih tekočinskih izpustov na podlagi analiz z visokoločljivostno spektrometrijo gama, analize karakterističnih rentgenskih žarkov ter specifičnih analiz H-3 alikvotno sestavljenih reprezentančnih mesečnih vzorcev iz izpustnih tankov (WMT) in kaluže uparjalnikov (SGBD); meritve je opravil IRB;
- meritve na izviru zračnih izpustov, visokoločljivostna spektrometrija gama v partikulatnih filtrih, meritve je opravil IJS.

Rezultati primerjalnih meritev iz prve alineje, opravljenih v marcu in novembru (ZVD) ter decembru 2007, so podani v ustreznih tabelah posebnih poročil *Poročilo o obhodu mobilne enote ZVD (LMSAR 40/2007-PJ)*, *Poročilo o obhodu mobilne enote ZVD (LMSAR 88/2007-PJ)* in *ROMENEK 1/07 – Poročilo o meritvah po programu vzdrževanja pripravljenosti za primer izrednega dogodka v NEK (IJS-DP-9837)*. Poročilo o organizaciji, pripravljenosti in delu ELME v letu 2007 je v letnem poročilu *Ekološki laboratorij z mobilno enoto – Radiološki del - Poročilo za leto 2007 (IJS-DP-9852)*.

Vse meritve iz druge, tretje in četrte alineje so bile v letu 2007 redno izvedene. Rezultati meritev NEK in IJS za zračne izpuste pa so v preglednici 4.2a, b. Rezultati meritev NEK tekočinskih izpustov pa so predstavljeni na slikah od 9.1 do 9.5. Podrobni rezultati so v zbirnem poročilu *Poročilo o radioaktivnih emisijah iz NE Krško za leto 2007*, ki ga je pripravil NEK.

b) OBRAVNAVA REZULTATOV

Obravnavo rezultatov meritev je podana v ustreznih predhodnih poglavjih o zračnih in tekočinskih emisijah. Ovrednotenje primerjalnih meritev, ki jih je izvedel ELME, je v posebnem poročilu o pripravljenosti ELME in v posameznih poročilih o referenčnih nadzornih meritvah v okolju NEK.

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 2007 izvajal IRB. V nadaljevanju podajamo podatke, ki jih je poročal NEK.



c) OCENA VPLIVOV

ZRAČNI IZPUSTI

Nadzor in oceno vplivov zračnih emisij omogočajo podatki, ki jih zbere NEK in jih dopolnjujejo specifične meritve elementov H-3 in C-14, ki ji izvaja IJS na vzorcih, pridobljenih s kontinuirnim zbiranjem na oddušniku elektrarne, ter z meritvami z visokoločljivostno spektrometrijo gama na partikulatnih filtrih, prav tako pridobljenih z vzorčevanjem na oddušniku. Meritve dopolnjujejo izračunani povprečnih razredčitvenih faktorjev, ki jih za posamezne mesece in mesta v okolici NEK pripravi Agencija RS za okolje. V letošnjem ovrednotenju smo poleg razredčitvenih faktorjev ARSO uporabili še povprečne razredčitvene faktorje, ki jih je izračunalo podjetje MEIS, d. o. o., z Lagrangeevim modelom širjenja izpustov v atmosferi.

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

Iz preglednic 4.2 a, del B1, in 4.2 b, del B2, lahko ugotovimo, da je skoraj celotna inhalacijska doza posledica emisij tritija v obliki tritirane vode (HTO). Imerzijska doza je predvsem posledica emisij ksenona Xe-133 (približno 70 %) ter argona Ar-41 (približno 20 %). Od drugih radionuklidov, detektiranih v hlapih, plinih in partikulatih, prispevata k skupni letni inhalacijski dozi še (vendar dva velikostna reda manj) ogljik C-14 (v obliki $^{14}\text{CO}_2$) in jod I-131. K imerzijski dozi pa prispeva še Xe-131m, in sicer približno desetkrat manj od Xe-133. Prispevki drugih detektiranih radionuklidov k skupni letni dozi so še bistveno manjši od omenjenih. Pri tem je treba omeniti, da je pri ogljiku C-14 upoštevana samo inhalacijska izpostavljenost, ne pa tudi doza, ki je posledica prehoda v ingestijsko prenosno pot.

Prispevek tritija k inhalacijski dozi (v obliki HTO) smo v letu 2007 ocenili na 1,6 nSv z uporabo Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev oziroma na 0,19 μSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunala ARSO, kar je primerljivo z leti 2006, 2005 in 2004, ko smo to dozo ocenili na 0,21 μSv , 0,16 μSv in 0,19 μSv . Prispevki drugih radionuklidov k inhalacijski dozi so bistveno manjši, tako da je skupna letna inhalacijska doza v letu 2007 1,7 nSv na leto. Za otroka, starega od enega do dve leti, je bila v letu 2007 celotna inhalacijska efektivna doza 0,8 nSv na leto.

Imerzijski prispevek k skupni letni dozi je enak za odraslo osebo in otroka in je bil v letu 2007 predvsem posledica izpustov ksenona Xe-133 ob preprihovanju zadrževalnega hrana pred začetkom remonta in je 0,21 nSv z uporabo Lagrangeevih razredčitvenih faktorjev (28 nSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunala ARSO). Celotni prispevek Xe-133 v letu 2007 je 0,24 nSv na leto, približno četrtno te vrednosti pa je prispeval še argon Ar-41 (0,07 nSv na leto), katerega izpusti so bili porazdeljeni čez celo leto 2007. Skupna letna imerzijska doza za odraslo osebo in otroka v letu 2007 je tako 0,35 nSv na leto (0,047 μSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunala ARSO).

Skupna efektivna doza za odraslega človeka v Spodnjem Starem Gradu, ki je posledica inhalacije in imerzije, je bila v letu 2007 2,1 nSv na leto, za otroka, starega od enega do dveh let, pa 1,2 nSv na leto (0,24 μSv in 0,14 μSv z uporabo razredčitvenih faktorjev, ki jih je izračunala ARSO). V drugih naseljih v okolici NEK so bile te doze še nižje, povzetek vseh ocenjenih skupnih letnih inhalacijskih in imerzijskih doz za okolico NEK v letu 2007 je v preglednici 4.2 c.

Zračni izpusti tritija H-3 in joda I-131 iz NEK v letu 2007 so bili primerljivi s povprečjem emisij jedrskih elektrarn v EU. Emisije žlahtnih plinov, ogljika C-14 in partikulatov so precej nižje od



povprečja. Na sliki 4.7 je podano razmerje zračnih emisij NEK za različne radionuklide glede na povprečje EU od leta 1996 naprej. S slike je tudi razvidno, da se emisije tritija v ozračje z leti ne spreminjajo bistveno.

TEKOČINSKI IZPUSTI

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

V reko Savo je bilo izpuščenih 3090 m³ vode iz WMT in 838 m³ iz SGBD. Primerjava z letom 2006 (1670 m³ vode iz WMT in 6220 m³ iz SGBD) kaže zmanjšanje volumna izpustov iz tankov.

Meritve nerazredčenih efluentov v zadrževalnikih WMT in meritve kaluže uparjalnikov (SGBD), ki sta jih opravila NEK in IRB, so v letu 2007 pokazale višje emisije kot v letu 2006 in 2005 (slika 9.1). Večji izpusti so bili opravljeni v drugi polovici leta (slika 9.2).

Tekoči izpusti H-3 v letu 2007 so bili na podlagi meritev NEK (2,2 E+13) Bq na leto, kar lahko primerjamo z izpusti v preteklih letih: (1,3 E+13) Bq (2006), (1,9 E+13) Bq (2005) (1,1 E+13) Bq (2004), (1,03 E+13) Bq (2003), (1,3 E+13) Bq (2002) (slika 9.2).

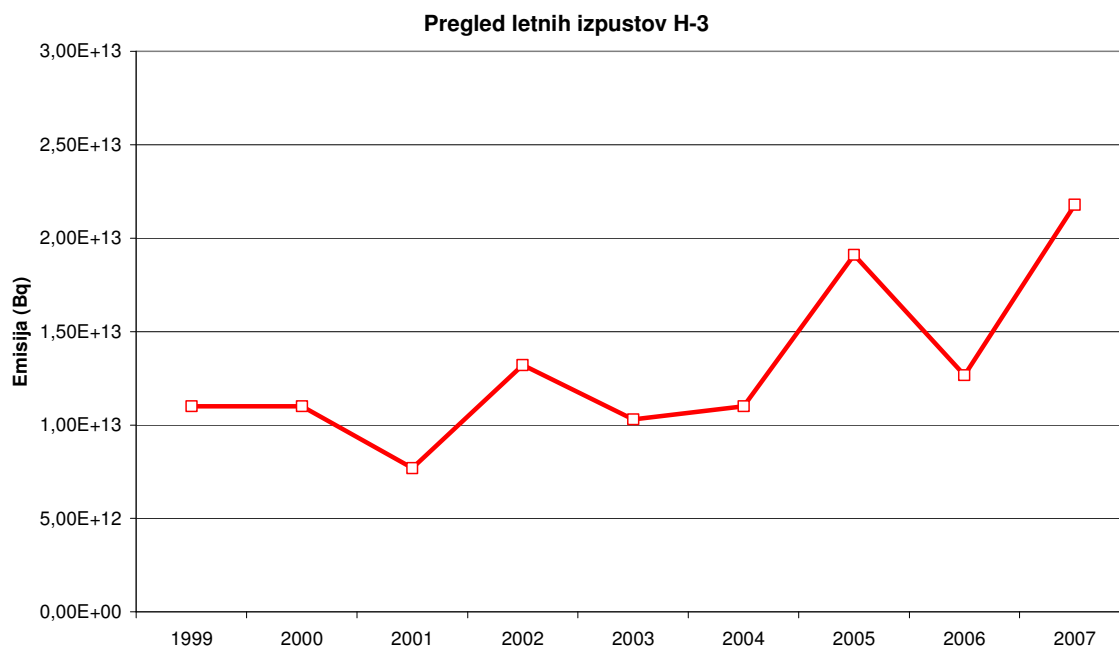
Tekoči izpusti H-3 so od leta 2004 dalje povišani in so bili v letu 2007 najvišji doslej, saj so presegli nekdanjo letno mejno vrednost 20 TBq. Vpliv povečanih izpustov se kaže tudi v povečanih koncentracijah H-3 v Savi in v podtalnici nizvodno od NEK.

Normaliziran izpust H-3 glede na količino proizvedene električne energije je bil tako **4,1 GBq / (GW h)** (letna proizvodnja električne energije 5,426 TW h). Primerjava tekočih izpustov H-3 glede na proizvedeno energijo kaže primerljive vrednosti kot v državah EU z elektrarnami PWR (okrog 2 GBq / (GW h) za reaktorje PWR). Letna omejitev tekočih izpustov H-3 v NEK je (4,5 E+13) Bq na leto. Skupna omejitev za druge radionuklide 100 GBq (beta/gama sevalci) na leto.

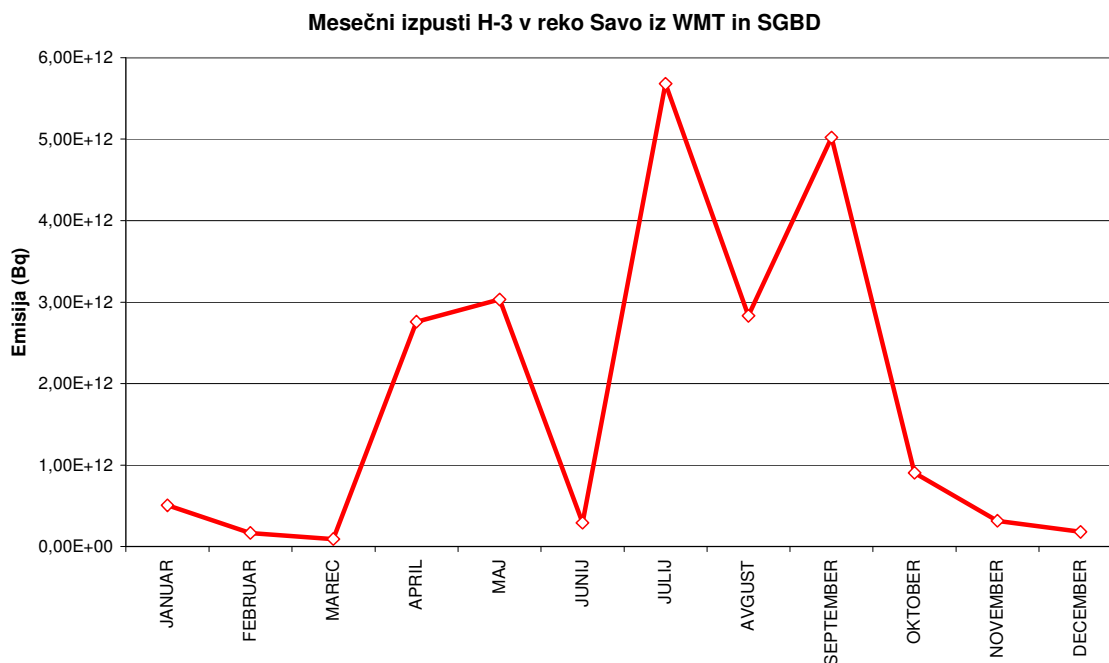
Analize Sr-90 v alikvotnih tekočih vzorcih so dale oceno velikosti emisij (1,1 E+5) Bq na leto (meritve IRB), kar lahko primerjamo z vrednostmi v preteklih letih (slika 9.3). Mesečni izpusti kobalta in cezija so podani na sliki 9.4. Skupna aktivnost izpuščenega Co-60 v reko Savo je bila (2,3 E+7) Bq na leto in aktivnost izpuščenega Cs-137 v Savo (2,9 E+7) Bq na leto. V letu 2007 se je glede na leto 2006 zmanjšala količina izpuščenega Co-58 na (5,2 E+7) Bq.

Primerjava letnih izpustov Co-60, Co-58, Cs-134 in Cs-137 z izpusti v preteklih letih je podana na sliki 9.5. Opazen je trend zmanjševanja izpustov od leta 2001.

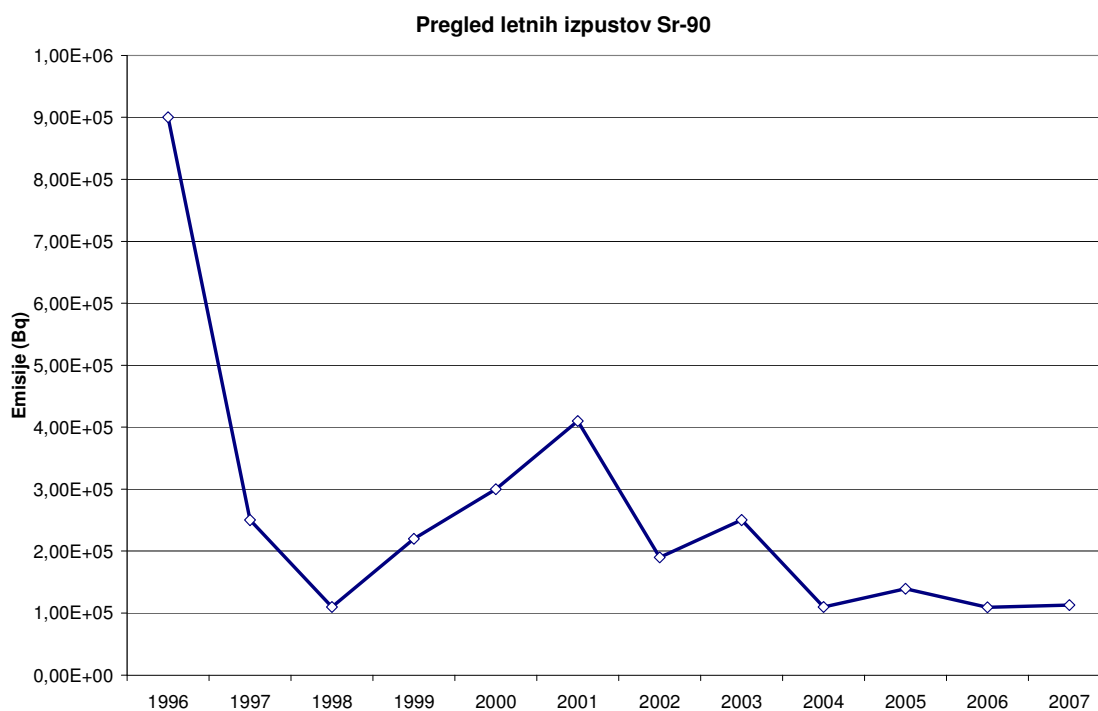
Poleg H-3 je bilo med izpuščenimi radionuklidi največ Xe-133 ((1,9 E+8) Bq na leto). Po nekaj letih je bil v efluentih izmerjen tudi I-131 ((1,67 E+6) Bq na leto).



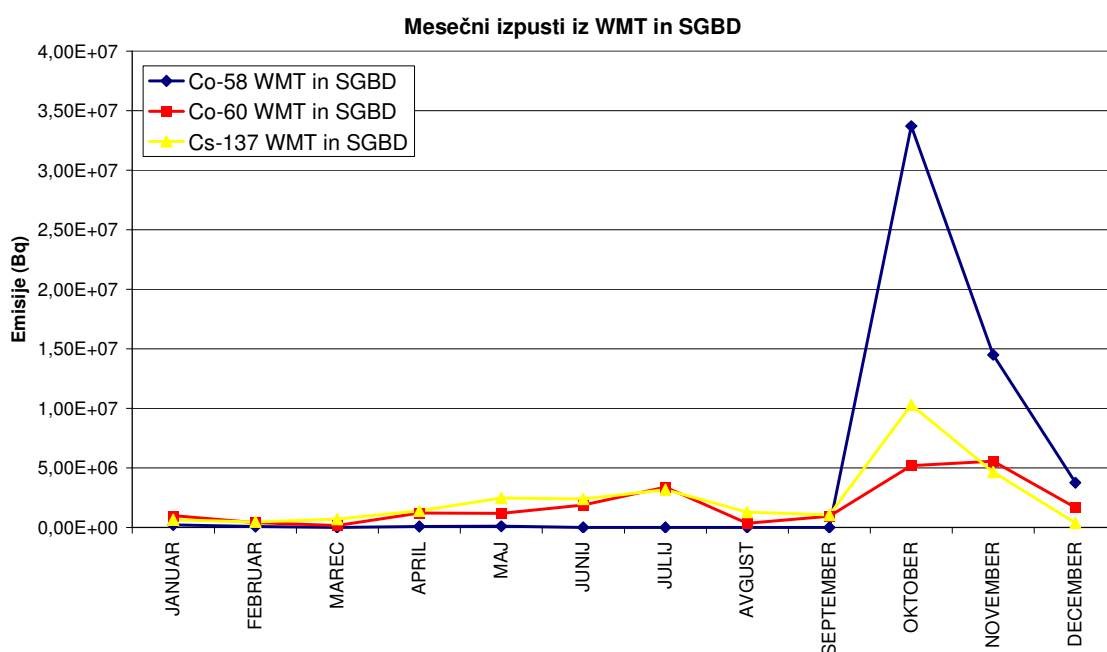
Slika 9.1: Letni izpusti H-3 v reko Savo



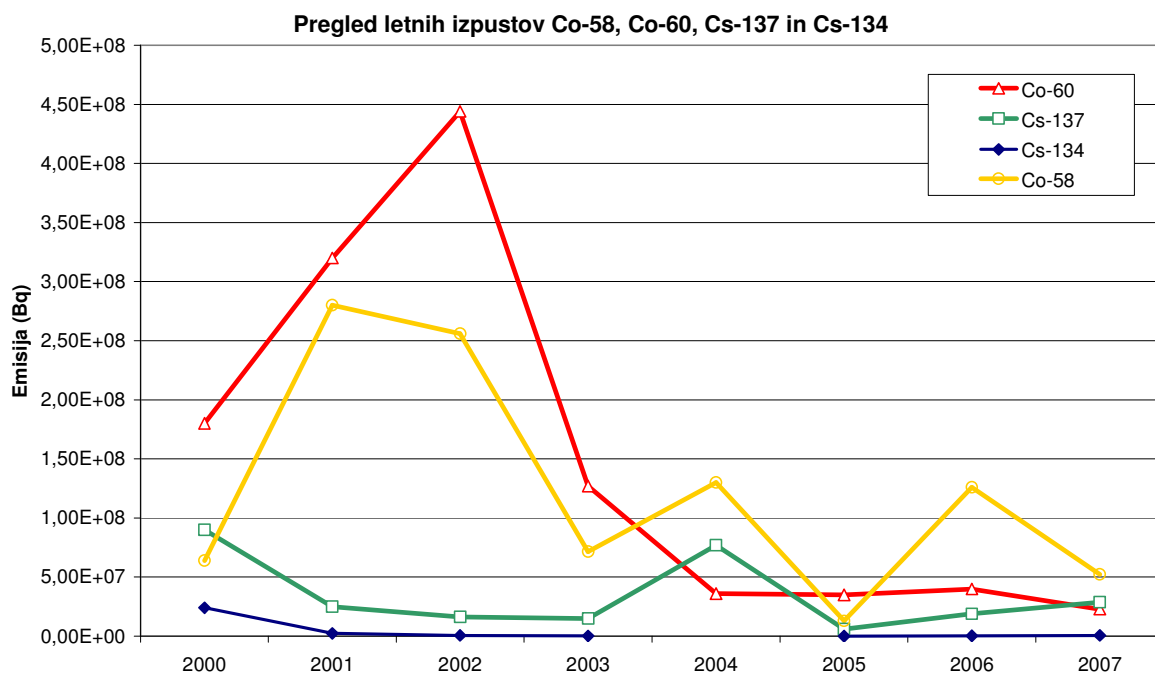
Slika 9.2: Mesečni izpusti H-3 v reko Savo v letu 2007. Največja aktivnosti je bila izpuščena v mesecu juliju.



Slika 9.3: Letni izpusti Sr-90 v reko Savo.



Slika 9.4: Mesečni izpusti Co-58, Co-60 in Cs-137 v reko Savo v letu 2007. Največji izpust opravljen v oktobru.



Slika 9.5: Letni izpusti Co-60, Co-58, Cs-137 in Cs-134 v reko Savo.



MEDLABORATORIJSKE PRIMERJALNE MERITVE POOBLAŠČENIH IZVAJALCEV NADZORA V LETU 2007

Tabele z rezultati mednarodnih primerjalnih meritev in primerjalnih meritev pooblaščenih laboratorijev so na priloženi zgoščenci v datotekah:

MednarodnePrimerjave2007.pdf in **MedsebojnePrimerjave2007.pdf**.

d) MEDNARODNE PRIMERJALNE MERITVE IN PREVERJANJA USPOSOBLJENOSTI LABORATORIJEV

V tabeli 10.1 je prikazano sumarno število medlaboratorijskih primerjav glede na vrsto analiziranih vzorcev pri katerih so sodelovale posamezne pogodbene organizacije. Odebeljene številke veljajo za udeležbo v mednarodnih primerjalnih meritvah, ležeče pa za sodelovanje pri domačih (medsebojnih) medlaboratorijskih primerjalnih meritvah. V primerjavi z letom 2006 opazimo pri IJS znatno povečanje števila sodelovanj v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah, in sicer iz 26 sodelovanj v letu 2006 na 42 v letu 2007. IRB je v letu 2007 sodeloval pri 7 mednarodnih primerjavah, kar je 6 manj kot v letu 2006. ZVD pa je v primerjavi z letom 2006 opravil enako število mednarodnih primerjav, torej 8. IMI je sodeloval samo pri domačih medlaboratorijskih primerjavah. V splošnem ostaja v letu 2007 število sodelovanj v domačih medlaboratorijskih glede na prejšnje leto nespremenjeno.

Tabela 10.1: Sodelovanje pooblaščenih organizacij v (**mednarodnih/domačih**) medlaboratorijskih primerjalnih meritvah glede na vrsto vzorca

Tip vzorca	SODELUJOČA ORGANIZACIJA			
	IJS	IMI	IRB	ZVD
ZRAK	5 / -	- / -	- / -	2 / -
VODA	15 / 4	- / 1	5 / 4	2 / 1
VEGETACIJA, RIBE	3 / 1	- / 1	1 / 1	2 / 1
ZEMLJA	4 / -	- / -	1 / -	2 / -
SEDIMENT	- / 1	- / 1	- / 1	- / 1
BETON	1 / -	- / -	- / -	- / -
MLEKO V PRAHU	- / -	- / -	- / -	- / -
URIN	14 / -	- / -	- / -	- / -
Σ	42 / 6	- / 3	7 / 6	8 / 3



Program medlaboratorijskih primerjalnih meritev lahko razdelimo na tri področja:

1. Preverjanje usposobljenosti laboratorijev za meritve v okolju (imisij).
2. Preverjanje usposobljenosti laboratorijev za meritve izpustov (emisij). Emisije redno spremljata laboratorija NEK, ki preverjata svojo usposobljenost z meritvami vzorcev, ki jima pošilja Eckert & Ziegler Analytics (ZDA) z aktivnostmi radioizotopov, ki so sledljive do vrednosti nacionalnih standardov NIST (ZDA) in NLP (VB). Te meritve niso vključene v pričujoče ovrednotenje, rezultati teh preverjanj so objavljeni v *Poročilu o radioaktivnih emisijah iz NE Krško za leto 2007*. Laboratoriji pooblaščenih izvajalcev, ki izvajajo kontrolne meritve emisij, izvajajo svoje neodvisne meritve za preverjanje usposobljenosti.
3. Preverjanje usposobljenosti izvajalcev za meritve emisij, ki jih laboratoriji NEK ne izvajajo, zato pa jih NEK naroča pri pooblaščenih izvajalcih. To so meritve koncentracij Fe-55 in C-14 ter meritve Sr-89 in Sr-90 v aerosolih, ki so v izpuhu NEK.

V tabeli 10.2 je prikazano število meritev po področjih, kot jih obsegajo medlaboratorijske primerjalne meritve. V tej tabeli je podan le pregled mednarodnih primerjalnih meritev, saj program domačih primerjalnih meritev pooblaščenih laboratorijev obsega le primerjalne meritve imisijskih vzorcev.

Tabela 10.2: Sodelovanje pooblaščenih organizacij v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah glede na področje primerjave

Področje	SODELUJOČA ORGANIZACIJA			
	IJS	IMI	IRB	ZVD
1	25	-	2	4
2	14	-	4	4
3	3	-	1	-

ENVIRONMENTAL RESOURCE ASSOCIATES (ERA), ZDA

MRAD-006: V marcu 2007 je ERA v okviru primerjalnih meritev MRAD-006 razposlala vzorce vode, vegetacije, zemlje in zračnega filtra [40]. Končni rezultati so bili objavljeni junija 2007. Medlaboratorijske primerjave se je udeležil IJS, ki je analiziral vse štiri vrste vzorcev.

V vzorcu vegetacije so bili določeni naslednji radionuklidi: Am-241, Cs-137, Co-60, K-40, U-238 in Zn-65. V vseh primerih je ujemanje rezultatov s pripisanimi vrednostmi zelo dobro. ERA podaja pri poročanju rezultatov dva podatka, in sicer informacijo o pripisani vrednosti in o mejah sprejemljivosti rezultata. V primeru vzorca vegetacije so bili rezultati IJS za vse določene radionuklide zelo blizu pripisane vrednosti in zato tudi v območju sprejemljivosti. Odmiki so bili med 1,3 % v primeru K-40 in 6 % v primeru Zn-65. To je izredno dobro ujemanje, če upoštevamo podatek, da so meje sprejemljivosti postavljene na ± 43 %.

Pri analizi vzorca zemlje je IJS določil Ac-228, Am-241, Bi-212, Bi-214, Co-60, Cs-134, Cs-137, Pb-212, Pb-214, K-40, U-238 in Zn-65. Kot že v prejšnjih letih je IJS vzorec zemlje izmeril na dva načina in sicer kot zatesnjen in nezatesnjen vzorec. V prvem primeru je bilo zmanjšano izhajanje radona, zato sta aktivnosti potomcev Bi-214 in Pb-214 znatno višji v primerjavi z rezultati,



dobljenimi z meritvami nezatesnjenega vzorca. Kljub temu pa so vsi rezultati meritev, tako na zatesnjenih kot nezatesnjenih vzorcih, po merilih organizatorja sprejemljivi. V splošnem je ujemanje rezultatov meritev radionuklidov IJS v vzorcu zemlje MRAD-006 v letu 2007 zelo dobro, in sicer v okviru od 1 % do 13 %. Večji odmiki pri Bi-214 (37,3 %) in Pb-214 (27,3%) v primeru zatesnjenih vzorcev so posledica tehničnih razlik med uporabljeno merilno tehniko in tehniko, predpisano od organizatorja. Večkrat smo že komentirali, da zahteva podajanje in vrednotenje rezultatov za Bi-214 in Pb-214 strokovno pozornost. Zanimivo je, da se tudi rezultati IJS, izmerjeni na nezatesnjenem vzorcu, razlikujejo od pripisane vrednosti, in sicer za 24 % v primeru Bi-212 in 8 % v primeru Pb-214. V obeh primerih so rezultati IJS prenizki. Ravno pri teh dveh radionuklidih so odmiki IJS največji. Vsi drugi rezultati so v obsegu nekaj odstotkov. Upravičeno lahko sumimo, da ima organizator medlaboratorijske primerjave tehnične težave pri določitvi pripisane vrednosti za aktivnost Bi-214 in Pb-214.

V vzorcu vode je IJS določil Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Fe-55, U-238 in Zn-65. Rezultati za Cs-134, Cs-137, Co-60 in Zn-65 se izredno dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so med 0,9 % v primeru Co-60 in 3,8 % v primeru Cs-137. Rezultati meritev Am-241, U-238 in Fe-55 pa niso sprejemljivi. Rezultata za Am-241 in U-238 sta desetkrat previsoka, rezultat za Fe-55 pa je trikrat previsok. Pri Am-241 in U-238 je vzrok tipkarska napaka, pri Fe-55 pa v napačnem kemijskem izkoristku. IJS je vzroke za neskladne rezultate analiziral in uvedel popravne in preventivne ukrepe.

V vzorcu zračnega filtra je IJS določil naslednje radionuklide: Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Fe-55, U-238 in Zn-65. Kot pri analizah v prejšnjih letih je bila tudi tokrat opažena nehomogenost vzorca in zato so bile meritve opravljene pri dveh različnih geometrijah vzorca. V prvem primeru in v skladu z navodili organizatorja je bil vzorec merjen v geometriji Φ (47 × 1) mm. V drugem primeru pa je bil vzorec merjen v geometriji Φ (8 × 5) mm, kjer je bila zagotovljena večja stopnja homogenosti vzorca. Vsi rezultati pri obeh merilnih geometrijah ležijo v območju sprejemljivosti. Odmiki od pripisane vrednosti so med 8 % in 14 %. Zanimivo je, da so opaženi samo pozitivni odmiki, torej da so vsi rezultati previsoki.

MRAD-007: V septembru 2007 je ERA organizirala novo medlaboratorijsko primerjavo določitve radionuklidov v vzorcih zračnega filtra, vegetacije, zemlje in vode, MRAD-007 [41], pri kateri sta sodelovala IJS in ZVD. Končni rezultati so bili objavljeni decembra 2007.

Vzorec vode je analiziral IJS in določil naslednje radionuklide: Am-241, Cs-134, Cs-137 in Co-60, Fe-55, U-238 in Zn-65. Ujemanje vseh rezultatov s pripisanimi vrednostmi organizatorja je izredno dobro. Rezultat za Zn-65 je povsem enak pripisani vrednosti, rezultat za Fe-55 je za 14,5 % višji od pripisane vrednosti, medtem ko imajo vsi drugi rezultati odmik manjši od 5,5 %. Vsi rezultati ležijo v mejah sprejemljivosti in so po merilih organizatorja ustrezni.

Pri analizah vzorca vegetacije sta sodelovala IJS in ZVD. Oba sta določila Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60 K-40 in Zn-65. IJS je določil še U-238, ZVD pa Sr-90. Vsi rezultati IJS in ZVD so sprejemljivi in v mejah sprejemljivosti. Ujemanje rezultatov s pripisanimi vrednostmi lahko v splošnem ocenimo kot dobro. Največji odmik pri IJS je v primeru določitve K-40, in sicer 15 %, pri ZVD pa 14 % pri določitvi Cs-134. Za primerjavo je treba povedati, da so meje sprejemljivosti v razponu ± 28 %.

Tudi pri določitvi radionuklidov v vzorcu zemlje MRAD-007 sta sodelovala IJS in ZVD. Vsi rezultati določitve Ac-228, Am-241, Bi-212, Bi-214, Co-60, Cs-134, Cs-137, Pb-212, Pb-214, K-40 in U-238, tako pri IJS kot pri ZVD, kažejo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi organizatorja za vse našete radionuklide. Ujemanje je v okviru nekaj odstotkov. IJS je uspešno določil še Zn-65, ZVD pa je poleg že naštetih radionuklidov uspešno določil še Sr-90 in Th-234. Tudi v primeru vzorca zemlje MRAD-007 je IJS izmeril aktivnosti radionuklidov v zatesnjenem in nezatesnjenem vzorcu. Zanimivo je, da so pri tej primerjavi razlike med rezultati IJS za zatesnjeni in nezatesnjeni vzorec za Bi-214 in Pb-214 praktično zanemarljive. V obeh primerih pa so rezultati za približno



20 % prenizki.

Pri analizah vzorca zračnega filtra sta zopet sodelovala samo IJS in ZVD. V vzorcu zračnega filtra MRAD-007 je IJS ponovno določil Am-241, Cs-134, Cs-137, Co-60, Fe-55, U-238 in Zn-65 v dveh merilnih geometrijah, ZVD pa je določil Am-241, Cs-134, Cs-137 in Co-60 in Zn-65. Vsi rezultati IJS in ZVD so sprejemljivi in se dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. ZVD je kvaliteto določitve Cs-134 in Cs-137 v zračnem filtru v primerjavi z rezultati 2005 in 2006 še dodatno popravil. Vsi rezultati ZVD so med 2 % in 5,4 %, kar je zares dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Rezultati IJS kažejo odmike med 5 % in 16,7 %. Čeprav so vsi rezultati sprejemljivi, so odmiki za približno dvakrat večja kot pri ZVD, in sicer za obe merilni geometriji – tako za "homogeni" kot "nehomogeni" vzorec. Opažanje, da ni med rezultati, dobljenimi za eno ali drugo merilno geometrijo, praktično nobenih razlik, lahko vodi k sklepu, da je bil originalni vzorec dokaj homogeno pripravljen.

RAD-69: Maja 2007 je ERA organizirala primerjalno meritev radionuklidov Ra-226, Ra-228 in naravnega urana v vzorcu vode RAD-69 [42], ki se je udeležil IJS. Končni rezultati so bili objavljeni julija 2007. IJS je analize izvedel na tri različne načine, in sicer z direktno meritvijo vodnega vzorca pri dveh različnih geometrijah (Φ (32 × 4) mm in Φ (90 × 10) mm), razredčenega vzorca vode in z določitvijo radionuklidov v sušini. Rezultati za Ra-226 in Ra-228 so sprejemljivi in dobro ponovljivi. Izjema je le zadnji rezultat za U-Nat, ki je za 37 % prenizek, a kljub temu po merilih organizatorja sprejemljiv tako kot tudi vsi drugi rezultati.

RAD-71: Novembra 2007 je ERA organizirala primerjalno meritev radionuklidov Ra-226, Ra-228 in naravnega urana v vzorcu vode [43]. Primerjave se je udeležil IJS in podal rezultate v obliki treh neodvisnih setov za vse tri merjence. Vsi rezultati so sprejemljivi in kažejo izredno dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi, odmiki so v območju od 1,5 % do 2 %.

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA

V letu 2007 sta pri medlaboratorijskih primerjavah določitve radionuklidov v vodni raztopini, ki jih je organiziral Analytics, sodelovala IJS in IRB. Analytics je organiziral "cross-check" – program za področji okolje in radiokemija.

Environmental Cross Check: V okviru programa Environmental Cross Check je IJS letu 2007 sodeloval pri eni primerjalni meritvi sevalcev gama v vzorcu zemlje in eni meritvi radionuklidov v vzorcu vode. Analytics je razposlal vzorec zemlje z naslednjimi radionuklidi (sevalci gama): Ce-141, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Co-58, Mn-54, Fe-59, Zn-65, Co-60, Ce-139 in Te-125m. Vzorec vode pa je vseboval: I-131, Ce-141, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Co-58, Mn-54, Fe-59, Zn-65, Co-60, Ce-139 in Te-125m [44]. Vsebnosti radionuklidov so bile reprezentativne za vzorce iz okolja. Vodna raztopina je bila pripravljena z dodajanjem znanih količin radionuklidov, katerih vrednosti so metrološko sledljive do vrednosti nacionalnih standardov, in sicer NIST (ZDA) in NPL (VB). Analyticsov način podajanja rezultatov je drugačen kot v primeru ERA, in sicer so podana razmerja med vrednostjo, določeno v sodelujočem laboratoriju, in pripisano vrednostjo. Pregled rezultatov kaže, da se večina rezultatov IJS dobro ujema s pripisanimi vrednostmi, in sicer v okviru nekaj odstotkov. Najbolj problematična je določitev Fe-59, kjer je odmik 20 %, pri čemer pa je vrednost IJS še vedno sprejemljiva. Razen vrednosti za Ce-137 in I-131 v vzorcu vode, kjer sta opažena odmika 12 % in 8 %, so vse druge vrednosti (rezultati) v okviru od 1 % do 7 %.

Radiochemical Cross Check: V letu 2007 je IJS sodeloval pri eni analizi Fe-55 v vodni raztopini, ki jo je Analytics organiziral v okviru programa Radiochemical Cross Check [45]. Rezultat IJS je bil sprejemljiv.

IRB je v letu 2007 sodeloval pri medlaboratorijski primerjavi določitve sevalcev gama v vodnem vzorcu (CC) in določil Ce-141, Cr-51, Cs-134, Cs-137, Co-58, Mn-54, Fe-59, Zn-65 in Co-60 [46]. Razen rezultata za Ce-141, ki se odmika za 26 % in ni sprejemljiv, so vsi rezultati IRB izredno



skladni s predpisanimi vrednostmi. Ugotovljeni odmiki so majhni in ležijo med 1 % in 8 %. Torej lahko opazimo podobno dobro situacijo kot v letu 2006.

IRB je v letu 2007 sodeloval pri analizah treh vzorcev vodnih raztopin z dodanimi radionuklidi H-3, Fe-55 oziroma Sr-89 in Sr-90 [46]. Vrednosti dodanih radionuklidov so metrološko sledljive do vrednosti nacionalnih standardov, in sicer NIST (ZDA) in NPL (VB). Po oceni organizatorja so vse vrednosti IRB sprejemljive in v skladu s pripisanimi vrednostmi.

PROCORAD, Francija

Procorad je tudi v letu 2007 organiziral medlaboratorijske primerjave za določitev Sr-90 in sevalcev gama v vzorcih urina. Vzorce so pripravili in razposlali marca 2007, končno poročilo pa je bilo objavljeno v juniju 2007 [47]. Vzorce so v Procoradu pripravili z dodajanjem certificiranih referenčnih materialov s točno znano aktivnostjo posameznih radionuklidov proizvajalca Amersham. Tudi v letu 2007 je pri teh meritvah sodeloval samo IJS, analize urina smo izvedli v aprilu. Kot v prejšnjih letih je IJS analiziral štiri različne vzorce urina. Vzorec A je tako imenovani "blank"-vzorec, vzorec B je vseboval I-129, Ba-133, Cs-134 in Cs-137, vzorec C je vseboval Mn-54, Ba-133 in Eu-152, vzorec "Surprise Urin" pa K-40, I-131, Cs-134 in Cs-137. Analiziran pa je bil tudi set vzorcev z različnimi aktivnostmi H-3, C-14 in Sr-90. Analize H-3 sta opravila Odseka F-2 in O-2, analize C-14 in Sr-90 pa je opravil Odsek O-2. Procorad podaja rezultate uspešnosti sodelovanja v svojih medlaboratorijskih primerjavah – preskusih usposobljenosti v obliki relativnega odmika (bias), in sicer:

$$[(\text{vrednost IJS} - \text{pripisana vrednost}) / \text{pripisana vrednost}] \times 100$$

Organizator ne postavlja meril za sprejemljivost rezultatov, temveč poroča zgolj o omenjenem odkliku. V tem oziru so bili vsi rezultati IJS v okviru od 1 % do 15 %. Nekaj pozornosti zaslužijo rezultati določitve C-14, kjer pri vseh treh koncentracijskih nivojih najdemo pozitivni odklik v višini med 13 % in 15 %. Opazimo pa tudi, da so odmiki rezultatov Odseka F-2 pri določitvi H-3 med 0,5 % in 2,2 %, medtem ko so pri rezultatih Odseka O-2 za iste vzorce med 1 % in 9 %.

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

IAEA-CU-2006-03: V juniju 2006 je MAAE organizirala odprt mednarodni preskus usposobljenosti laboratorijev za določanje sevalcev gama v vzorcih zemlje, trave in vode. Sodelovali so IJS, IRB in ZVD, končni rezultati so bili objavljeni maja 2007 [53, 54]. MAAE vrednoti rezultate v obliki *u*-preskusa, kjer se za oceno upoštevata tudi merilna negotovost izmerjenega rezultata in merilna negotovost pripisane vrednosti. *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. V tem specifičnem primeru je rezultat sprejemljiv, če je $u < 2,58$.

Kvaliteto ZVD meritev v tej medlaboratorijski primerjavi smo ocenili že v lanskem poročilu in je tukaj ponovljena, enako velja za komentar k rezultatom IJS in IRB.

ZVD je v vzorcu zemlje določil Mn-54, Co-60, Zn-65, Cd-109, Cs-134, Cs-137, Pb-210 in Am-241. Vsi rezultati kažejo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so med 2 % in 6 %, razen pri Am-241, kjer je odklik 19,5 %. Tudi vrednosti *u*-preskusa, kjer je dodatno upoštevana merilna negotovost, so izredno dobre (nizke) in so med 0,3 in 1,05. Glede na *u*-preskus so vse vrednosti sprejemljive, vključno z Am-241 ($u = 2,42$). Meja sprejemljivosti MAAE je bila znova $u < 2,58$.



V vzorcu vode so bili določeni radionuklidi Mn-54, Co-60, Zn-65, Cd-109, Cs-134, Cs-137, Pb-210 in Am-241. Tudi v tem primeru so vsi rezultati sprejemljivi, čeprav opazimo večje odmike pri Co-60, Cd-109 in Pb-210 kot pri analizi vzorca zemlje. Rezultat Am-241 pa se ujema v okviru 9 % in ima vrednost u -preskusa izredno nizko, le 0,13.

V vzorcu trave je ZVD določil K-40 in Cs-137. Oba rezultata sta sprejemljiva, pri čemer je odmik rezultatov K-40 približno 10 %, rezultat za Cs-137 pa je v okviru 4 %. Vrednosti u -preskusa sta tako 2 in 0,01, kar je zelo dobro in seveda sprejemljivo od organizatorja.

V splošnem se rezultati IJS, IRB in ZVD za vse tri tipe vzorcev dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Izjema je rezultat IRB za Pb-210 v vzorcu zemlje, ki je desetkrat previsok. Glede na rezultat meritve Pb-210 v vzorcu vode, ki se ujema z drugimi, gre zelo verjetno za napako pri prenosu podatkov.

Pri IJS je treba poudariti podatek, da so bili vzorci v vseh primerih analizirani na dva načina, in sicer po hitrem in rednem postopku. IJS je namreč član MAAE mreže laboratorijev za merjenje naravne radioaktivnosti (ALMERA). Ena od nalog sodelujočih laboratorijev je hitra analiza v nujnih primerih. Tako so bili rezultati hitrih meritev podani v nekaj dneh, redni pa v roku 3 mesecev. Rezultati IJS pri obeh načinih merjenja kažejo izredno dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Edina izjema je Cd-109, kjer opazimo negativni odmik rezultatov za približno 25 % pri hitri in redni določitvi v vzorcu zemlje in pozitivni odmik približno 19 % pri hitrem določanju v vzorcu vode.

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

Ringversuch 1/2006 Modelwasser in Reales Wasser: V letu 2007 je IJS sodeloval pri dveh medlaboratorijskih primerjavah določitve radionuklidov v vzorcih vode, in sicer v vzorcu "modelirane vode" in "realne vode". V vzorcu "modelirane vode" so aktivnosti radionuklidov povišane, medtem ko so v vzorcu "realne vode" vsebovane aktivnosti radionuklidov blizu vrednostim v nekontaminiranem okolju [48]. Določeni so bili Cr-51, Co-57, Co-58, Co-60, Sr-85, Cs-137, Am-241, H-3, Sr-89, Sr-90 ter celotna aktivnost alfa. Kvaliteta rezultatov je ocenjena v obliki odmika (bias) v odstotkih. V splošnem so rezultati za sevalce gama dobri in ležijo v območju 10 % v primerjavi z vrednostmi, pripisanimi od organizatorja. Slabše pa je ujemanje rezultata določitve Sr-90 v vzorcu "Reales Wasser" in celotne aktivnosti alfa v vzorcu "Model Wasser".

Ringversuch 3/2006: Marca 2007 so bili objavljeni rezultati določitve radionuklidov v vzorcu "Modelwasser", pri kateri je v letu 2006 sodeloval ZVD [49]. ZVD je določil Cr-51, Co-57, Co-58, Co-60, Cs-137 in Am-241. Vsi rezultati kažejo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi in sicer med 1 % in 5 %, razen pri kromu, kjer je odmik 9 %.

Abluft 2006: V letu 2007 je BfS izdal tudi poročilo o primerjalnih meritvah radionuklidov v simuliranih aerosolnih fitrih, pri katerih je v novembru 2006 sodeloval IJS [50]. Izmerjeni so bili Cr-51, Co-60, Sr-85 in Ru-106. Odmik za Ru-106 je 10 %, medtem ko so druge vrednosti izredno skladne, in sicer med 0,3 % in 0,7 %.

NATIONAL PHYSICS LABORATORY (NPL), Velika Britanija

V letu 2007 je IJS sodeloval pri primerjalnih meritvah "Environmental Radioactivity Comparison Exercise 2007", ki jih je organiziral NPL iz Velike Britanije [51]. NPL je pripravil vzorce vode z dodanimi točno poznanimi količinami sevalcev α , β , α/β in sevalcev γ . Radiokemijsko analizo C-14 je opravil Odsek O-2, druge pa Odsek F-2. Uspešnost analiz in kvaliteta podanih rezultatov sta ocenjeni na dva načina. Enako kot v primeru MAAE je podan odmik, poleg tega pa še ζ -preskus, kjer sta pri vrednotenju upoštevanji tudi merilna negotovost rezultata udeleženca in merilna negotovost pripisane vrednosti. Analiziranih je bilo sedem vzorcev.



NPL – AH je vzorec vodne raztopine z dodanimi visokimi aktivnostmi naslednjih sevalcev alfa: Ra-226, Np-237, U-238 in Am-241. Pri Ra-226 opazimo 25 % pozitivni odmik, medtem ko se rezultati meritev drugih radionuklidov ujemajo s pripisanimi vrednostmi v okviru 2,5 % in 12 %.

NPL – BH je vzorec vodne raztopine z dodanimi visokimi aktivnostmi naslednjih sevalcev beta: Fe-55 in H-3. Rezultat določitve H-3 se ujema s pripisano vrednostjo v okviru 6 %, medtem ko je pri Fe-55 ovrednoteni odmik 20,7 %.

NPL – BL je vzorec vodne raztopine z dodano nizko aktivnostjo tritija (H-3, sevalec β). V primerjavi z letom 2006, ko je bil ugotovljen odmik rezultata 6 % in vrednost u -preskusa 1,19, je v letu 2007 rezultat slabši, saj kaže negativni odmik za 55,8 %, kar vodi do vrednosti ζ -preskusa 2,67. Ta rezultat ni sprejmljiv in zahteva pozornost IJS. Zanimiva je primerjava med rezultati IJS pri določanju H-3 v vzorcih NPL-BH in NPL-BL. Pri vzorcu NPL-BH je IJS imel neprimerno boljše ujemanje s pripisano vrednostjo, podal pa je tudi za velikostni razred manjšo merilno negotovost. Gre tudi za določeno kontradikcijo od NPL, saj je v vzorcu, deklariranim za visoke aktivnosti sevalcev beta NPL-BH, aktivnost H-3 približno trikrat nižja kot v vzorcu NPL-BL, ki je predstavljen kot vodni vzorec z dodanimi nizkimi aktivnostmi sevalcev beta.

NPL – C je vzorec z nevtroni aktiviranega betona s pripisanimi vrednostmi aktivnosti naslednjih radionuklidov: Co-60, Ba-133, Eu-152 in Eu-154. IJS je poleg navedenih izmeril tudi aktivnost Co-58. Vsi rezultati IJS se dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Z nevtroni aktiviran beton je nov tip vzorca, s katerim je IJS razširil svoje sodelovanje v medlaboratorijskih primerjavah.

NPL – GL je vzorec vodne raztopine z dodanimi sevalci gama nizkih aktivnosti (Co-60, Nb-95, Zr-95, Sb-125, Ba-133, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Eu-152 in Eu-155). Vsi rezultati IJS se zelo dobro ujemajo s pripisanimi vrednostmi. Odmiki so v območju od 0,5 % do 3,7 %, kar je za nizke aktivnosti izredno dobro. Rezultati ζ -preskusa, ki ležijo med 0,12 in 1,16, pa pričajo tudi o primerno ocenjeni merilni negotovosti.

NPL – GH je vodna raztopina z dodanimi sevalci gama visoke aktivnosti. Dodani so bili isti radionuklidi kot pri vzorcu NPL-GL, in sicer Co-60, Nb-95, Zr-95, Sb-125, Ba-133, Cs-134, Cs-137, Ce-144, Eu-152 in Eu-155. Razen pri Eu-155, kjer opazimo odmik 9 % in vrednost ζ -preskusa -4 , se vsi drugi rezultati odlično ujemajo s pripisanimi vrednostmi, in sicer v območju od 0,1 % do 4,3 %. Vrednosti ζ -preskusa pa ležijo med 0,07 in 2,23, kar potrjuje tudi ustrezno podajanje merilne negotovosti.

INSTITUT ZA REFERENČNE MATERIALE IN MERITVE (IRMM), Belgija

Novembra 2007 je IRMM objavil končne rezultate medlaboratorijske primerjave določitve Cs-137 v aerosolnih filtrih, ki jo je organiziral leta 2003 in pri kateri sta sodelovala IJS in ZVD [52]. IRMM je pripravil preskusni vzorec za vsak laboratorij posebej, in sicer z upoštevanjem filtrnih materialov, ki jih laboratoriji uporabljajo pri rutinskih meritvah. To pomeni, da so IRMM prejel od vsake sodelujoče organizacije filter, na katerega so potem dodali točno določeno količino izotopa.

EC 2003 je bil aerosolni filter kontaminiran s Cs-137. Pri rezultatih IJS in ZVD je opazen približno enak odmik, in sicer 11,9 % in 11,3 %, le da gre pri IJS za previsok, pri ZVD pa za prenizek rezultat.

INSTITUT DE RADIOPROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (IRSN), Francija

86 AGC 300 je bila medlaboratorijska primerjava določitve radionuklidov, ujetih v filtrih z aktivnim ogljem, ki jo je leta 2007 organizirala Environmental and Emergency Division (DEI), IRSN [55]. Sodeloval je IJS in izmeril I-129 in I-131. Pri rezultatu za I-129 je opazen negativni odmik $-8,4$ %, pri I-131 pa podobno velik pozitiven odmik 7,4 %.



Kot v primeru betona, aktiviranega z nevtroni (NPL – C), je tudi s tem sodelovanjem IJS razširil spekter vzorcev, za katere zagotavlja dodatno kontrolo kvalitete s sodelovanjem v medlaboratorijskih primerjavah.

e) MEDLABORATORIJSKI PRESKUSI POOBlašČENIH IZVAJALCEV

V letu 2007 je vzorce za medlaboratorijske preskuse pooblaščenih izvajalcev za visokoločljivostno spektrometrijo gama in radiokemijsko določitev vsebnosti stroncija pripravil IRB. Pripravljeni so bili vzorec vodne sušine, vzorec sedimenta, vzorec rib ter dva vzorca naravne vode in sintetični vodni vzorec – zadnji trije za določitev vsebnosti tritija.

Vodna sušina (INTNEK 07-1): Sodelovali so IJS, IMI, IRB, ZVD in Baja. Kot v prejšnjih letih ugotavljamo, da so laboratoriji izmerili aktivnosti različnih radionuklidov. Vsi sodelujoči so izmerili U-238 in K-40. IJS je določil še Ra-226, Ra-228, Th-228, Pb-210, Cs-137 in Sr-90. IRB je določil še Bi-214, Pb-214, Th-232, U-235, Cs-137 in Sr-90. IMI je izmeril še aktivnosti Bi-214, Th-232, Cs-137 in Sr-90. ZVD je enako kot IJS izmeril še aktivnosti Ra-226, Ra-228, Th-228, Pb-210, Cs-137 in Sr-90. Baja pa je določil še Pb-212, Bi-214, Pb-214 in Tl-208.

Ker točne (referenčne) vrednosti aktivnosti izmerjenih radionuklidov v vzorcu niso poznane, je možna samo primerjava rezultatov med posameznimi laboratoriji. V vseh primerih, kjer je to možno, so rezultati primerjani z rezultati IJS. Pri primerjavi rezultatov IRB/IJS opazimo slabše razmerje pri rezultatu meritve Sr-90, in sicer 0,67; pri IMI/IJS pri U-238 1,75 in pri Sr-90 0,37; pri Baja/IJS K-40 1,39; medtem ko se vsi rezultati ZVD in IJS za določitve U-238, Ra-226, Ra-228, Th-228, Pb-210, K-40, Cs-137 in Sr-90 dobro ujemajo.

Sediment (INTNEK 07-2): IRB je pripravil sediment reke Donave, pri čemer so sodelujoči laboratoriji izmerili aktivnosti radionuklidov podobno kot v primeru vodne sušine. Primerjava rezultatov je bila zopet izvedena med IJS in drugimi sodelujočimi laboratoriji. Primerjava rezultatov kaže slabše razmerje za določitev aktivnosti U-238, in sicer 1,37 pri IRB/IJS, za Sr-90 2,07, pri IMI/IJS je slabo razmerje pri meritvah U-238 1,67, K-40 1,56, pri ZVD/IJS pa je tokrat povečano razmerje pri U-238, in sicer 1,67, kar je enako kot pri IMI/IJS.

Poudariti je treba, da so primerjave izvedene z rezultati IJS kot edini možen način vrednotenja kvalitete rezultatov v danem primeru. Kar pa ne predpostavlja, da so IJS vrednosti pravilne ali da so IJS vrednosti referenčne.

Ribe (INTNEK 07-3): IRB je pripravil vzorec rib iz reke Save. IJS je izmeril aktivnosti U-238, Ra-226, Ra-228, Th-228, Pb-210, K-40, Cs-137 in Sr-90. IRB je izmeril U-238, K-40, Cs-137 in Sr-90. IMI je izmeril Bi-214, Th-323, K-40, Cs-137 in Sr-90. ZVD je podal rezultate za meritve aktivnosti K-40, Cs-137 in Sr-90. Baja pa je izmeril Bi-214, Pb-214, K-40 in Cs-137. Primerjava rezultatov z IJS je torej precej omejena. Za meritve K-40 podajata IRB in IJS enak rezultat, razmerje IMI/IJS je 1,65, ZVD/IJS 0,98 in Baja/IJS 1,13. Pri določitvi aktivnosti Cs-137 je razmerje IRB/IJS 1,22, IMI/IJS 1,48, ZVD/IJS 0,93 in Baja/IJS 0,87. Pri določitvi aktivnosti Sr-90 so razmerja naslednja: IRB/IJS 1,15, IMI/IJS 1,1 in ZVD/IJS 0,62.

Ker gre pri vzorcu za naravno (nizko) radioaktivnost, so opažene razlike pričakovane. Istočasno je pri nepoznanju prave vrednosti nemogoče podati popolnejši komentar.

Voda (INTNEK 07-4, 07-5 in 07-6) Aktivnost H-3 v treh vodnih vzorcih so določali IJS, IRB in Baja. Enako kot pri vzorcih vodne sušine, rib in sedimenta so vrednosti nepoznane in je možna samo medsebojna primerjava med sodelujočimi laboratoriji. Tako dobimo pri vzorcu INTNEK 07-4 razmerje IRB/IJS 0,61, Baja/IJS 1,18 in IRB/Baja 0,51. Pri vzorcu INTNEK 07-5 je razmerje IRB/IJS 0,55; medtem ko je Baja podal samo mejo kvantifikacije in primerjava ni možna. Razmerja pri sintetičnem vzorcu pa so IRB/IJS 0,89; Baja/IJS 0,73 in IRB/Baja 1,22.



Ker so naravne vrednosti H-3 v vzorcih INTNEK 07-4 in INTNEK 07-5 za nekaj velikostnih razredov manjše kot v vzorcu INTNEK 07-6, so opažena razmeja in razlike med meritvami pričakovane. Zaradi nepoznanih pravih vrednosti pa podrobnejših sklepov iz teh primerjav ne moremo potegniti.

f) SKLEPI

Kot prvo opažanje lahko navedemo, da je sodelovanje treh glavnih laboratorijev IJS, IRB in ZVD v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah v letu 2007 zadovoljivo. IJS je udeležbo v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah iz 26 v letu 2006 povečal na 42 v letu 2007. IRB je v letu 2007 sodeloval pri 7 mednarodnih primerjavah, kar je 6 manj kot v letu 2006. ZVD pa je v primerjavi z letom 2006 opravil enako število mednarodnih primerjav, torej 8. Istočasno pa je kvaliteta rezultatov v veliki meri sprejemljiva, kar povečuje oziroma zagotavlja veljavnost rezultatov nadzora radioaktivnosti v okolici NEK.

Podroben pregled rezultatov pa nam pokaže, da je IJS v letu 2007 podal samo v mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah več kot 200 posameznih rezultatov, IRB 18 in ZVD 50. Od tega je bila večina rezultatov sprejemljiva. Popolnoma točna ocena ni možna, ker nekateri organizatorji ne sporočajo ocene, temveč samo numerične rezultate. Vsekakor so rezultati sodelovanja v medlaboratorijskih primerjavah zadovoljivi.

Obseg vzorcev in merjencev v primerjavi z analizami v okviru nadzornih meritev NEK je najboljši pri IJS, ki je v letu 2007 še razširil spekter vzorcev, in sicer z betonom, obsevanim z nevtroni, in s filtri z aktivnim ogljem. Obseg sodelovanja pa je v primerjavi z letom 2006 nekoliko slabši pri IRB in ZVD. Vsi laboratoriji pri svojih interkomparacijah pokrivajo celoten nabor tipov vzorcev, ki jih analizirajo pri rednem delu nadzora radioaktivnosti v okolici NE Krško.

Kot v prejšnjih letih nam več primerov ocen rezultatov kaže, da vrednotenje rezultatov samo glede na odmike (bias) ni nujno dovolj in ni nujno zadovoljivo. Vedno več organizatorjev medlaboratorijskih primerjav se odloča za uporabo *u*-preskusa (*ζ*-preskusa). Upoštevanje merilne negotovosti, tako tiste, povezane s pripisano vrednostjo, kot tudi merilne negotovosti, povezane z laboratorijskim rezultatom, je pogosto mnogo bolj realno. Tako vrednotenje, povezano z ustrezno postavljenimi mejami sprejemljivosti, je bolj ustrezna oblika ocene resnične usposobljenosti laboratorija za izvedbo specifične analize. Predlagamo, da vsi sodelujoči laboratoriji pregledajo svoje postopke ovrednotenja merilne negotovosti.

Določeno pozornost pa morajo sodelujoči laboratoriji nameniti tudi določitvi spodnje meje kvantitativne določitve. To je še posebej poudarjeno pri domačih medlaboratorijskih primerjavah, kjer vzorci praviloma vsebujejo "normalne" okoljske vrednosti radionuklidov.

Naj ponovimo, da pri mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah opažamo tudi težnjo, da se vedno pogosteje uporabljajo vzorci, v katerih so aktivnosti radionuklidov metrološko bolj opisane. Pogosto so vrednosti tudi sledljive do nacionalnih ali mednarodnih standardov oziroma do osnovnih enot mednarodnega sistema enot (SI). V primeru meritev radioaktivnosti je to Bq/L ali Bq/kg. To omogoča organizatorjem tudi oceno pravilnosti rezultatov, laboratorijem pa poda oceno o njihovi celotni usposobljenosti, kar pomeni, da ocena vključuje informacijo o ustreznosti kalibracije in tudi ocene merilne negotovosti. To je posebej pomembno pri natančnejšem pregledu rezultatov, saj lahko pogosto opazimo njihovo zelo dobro ujemanje s pripisanimi vrednostmi. Pri zelo širokih mejah sprejemljivosti, ki jih navadno postavljajo organizatorji, je ta podatek zelo pomemben in vzpodbuden.

Slabše pa je stanje pri domačih primerjavah. Rezultati so precej neskladni. Ob pomanjkanju zanesljive informacije o pravih vrednostih in merilni negotovosti le-teh je težko ugotoviti razloge neujemanja. Eden izmed njih je, da vzorci vsebujejo nizke, praktično "naravne" vrednosti



radionuklidov. V tem primeru je seveda pričakovati večje odmike in razlike. Že v prejšnjih ocenah smo zato priporočali, da naj laboratoriji za letno oceno svoje kvalitete, poleg rezultatov medlaboratorijskih primerjav, dostavijo tudi ustrezne podatke o internih kontrolah kvalitete. Ti podatki, navadno v obliki kontrolnih kart, bi bili zelo dragocena dodatna informacija za oceno usposobljenosti.

Predlagamo, da se organizacija domačih medlaboratorijskih primerjav v sedanji obliki ukine, saj domače medlaboratorijske primerjave ne podajajo informacij, ki bi opravičile napor in čas, potreben za njihovo izvedbo. Pomanjkljivost teh meritev je, da pravih vsebnosti radionuklidov ne poznamo, število sodelujočih laboratorijev pa je premajhno in neujemanja med njimi so prevelika, da bi lahko zanesljivo določili prave vrednosti iz statističnih obdelav merskih rezultatov. Namesto tega naj laboratoriji redno sodelujejo v izbranih mednarodnih medlaboratorijskih primerjavah, saj je njihova ponudba popolnoma zadovoljiva. Laboratoriji naj bi vsaj dvakrat na leto sodelovali v mednarodnih laboratorijskih primerjavah, ki obsegajo vse tipe vzorcev in merjence, ki se rutinsko določajo pri programu nadzornih meritev v okolici NEK.

Na drugi strani pa je na osnovi njihovega ujemanja in ob predpostavki, da so meritve v okviru domačih medlaboratorijskih primerjav narejene po enakem postopku kot rutinske meritve, mogoče oceniti kvaliteto rutinskih meritev.

g) REFERENCE

- [40] Study MRAD-006, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 06/14/07, Arvada, ZDA, junij 2007
- [41] Study MRAD-007, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/07/07, Arvada, ZDA, december 2007
- [42] Study RAD-69, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 06/12/07, Arvada, ZDA, junij 2007
- [43] Study RAD-71, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/10/07, Arvada, ZDA, december 2007
- [44] Results of Environmental Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, First Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 7. maj 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama v vodi in zemlji
- [45] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, First Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 14. junij 2007, primerjava rezultatov za Fe-55
- [46] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Ruđer Bošković Institute, Second Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 31. december 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama, H-3, Fe-55, Sr-89 in Sr-90
- [47] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2007, Association pour la promotion du controle de qualite des analyses de biologie medical en radiotoxicologie, Villeneuve Lez Avignon, junij 2007
- [48] Ringversuch 1/2006 zur Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasserproben, D. Obrikat, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2007
- [49] Ringversuch 3/2006 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2007
- [50] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 28. Ringversuch "Abluft 2006", G. Böhm, A. Deller, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, julij 2007
- [51] NPL DRAFT REPORT, DQL-xxx, Environmental Radioactivity Proficiency Test Exercise 2007, A. Harms and C. Gilligan, January 2008



- [52] Evaluation of EC measurement comparison on simulated airborne particulates – ^{137}Cs in air filters, JRC 40268, U. Wätjen, Zs. Szántó, T. Altzitzoglou, G. Subbens, J. Keightley, R. Van Ammel, M. Hult and M. De Cort, European Commission, Joint Research Centre, IRMM, 2007
- [53] IAEA/AL/171, Report on the IAEA-CU-2006-03 World-wide open proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, U. Sansone, A. Trinkl, M. Makarewicz, C. Yonezawa, C. K. Kim, G. Kis-Benedek, T. Benesch, R. Shorn, Seibersdorf, maj 2007
- [54] IAEA/AL/170, Report on the IAEA-CU-2006-04 proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, ALMERA, Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity and IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, U. Sansone, A. Trinkl, M. Makarewicz, C. Yonezawa, C. K. Kim, G. Kis-Benedek, T. Benesch, R. Shorn, Seibersdorf, maj 2007
- [55] DEI/STEME Report No. 2007-09, Results of the proficiency test 86 AGC 300, Measuring radioactive compounds trapped in a cartridge of active carbon, IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Environmental and Emergency Operations Division (DEI), oktober 2007





D O D A T E K

MODEL ZA REKONSTRUKCIJO ŠIRJENJA ONESNAŽENJA V OZRAČJU

Modeliranje širjenja emitiranih snovi (plinov, aerosolov in delcev) v zraku (v nadaljevanju tega poglavja kratko "**modeliranje, model**") je postopek, s katerim z ustreznim modelom, realiziranim v obliki programske opreme, rekonstruiramo koncentracije emitiranih snovi v zunanjem zraku nad območjem vrednotenja obravnavanega vira emisije. S tem ugotavljamo vpliv emisije na koncentracije emitiranih snovi v okolju.

V tem poglavju model uporabljamo kot orodje, ki nam izračuna, kakšne so koncentracije radionuklidov, izpuščenih iz NEK, v njeni okolici. Model uporabimo tako, da izračunamo razredčitvene koeficiente (χ/Q z enoto s/m^3). Razredčitveni koeficient nam pove, kolikšna je koncentracija emitirane snovi v obravnavani točki okolja, če je emisija enotska (enaka 1) in je tako normirano merilo za redčenje v ozračju.

Razredčitveni koeficient se v obravnavanem letu za podano mrežo celic nad obravnavano domeno izračuna za vsak polurni interval posebej. Časovno povprečenje se izvrši nad vsako celico posebej. Metodologija tako privzema, da je emisija v obravnavanem časovnem intervalu za statistično obdelavo konstantna.

Opis uporabljenega modela in meteoroloških podatkov je v nadaljevanju tega dodatka.

a) OPIS MODELA

Za realizacijo projektne naloge smo uporabili kompleksen disperzijski model, ki ga sestavljata dva glavna modela Minerve in Spray proizvajalca Ariantet iz Milana. Minerve je model za rekonstrukcijo vetrovnega polja. Vetrovno polje preračuna v vsaki prostorski celici nad obravnavanim krajevnim območjem. Preračuna ga iz merjenih meteoroloških podatkov (diagnostični model) za vsak polurni interval posebej. Pri tem upošteva zakon o ohranitvi mase. Spray pa je Lagrangeev model delcev [59–62], ki ponazarja širjenje snovi, ki so izpuščene iz NE Krško v ozračje. Delci so pri tem matematično orodje, ki omogoča ponazarjanje postopnega izpusta snovi in širjenja teh snovi po ozračju.

Za izračun disperzije radionuklidov v ozračju se uporabljajo modeli, s katerimi se izračuni za daljše časovno obdobje izvedejo kot časovno zaporedje izračunov, od katerih vsak obravnava časovni interval pol ure. Model upošteva reliefne značilnosti okolice in značilnosti terena na območju vrednotenja.

Skupek teh modelov ima naslednje lastnosti:

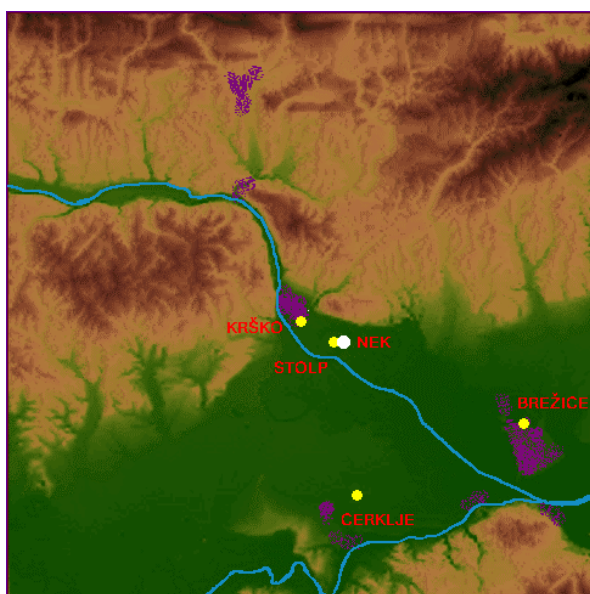
- i Model obravnava raster (100×100) celic – "merilnih mest" v vodoravnih smereh in 15 slojev v navpični smeri v terenu se prilagajočem koordinatnem sistemu. Vodoravna ločljivost je 250 metrov. V navpični smeri je sloj, ki je najbližje zemeljskemu površju, visok 10 m in se prilagaja obliki hribov, nato pa višine naraščajo. Višje kot je sloj, manj se prilagaja obliki hribov.
- ii Model vsebuje algoritme za korektno obravnavo meteoroloških parametrov nad reliefom z naklonom do 100 % (45 stopinj).
- iii Model dobro deluje tudi ob emisiji nad 100000 delcev na uro pri obravnavi zelo zahtevnih meteoroloških situacij. Število emitiranih delcev na časovno enoto je prilagojeno zahtevnosti obravnavane situacije.



- iv Model ima možnost nalaganja delcev v obravnavani domeni in s tem simulacijo nabiranja emitiranih snovi pod inverzijsko plastjo v razmerah temperaturnega obrata.
- v Model obravnava dvodimenzionalno polje digitalnega modela nadmorskih višin v razmikih kot jih določa raster celic.
- vi Model obravnava dvodimenzionalno polje rabe terena (preračunano iz kategorij baze *Corine land cover* za Republiko Slovenijo, ki je dosegljiva na GURS, [72]) v razmikih, kot jih določa raster celic. Raba terena je eden od glavnih dejavnikov, ki vplivajo na tvorbo turbulenc v ozračju.
- vii Dimni dvig se preračuna po formuli, ki je odvisna ne le od atmosferskih razmer v točki izpusta, pač pa tudi od časovno in krajevno odvisnih atmosferskih razmer v področju širjenja emitiranih snovi.
- viii Model obravnava turbulence v tridimenzionalnem polju. Tridimenzionalno polje turbulenc pa je izračunano na osnovi merjenih meteoroloških podatkov in podatkov o rabi terena ob upoštevanju Monin-Obukhove teorije [67].
- ix Model ustrezno obravnava intervale z brezvetrjem. Za razmere z zelo velikim odstotkom brezvetrja pa vsebuje ustrezno parametrizacijo z upoštevanjem meandriranja.
- x Model računa dvodimenzionalno polje osvetljenosti površin na podlagi najmanj ene meritve osončenja tal (globalnega sončnega sevanja).
- xi Model računa dvodimenzionalno polje višin mešanja. Višina mešanja je višina v ozračju, do katere se lahko povzpnejo izpusti iz elektrarne. Za nestabilno atmosfero podnevi se višino mešanja računa iz meritev globalnega sončnega sevanja, za stabilno atmosfero pa iz meritev temperatur in vetra.

b) METEOROLOŠKI PODATKI IN DOMENA MODELA

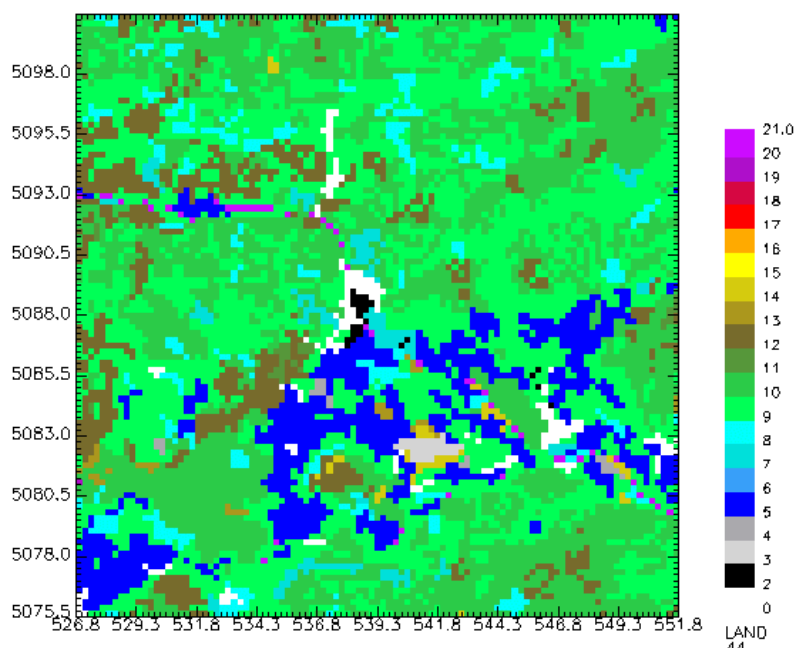
Model uporablja diagnostične meteorološke vhodne podatke, izmerjene v merilnem sistemu Ekološkega informacijskega sistema NEK. Sistem je sestavljen iz merilnika vertikalnega profila vetra (SODAR), meritev na postaji Stolp (na 70-metrskem stolpu) ter meritev na talnih postajah Krško (pri papirnici), Brežice in Cerklje.



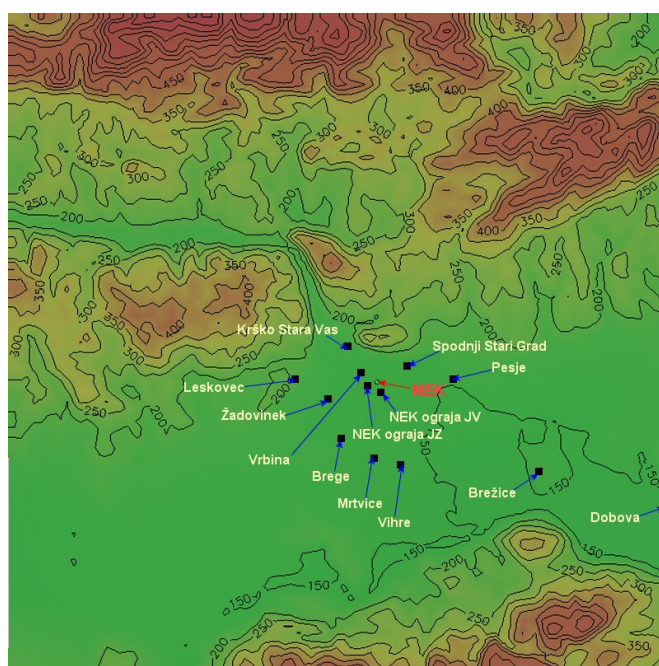
Slika D.1: Lokacije meteoroloških postaj



Na sliki D.1 je prikazana domena za modeliranje (25 km × 25 km) s prikazom lokacij meteoroloških merilnih postaj, na sliki D.2 pa je prikaz uporabe terena, kot jo vidi model (21 različnih razredov, kot so na primer pozidanost površin, gozdovi, travniki, njive, reke...) na osnovi podatkovne baze CORINE, ki je izdelana na osnovi satelitskih posnetkov [72]. Na sliki D.3 so prikazane lokacije središč vasi, za katere podajamo razredčitvene koeficiente v preglednicah.



Slika D.2: Uporaba terena na obravnavani domeni



Slika D.3: Lokacije posebej obravnavanih vasi



c) KVALITETA MODELIRANJA

Kvaliteta modeliranja ni enostavno določljiva. Načeloma je v evropskih in slovenskih uredbah, ki povzemajo evropske [57, 58] in ki obravnavajo modeliranje predvsem za potrebe širjenja neionizirajočih polutantov v ozračju (plini kot so SO₂...), zahtevano, da so modeli, ki se uporabljajo za oceno onesnaženja, natančni na 50 %. Ker je večina industrije v Sloveniji postavljena v okoliših, ki jih lahko opišemo kot zelo kompleksen teren (razgiban relief, šibki vetrovi, pogoste temperaturne inverzije), se zavedamo, da je takšno natančnost zelo težko doseči. Za modeliranje smo uporabili enega od najbolj zmogljivih modelov (gledano vsaj v evropskem merilu), ki je še primeren za rekonstrukcijo tako dolgega obdobja, kot je eno leto, v intervalih po pol ure. Raziskovalna orodja omogočajo večjo natančnost pri znatno večji porabi računskega časa, tako da je možno podrobno obdelovati le posamezne zanimive dogodke, ni pa možno statistično obdelovati podatkov celega leta.

Uporabljeni model je bil raziskovalno preizkušen na primeru Termoelektrarne Šoštanj (raziskave za obdobje merilne kampanije 1991, [64, 65, 66]), operativno pa že več let deluje tudi v Nuklearni elektrarni Krško. Celotna aplikacija, ki je namenjena ukrepanju v primeru nesreče s potencialnim izpustom v okolje, je dobila pohvalno oceno mednarodne inšpekcije OSART (poročilo je na voljo na internetni strani URSJV, [73]).

V preteklem letu smo v MEIS opravili ponovno verifikacijo najnovejše različice tega modela na podatkih navedene merilne kampanije v Šoštanju. Raziskava je pokazala, da je model sposoben rekonstrukcije tamkajšnjih najzahtevnejših primerov. Napaka je odvisna od zahtevnosti lokacije merilne postaje. Pozicijska napaka modela je od ene do dveh celic, časovna napaka vrhov koncentracij pa je od nič do dva merilna intervala, kar je za šoštanjsko kompleksnost domene odlično [63]. Še posebej je vzpodbudno, da smo v tej verifikaciji dokazali, da model deluje sprejemljivo dobro na srednjih razdaljah od vira in tudi v bližini vira. V neposredni bližini vira z dimnikoma z višinama 100 m in 150 m imamo verifikacijsko točko – postajo Šoštanj, ki je oddaljena le 500 m od dimnikov, kar je nekaj več kot tri celice na domeni. Na tej postaji smo dosegli za posamezne visoke koncentracije napako zgolj od 15 % do 20 % ob upoštevanju navedene pozicijske ali časovne napake. Pri nizkih koncentracijah pa so relativne napake mnogo večje. Za velike razdalje od vira so rezultati deloma zelo dobri, deloma pa nekoliko slabši. To je pogojeno s kompleksnostjo terena, ki na robovih obravnavane šoštanjske domene prehaja v visoko hribovje, ki ni dovolj pokrito z meteorološkimi meritvami.

Če navedeno apliciramo na področje NE Krško, kjer je izpust na višini 60 m, celice pa so velike 250 m, lahko sklepamo, da že po prvi celici od vira dobimo sprejemljive rezultate, pri tretji celici v smeri stran od vira pa pričakujemo dobre rezultate.

Slabosti uporabljenega modela se kažejo predvsem na področjih nad zelo strmimi pobočji, kjer se rekonstrukcije vetra manj ujemajo z dejanskim stanjem in naknadno posledično lahko dobimo previsoke koncentracije. Taki predeli so mejni primeri že za raziskovalno obravnavo problemov, za obravnavo s stališča uporabe rezultatov za zakonodajno rabo pa je uporabljeni način kljub pomanjkljivostim praktično med najboljšimi možnimi.

Druge slabosti modela pa so vezane na vhodne meteorološke podatke, in sicer na morebitne napake v podatkih in na izpade meritev, ki zmanjšajo obsežnost domene z vhodnimi podatki.

Za potrebe tega modeliranja smo izčrpno preverili meteorološke podatke [68–71]. Še posebej podrobno smo pregledali podatke s SODAR-ja, ki so ključnega pomena za model. V primeru daljšega izpada SODAR-jevih podatkov so ti časovni intervali izločeni iz modeliranja. Napake v meritvah meteoroloških veličin so eden od pomembnih virov negotovosti modelirnih rezultatov.

Na splošno moramo pri vrednotenju kvalitete modela upoštevati, da je verifikacija modela zelo zahteven proces. Kvaliteta rezultatov modela je neposredno odvisna od kvalitete vhodnih podatkov. V primeru uporabljenega modela v NEK, ki bazira na merjenih meteoroloških podatkih, so seveda rezultati kvalitetni takrat, ko so tudi vhodni podatki kvalitetni. To je takrat, ko razpolagamo z vsemi



meritvami in lahko izločimo eventualne napačne meteorološke meritve.

Nadalje moramo upoštevati, da v procesu verifikacije običajno primerjamo rezultat meritve, ki je časovno povprečje koncentracije v izbrani merilni točki, in rezultat modela. Koncentracija, izračunana z modelom, je sorazmerna z razredčitvenim faktorjem, povprečenim po talni celici modela in če je možno, povprečenim po istem časovnem intervalu kot meritev. Pri modeliranju redčenja izpustov NEK so talne celice modela široke in dolge 250 m, visoke pa 10 m. Verifikacije se običajno delajo na kratkih časovnih intervalih, od pol ure do največ ene ure, ker le na ta način zajamemo spremenljivost razredčevalnih pogojev nad kompleksnim terenom. To seveda pomeni, da moramo imeti za popolno sliko v enakih intervalih merjene tudi vse emisijske parametre (koncentracijo oziroma aktivnost, volumski pretok, temperaturo). Če katerikoli od navedenih podatkov manjka, rezultati modela in meritve niso več neposredno primerljivi. Prav tako je težje opredeliti vzroke razhajanj med meritvami in modelskimi rezultati, če je oboje podano zgolj za daljše časovne intervale.

d) REFERENCE

INDUSTRIJSKE UREDBE

- [56] U. S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide, Regulatory Guide 1.145, Atmospheric dispersion models for potential accident consequence assessment at nuclear power plants, August 1979
- [57] Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja, URL=http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis_URED4056.html, 8. 10. 2007, (Ur. l. RS, št. 31/2007)
- [58] EUR-Lex, Council Directive 84/360/EEC of 28 June 1984 on the combating of air pollution from industrial plants, 08. 10. 2007, URL="<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31984L0360:SL:NOT>"

NAŠE REFERENCE S TEGA PODROČJA

- [59] B. Breznik, M. Božnar, P. Mlakar, G. Tinarelli, *Dose projection using dispersion models*, 8th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 14.–17. October 2002, Sofia, Bulgaria, Int. J. Environ. Pollut., 2004, vol. 20, str. 278–285
- [60] P. Mlakar, M. Božnar, B. Breznik, A. Kovač, *Modelling of air pollutant releases from the Krško Nuclear Power Plant*, 4th Regional Meeting Nuclear Energy in Central Europe, Bled, Slovenia, 7.–10. September 1997, Proceedings, Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 1997, str. 137–144
- [61] M. Božnar, P. Mlakar, B. Breznik, *Advanced modeling of potential air pollution dispersion around Krško NPP using 3D wind field reconstruction and Lagrangean particle model*, International Conference Nuclear Energy for New Europe 2003, September 8–11, 2003, Portorož, Slovenija. Proceedings. Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 2003, str. 602–1–602.8
- [62] M. Božnar, P. Mlakar, B. Breznik, G. Tinarelli, *Use of Lagrangean particle model for air pollution dispersion for radioactive risk assessment in complex terrain*, Sixth Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS) and Sixth European Conference on Applied Climatology (ECAC) : Ljubljana, Slovenia, 4–8 September 2006, (EMS annual meeting abstracts, volume 3). Ljubljana: European Meteorological Society: Agencija RS za okolje, 2006
- [63] B. Grašič, M. Božnar, P. Mlakar, G. Tinarelli, *Re-evaluation of the Lagrangian particle modelling system on an experimental campaign in complex terrain*, Il Nuovo Cimento C, sprejet v objavo 2008



NEKAJ REFERENC UPORABLJENEGA MODELA IN SORODNIH TEM

- [64] G. Elisei, S. Bistacchi, G. Bocchiola., G. Brusasca, P. Marcacci, A. Marzorati, M. G. Morselli, G. Tinarelli., G. Catenacci, V. Corio, G. Daino, A. Era, S. Finardi, G. Foggi, A. Negri, G. Piazza, R. Villa, M. Lesjak, M. Božnar, P. Mlakar, F. Slavic, *Experimental campaign for the environmental impact evaluation of Šoštanj thermal power plant*, Progress Report, ENEL S.p.A, CRAM-Servizio Ambiente, Milano, Italy, C.I.S.E. Tecnologie Innovative S.p.A, Milano, Italy, Jožef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia, 1991
- [65] M. Božnar, G. Brusasca, C. Cavicchioli, P. Faggian, S. Finardi, M. Minella, P. Mlakar, M. G. Morselli, R. Sozzi, *Model evaluation and application of advanced and traditional gaussian models on the experimental Šoštanj (Slovenia, 1991) campaign*, Intercomparison of Advances Practical Short-Range Atmospheric Dispersion Models, Proceedings of the Workshop : August 30 – September 3, 1993, Manno-Switzerland, (Joint Research centre, EUR 15603 EN). Brussels: ECSC-EEC-EAEC, 1994, pp. 112–121
- [66] M. Božnar, G. Brusasca, C. Cavicchioli P. Faggian, S. Finardi, P. Mlakar, M. G. Morselli, R. Sozzi, G. Tinarelli, *Application of advanced and traditional diffusion models to an experimental campaign in complex terrain*, Second International Conference on Air Pollution, Barcelona, Spain, 1994. Air Pollution II. Volume 1, Computer simulation. Southampton; Boston: Computational Mechanics Publications, 1994, pp. 159–166
- [67] A. S. Monin and A. M. Obukhov, 1954, *Basic laws of turbulent mixing in the atmosphere near the ground*, Tr. Akad. Nauk., SSSR Geophiz. Inst., No. 24 (151), 1963–1987

INTERNA DELOVNA POROČILA

- [68] P. Mlakar, M. Božnar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled meteoroloških podatkov EIS NEK (obdobje januar–december 2007) – NEK meteorološke postaje*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [69] P. Mlakar, M. Božnar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov o meritvah vetra v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) - Rože vetrov*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [70] M. Božnar, P. Mlakar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov merilnika SODAR v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) NEK – postaja SODAR*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [71] M. Božnar, P. Mlakar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov merilnika vetra v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) - NEK postaja Stolp*, MEIS, d. o. o., januar 2008

VIRI PODATKOV

- [72] http://www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja_gu/podatki_gu/
- [73] OSART 2003, <http://www.ursjv.gov.si/si/info/porocila/>

e) REZULTATI MODELIRANJA ZA LETO 2007

Na naslednjih straneh so zaporedoma prikazani povprečni mesečni in povprečni letni rezultati treh različnih modelov.

Najprej so prikazani rezultati Lagrangeevega modela delcev (Slika D.4), ki so uporabljeni za oceno doz. Za celovit prikaz razlik med tem modelom in dvema različnima Gaussovima modeloma zatem navajamo slikovno najprej Gaussov model po RG 1.145 [56] (Slika D.5), ki se je uporabljal v NEK pred uvedbo naprednega Lagrangeevega modela. Bistvena značilnost tega modela je, da moramo izpuste obravnavati kot talne izpuste, ker je višina stavb več kot tretjina višine, na kateri poteka izpust v ozračje. Zato ta model uporablja podatke o vetru na višini 10 m. Na ta način tovrstni model zelo konservativno upošteva vpliv stavb.

Sledi pa še Gaussov model, ki predpostavlja izpust na 60 m (Slika D.6) in uporablja temu ustrezne merske podatke o vetru na višini 70 m.



Na slikah je prikazan teren v obliki prosojnih izohips, ki so podrobno prikazane na začetku tega poglavja. Lokacija izpusta iz NEK je prikazana z večjim črnim krogcem in s prosojnim napisom NEK. Celotno področje NEK pa je prikazano simbolično z znakom "X". Lokacije vasi, ki so posebej numerično obravnavane v nadaljevanju, so prikazane z drobnimi črnimi pikami. Prikazane povprečne vrednosti razredčitvenih koeficientov z oznako χ/Q so prikazane po enakovrednih barvnih lestvicah. Enota je s/m^3 . V primeru, da vrednost presega zgornjo mejo, opredeljeno na legendi, je vrednost prikazana v lila barvi. Mesečni ali letni interval povprečenja, ki je prikazan na sliki, je označen z začetnim dnevom intervala.

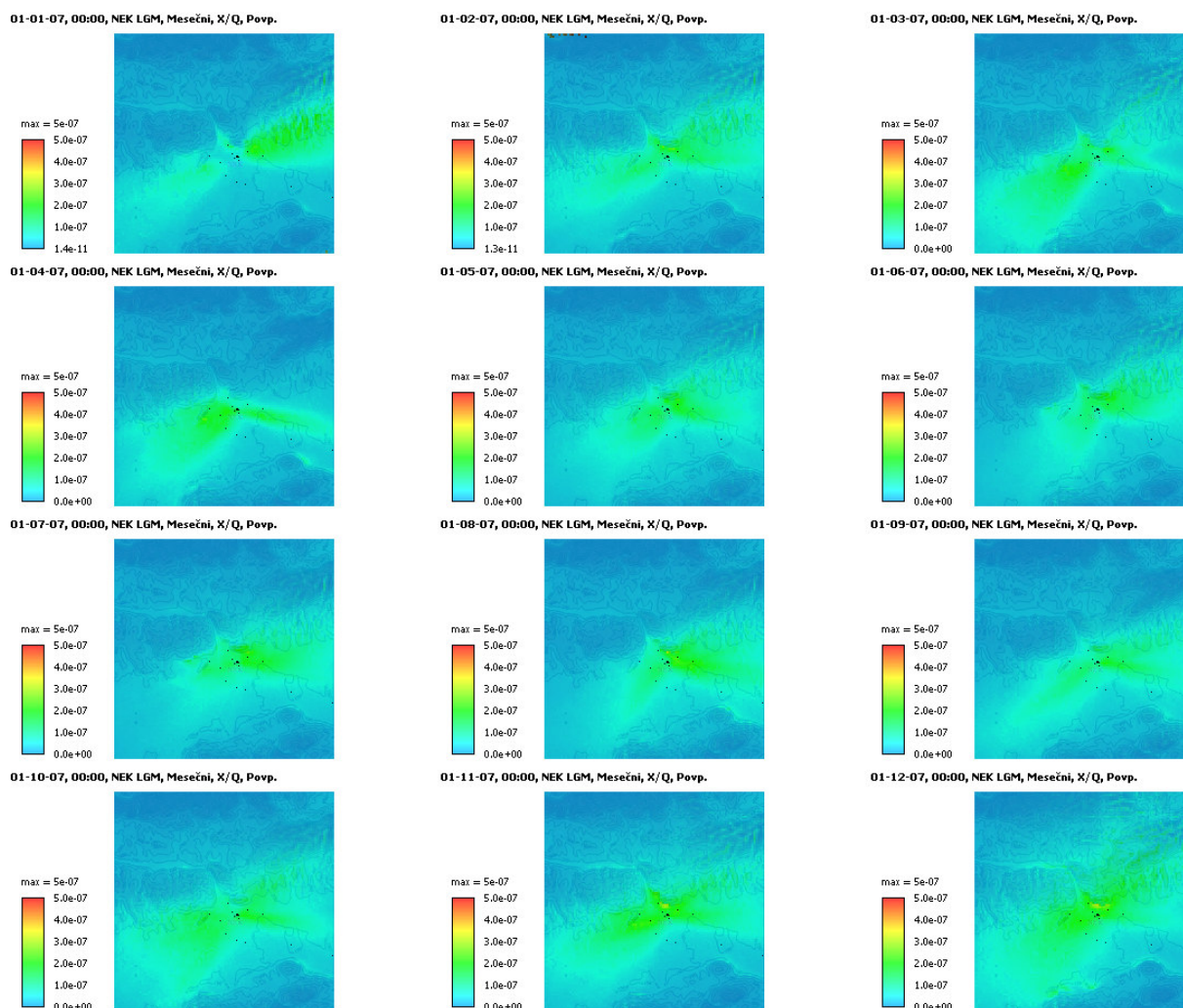
Glede na navedene raziskovalne rezultate lahko jemljemo Lagrangeev model kot najboljši približek realnemu stanju.

Gaussov model po RG 1.145 [56] daje previsoke rezultate. Glede na stanje modelirne teorije ob letu izdaje tega predpisa je bil to takrat edini način za upoštevanje vpliva zgradb. Kasnejše raziskave in verifikacije Gaussovih modelov so pokazale, da je taka obravnava vpliva stavb ob predpostavljenim talnim izpustom kljub vsemu pretirana. Gaussov model z izpustom na 60 m se glede na razpon vrednosti precej približa Lagrangeevemu modelu, vendar pa krajevna razporeditev vrednosti razredčitvenih koeficientov kaže bistveno različno sliko. Pri tem Gaussovem modelu so najvišje vrednosti razredčitvenega koeficienta le v neposredni bližini NEK, tam so tudi pretirano visoke, nato pa takoj močno padajo. Lagrangeev model pa pokaže, da vrednosti nikakor ne padajo tako zelo hitro z oddaljenostjo, prav tako pa niso tako pretirano visoke v neposredni okolici izpusta. Najbolj bistvena razlika je v tem, da Gaussov model ne upošteva oblike terena in privzame, da je teren raven. Lagrangeev model pa zelo dobro prikaže vpliv hribov. Še najbolj je vpliv viden na obronkih hribov severovzhodno od NEK, kjer se pokaže večji vpliv na strani hriba, obrnjeni proti NEK.

Kot je navedeno v podpoglavju "*Kvaliteta modeliranja*", so verifikacije na podobno zahtevnem področju pokazale, da se Lagrangeevi modeli še najbolj približajo dejanskemu stanju. To pomeni, da njihovi rezultati opisujejo najboljši dosegljivi približek in zato niso konservativni. Različne vrste Gaussovih modelov se z realnim stanjem skladajo le v zelo omejenem naboru meteoroloških situacij na ravnem terenu. Gaussovi modeli so veljavni takrat, ko na ravnem terenu nastopijo močni vetrovi (nad približno 4 m/s), katerih smer in jakost sta enaki po celotni površini, kjer modeliramo, in se tudi ne spreminjata v daljšem časovnem intervalu (vsaj nekaj ur, kolikor je povprečen čas potovanja v ozračje izpuščenih snovi čez področje modeliranja). Take razmere so seveda možne le nad ravnim terenom. V praksi na področju Krškega nastopijo take razmere le v neposredni bližini NE Krško v majhnem deležu obravnavanih časovnih intervalov (ocenjeno približno od 10 % do 20 %). V drugih primerih pa dajejo Gaussovi modeli tudi za red velikosti in več napačne rezultate.

Na naslednji sliki D.7 so prikazane razlike med navedenimi modeli na osnovni ravni polurnih obdelav. Prikazano je zaporedje rezultatov za izbrano obdobje 25. 11. 2007 od 13:00 do 16:00. Rezultati, ki niso povprečeni čez sorazmerno dolg mesečni ali letni interval, bistveno bolj prikažejo neprimernost Gaussovih modelov za obravnavano geografsko področje. Najočitnejša je razlika v smeri širjenja izpustov, ker predvsem model po RG 1.145 zahteva uporabo talnega vetra, ki je na lokaciji NEK večinoma bistveno različen od vetra na dejanski višini izpusta. Prav tako pa je razvidno napačno vedenje nad neravnim terenom pri obeh Gaussovih modelih. Očitne pa so tudi vse druge pomanjkljivosti Gaussovih modelov, ki izhajajo iz osnovnih predpostavk te teorije. To je predvsem homogenost atmosferskih meteoroloških razmer in pa predpostavka, da se širjenje dogaja tako, kot da veter piha zelo dolgo na enak način (časovno in krajevno ustaljene razmere, stacionarno stanje).

V tabelah, ki sledijo (preglednica D.1, D.2, D.3 in D.4), so prikazane povprečne vrednosti razredčitvenih koeficientov za posamezne vasi, ki so še posebej ovrednotene pri izračunu doz prebivalstva. V tabelah so prikazani tudi rezultati Gaussovega modela, ki ga je izračunala Agencija RS za okolje. Tak model je bil uporabljen za izračun doz v preteklih letih. Vrednosti pokažejo, **da so realne vrednosti razredčitvenih koeficientov nižje kot tiste, ki so se v preteklih letih uporabljale za oceno doz prebivalstva na navedenih lokacijah.**



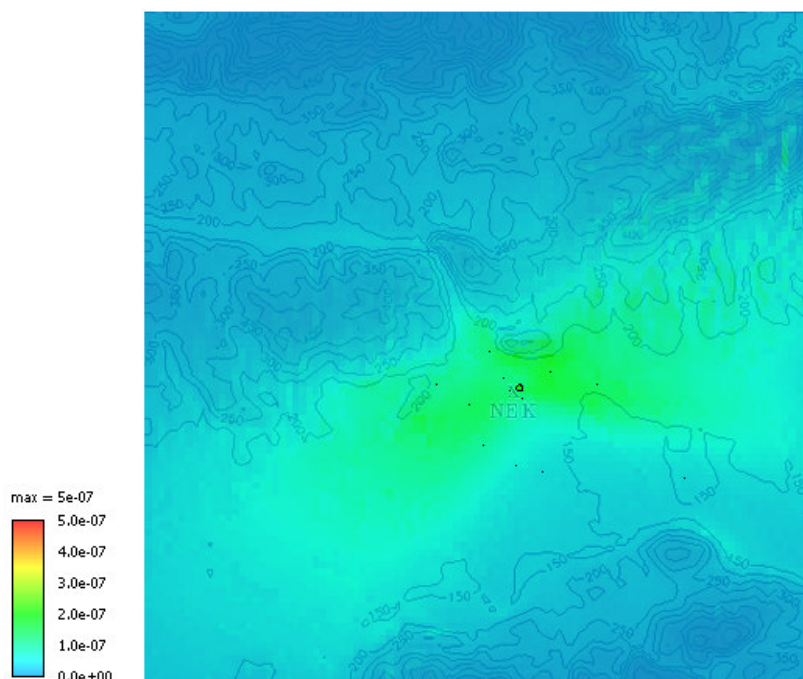
01-01-07, 00:00, NEK LGM, Letni, X/Q, Povp.

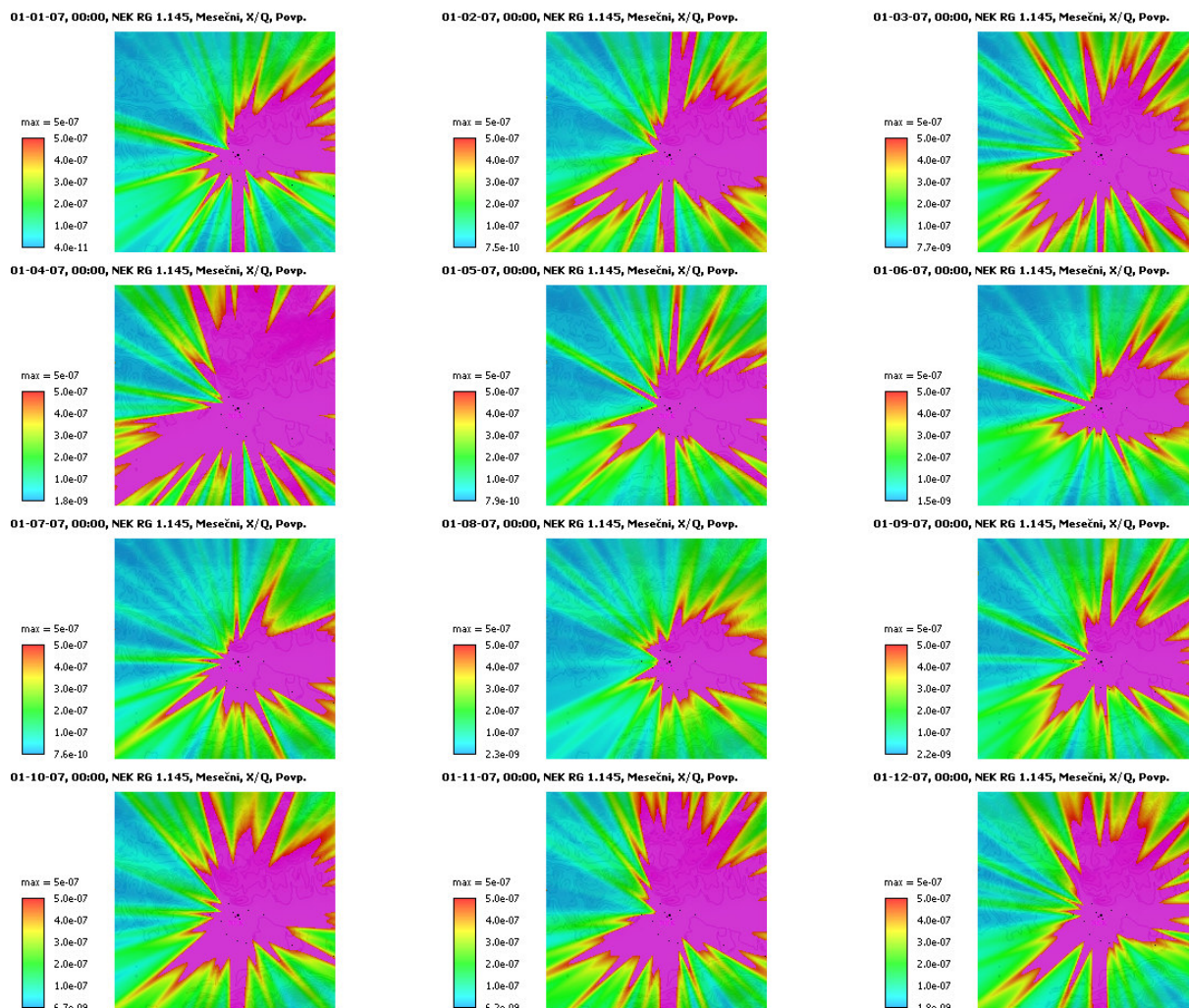
Slika D.4:

Mesečne in letne povprečne vrednosti razredčitvenih koeficientov χ/Q / (s/m³), izračunanih z

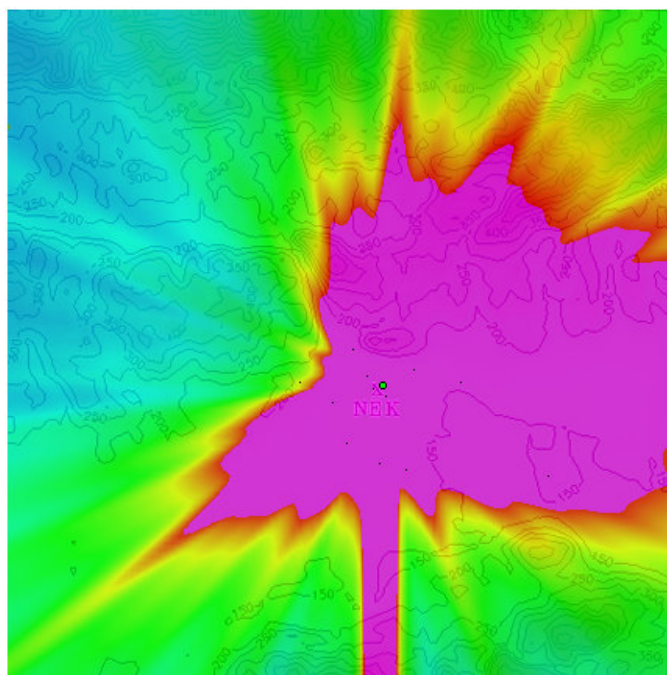
Lagrangeevim modelom.

Ta model najbolje opiše dejansko stanje.





01-01-07, 00:00, NEK RG 1.145, Letni, X/Q, Povp.

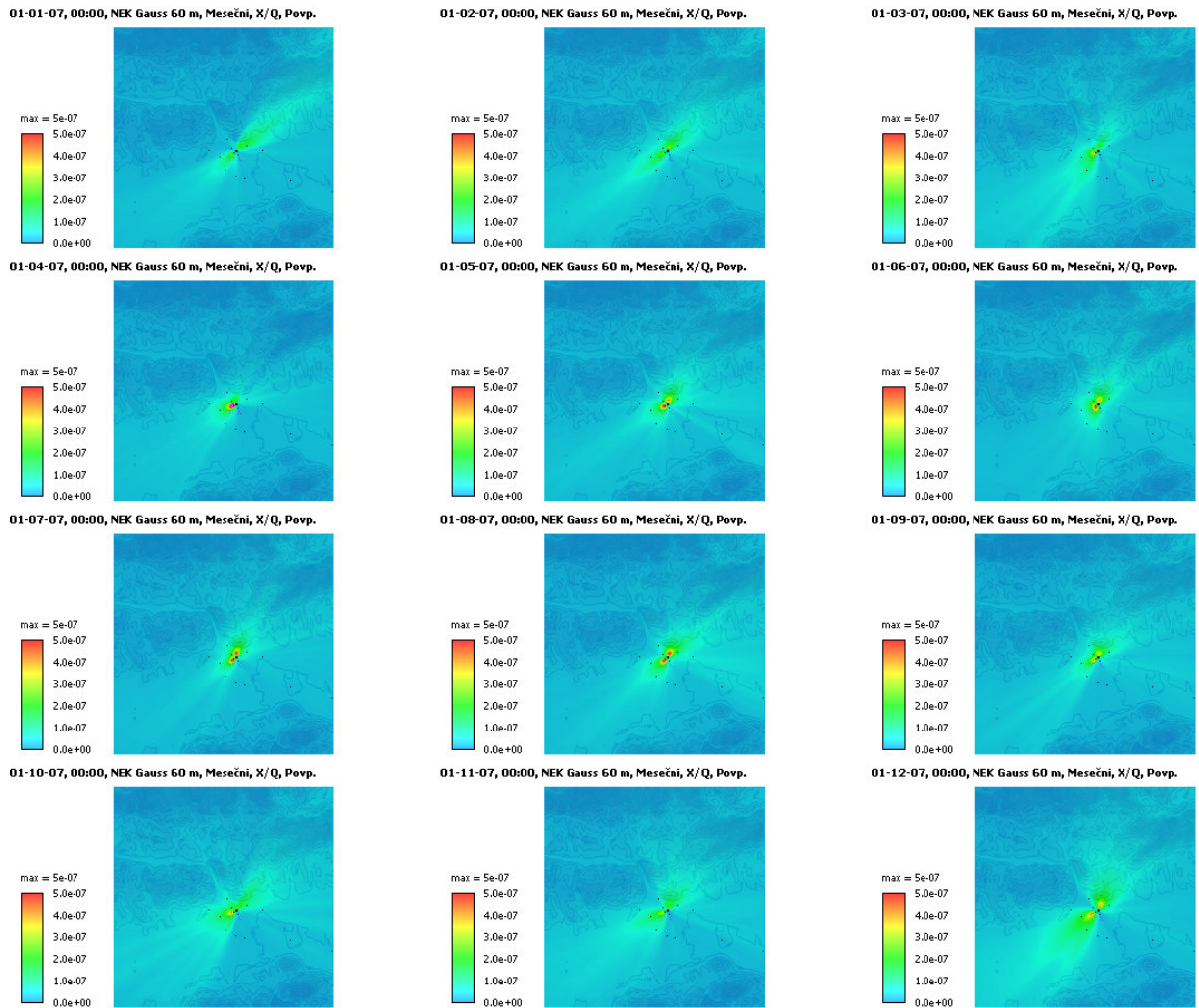


Slika D.5:

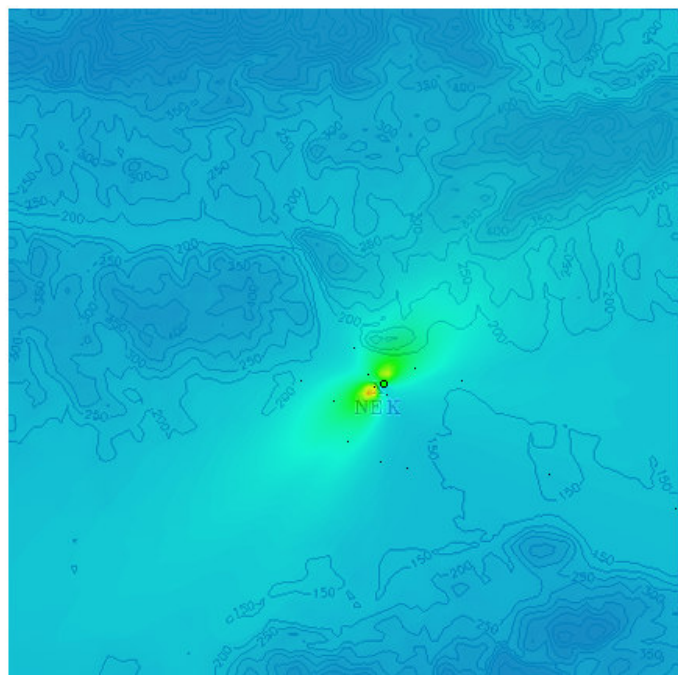
Mesečne in letne povprečne vrednosti razredčitvenih koeficientov χ/Q / (s/m³), izračunanih z

Gausovim modelom po RG 1.145.

To je model, ki daje previsoke rezultate. Uporabljal se je v preteklih desetletjih, ko numerično modeliranje še ni bilo dostopno.



01-01-07, 00:00, NEK Gauss 60 m, Letni, X/Q, Povp.



Slika D.6:

Mesečne in letne povprečne vrednosti razredčitvenih koeficientov χ/Q / (s/m³), izračunanih z

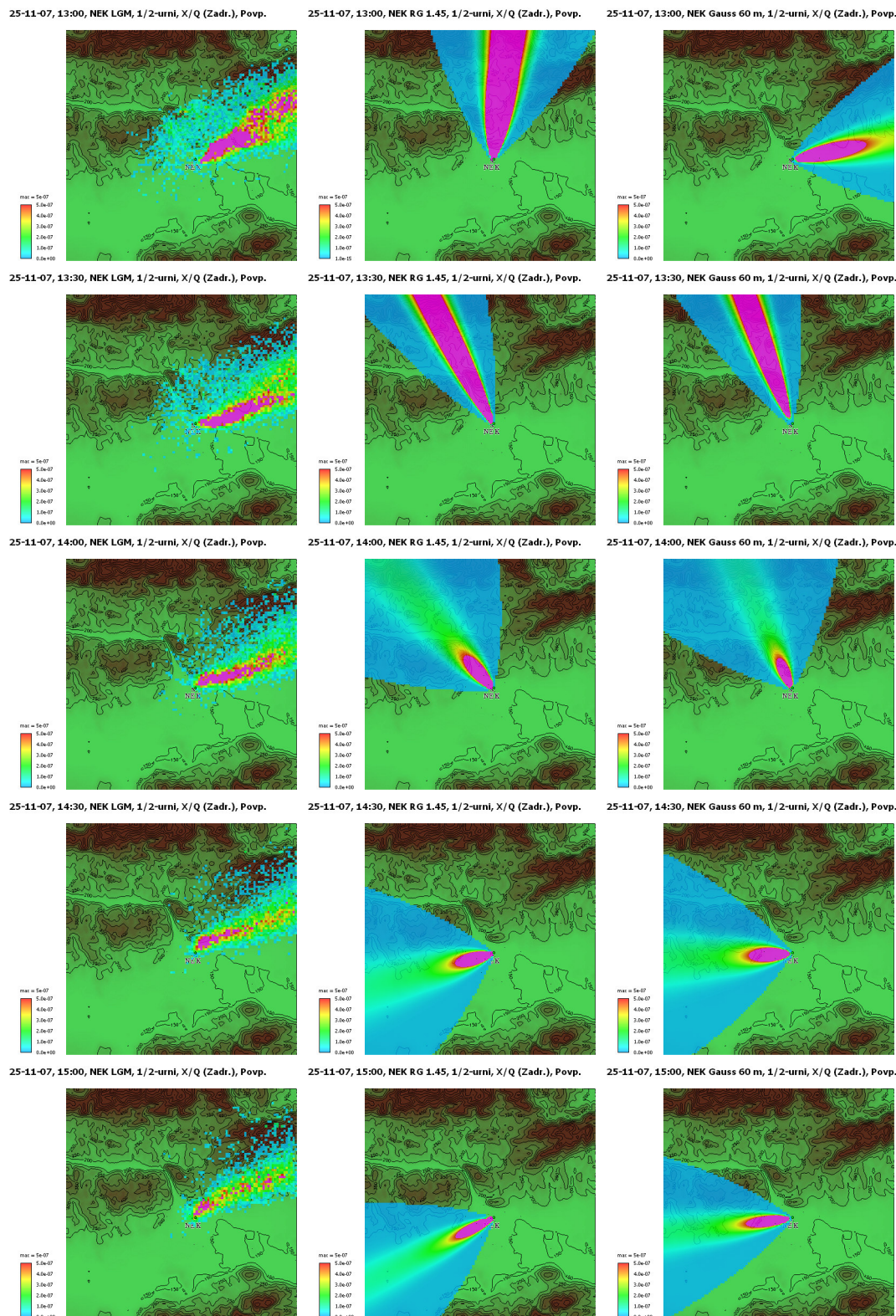
Gausovim modelom s 60 m izpustom.

Ta model daje napačno krajevno razporeditev koncentracij in ne upošteva hribov.



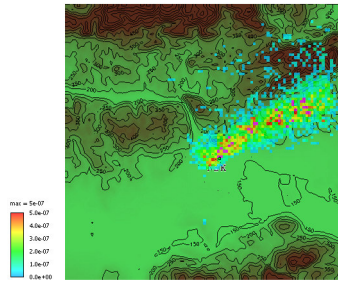
Slika D.7: Primerjava modelov na ravni polurnih obdelav za izbrano obdobje

Lagrangeev model na levi, Gaussov po RG 1.145 na sredini, Gaussov z izpustom na 60 m desno, od 25. 11. 2007 od 13:00 do 16:00

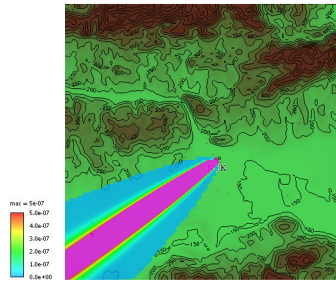




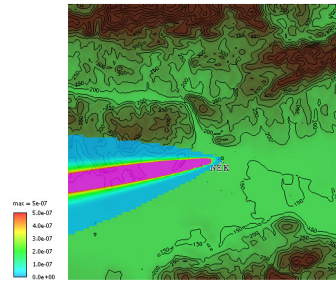
25-11-07, 15:30, NEK LGM, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.



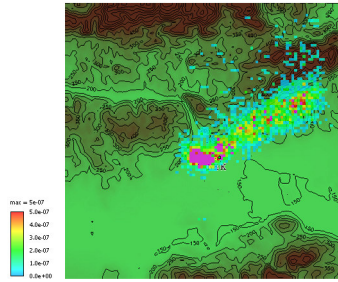
25-11-07, 15:30, NEK RG 1.45, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.



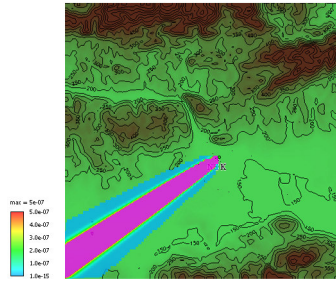
25-11-07, 15:30, NEK Gauss 60 m, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.



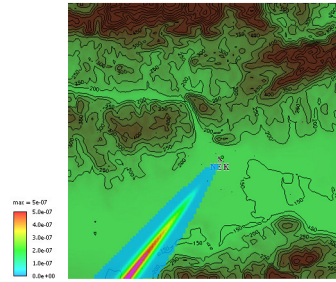
25-11-07, 16:00, NEK LGM, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.



25-11-07, 16:00, NEK RG 1.45, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.



25-11-07, 16:00, NEK Gauss 60 m, 1/2-urni, X/Q (Zadr.), Povp.





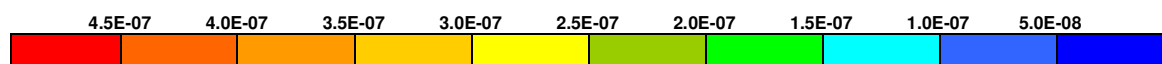
f) REZULTATI MODELIRANJA – PRIMERJALNI PREGLED PO VASEH

Preglednica D.1: χ/Q , Lagrangeev model, 2007

	NEK - ograja zahod	NEK - ograja vzhod	Spodnji Stari Grad	Vrbina	Brezice	Vihre	Mrtvice	Bregje	Žadovinek	Leskovec	Krško - Stara Vas	Pesje	Dobova
Januar	4.92E-08	3.90E-08	1.46E-07	3.47E-08	1.20E-08	1.26E-08	1.62E-08	3.00E-08	4.54E-08	3.92E-08	1.05E-07	1.17E-07	5.62E-09
Februar	1.08E-07	7.86E-08	1.68E-07	1.17E-07	1.80E-08	1.80E-08	2.60E-08	7.45E-08	1.14E-07	8.95E-08	1.53E-07	1.21E-07	1.12E-08
Marec	1.20E-07	9.43E-08	1.74E-07	9.09E-08	1.60E-08	2.44E-08	3.86E-08	1.13E-07	1.44E-07	1.01E-07	1.39E-07	8.75E-08	6.43E-09
April	1.79E-07	1.26E-07	6.33E-08	9.13E-08	2.47E-08	2.14E-08	3.63E-08	1.28E-07	1.80E-07	1.56E-07	6.34E-08	7.44E-08	1.93E-08
Maj	1.02E-07	1.11E-07	1.88E-07	1.05E-07	2.80E-08	3.02E-08	4.46E-08	1.05E-07	1.37E-07	1.04E-07	8.16E-08	1.33E-07	2.01E-08
Junij	9.37E-08	7.76E-08	1.49E-07	1.24E-07	1.91E-08	2.80E-08	4.60E-08	9.99E-08	1.04E-07	6.72E-08	1.13E-07	1.31E-07	1.15E-08
Julij	1.16E-07	1.26E-07	1.82E-07	1.18E-07	3.32E-08	3.30E-08	4.92E-08	7.40E-08	1.22E-07	9.47E-08	9.68E-08	1.80E-07	1.70E-08
Avgust	1.07E-07	1.40E-07	1.90E-07	1.02E-07	4.91E-08	3.35E-08	4.47E-08	9.65E-08	1.09E-07	4.61E-08	8.86E-08	1.97E-07	3.72E-08
September	1.02E-07	1.21E-07	1.29E-07	8.27E-08	3.46E-08	2.62E-08	5.52E-08	7.39E-08	1.11E-07	7.40E-08	6.34E-08	1.24E-07	2.38E-08
Oktober	1.06E-07	1.41E-07	1.46E-07	9.36E-08	3.03E-08	3.74E-08	5.45E-08	9.53E-08	1.31E-07	1.55E-07	8.58E-08	1.21E-07	2.16E-08
November	1.74E-07	1.39E-07	2.02E-07	1.68E-07	2.19E-08	2.20E-08	3.45E-08	8.62E-08	2.09E-07	1.66E-07	1.87E-07	1.55E-07	9.22E-09
December	1.72E-07	1.51E-07	2.11E-07	1.58E-07	2.14E-08	4.52E-08	6.97E-08	1.07E-07	2.06E-07	1.95E-07	2.01E-07	1.22E-07	9.27E-09
Letno povp.	1.19E-07	1.13E-07	1.64E-07	1.08E-07	2.59E-08	2.79E-08	4.34E-08	9.04E-08	1.35E-07	1.07E-07	1.16E-07	1.32E-07	1.61E-08

Preglednica D.2: χ/Q , Gaussov model (ARSO), 2007

	Stari grad	Vrbina	Brezice	Vihre	Mrtvice	Bregje	žadovine k	Leskovec	Krško - Sivas	Pesje	Dobova	Ograja NEK
Januar	2,77E-05	1,37E-05	1,03E-06	7,75E-07	3,76E-06	1,79E-06	3,29E-06	1,71E-07	1,66E-06	3,33E-06	9,20E-08	6,23E-05
Februar	2,06E-05	1,15E-05	1,33E-06	3,17E-06	4,35E-06	4,92E-06	4,10E-06	4,11E-07	2,76E-06	4,07E-06	3,87E-07	5,63E-05
Marec	1,25E-05	1,79E-05	9,56E-07	2,97E-06	9,41E-06	4,89E-06	5,75E-06	5,44E-07	3,64E-06	3,07E-06	3,64E-07	1,19E-04
April	2,95E-05	2,74E-05	1,67E-06	4,82E-06	9,75E-06	5,79E-06	2,58E-06	8,35E-07	5,62E-06	5,41E-06	5,82E-07	1,25E-04
Maj	1,41E-05	8,05E-06	1,21E-06	2,89E-06	4,15E-06	3,18E-06	2,01E-06	1,27E-07	1,87E-06	3,77E-06	3,47E-07	5,59E-05
Junij	6,70E-06	5,77E-06	4,06E-07	1,27E-06	5,59E-07	1,33E-06	9,80E-07	1,24E-07	7,14E-07	1,09E-06	1,53E-07	1,73E-05
Julij	2,05E-05	8,44E-06	1,23E-06	2,13E-06	1,57E-06	2,80E-06	9,53E-07	3,37E-07	1,08E-06	3,90E-06	2,55E-07	4,99E-05
Avgust	1,99E-05	1,04E-05	9,54E-07	2,27E-06	9,44E-07	1,46E-06	9,49E-07	1,83E-07	1,18E-06	2,98E-06	2,76E-07	4,43E-05
September	1,58E-05	8,35E-06	9,05E-07	2,02E-06	1,99E-06	4,17E-06	2,06E-06	3,30E-07	2,92E-06	2,81E-06	2,44E-07	3,56E-05
Oktober	2,03E-05	2,31E-05	9,67E-07	2,44E-06	5,45E-06	5,07E-06	2,32E-06	5,57E-07	3,67E-06	3,06E-06	2,84E-07	6,03E-05
November	1,93E-05	1,64E-05	1,30E-06	3,04E-06	1,16E-05	6,25E-06	4,24E-06	3,90E-07	5,20E-06	4,12E-06	3,71E-07	1,36E-04
December	1,57E-05	1,47E-05	6,37E-07	5,51E-07	1,26E-05	6,89E-06	3,15E-06	5,50E-07	2,40E-06	1,95E-06	6,69E-08	1,43E-04
Letno povp.	1,86E-05	1,38E-05	1,05E-06	2,36E-06	5,51E-06	4,04E-06	2,70E-06	3,80E-07	2,73E-06	3,30E-06	2,85E-07	7,55E-05



Barvna legenda za χ/Q , prikazan v preglednicah

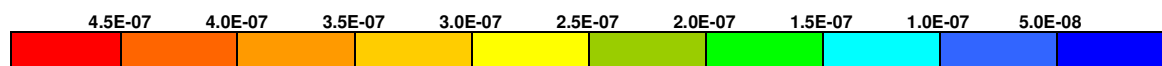


Preglednica D.3: χ/Q , Gaussov model po RG 1.145, 2007

	(NEK - ograja zahod)	(NEK - ograja vzhod)	(Spodnji Stari Grad)	(Vrbina)	(Brežice)	(Vihre)	(Mrtvice)	(Brege)	(Žadovinek)	(Leskovec)	(Kriško - Stara Vas)	(Pesje)	(Dobova)
Januar	5.04E-05	2.11E-05	9.87E-06	2.10E-06	1.70E-07	6.67E-07	1.53E-05	1.32E-06	1.93E-06	2.44E-07	6.44E-07	2.94E-06	2.16E-07
Februar	7.95E-05	6.84E-05	1.06E-05	5.21E-06	5.33E-07	4.63E-07	5.13E-06	1.69E-06	3.10E-06	2.08E-07	7.71E-07	4.28E-06	3.83E-07
Marec	1.18E-04	8.39E-05	7.82E-06	8.66E-06	6.85E-07	5.47E-07	2.41E-06	3.91E-06	2.79E-06	5.43E-07	3.75E-06	2.23E-06	4.16E-07
April	2.09E-04	8.90E-05	1.64E-05	1.13E-05	2.91E-06	2.56E-06	1.67E-05	4.35E-06	6.44E-06	4.81E-07	2.94E-06	5.77E-06	1.13E-06
Maj	7.05E-05	5.99E-05	9.48E-06	3.98E-06	1.20E-06	7.87E-07	2.49E-06	7.34E-07	2.72E-06	1.63E-07	1.31E-06	5.04E-06	5.97E-07
Junij	6.41E-05	3.57E-05	6.81E-06	1.89E-06	3.65E-07	5.86E-07	5.01E-07	6.37E-07	2.29E-06	1.28E-07	3.06E-07	2.47E-06	2.95E-07
Julij	4.00E-05	4.22E-05	6.46E-06	2.25E-06	8.64E-07	1.12E-06	1.05E-06	8.88E-07	1.49E-06	6.48E-07	5.96E-07	3.60E-06	4.68E-07
Avgust	1.44E-05	3.94E-05	6.13E-06	5.30E-06	4.92E-07	8.23E-07	1.02E-06	9.08E-07	4.58E-07	1.17E-07	8.70E-07	2.67E-06	4.02E-07
September	4.10E-05	3.75E-05	1.06E-05	3.57E-06	4.62E-07	4.02E-07	1.06E-06	1.74E-06	1.72E-06	2.86E-07	9.27E-07	3.03E-06	2.90E-07
Oktober	6.15E-05	3.91E-05	1.10E-05	1.05E-05	8.32E-07	1.10E-06	5.20E-06	1.98E-06	2.15E-06	6.98E-07	3.16E-06	3.39E-06	3.57E-07
November	9.88E-05	3.87E-05	1.31E-05	8.02E-06	7.09E-07	9.46E-07	1.26E-05	2.56E-06	3.71E-06	2.41E-07	1.93E-06	4.40E-06	5.11E-07
December	5.47E-05	2.11E-05	8.75E-06	1.05E-05	4.13E-07	6.68E-07	7.21E-06	1.03E-06	2.33E-06	5.16E-07	3.93E-06	3.15E-06	2.13E-07
Letno povp.	7.35E-05	4.77E-05	9.60E-06	6.05E-06	7.80E-07	8.68E-07	5.63E-06	1.78E-06	2.54E-06	3.54E-07	1.76E-06	3.55E-06	4.33E-07

Preglednica D.4: χ/Q , Gaussov model s 60 m izpustom, 2007

	(NEK - ograja zahod)	(NEK - ograja vzhod)	(Spodnji Stari Grad)	(Vrbina)	(Brežice)	(Vihre)	(Mrtvice)	(Brege)	(Žadovinek)	(Leskovec)	(Kriško - Stara Vas)	(Pesje)	(Dobova)
Januar	4.09E-08	2.15E-08	1.60E-07	1.01E-08	4.39E-09	9.19E-10	1.86E-08	5.37E-08	3.89E-08	7.02E-09	1.14E-08	1.41E-08	2.21E-09
Februar	1.88E-07	2.70E-08	9.58E-08	8.16E-08	4.09E-09	3.03E-09	1.25E-08	3.99E-08	9.30E-08	2.50E-08	3.55E-08	1.84E-08	3.23E-09
Marec	4.35E-07	1.21E-08	3.55E-08	6.52E-08	3.12E-09	3.26E-09	1.76E-08	1.14E-07	7.55E-08	2.74E-08	2.17E-08	8.79E-09	3.12E-09
April	1.04E-06	7.11E-09	4.06E-08	1.37E-07	1.11E-09	9.39E-11	1.07E-08	4.88E-08	1.15E-07	3.48E-08	2.83E-08	2.30E-08	4.22E-09
Maj	6.29E-07	4.13E-08	9.16E-08	1.09E-07	1.66E-08	1.03E-08	1.48E-08	4.02E-08	8.09E-08	2.85E-08	4.13E-08	3.40E-08	7.39E-09
Junij	3.08E-07	7.58E-08	9.62E-08	1.22E-07	7.87E-09	1.19E-08	3.41E-08	4.82E-08	5.41E-08	2.87E-08	3.76E-08	1.87E-08	1.05E-08
Julij	4.16E-07	1.18E-08	6.44E-08	1.81E-07	6.44E-09	6.20E-09	1.00E-08	4.06E-08	6.36E-08	1.48E-08	5.14E-08	1.55E-08	5.15E-09
Avgust	2.65E-07	6.61E-08	1.40E-07	8.74E-08	1.40E-08	1.10E-08	2.05E-08	6.25E-08	7.87E-08	1.17E-08	3.92E-08	3.91E-08	2.03E-08
September	3.76E-07	4.27E-08	9.76E-08	1.35E-07	9.36E-09	2.52E-09	4.35E-09	5.06E-08	8.20E-08	1.99E-08	4.15E-08	1.41E-08	9.31E-09
Oktober	2.73E-07	8.04E-09	1.05E-07	1.56E-07	1.20E-08	2.91E-09	3.77E-09	6.81E-08	1.43E-07	5.41E-08	6.32E-08	3.20E-08	5.50E-09
November	1.63E-07	1.41E-11	8.28E-08	3.85E-08	3.56E-09	1.11E-08	6.37E-09	5.89E-08	1.38E-07	3.52E-08	2.77E-08	2.50E-08	1.22E-08
December	8.10E-08	2.75E-10	1.01E-07	2.51E-08	6.95E-09	1.19E-08	1.84E-08	1.41E-07	1.84E-07	3.81E-08	4.18E-08	2.75E-08	1.05E-08
Letno povp.	3.45E-07	2.67E-08	9.25E-08	9.52E-08	7.60E-09	6.52E-09	1.45E-08	6.46E-08	9.55E-08	2.69E-08	3.69E-08	2.26E-08	8.00E-09



Barvna legenda za χ/Q , prikazan v preglednicah



PREGLED REFERENC

- [1] Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2006, Ljubljana, april 2007, interna oznaka 8/2007, ISSN 1318-2161
- [2] Izvještaj o rezultatima mjerenja, BO-4/08, Institut Ruđer Bošković, Zavod za eksperimentalnu fiziku, Laboratorij za mjerenje niskih aktivnosti, 6. 2. 2008
- [3] ZVISJV - Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradno prečiščeno besedilo UPB-2, Uradni list RS 102/2004, 12306)
- [4] UV2 - Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih, 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] JV10 - Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Uradni list RS 20/2007, 2509
- [9] European Union, *Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption*, Official Journal L 330, 05. 12. 1998
- [10] M. Brenčič, osebno sporočilo, 2006
- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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
- [14] P. Vreča, I. Krajcar Bronić, N. Horvatinčić, Isotopic characteristics of precipitation in Slovenia and Croatia: Comparison of continental and maritime stations, *Journal of Hydrology* 330, 457–469, 2006
- [15] 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
- [16] 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
- [17] 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
- [18] Radioactive effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999–2003, Radiation Protection 143, European Commission, Bruselj, 2005
- [19] C. E. Tarrant, Mathematical modelling methods for assessing radiation doses received by populations in the vicinity of nuclear site from atmospheric discharges, *Radiation Protection Dosimetry*, Oxford, 35 (1991) 24, 211–214
- [20] 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), ZN, New York, 2000
- [21] Poročila o obsevanosti prebivalcev Slovenije, ZVD, 2000–2006
- [22] B. Obelić, I. Krajcar Bronić, N. Horvatinčić, J. Barešić, A. Sironić, A. Rajtarić, Mjerenje koncentracije C-14 u biološkim uzorcima iz okolice NEK, Institut "Ruđer Bošković", Zagreb, januar 2007
- [23] HSK – Annual Report 1995 Tables 1-5
(<http://www.hsk.psi.ch/english/files/pdf/annual-report1995.pdf>)
- [24] Matjaž Korun, osebno sporočilo, 2003



- [25] PC program: Radiological Assessment System for Consequence Analysis RASCAL 3.0.3, NRC, June 2002
- [26] Methodology for assessing the radiological consequences of routine releases of radionuclides to the environment, Radiation Protection 72, European Commission, Report EUR 15760 EN, 1995
- [27] *Zbiranje in priprava vzorcev zemlje (LMR-DN-07)*, izdaja 02, nov. 1999
- [28] ICRU Report 53, Gamma-ray Spectrometry in Environment, ICRU, Bethesda, Maryland, 1994
- [29] A. Likar, T. Vidmar, B. Pucelj, Monte Carlo Determination of Gamma-ray Dose Rate with the GEANT System, Health Physics, 75 (1998) 2
- [30] Obsevanost prebivalcev Slovenije za leto 2006 (LMSAR-20070034-GO), marec 2007
- [31] ICRU Report 57, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, International Commission on Radiation Units, ICRU, Bethesda, Maryland, 1998
- [32] Z. Ould-Dada, I. Fairlie, C. Read, Transfer of radioactivity to fruit: significant radionuclides and speciation, Journal of Environmental Radioactivity 52 (2001), 159–174
- [33] K. Mueck, Sustainability of radiologically contaminated territories, Journal of Environmental Radioactivity 65 (2003), 109–130
- [34] J. T. Zerquera, M. P. Alonso, I. M. F. Gomez, G. V. R. Castro, N. M. Ricardo, G. Lopez Bejerano, J. O. A. Lopez, N. A. Rodriguez, J. C. Gonzales, O. B. Flores, A. H. Perez, O. D. Rizo, Studies on internal exposure doses received by Cuban population due to the intake of radionuclides from the environmental sources, Radiation Protection Dosimetry (2006), 1–7
- [35] M. J. Fulker, The role of fruit in the diet, Journal of Environmental Radioactivity 52 (2001), 147–157
- [36] Statistične informacije, Statistični urad RS, št. 05, 30. julij 2002
- [37] Human Health Fact Sheet, ANL, October 2001
- [38] NCRP 94, stran 12 (1987)
- [39] Johji Abukawa, Chiyo Tsubuku, Kazuhiko Hayano & Kemmei Hirano, A Survey of ^{90}Sr and ^{137}Cs Activity Levels of Retail Foods in Japan, *J. Environ. Radioactivity*, 41 (1998) 3, 287–305
- [40] Study MRAD-006, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 06/14/07, Arvada, ZDA, junij 2007
- [41] Study MRAD-007, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/07/07, Arvada, ZDA, december 2007
- [42] Study RAD-69, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 06/12/07, Arvada, ZDA, junij 2007
- [43] Study RAD-71, Final Report, Proficiency Test Studies, ERA, Environmental Resource Associates, Report issued 12/10/07, Arvada, ZDA, december 2007
- [44] Results of Environmental Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, First Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 7. maj 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama v vodi in zemlji
- [45] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Jožef Stefan Institute, First Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 14. junij 2007, primerjava rezultatov za Fe-55
- [46] Results of Radiochemistry Cross Check Program, Ruđer Bošković Institute, Second Quarter 2007, Eckert & Ziegler, Analytics, ZDA, poročilo Analytica z dne 31. december 2007, primerjava rezultatov za sevalce gama, H-3, Fe-55, Sr-89 in Sr-90
- [47] Radiotoxicological Intercomparison Exercise, Strontium and Gamma-Ray Emitters in Urine, Procorad 2007, Association pour la promotion du controle de qualite des analyses de biologie medical en radiotoxicologie, Villeneuve Lez Avignon, junij 2007
- [48] Ringversuch 1/2006 zur Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasserproben, D. Obrikat, H. Viertel, A. Guttermann, K. Schmidt, I. Winterfeldt, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2007
- [49] Ringversuch 3/2006 (Vergleichsmessungen), Bestimmung des Radionuklidgehaltes im Wasser, BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin, Nemčija, marec 2007
- [50] Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken (Abluft), 28. Ringversuch "Abluft 2006", G. Böhm, A. Deller, M. Ehlers, K. Kossert, C. Strobl, PTB in BfS, Berlin, Nemčija, julij 2007



- [51] NPL DRAFT REPORT, DQL-xxx, Environmental Radioactivity Proficiency Test Exercise 2007, A. Harms and C. Gilligan, January 2008
- [52] Evaluation of EC measurement comparison on simulated airborne particulates – ^{137}Cs in air filters, JRC 40268, U. Wätjen, Zs. Szántó, T. Altzitzoglou, G. Subbens, J. Keightley, R. Van Ammel, M. Hult and M. De Cort, European Commission, Joint Research Centre, IRMM, 2007
- [53] IAEA/AL/171, Report on the IAEA-CU-2006-03 World-wide open proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, U. Sansone, A. Trinkl, M. Makarewicz, C. Yonezawa, C. K. Kim, G. Kis-Benedek, T. Benesch, R. Shorn, Seibersdorf, maj 2007
- [54] IAEA/AL/170, Report on the IAEA-CU-2006-04 proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, ALMERA, Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity and IAEA, Analytical Quality Control Services, A. Shakhasiro, U. Sansone, A. Trinkl, M. Makarewicz, C. Yonezawa, C. K. Kim, G. Kis-Benedek, T. Benesch, R. Shorn, Seibersdorf, maj 2007
- [55] DEI/STEME Report No. 2007-09, Results of the proficiency test 86 AGC 300, Measuring radioactive compounds trapped in a cartridge of active carbon, IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire, Environmental and Emergency Operations Division (DEI), oktober 2007
- [56] U. S. Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide, Regulatory Guide 1.145, *Atmospheric dispersion models for potential accident consequence assessment at nuclear power plants*, August 1979
- [57] *Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja*, URL=http://zakonodaja.gov.si/rpsi/r06/predpis_URED4056.html, 8. 10. 2007, (Ur. l. RS, št. 31/2007)
- [58] EUR-Lex, Council Directive 84/360/EEC of 28 June 1984 on the combating of air pollution from industrial plants, 08. 10. 2007, URL=<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31984L0360:SL:NOT>
- [59] B. Breznik, M. Božnar, P. Mlakar, G. Tinarelli, *Dose projection using dispersion models*, 8th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 14.–17. October 2002, Sofia, Bulgaria, Int. J. Environ. Pollut., 2004, vol. 20, str. 278–285
- [60] P. Mlakar, M. Božnar, B. Breznik, A. Kovač, *Modelling of air pollutant releases from the Krško Nuclear Power Plant*, 4th Regional Meeting Nuclear Energy in Central Europe, Bled, Slovenia, 7.–10. September 1997, Proceedings, Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 1997, str. 137–144
- [61] M. Božnar, P. Mlakar, B. Breznik, *Advanced modeling of potential air pollution dispersion around Krško NPP using 3D wind field reconstruction and Lagrangean particle model*, International Conference Nuclear Energy for New Europe 2003, September 8–11, 2003, Portorož, Slovenija. Proceedings. Ljubljana: Nuclear Society of Slovenia, 2003, str. 602–1–602.8
- [62] M. Božnar, P. Mlakar, B. Breznik, G. Tinarelli, *Use of Lagrangean particle model for air pollution dispersion for radioactive risk assessment in complex terrain*, Sixth Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS) and Sixth European Conference on Applied Climatology (ECAC) : Ljubljana, Slovenia, 4–8 September 2006, (EMS annual meeting abstracts, volume 3). Ljubljana: European Meteorological Society: Agencija RS za okolje, 2006
- [63] B. Grašič, M. Božnar, P. Mlakar, G. Tinarelli, *Re-evaluation of the Lagrangian particle modelling system on an experimental campaign in complex terrain*, Il Nuovo Cimento C, sprejet v objavo 2008
- [64] G. Elisei, S. Bistacchi, G. Bocchiola., G. Brusasca, P. Marcacci, A. Marzorati, M. G. Morselli, G. Tinarelli., G. Catenacci, V. Corio, G. Daino, A. Era, S. Finardi, G. Foggi, A. Negri, G. Piazza, R. Villa, M. Lesjak, M. Božnar, P. Mlakar, F. Slavic, *Experimental campaign for the environmental impact evaluation of Šoštanj thermal power plant*, Progress Report, ENEL S.p.A, CRAM-Servizio Ambiente, Milano, Italy, C.I.S.E. Tecnologie Innovative S.p.A, Milano, Italy, Jozef Stefan Institute, Ljubljana, Slovenia, 1991



- [65] M. Božnar, G. Brusasca, C. Cavicchioli, P. Faggian, S. Finardi, M. Minella, P. Mlakar, M. G. Morselli, R. Sozzi, *Model evaluation and application of advanced and traditional gaussian models on the experimental Šoštanj (Slovenia, 1991) campaign*, Intercomparison of Advances Practical Short-Range Atmospheric Dispersion Models, Proceedings of the Workshop : August 30 – September 3, 1993, Manno-Switzerland, (Joint Research centre, EUR 15603 EN). Brussels: ECSC-EEC-EAEC, 1994, pp. 112–121
- [66] M. Božnar, G. Brusasca, C. Cavicchioli P. Faggian, S. Finardi, P. Mlakar, M. G. Morselli, R. Sozzi, G. Tinarelli, *Application of advanced and traditional diffusion models to an experimental campaign in complex terrain*, Second International Conference on Air Pollution, Barcelona, Spain, 1994. Air Pollution II. Volume 1, Computer simulation. Southampton; Boston: Computational Mechanics Publications, 1994, pp. 159–166
- [67] A. S. Monin and A. M. Obukhov, 1954, *Basic laws of turbulent mixing in the atmosphere near the ground*, Tr. Akad. Nauk., SSSR Geophys. Inst., No. 24 (151), 1963–1987
- [68] P. Mlakar, M. Božnar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled meteoroloških podatkov EIS NEK (obdobje januar–december 2007) – NEK meteorološke postaje*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [69] P. Mlakar, M. Božnar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov o meritvah vetra v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) - Rože vetrov*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [70] M. Božnar, P. Mlakar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov merilnika SODAR v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) NEK – postaja SODAR*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [71] M. Božnar, P. Mlakar, B. Grašič, D. Popović, *Pregled podatkov merilnika vetra v EIS NEK (obdobje januar–december 2007) - NEK postaja Stolp*, MEIS, d. o. o., januar 2008
- [72] http://www.gu.gov.si/si/delovnapodrocja_gu/podatki_gu/
- [73] OSART 2003, <http://www.ursjv.gov.si/si/info/porocila/>

MERSKI REZULTATI

PROGRAM REDNEGA NADZORA RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2007

- (i) Program obsega: **A - imisijske meritve (meritve v okolju)**
B - emisijske meritve (primerjalne in dopolnilne meritve efluentov na izvihu)
C - meritve Mobilnega radiološkega laboratorija (vzdrževanje pripravljenosti)

Osnova za izvajanje obratovalnih nadzornih meritev so standardne tehnične specifikacije NUREG 301 in Odločba URSJV, št. 39161-8/2001/8/RV/419 z dne 22. 3. 2002, kjer je v prilogi podrobno določen celotni program rednega nadzora radioaktivnosti. V tem poročilu sta navedena le programa meritev v okolju (imisijske meritve) in emisijske meritve (primerjalne in dopolnilne meritve efluentov na izvihu).

Pri merskih rezultatih so navedeni le rezultati meritev iz Programa A (imisijske meritve).

- (ii) Oznaka Sr-90/Sr-89 pomeni dodatno selektivno analizo Sr-89 le v primerih, ko je Sr-90 bistveno povišan nad "normalno" vrednostjo in obstaja upravičena domneva, da izvira navedeno povečanje iz prispevkov manj radiotoksičnega Sr-89. V "normalnih" vzorcih se Sr-89 ne analizira.

PROGRAM RADIOLOŠKIH MERITEV V OKOLICI NE KRŠKO ZA LETO 2007

PROGRAM A

IMISIJE

10. VODA

11. REKA SAVA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
11.G Izotopska analiza z VL gama spektrometrijo	1. Krško – 3,2 km vzvodno od NEK (desni breg), 13B	voda+susp.snov filtrski ostanek #1	sestavljen vzorec, ki se je zvezno zbiral 31 dni, in to v presledkih, ki niso bili daljši od 2 ur Avtomatsko vzorčevanje v Krškem, Brežicah in v Jesenicah na Dolenjskem	1-krat na 92 dni	4 × 1 4 × 1
	2. Brežice – 7,8 km nizvodno od NEK (levi breg), 7D	voda+susp.snov filtrski ostanek #1		1-krat na 31 dni	12 × 1 12 × 1
	3. Jesenice na Dolenjskem, 17,5 km nizvodno od NEK, 6E	voda+susp.snov filtrski ostanek #1		1-krat na 31 dni	12 × 1 12 × 1
11.H H-3 Specifična analiza, scintilac. spektr.	1. Krško 2. Brežice 3. Jesenice na Dolenjskem	vodni destilat	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 1 12 × 1 12 × 1
11. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza (radiokemična izolacija Sr-90/Sr-89, detekcija s proporcionalnim števcem)	1. Krško	voda+susp.snov filtrski ostanek #1	sestavljen vzorec, zvezno zbiran 31 dni	1-krat na 92 dni	4 × 1
	2. Brežice	voda+susp.snov filtrski ostanek #1		1-krat na 92 dni	4 × 1
		voda+susp.snov filtrski ostanek #1		1-krat na 31 dni	12 × 1
3. Jesenice na Dolenjskem	voda+susp.snov filtrski ostanek #1	1-krat na 92 dni	4 × 1		

#1 groba suspendirana snov zadržana na filtrnem papirju "črni trak"

111. REKA SAVA - SEDIMENTI, VODNA BIOTA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
111.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Obala 0,5km vzvodno od NEK, levi breg, 13B	enkratni sočasno vzeti vzorci (do 6 vzorcev na vsakem mestu)	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	36
111. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	2. Obala pri Brežicah, 4–7,8 km, nizvodno od NEK, levi breg, 7E	voda + suspendirana snov	enkratni sočasno vzeti vzorci (do 6 vzorcev na vsakem mestu)		36
111. H H-3 Specifična analiza (samo za vodo)	3. Obala pri Jesenicah, 17,5 km nizvodno od NEK, desni breg, 6F	sedimenti, ribe			12 × 1

12. VODOVODI, VODNJAKI

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
12.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško (vodovod)	enkratno vzeti vzorec vode	1-krat na 92 dni	1-krat na 92 dni	4 × 3
12. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	2. Brežice (vodovod)				4 × 3
12.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer	3. sadovnjak pri NEK – (podtalnica iz vrtine blizu vodnjaka 0071)				4 × 3
12.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer	1. Vrtina VOP-4 *	enkratno vzeti vzorec vode	1-krat na 31 dni	1-krat na 31 dni	11

Pripomba: V poročilu naj bodo podani še rezultati meritev vodovoda v Ljubljani in Mariboru.

* Meritve tritija v vrtini VOP-4 so bile izvede skladno z dodatnim naročilom od februarja 2007 dalje in niso zajete v programu meritev po odločbi URSJV 39161-8/2001/8/RV/419 z dne 22. 3. 2002.

13. ČRPALIŠČA, ZAJETJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
13.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Črpališče vod. Krško - Beli breg (Drnovo)	sestavljene vzorci vode vzorec se zbira 31 dni	1-krat na dan	1-krat na 31 dni	12 × 5
13.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer	2. Črpališče vod. Krško - Brege 3. Zajetje Dolenja vas		1-krat na dan vzorec se zbira 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 5
13. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	4. Črpališče vod. Brežice VT1 (novo) 5. Črpališče vod. Brežice 481 (staro)		1-krat na dan vzorec se zbira 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 5

Pripomba: V Brežicah se vzorčujejo zgolj aktivna črpališča, ki napajajo vodovodno omrežje.

15. PADAVINE IN USEDJI

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
15.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Krško ZR = 1,8 km, 16C	padavine z usedji	zbirni vzorec, kontinuirano zbiranje 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3
15.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer	2. Brege ZR = 2,3 km, 10C 3. Dobova ZR = 12 km, 6F				12 × 3
15. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza					12 × 3

16. USEDJI - VAZELINSKE PLOŠČE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
16.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	7 vzorčevalnih mest pri črpalkah za jod (točka 20.I) + sadovnjak ob NEK (3 skupine lokacij)	sestavljene mesečni vzorec useda iz 3 skupin lokacij oz. celomesečni vzorec iz posamezne lokacije pri povišanih vrednostih	kontinuirano zbiranje vzorca 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3

20. ZRAK

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
20.I Specifična meritev I-131, izotopska analiza partikulatov, določanje (občasno) žlahtnih plinov VL-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 7. Spodnja Libna ZR = 1,3 km, 2B	ogljen filter	1-krat na 15 dni kontinuirano črpanje skozi "stekleni mikrofiber+oglje+TEDA"-filter 15 dni	1-krat na 15 dni	24 × 6
20.G Izotopska analiza aerosolov, VL-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 7. Spodnja Libna ZR = 1,3 km, 2B 8. Dobova ZR = 12,0 km, 6F	aerosolni filter	1-krat na 31 dni kontinuirano črpanje skozi aerosolni filter 31 dni (menjava filtra glede na zamašitev)	1-krat na 31 dni	12 × 7
20. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza aerosolov	1. Dobova ZR = 12,0 km, 6F	aerosolni filter	kontinuirano črpanje skozi aerosolni filter (menjava filtra glede na zamašitev)	1-krat na 92 dni	4 × 1

30. ZUNANJE SEVANJE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
30.T Meritev doze z okoljskimi TL-dozimetri, najmanj 2 dozimetra na merilno mesto	67 merilnih točk, sektorsko razporejenih v krogih v pasu od 1,5–10 km okoli elektrarne Določene v NUID.	doza zunanjega sevanja	kontinuirano, z menjavo TLD 1-krat na 182 dni	1-krat na 182 dni	2 × 67
30. S Kontinuirana meritev hitrosti doze s sprotnim beleženjem	najmanj 10 merilnih mest, ki obkrožajo lokacijo NEK; 1. Libna 2. Spodnji Stari Grad 3. Pesje 4. Gornji Lenart 5. Skopice 6. Vihre 7. Brege 8. Leskovec 9. Krško	hitrost doze zunanjega sevanja	neprekinjeno (zvezno)	registracija rezultatov merjenja v polurnih intervalih	

40. ZEMLJA

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
40.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Amerika, ZR = 3,2 km, 5D poplavno področje, rjava naplavina	enkratni vzorec zemlje iz 4 globin (0–5cm, 5–10cm, 10–15cm, 15–30cm), odvzem glede na poplave	2-krat v 365 dneh	2-krat v 365 dneh	2 × (3 × 4)
40. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	2. Trnje (Kusova Vrbina), ZR = 8,5 km, 6E, poplavno področje, borovina 3. Gmajnice (Vihre) ZR = 2,6 km, 7D, poplavno področje, rjava naplavina				2 × (3 × 4)

Pripomba: V plasti neobdelane poplavljenе zemlje od 0 cm do 5 cm se posebej merijo vzorci površinske vegetacije in koreninskega sloja kot glavni zadrževalci useda.

50. HRANA

51. MLEKO

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
51.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	1. Pesje 2. Drnovo 3. Skopice	mleko	enkratni vzorec vsakih 31 dni	1-krat na 31 dni	12 × 3
51. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza		mleko	enkratni vzorec vsakih 31 dni		12 × 3
51. I I-131 Specifična analiza		mleko	enkratni vzorec vsakih 31 dni v času paše – 8 mesecev		8 × 3

53. SADJE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
53.G Izotopska analiza s spektrometrijo gama	izbrani kraji na krško-brežiškem polju: sadovnjak AKK pri NEK, AKK Sremič, sadovnjak Leskovec	enkratni sezonski vzorci raznega sadja: jabolka, hruške, ribez, jagode, vino	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	1 × 10
53. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza					1 × 10

54. POVRTNINE IN POLJŠČINE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
54.G Izotopska analiza z gama spektrometrijo	izbrani kraji na krško-brežiškem polju: Brege, Žadovinek, Vrbina, Sp. Stari grad, Trnje	enkratni sezonski vzorci širokolistnatih povrtnin in poljščin: solata, zelje, korenje, krompir, paradižnik, peteršilj, fižol, čebula, pšenica, ječmen, koruza, hmelj	1-krat na 365 dni	1-krat na 365 dni	1 × 20
54. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza					1 × 20

55. MESO, PERUTNINA, JAJCA

VRSTA IN OPIS MERITEV	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
55.G 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	1 × 6
55. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	Žadovinek, Vrbina, Spodnji Stari Grad, Pesje.				1 × 6

PROGRAM B**EMISIJE****100. TEKOČI EFLUENTI**

102. ZBIRNI VZORCI TEKOČIH EFLUENTOV

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
102.G Izotopska analiza z VL spektrometrijo gama #3	izpustni tanki WMT #4	aliquotno sestavljen mesečni vzorec (0,5 L vode)	stalno aliquotno sestavljeni mesečni vzorec	1-krat na 31 dni	12 × 2
102. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza, proporcionalni števec	kaluža uparjalnikov SGBD #4	aliquotno sestavljen mesečni vzorec (1 L vode)			12 × 2
102.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer		aliquotno sestavljeni mesečni vzorec (0,3 L vode)			12 × 2
102.F Fe-55 Radiokemična izolacija Fe, VL-spektrometrija rentgenskih žarkov		aliquotno sestavljeni mesečni vzorec iz izpustnih tankov (1 L vode)			12 × 2

#3 primerjalne meritve pooblaščenih organizacij z meritvami NEK

#4 Odvezeti aliquoti, ki tvorijo sestavljen vzorec, morajo biti sorazmerni volumnu tekočine, izpuščene iz tankov ob vsakokratni izpraznitvi.

103. ENKRATNI VZORCI TEKOČIH EFLUENTOV ZA PRIMERJALNE MERITVE

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
103.G Izotopska analiza z VL-spektrometrijo gama #3	izpustni tanki WMT in druga nadzorna mesta po izbiri: bazen za gorivo, primarna voda, kaluža itd.	vzorec tekočine (0,5 L)	občasni vzorec	1-krat na 122 dni	3 × 2
103. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza	nadzorna mesta po izbiri	vzorec tekočine (1 L)			do 3
103.H H-3 Specifična analiza, scintilacijski spektrometer	nadzorna mesta po izbiri	vzorec tekočine (1 L)			do 3
103.P Pu in transaktinidi Specifična analiza, radiokemična izolacija, elektrolitski vzorec, spektrometrija alfa	nadzorna mesta po izbiri	vzorec tekočine (3 L)			do 9

#3 primerjalne meritve pooblaščne organizacije z meritvami NEK, interkomparacijske meritve

200. PLINASTI IZPUSTI

201. SESTAVLJENI VZORCI PLINASTIH EFLUENTOV

VRSTA IN OPIS MERITVE	VZORČEVALNO MESTO	VRSTA VZORCA	POGOSTOST VZORČEVANJA	POGOSTOST MERITVE	LETNO ŠT. MERITEV
201. H H-3 Specifična analiza, ekshalacija, detekcija s scintilacijskim spektrometrom beta	glavni izpuh iz dimnika izza RM-14	prečrpavanje izpuha iz dimnika skozi plasti iz silikagela	zvezno vzorčevanje, sestavljeni 14-dnevni vzorci HT in HTO	1-krat na 31 dni	12 × 2
201. H C-14 Radiokemična izolacija C-14, detekcija s scintilacijskim spektrometrom beta		prečrpavanje izpuha iz dimnika skozi poseben kemični lovilnik (KOH) in katalizator	zvezno vzorčevanje, sestavljeni 14-dnevni vzorci CH _n in CO ₂		12 × 2
201. G Izotopska analiza sevalcev gama s spektrometrijo gama		prečrpavanje izpuha iz dimnika skozi aerosolni filter	zvezno vzorčevanje, sestavljeni mesečni vzorci		12 × 1
201. S Sr-90/Sr-89 Specifična analiza		prečrpavanje izpuha iz dimnika skozi aerosolni filter	zvezno vzorčevanje, sestavljeni mesečni vzorci	kvartalno	4 × 1

PROGRAM INTERKOMPARACIJSKIH MERITEV V LETU 2007

Program interkomparacijskih meritev, ki ga izvajajo laboratoriji, vključeni v radiološki nadzor za NE Krško, obsega naslednje:

1. Mednarodne interkomparacijske meritve vzorcev, ki jih organizira IAEA (Mednarodna agencija za atomsko energijo) in druge priznane tuje organizacije (EML – Environmental Measurements Laboratory, ZDA, Analytics, ZDA, itd), ki imajo sledljivost do NIST, NPL ali ustreznih standardov. Število interkomparacijskih vzorcev ne sme biti manjše od 5 (pet). Interkomparacijske meritve obvezno obsegajo meritve naslednjih radionuklidov: Fe-55, Sr-89/90, H-3 ter C-14.
2. Medsebojne primerjalne meritve vzorcev iz okolja na vsebnost različnih radionuklidov (sevalci gama, Sr-90, H-3, C-14). Vzorce pripravi vsako leto drug sodelujoči laboratorij, in sicer v prvi polovici leta. Število teh vzorcev ne sme biti manjše od 5 (pet).

Rezultati vseh interkomparacij in primerjalnih meritev morajo biti vključeni v zbirno letno poročilo. V poročilu mora biti navedeno, kateri laboratoriji so uspešno prestali preskuse in zadoščajo postavljenim merilom. Ustreznost laboratorija se izkazuje s primerjalnim indeksom glede na certificirano vrednost in z ovrednotenjem rezultata (sprejemljivo, sprejemljivo z opozorilom ter nesprejemljivo).



ENOTE IN NAZIVI KOLIČIN

V tabelah so dosledno uporabljene enote in oznake, ki naj bi najbolj neposredno "omogočale izračun" obremenitve človeka in so v skladu z zakonodajnimi podatki (Uradni list).

1 **VODE** (Sava, vodovod, zajetja, vrtine)

1.1 Aktivnost se navaja v enotah: Bq/m^3
($1 \text{ Bq/m}^3 = 1\text{E-}3 \text{ Bq/kg} = 1\text{E-}3 \text{ Bq/L}$).

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

- aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 prefiltrirane vode;
izraz "groba suspendirana snov" (filtrski ostanek) velja za filtriranje skozi črni trak oz. velikosti delcev nad $6 \mu\text{m}$;
- aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 prefiltrirane vode, ki je dala ta filtrski ostanek.

1.3 **H-3** iz vode

Aktivnost se navaja v enotah Bq/m^3 vode.

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

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

3 **HRANA**

Aktivnost se navaja v Bq/kg sveže snovi oz. snovi v takem stanju, kot se zaužije, z navedbo masnega deleža (%) "suhe snovi" v sveži snovi, kadar se pri meritvah uporablja osušena snov; suha snov se dobi s sušenjem na temperaturi od $60 \text{ }^\circ\text{C}$ do $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

4 **BIOLOŠKI VZORCI**

Aktivnost se navaja v Bq/kg za sveže ribe, navede se tudi masni delež (%) suhe snovi v sveži ribi; za mahove, ribjo hrano in drugo se podaja aktivnost v Bq/kg suhe snovi z navedbo masnega deleža suhe snovi v trdni snovi (%), kadar je to smiselno.

5 **ZRAK**

Aktivnost se podaja za aerosole in jod v Bq/m^3 (pri približno normalnih pogojih)

6 **ZEMLJA**

Aktivnost se podaja v Bq/kg "osušene zemlje" in v Bq/m^2 .

7 **ZUNANJA DOZA**

se podaja z absorbirano dozo v zraku (približno enaka absorbirani dozi v mehkem tkivu) v Gy (zrak)
Pretvorba obsevne doze v absorbirano:

$100 \text{ R} = 2,58 \text{ E-}2 \text{ C/kg}$; $1 \text{ Gy (zrak)} = 1 \text{ J/kg}$

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 vzeti iz E. Browne, R. B. Firestone, Table of Radioactive isotopes, John Wiley and Sons, 1986.

Element	Simbol izotopa ali izomera	Razpolovni čas
tritij	H-3	12,33 let
berilij	Be-7	53,29 dni
ogljik	C-14	5730 let
natrij	Na-22	2,602 let
natrij	Na-24	14,66 ur
kalij	K-40	$1,277 \cdot 10^9$ let
argon	Ar-41	1,827 ure
krom	Cr-51	27,70 dni
mangan	Mn-54	312,2 dni
železo	Fe-55	2,73 let
kobalt	Co-57	271,77 dni
kobalt	Co-58	70,916 dni
železo	Fe-59	44,47 dni
kobalt	Co-60	5,271 let
cink	Zn-65	244,1 dni
stroncij	Sr-89	50,55 dni
stroncij	Sr-90	28,5 let
itrij	Y-90	2,671 dni
cirkonij	Zr-95	64,02 dni
niobij	Nb-95	34,97 dni
niobij	Nb-97	1,202 ure
molibden	Mo-99	2,748 dni
rutenij	Ru-103	39,254 dni
rutenij	Ru-106	1,020 leto
srebro	Ag-110m	249,76 dni
kositer	Sn-113	115,09 dni
kositer	Sn-117m	13,61 dni
telur	Te-123m	119,7 dni
antimon	Sb-124	60,20 dni
antimon	Sb-125	2,73 let
telur	Te-125m	57,4 dni
jod	I-125	60,14 dni
telur	Te-127m	109 dni
telur	Te-129m	33,6 dni
jod	I-131	8,040 dni
ksenon	Xe-131 m	11,9 dni
telur	Te-132	2,36 dni
ksenon	Xe-133	2,19 dni
jod	I-133	20,8 ur
cezij	Cs-134	2,062 let
ksenon	Xe-135	9,104 dni
cezij	Cs-137	30,0 let
barij	Ba-140	12,746 dni
lantan	La-140	1,678 dni
cer	Ce-141	32,50 dni
cer	Ce-144	284,9 dni
živo srebro	Hg-203	46,60 dni
svinec	Pb-210	22,3 let
radon	Rn-222	3,835 dni
radij	Ra-226	1600 let
radij	Ra-228	5,75 let
torij	Th-228	1,913 let
uran	U-238	$4,468 \cdot 10^9$ let



M E R S K E M E T O D E

Koncentracije radioaktivnih snovi v okolju se merijo s specifičnimi metodami, ki omogočajo določanje njihove izotopske sestave. Uporaba nespecifičnih metod je dopustna le v primeru, da je izotopska sestava dobro znana in se s časom ne spreminja. Metode morajo omogočiti merjenje množine radioaktivnih snovi, ki povzročijo manj kot tretjino avtorizirane mejne doze. Detekcijske meje metod, s katerimi se merijo posamezne specifične aktivnosti radionuklidov v vzorcih iz okolja, morajo biti manjše od aktivnosti, ki povzroči tridesetino avtorizirane dozne meje za posamezne radionuklide.

Seznam radionuklidov, katerih aktivnosti se merijo v okolju, mora ustrezati podatkom o emisiji in mora vsebovati najbolj radiotoksične izotope. Navadno se vzorci iz okolja merijo s spektrometrom gama, kjer se aktivnosti posameznih radionuklidov določi iz energije in intenzitete vrhov v spektru. Aktivnosti radionuklidov, ki ne sevajo žarkov gama, se merijo z metodami, ki vključujejo njihovo radiokemično separacijo. V okviru meritev radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško se po kemični separaciji merijo aktivnosti tritija in stroncijevih izotopov Sr-89 in Sr-90. V emisijah iz jedrske elektrarne pa se taka metoda uporablja še za meritve C-14 in Fe-55.

Pri izvedbi meritev sodeluje več institucij, pri katerih se izvedbe posameznih merskih metod razlikujejo. V nadaljevanju poglavja so opisane merske metode, ki jih uporabljajo posamezni izvajalci pri meritvah.

INSTITUT "JOŽEF STEFAN"

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 %.



**SLOVENSKA
AKREDITACIJA**
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-022

Institut "Jožef Stefan", Laboratorij za radiološke merilne sisteme in meritve radioaktivnosti je od marca 2003 akreditiran pri Slovenski akreditaciji 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 $50\,000 \text{ s}^{-1}$.



Celovito poročilo o vseh meritvah, opravljenih v okviru pogodbe POG-3404 na IJS, in napisano v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025:2005 smo izdali ločeno pod zaporedno številko 26/2007. En izvod tega poročila smo poslali naročniku, en izvod pa arhivirali na IJS. Rezultate iz celovitega poročila 26/2007 smo v poročilu *Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 2007* (ISSN 1318-2161) poročali na način, ki je najbolj ustrezen svojemu namenu. V tem poročilu se ob posameznih rezultatih ne podajata niti znak akreditacije niti besedilo, da je rezultat dobljen v okviru akreditirane metode.

Reference:

- [i] Pravilnik o monitoringu radioaktivnosti, Uradni list RS 20 (2007) 2509
- [ii] *Visokoločljivostna spektrometrija gama v laboratoriju (LMR-DN-10)*, IJS, Ljubljana
- [iii] Guide on Expression of Uncertainty in Measurement, ISO 1995, Geneva
- [iv] *Ocena merilne negotovosti (LMR-RP-05)*, IJS, Ljubljana
- [v] *PRILOGA K AKREDITACIJSKI LISTINI, Annex to the Accreditation Certificate, št./no. LP-022, Slovenska akreditacija, 2. 4. 2007*

ORIENTACIJSKE SPODNJE DETEKCIJSKE MEJE ZA VLG-SPEKTROMETRIJO

Medij	ZRAK	ZEMLJA	SEDIMENT	VODA	RIBE	GOMOLJ-NICE	MESO	SADJE	SOLATA	MLEKO
Enota	m ³	kg	kg	m ³	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Količina vzorca (*)	10.000	0.5	0,1	0,05	0,5	2	1	2	4	4
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
Cs134	1,0 E-6	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2	3,0 E-2	2,0 E-2	1,0 E-2	5,0 E-3
Cs-137	6,0 E-7	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2	3,0 E-2	3,0 E-2	1,0 E-2	5,0 E-3
Ba-140	5,4 E-5	2,0 E+0	2,0 E+0	2,0 E+0	3,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	1,0 E-1	3,0 E-2
Pb-210				1,0 E+1	2,0 E-1	6,0 E-1	6,0 E-1	6,0 E-1	0,5 E-1	5,0 E-2
Ra-226				2,0 E+0	5,0 E-1	5,0 E-1	2,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-2
Ra-228				1,0 E+0	1,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-1	1,0 E-1	4,0 E-2	3,0 E-2
Th-228				1,0 E+0	1,0 E-1	1,0 E-1	2,0 E-1	4,0 E-1	2,0 E-2	2,0 E-2
U-238				3,0 E+0	3,0 E-1	5,0 E-1	1,0 E+0	2,0 E-0	1,0 E-0	1,0 E-1

(*) Količina vzorca, podana v enotah druge vrstice, velja za sveže vzorce, razen pri zemlji, sedimentih in algah, kjer velja za suhi vzorec.

(**) Zbiranje I-131 se opravlja s posebnimi filtri, opremljenimi z aerosolnim filtrom in filtrom iz aktivnega oglja, impregniranega s TEDA pri volumnu 1000 m³.

Komentar:

Tabelirane spodnje detekcijske meje z intervalom zaupanja 95 % dosegamo:

- z detektorji (spektrometri), ki ustrezajo pogojem, navedenim v [i];
- z vzorci iz navadnega nekontaminiranega materiala; velike koncentracije posameznih radionuklidov dvignejo (poslabšajo) detekcijsko mejo za radionuklide, katerih karakteristične črte ležijo v območju comptonskega praga intenzivnih črt v odvisnosti od vrste detektorja;
- ob predpostavki, da je čas zakasnitve t_n med časom vzorčevanja (postavljenim v sredo vzorčevalnega intervala) in časom meritve pri zraku 0 dni, pri vodi 30 dni in pri drugih vzorcih



60 dni. Kadar je dejanska zakasnitev t_d različna od navedene nominalne t_n , potem se spodnjo detekcijsko mejo dobi, če se tabelirana vrednost pomnoži s faktorjem

$$e^{-0,692 \frac{(t_n - t_d)}{T_{1/2}}}$$

kjer je $T_{1/2}$ razpolovna doba opazovanega radionuklida.

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-90 / Sr-89 (Odsek O-2)

Princip določanja stroncija v okoljskih vzorcih (voda, hrana in krma, tla in sedimenti) temelji na raztapljanju vzorca v ustreznih raztopinah [vi]. Radiokemična separacija temelji na ločitvi stroncija od kalcija s kadečo se dušikovo kislino. Izkoristek separacije določimo gravimetrično s tehtanjem oborine SrCO_3 . Aktivnosti beta se izmeri na proporcionalnem števcu beta s pretokom plina. Najbolj pogosto se uporablja mešanica 90 % Ar in 10 % CH_4 . Števec EBERLINE Multi-Low-Level Counter FHT 770 T je umerjen s certificiranim standardom francoskega laboratorija LEA, division de CERCA.

V primerih, ko je potrebna določitev Sr-89, se izvrši separacija stroncija kot tudi izolacija itrija. Iz prve meritve SrCO_3 izmerimo aktivnost obeh, Sr-89 in Sr-90; iz meritve Y-90 pa določimo aktivnost Sr-90.

Natančni postopek določanja Sr-90/Sr-89 z beta štetjem je opisan v standardnem delovnem navodilu SDN-O2-STC(01) [vii] in v delovnem navodilu DP-O2-STC(01) [viii], izračun merilne negotovosti je opisan v IAEA-TECDOC-1401 [ix].

Reference:

- [vi] B. Vokal, Š. Fedina, J. Burger, I. Kobal, *Ten year Sr-90 survey at the Krško Nuclear Power Plant*, *Annali di Chimica*, 88 (1998), 731
- [vii] *Določanje stroncija z beta štetjem*, SDN-O2-STC(01)
- [viii] *Navodilo za uporabo proporcionalnega števca*, DP-O2-STC(01)
- [ix] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*, 2004

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

Tritij določamo v zračnih izpušnih in v vodnih vzorcih po postopkih, ki so natančno opisani v [x] in [xi] ter v referencah [xii, xiii, xiv]. Vse vzorce najprej destiliramo. V vzorcih vode tritij elektrolitsko obogatimo po proceduri IAEA [xiii, xiv]. Tako pripravljenim vzorcem dodamo scintilacijski koktajl ULTIMA GOLD LLT. Aktivnost mešanice merimo z instrumentom Tri Carb 3170 TR/SL, Super Low Level Liquid Scintillation Analyzer (Canberra Packard). Števec je umerjen s certificiranim standardom proizvajalca Perkin Elmer.

Reference:

- [x] *Določanje tritija s tekočinskim scintilacijskim štetjem*, SDN-O2-STC(02)
- [xi] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL*, DP-O2-STC(02)
- [xii] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements*; K. Rozanski, M. Gröning, *Tritium Assay in water samples using electrolytic enrichment and liquid scintillation spectrometry*, 2004
- [xiii] *HASL-300*, Procedure Manual, November 1990
- [xiv] Isotope Hydrology lab.; Technical Procedure Note 19, *Procedure and Technique Critique for Tritium Enrichment by Electrolysis at the IAEA Laboratory*, IAEA 1976



d) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3 (Odsek F-2)

Na *Odseku F-2* poteka določitev tritija v vzorcih podzemnih vod z elektrolitsko obogatitvijo in tekočinskoscintilacijskim štetjem.

Vzorci najprej destiliramo, preverimo pH destilata in mu dodamo natrijev peroksid. Pol litra vzorca elektrolitsko obogatimo, preostanku dodamo svinčev klorid in opravimo drugo destilacijo. Priprava vzorca je podrobno opisana v [xvi]. V tekočinskoscintilacijskem števcu Quantulus 1220 (Wallac, PerkinElmer) merimo merjence, pripravljene iz destilata vzorca in scintilacijskega koktajla [xvii]. Za kalibracijo števca in pripravo krivulje dušenja [xv] je bil uporabljen certificiran standard tritijeve vode Perkin Elmerja, za dodatno kontrolo rezultata meritve pa NIST-ov standard.

Reference:

- [xv] *Umeritvene krivulje za tekočinskoscintilacijski spektrometer (LSC-DN-05)*, IJS, Ljubljana
- [xvi] *Vzorčenje in priprava vzorcev za določitev tritija (LSC-DN-06)*, IJS, Ljubljana
- [xvii] *Meritev, analiza in izračun vsebnosti tritija (LSC-DN-07)*, IJS, Ljubljana

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

Ogljik C-14 določamo v zračnih izpustih po postopku, ki je opisan v [xviii, xix, xx]. Raztopljeni ¹⁴CO₂ oborimo z BaCl₂ iz lužne raztopine. Uprašeni oborini BaCO₃ dodamo scintilacijski koktajl Insta-gel in destilirano vodo. Aktivnost C-14 merimo na instrumentu Tri Carb 3170 TR/SL, Super Low Level Liquid Scintillation Analyzer (Canberra Packard). Števec je umerjen s certificiranim standardom proizvajalca Perkin Elmer. Metoda je natančno opisana v standardnem delovnem navodilu [xxi] in v delovnem postopku [xxii].

Reference:

- [xviii] Južnič A., Mohar T., Fedina Š., Kobal I., *Metoda določevanja C-14 v ozračju*, januar 1992
- [xix] 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, stran 649–655
- [xx] IAEA-TECDOC-1401, *Quantifying uncertainty in nuclear analytical measurements* (2004)
- [xxi] *Določanje 14C v bazični raztopini*, SDN-O2-STC(03)
- [xxii] *Navodilo za uporabo tekočinsko scintilacijskega števca TRICARB 3170 TR/SL, D-O2-STC(02)*

f) TERMOLUMINISCENČNA DOZIMetriJA (Odsek F-2)

Merilni sistem MR 200 (C) za termoluminiscenčno dozimetrijo, pečica za brisanje tablet, vsebnik za shranjevanje tablet, računalnik in jeklenka z dušikom tvorijo celovit sistem, ki omogoča enostavno, hitro in natančno merjenje absolutnih sevalnih doz v okolju in osebni dozimetriji. Dozimetre sestavljajo tabletki CaF₂:Mn z odličnimi odzivnimi lastnostmi. Tako lahko merimo zelo nizke doze, pod 20 μSv na mesec. Meritve zunanje doze so bile opravljene po postopku, opisanem v *TLD-DN-02*. V letu 2002 smo posodobili in izboljšali prvi merilni sistem za termoluminiscenčno (TL) dozimetrijo, leta 2007 pa smo posodobili in izboljšali še drugi merilni sistem. Karakteristike merilnih sistemov MR 200 (C) so pregledno zbrane v diplomskem delu D. Jezerška [xxiii] ter IJS delovnih poročilih [xxiv, xxv]: a) ponovljivost sistema je 5 %, b) ponovljivost tabletki je 2%, c) detekcijski prag je 5,7 μSv, d) bledenje je manjše kot 10 %, e) linearnost sistema je ± 10 %, f) spomin je 0,1 % doze obsevanja, g) samoobsevanje je zanemarljivo. Vse karakteristike sistema, preverjene v letu 2002, so v skladu z standardom CEI/IEC 1066 [xxvi].



Institut "Jožef Stefan", *Laboratorij za termoluminiscenčno dozimetrijo* je od julija 2005 akreditiran pri Slovenski akreditaciji pod zaporedno številko LP-022 za meritve doz Hp (10), H* (10), air-Kerma in Hp (0,07) s termoluminiscenčnimi dozimetri TLD-400 (CaF₂:Mn) za uporabo v osebni in okoljski dozimetriji v energijskem območju od 40 keV do 1,2 MeV [v].

Reference:

- [xxiii] D. Jezeršek, diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, 2002
- [xxiv] Validation of the TLD IJS MR 200C (3) measuring system, IJS-DP-9519, januar 2007
- [xxv] Validation of the TLD IJS MR 200C (2) measuring system, IJS-DP-9520, januar, 2007
- [xxvi] International standard CEI/IEC 1066; Thermoluminescence dosimetry systems for personal and environmental monitoring; First Edition, IEC Central Office Geneva, Switzerland, 1991
- [xxvii] Čitanje (merjenje) termoluminiscenčnih dozimetrov (TLD) (*TLD-DN-02*), Institut "Jožef Stefan", Ljubljana

INSTITUT "RUĐER BOŠKOVIĆ"

Na Institutu "Ruđer Bošković" je bil leta 1990 uveden sistem zagotovitve kakovosti, da se zagotovi ustrezno kvaliteto rezultatov dela. Opisan je v [xxviii] in ustreza zahtevam, navedenim v [xxix - xxxi].

Zavod za istraživanje mora i okoliša ima delujoč "Program osiguranja kvalitete i merenja radioaktivnosti u okolišu NE Krško". Namen tega programa je zagotovitev kvalitete in opredelitev principov in ciljev programa za zagotovitev kvalitete pri izvajanju meritev radioaktivnosti v okolici NE Krško. Načrt zagotovitve kvalitete opredeljuje osnovne zahteve in odgovornosti, potrebne, da se v Zavodu za istraživanje mora i okoliša zagotovi učinkovito izvajanje Programa na delih, ki vključujejo meritve radioaktivnosti v okolici NE Krško.

Program zagotovitve kvalitete ima dva dela:

- Program zagotovitve kvalitete
- Delovne postopke za:
 - zbiranje vzorcev
 - vzdrževaje vzorčevalne opreme
 - pakiranje in transport vzorcev
 - pripravo vzorcev
 - merjenje radioaktivnega stroncija
 - meritve spektrometrije gama
 - meritve tritija
 - meritve ⁵⁵Fe
 - meritve ozadja, kalibracijo, kontrolo delovanje merskih instrumentov in izdelavo virov za kalibracijo in kontrolo
 - vodenje dokumentacije

Laboratorij za radioekologijo ima "Rešenje o udovoljavanju uvjetima za potvrđeni meriteljski laboratorij" Državnega zavoda za normizaciju i meriteljstvo Republike Hrvške.

Reference:

- [xxviii] Priručnik osiguranja kvalitete (Plan i postupci), Institut Ruđer Bošković, 1990
- [xxix] Pravilnik o uvjetima za lokaciju, gradnju, pokusni rad, puštanje u rad i upotrebu nuklearnih objekata, Službeni list SFRJ, 52, 1998
- [xxx] Standard IAEA No. 50-C-QA Rev. 1, 1988
- [xxxii] Quality System Implementation for Nuclear Analytical Techniques, IAEA, 2004



a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Spektre gama merimo na dveh detektorjih, ki sta potrjena od državnega urada za standardizacijo in metrologijo (State Office for Standardization and Metrology, Republic of Croatia), in sicer na germanijevem detektorju BE3830 z ločljivostjo:

- 0,38 keV pri 5,9 keV (Fe-55)
- 0,55 keV pri 59,5 keV (Am-241)
- 0,69 keV pri 122 keV (Co-57)
- 2,05 keV pri 1332,5 keV (Co-60)

in na germanijevem detektorju GR2520 z izkoristkom 28,3 % glede na izkoristek detektorja z natrijevim jodidom, ki ima kristal z dimenzijami (3 × 3) palcev. Germanijev detektor ima ločljivost 0,80 keV pri 122 keV, 1,82 keV pri 1332,5 keV in razmerje vrh/compton 57,6.

Germanijeva detektorja sta povezana z računalnikom s programsko opremo GENIE2K. Ta programska oprema se uporablja za kvalitativno in kvantitativno analizo izmerjenih spektrov. Izkoristke detektorjev merimo s standardi s certifikati proizvajalcev IAEA, Canberra, Oxford in Analytics. Standarde uporabljamo tudi za določitev koincidenčnih korekcij.

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-90

Sediment in zemlja

Določeno množino vzorca premešamo z vodo in dodamo 1 mL Sr nosilca (20 mg Sr) in določeno množino (50 % mase vzorca) kationskega izmenjalca Amberlite IR-120. Vzorec z izmenjalcem mešamo (z zrakom ali z dušikom) nekaj ur. Po ločitvi eluiramo katione, vezane na ionski izmenjalec, s 5 M raztopino HNO₃. Eluat filtriramo, izparimo do suhega in raztopimo v 5 M HNO₃ in v metanolu. Vzorec spustimo skozi kolono, napolnjeno z izmenjalcem Amberlite CG-400, nato ločimo Sr od Ca z eluiranjem z 0,25 M raztopino HNO₃ v metanolu. Eluat (vsebuje Sr) izparimo do suhega, raztopimo v 5 M HNO₃ in prečistimo s Fe(OH)₃ in BaCrO₄. Stroncij se obori kot SrCO₃. Vzorec stoji 14 dni, da se vzpostavi radioaktivno ravnotežje Sr-90 in Y-90, nato izmerimo aktivnost s plinskim proporcionalnim števcem (2404 Alpha/beta/gamma System, Canberra).

Tekočinski vzorci

Določenemu volumnu nakisanega tekočega vzorca dodamo Sr-nosilec (20 mg Sr) in Y-nosilec (10 mg Y) in izparimo do suhega. Suhi ostanek raztopimo v 5 M HNO₃ in pomešamo z raztopino etanol-metanol (1:1). Kolono (notranjega premera 1 cm) napolnimo z izmenjalcem Amberlite CG-400 ($h = 10$ cm) in namakamo čez noč. Preden spustimo vzorec skozi kolono, izmenjalec speremo s 5 M HNO₃ in 0,25 M raztopino HNO₃ v metanolu. Nato spustimo skozi kolono vzorec in kolono izperemo s 300 mL 0,25 M raztopine HNO₃ v metanolu. V prvih 50 mL se eluira Cs, v preostanku pa Sr in Y. Eluat izparimo do suhega, raztopimo v majhnem volumnu 5 M HNO₃, prečistimo z obarjanjem s Fe(OH)₃, nato dodamo BaCrO₄, da odstranimo sevalce alfa. Stroncij se obori kot SrCO₃. Vzorec stoji 14 dni, da se vzpostavi radioaktivno ravnotežje Sr-90 in Y-90, nato izmerimo aktivnost s proporcionalnim števcem (2404 Alpha/beta/gamma System, Canberra).

c) RADIOKEMIČNA ANALIZA H-3

Vzorec vode se predestilira z dodatkom KMnO₄. 250 mL destilirane vode se elektrolitsko obogati. Koncentracijo H-3 določamo tako, da merimo 7 mL vodne raztopine, ki smo ji dodali 13 mL scintilatorja (ULTIMA GOLD) v polietilenski plastični posodici volumna 20 mL (Low diffusion plastic vial), na scintilacijskem števcu Liquid scintillation Analyser (Tri-Carb, Packard, Model 2700TR). Ozadje je nižje od 1 impulza na minuto. Izkoristek določamo z uporabo "quenched standarda" in certificiranih standardov H-3.



d) DOLOČITEV Fe-55 Z RENTGENSKO FLUORESCENČNO SPEKTROMETRIJO

Priprava standardnih raztopin Fe-55

Iz raztopine standarda Fe-55 z aktivnostjo 110 kBq/g, nabavljene pri DAMRI (Francija), pripravimo osnovno raztopino v 2-krat destilirani vodi z aktivnostjo okoli 110 Bq/g. Iz nje pripravimo raztopine različnih aktivnosti, s katerimi izmerimo umeritveno krivuljo.

Postopek prekoncentracije vzorca

V 50 mL standardne raztopine ali vzorca dodamo nosilec Fe³⁺ (0,1 mL raztopine nosilca Fe³⁺ 26,6 mg/L). Nakisamo na pH okoli 4 z dodatkom raztopine amonijaka ali solne kisline in dodamo 1 mL 1-odstotne raztopine amonijevega pirilidino ditiokarbamata (APDC). Tako pripravljeno raztopino mešamo 30 min z magnetnim mešalom, da se obori Fe kot karbamat. Oborino karbamata ločimo iz raztopine s filtriranjem (Milipore 0,45 µm). Nato filter vstavimo v nosilec, ki je sestavljen iz dveh prstanov enakih dimenzij in ga položimo na detektor, ki detektira karakteristične rentgenske žarke Fe-55, oborjenega kot karbamat na filtru. Filter je od detektorja oddaljen 2 mm, med vzorec in detektor pa postavimo folijo iz mylarja.

Postopek merjenja

Za merjenje karakterističnih črt Mn ($K_{\alpha} = 5,9$ keV in $K_{\beta} = 6,4$ keV) uporabljamo Si(Li) polprevodniški detektor Canberra. Aktivna površina detektorja je 30 mm², aktivni premer je 6,2 mm, debelina 3 mm berilijevim oknom s 25 µm. Za meritev spektrov uporabljamo program Genie (Canberra). Meritev traja, dokler je statistična negotovost števila sunkov v vrhu pri energiji 5,9 keV manjša od 5 %.

INSTITUT ZA MEDICINSKA ISTRAŽIVANJA I MEDICINU RADA

a) TERMOLUMINISCENČNA DOZIMETRIJA

Priprava TL–dozimetrov

Termoluminiscenčni dozimetri (TLD) CaF₂:Mn se žarijo eno uro na temperaturi 350–400 °C. Temperatura žarjenja se zapisuje.

V plastične kasete se vstavi po tri ohlajene dozimetre. Kasete se na terenu vstavi v plastični nosilec, ki je nameščen 1 m nad tlemi. Na kaseti so napisani lokacija ter začetek in konec izpostavitve dozimetra. Kasete se menjajo vsakih šest mesecev. Podatke o lokaciji in času izpostavitve se vpiše na obrazec O-3.

Postopek odčitavanja

Napravo "Reader 2810" se pripravi po navodilih. Pravilnost delovanja naprave se kontrolira vsako uro s kontrolnimi neobsevanimi TLD-tabletami. Nato se obsevan TL-dozimeter vstavi v napravo, se ga odčita in izračuna ekspozicijska doza. Podatke se vpiše na obrazec O-3. Podatki se vnesejo v računalniško bazo TL-dozimetrov, kjer se izračunajo letne ekspozicijske ter absorbirane in ekvivalentne doze.

Podrobnosti so zapisane v priročniku "Osiguranje kvalitete" in "Program osiguranja kvalitete", del "Mjerjenje radioaktivnosti u okolici NE Krško", RP-IMI, 1987, zadnja revizija iz leta 1998.



ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU

a) VISOKOLOČLJIVOSTNA SPEKTROMETRIJA GAMA

Omenjena metoda je v našem laboratoriju LMSAR podrobno opisana v dokumentu DP-LMSAR-09, in sicer v petih sklopih: energijska kalibracija, izkoristek detektorja, izračun lokacije in ploščine vrha, identifikacija radionuklida ter izračun specifične aktivnosti in merilne negotovosti rezultata. Vse našete korake izvajamo s programsko opremo GENIE 2000, katere algoritmi so opisani v knjigi GENIE 2000 – Customization Tools Manual. Opora temu programskemu paketu pa so naslednji mednarodni standardi:

- IEC-1452: Nuclear instrumentation - Measurement of gamma-ray emission rates of radionuclides-Calibration and use of germanium spectrometers
- IEC-973: Test procedures for germanium gamma-ray detectors
- IEC-759: Standard test procedures for semiconductor X-ray energy spectrometers

- IEC-61976: Nuclear instrumentation-Spectrometry - Characterization of the spectrum background in HPGe gamma-ray spectrometry
- ISO-11929-3: Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements

Sledljivost rezultatov dosegamo s kalibracijskimi standardi specifičnih geometrij in matrik, ki so podobne vzorcem, ki jih merimo za naše naročnike. Te standarde naročamo pri organizacijah, ki so akreditirane za pripravo teh standardov (npr. Analytics iz ZDA in AEA Technology QSA GmbH iz Nemčije).

Vse sistematske vplive, kot so razlike v gostoti vzorcev, parametrov, ki vplivajo na atenuacijo gama sevanja v matriki in odmike od geometrije vzorca glede na standardne vzorce, izračunavamo z validirano programsko opremo Canberra, ki je navedena v dokumentu: Model S573/S574 ISOCS/LabSOCS, Validation & Verification Manual.



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.



ORIENTACIJSKE SPODNJE DETEKCIJSKE MEJE ZA VLG-SPEKTROMETRIJO (*)

Medij	BIOLOŠKI VZORCI	ZEMLJA	VODA	SEDIMENT	ZRAK
Enota	kg	kg	m ³	kg	m ³
Količina vzorca (**)	3	0,15	0,1	0,05	10000
Radionuklid	Bq/kg	Bq/kg	Bq/m ³	Bq/kg	Bq/m ³
K-40	0,2	4,7	4,7	5,8	4,0 E-05
Mn-54	0,03	0,7	0,9	0,8	6,0 E-06
Co-57	0,01	0,4	0,3	0,8	2,0 E-06
Co-58	0,03	0,8	1,2	1,0	7,0 E-06
Co-60	0,03	0,7	0,7	0,8	6,0 E-06
Zn-65	0,06	1,5	2,0	1,8	1,0 E-05
Ru-103	0,10	0,9	1,6	1,0	7,0 E-06
Sb-124	0,03	0,8	1,2	1,0	7,0 E-06
Sb-125	0,06	1,7	1,8	2,0	1,0 E-05
I-131	0,20	5,0	1,5	6,0	4,0 E-05
Cs-134	0,03	0,6	0,7	0,8	5,0 E-06
Cs-137	0,03	0,7	0,7	0,8	5,0 E-06
Pb-210	0,20	8,0	3,3	8,0	4,0 E-05
Ra-228	0,07	2,0	2,0	2,0	2,0 E-05
Th-228	0,06	2,0	1,2	2,0	1,0 E-05
Ra-226	0,5	4,0	2,0	4,0	8,0 E-06
U-238	0,1	4,0	3,0	4,0	2,0 E-05
Am-241	0,0	1,0	0,7	1,0	5,0 E-06

(*) Tabelirane spodnje detekcijske meje so podane z intervalom zaupanja 68 % .

(**) Količina vzorca, podana v enotah druge vrstice, velja za sveže vzorce, razen pri zemlji in sedimentih, kjer velja za suhi vzorec.

b) RADIOKEMIČNA ANALIZA Sr-89/Sr-90 IN I-131

Natančen opis metod določitve Sr-89/90 v različnih vzorcih in določitve I-131 v mleku kakor tudi vzorčenje in priprava vzorcev so predstavljene v naslednjih internih delovnih postopkih:

- Vzorčenje, pakiranje, pošiljanje vzorcev iz biosfere, hrane in drugih bioloških vzorcev (DP-LMSAR-02)
- Priprava bioloških in nebioloških vzorcev za gamaspektrometrično in radiokemično analizo (DP-LMSAR-03)
- Določanje aktivnosti Sr-89/90 v zračnih filtrih (DP-LMSAR-11DP-1.03.06.)
- Določanje aktivnosti Sr-89/90 v padavinah (DP-LMSAR-14DP-1.03.07.)
- Določanje aktivnosti Sr-89/90 v mleku (DP-LMSAR-12)
- Določanje aktivnosti J-131 v mleku (DP-LMSAR-16DP-1.03.11.)

Sledljivost rezultatov je dosežena z redno kalibracijo instrumenta BERTHOLD LB770 s standardnimi raztopinami proizvajalca Amersham. Postopek kalibracije je opisan v delovnih postopkih DP-LMSAR-17 in DP-LMSAR-18.



TABELARIČNI ZAPISI MERITEV

Izmerki v tabelah in posredno v preglednicah so zapisani po naslednjih pravilih:

1. Specifične aktivnosti sevalcev gama pri enkratno odvzetih vzorcih so preračunane na datum vzorčevanja.

Specifične aktivnosti sevalcev gama pri kontinuirano zbiranih vzorcih so izračunane pri predpostavki, da sta bili hitrost zbiranja vzorca in kontaminacija konstantni v času vzorčevanja.

2. Število, ki sledi znaku \pm , je številna vrednost združene standardne negotovosti specifične aktivnosti in se nanaša na interval zaupanja z 68-odstotno zanesljivostjo.

Združena standardna negotovost pri rutinskih meritvah na visokoločljivostni spektrometriji gama vključuje statistično negotovost števila sunkov v vrhovih v spektru, negotovost metode določanja števila sunkov v vrhovih, ozadja, umeritve spektrometra, jedrskih podatkov in količine vzorca. Negotovosti, ki izvirajo iz vzorčevanja, razen količine vzorca, niso upoštevane.

Pri radiokemičnih meritvah vsebuje merska negotovost statistično negotovost meritve (negotovost tipa A) in druge ocenjene negotovosti tipa A in B, ki sledijo iz postopka in so bolj ali manj za določen postopek stalne.

Poročane negotovosti so izračunane v skladu z vodili GUM (1995).

3. 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. Pri meritvah, opravljenih pred 15. 6. 2007, je interval zaupanja pri meji detekcije 68 %, po tem datumu pa smo 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)* povečali interval zaupanja na 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.

4. Če je pri detektirani prisotnosti radionuklida negotovost aktivnosti večja od 80 % vrednosti izmerka, se poroča **meja kvantifikacije** – k vrednosti izmerka se prišteje negotovost, pomnožena z 1,65, rezultat pa se označi kot manjši (<) od dobljene številčne vrednosti. V tem primeru je verjetnost, da leži prava vrednost pod dobljeno številčno vrednostjo 95 %.

Pri računanju povprečja upoštevamo podatke, ki so označeni z $< a$, kot $0 \pm a$ (meja kvantifikacije). Kadar podatka v tabelah ni (kar pomeni, da radionuklid ni bil detektiran in je njegova koncentracija pod mejo detekcije), privzamemo 0 ± 0 .

Prednosti tega postopka so naslednje:

- Negotovost povprečja je mogoče oceniti iz apriorne in aposteriorne negotovosti, to je iz negotovosti posameznih izmerkov in iz disperzije populacije izmerkov. V tabelah se kot negotovost povprečja navaja večja od apriorne ali aposteriorne negotovosti.
- Povprečna vrednost ni odvisna od meje kvantifikacije, torej od pogojev merjenja. Od pogojev merjenja je odvisna le negotovost povprečja, podobno kot so od pogojev merjenja odvisne negotovosti posameznih izmerkov.
- Vpliv negativnih vrednosti izmerkov, ki se pri računu povprečja upoštevajo kot ničle, se delno uravna z vplivom vrednosti, ki so pod mejo kvantifikacije, ki se prav tako upoštevajo kot ničle. Ker je meja kvantifikacije postavljena tik nad mejo detekcije, se vpliv negativnih vrednosti izmerkov dobro uravna z vplivom vrednosti, ki so pod mejo kvantifikacije.



Omeniti je treba, da interpretacija rezultatov blizu detekcijske meje vnese sistematski vpliv v merske rezultate. Merski rezultati, ki so v bližini detekcijske meje, so med seboj korelirani. Omenjeni sistematski vpliv je sicer manjši od negotovosti posameznih izmerkov, vendar pa bi se praviloma morale negotovosti teh rezultatov računati po postopku za korelirane vrednosti. Ker uporabljeni račun povprečja ni tak, so negotovosti povprečij izmerkov v bližini detekcijskih mej podcenjene. Ker se doze računajo iz povprečnih aktivnosti, so njihove negotovosti lahko zaradi omenjenega sistematskega vpliva podcenjene.

5. Število za znakom < je torej ali meja kvantifikacije ali številka vrednost meje detekcije pri danih pogojih meritve in se nanaša na interval zaupanja z 68-odstotno zanesljivostjo (le pri Pb-210).
6. Pri računu doz za neko časovno obdobje T (npr. dan, mesec, leto) predpostavljamo, da poteka vnos medija (npr. vode, zraka) v organizem s stalno hitrostjo $dV/dt = \dot{V} = \text{konst.}$ Ta predpostavka nam omogoča, da v organizem vneseno aktivnost A posameznih radionuklidov izrazimo s:
 - časovnim integralom specifične aktivnosti (s časovnim integralom koncentracije aktivnosti) ali s
 - povprečno specifično aktivnostjo v obdobju T , ki je enaka specifični aktivnosti sestavljenega vzorca, zbranega v obdobju T .

Velja namreč:

$$A / \text{Bq} = \int_0^T \dot{V} / \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right) \cdot a(t) / \left(\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3}\right) \cdot dt / \text{s} = (\dot{V} \cdot T) \frac{1}{T} \int_0^T a(t) \cdot dt = V_T \cdot \langle a(t) \rangle = V_T \cdot a_T$$

kjer je:

$V_T = (\dot{V} \cdot T)$ v času T vnesena količina (volumen) medija v organizem;

$\langle a(t) \rangle = a_T$ povprečna specifična aktivnost v obdobju T , ki je enaka specifični aktivnosti sestavljenega vzorca a_T , zbranega iz enako velikih delnih vzorcev (volumnov) skozi obdobje T .

Slednja enakost velja tudi za diskretno zbiranje sestavljenega vzorca, ko v enakih časovnih presledkih (v obdobju T) nabereemo 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.

7. 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.



8. 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.
9. 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.
10. 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 A

	Tabele	Stran
11. REKA SAVA - sestavljeni mesečni vzorci filtrirane vode in filtrskega ostanka		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90/Sr-89 in H-3		
KRŠKO Videm	T - 1, 2	M-2
BREŽICE	T - 3, 4	M-4
JESENICE na Dolenjskem	T - 5, 6	M-6
111. REKA SAVA - enkratni vzorci nefiltrirane vode		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 7	M-8
BREŽICE	T - 9	M-9
JESENICE na Dolenjskem	T - 10	M-9
111. REKA SAVA - sedimenti		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 11	M-10
BREŽICE	T - 13	M-11
JESENICE na Dolenjskem	T - 14	M-11
KRŠKO pod mostom	T - 15/p	M-12
pod jezom NEK	T - 16/p1	M-12
PESJE	T - 16/p2	M-13
BREŽICE	T - 16/p3	M-13
JESENICE na Dolenjskem	T - 17/p	M-14
PODSUSED (R Hrvaška)	T - 18	M-14
111. REKA SAVA - vodna biota - ribe		
- izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89		
KRŠKO	T - 19	M-15
BREŽICE	T - 21	M-15
JESENICE na Dolenjskem	T - 22	M-16
JESENICE na Dolenjskem	T - 22/p1	M-16
MEDSAVE (R Hrvaška)	T - 23	M-17
OTOK (R Hrvaška)	T - 24	M-17
PODSUSED (R Hrvaška)	T - 25	M-18



12. VODOVODI – enkratni vzorci pitne vode

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

KRŠKO	T - 28	M-20
BREŽICE	T - 29	M-20

13. ČRPALIŠČA VODOVODOV – sestavljeni mesečni vzorci

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

vodovod BREŽICE	T - 30	M-21
črpališče BREGE	T - 31	M-22
črpališče DRNOVO	T - 32	M-23
vodovod SPODNJI STARI GRAD	T - 33	M-24
črpališče BREŽICE - Glogov Brod	T - 34	M-25

14. PODTALNICE – enkratni ali sestavljeni mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama
in specifična analiza H-3

MEDSAVE (R Hrvaška)	T - 35	M-26
ŠIBICE (R Hrvaška)	T - 36	M-27
VRTINA E1 v NEK	T - V1	M-28
VRTINA VOP-4 v Vrbini	T - V2	M-28

15. PADAVINE in

16. SUHI USEDI – mesečni zbirni 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, IJS *)	T - 40	M-36
PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI	T - 41	M-38
SUHI USED – vazelinske plošče	T - 42	M-39

20. ZRAK – zračni jod ter aerosoli

- izotopska analiza sevalcev gama

PREGLED MERITEV JODA V ZRAKU	T - 43	M-44
SPODNJI STARI GRAD	T - 44	M-45
STARA VAS	T - 45	M-46
LESKOVEC	T - 46	M-47
BREGE	T - 47	M-48
VIHRE	T - 48	M-49
GORNJI LENART	T - 49	M-50
LIBNA	T - 50	M-51
DOBOVA	T - 51	M-52
LJUBLJANA PODGORICA *)	T - 52	M-54

*) Iz republiškega programa nadzora



30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

TL-dozimetri v okolici NEK in na ograji NEK	T - 53	M-56
TL-dozimetri v Republiki Sloveniji	T - 54	M-60
TL-dozimetri v Republiki Hrvaški	T - 55	M-63
Kontinuirni merilniki hitrosti doze MFM-202	T - 56	M-64

40. ZEMLJA - enkratni vzorci

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

GMAJNICE - neobdelana zemlja	T - 57	M-68
- normalno orana njiva	T - 58	M-70
KUSOVA VRBINA - neobdelana zemlja	T - 59	M-72
AMERIKA - neobdelana zemlja	T - 60	M-74

51. MLEKO - enkratni oz. sestavljeni mesečni vzorci

- izotopska analiza sevalcev gama in specifični analizi Sr-90 in J-131

PESJE	T - 61	M-78
VIHRE	T - 62	M-79
BREGE	T - 63	M-80

55. MESO IN KOKOŠJA JAJCA - enkratni vzorci

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

KOKOŠJE MESO IN JAJCA	T - 65	M-81
SVINJSKO IN GOVEJE MESO	T - 66	M-81

54. POVRTNINE IN POLJŠČINE - enkratni vzorci

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

PŠENICA	T - 67	M-82
KORUZA, JEČMEN	T - 68	M-82
FIŽOL	T - 69	M-83
KROMPIR, KORENJE	T - 70	M-83
PETERŠILJ	T - 71	M-84
SOLATA	T - 72	M-84
ZELJE	T - 73	M-85
PARADIŽNIK, ČEBULA	T - 74	M-85

53. SADJE - enkratni vzorci

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

JABOLKA	T - 75	M-86
HRUŠKE	T - 76	M-86
JAGODE	T - 77	M-87
VINO	T - 78	M-87



Vse tabele z rezultati meritev iz programa A in tabele primerjalnih meritev so na zgoščenci, ki je priložena temu poročilu.

PROGRAM A

11., 111., 101.	REKA SAVA	Sava2007.pdf
12., 13., 14.	VODOVODI, ČRPALIŠČA, PODTALNICE	VodovodiCrpalisca2007.pdf
15., 16.	PADAVINE, TALNI USEDI	PadavineUsedi2007.pdf
20.	ZRAK	Zrak2007.pdf
30.	DOZA ZUNANJEGA SEVANJA	ZunanjeSevanje2007.pdf
40.	ZEMLJA	Zemlja2007.pdf
50.	HRANA	Hrana2007.pdf

TABELE REZULTATOV PRIMERJALNIH MERITEV

Rezultati mednarodnih primerjalnih meritev	MednarodnePrimerjave2007.pdf
Primerjalne meritve pogodbenih laboratorijev	MedsebojnePrimerjave2007.pdf

11. REKA SAVA

- 11. VODA - SESTAVLJENI MESEČNI VZORCI
- 111. VODA - ENKRATNI VZORCI
- 111. SEDIMENTI
- 111. VODNA BIOTA – RIBE

LETO 2007 T - 1a

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



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

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	151,6	146,4	130,3	136,7	
Pretok (m ³ /s)	207,9	110,4	158,5	162,9	
Oznaka vzorca	NEKVKRK107	NEKVKRK207	NEKVKRK307	NEKVKRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	9,4E+00 ± 2E+00	9,5E+00 ± 2E+00	4,8E+00 ± 9E-01	1,9E+00 ± 1E+00	6,4E+00 ± 2E+00
Ra-226	9,0E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	1,6E+00 ± 1E-01	8,7E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Pb-210	1,3E+00 ± 1E+00	1,2E+01 ± 2E+00	1,2E+01 ± 2E+00	5,6E+00 ± 2E+00	7,6E+00 ± 3E+00
Ra-228	6,0E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 2E-01	8,8E-01 ± 3E-01	9,7E-01 ± 2E-01
Th-228	6,6E-01 ± 4E-01		3,1E+00 ± 9E-01	5,4E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 7E-01
K-40	4,0E+01 ± 3E+00	4,8E+01 ± 3E+00	3,8E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 5E+00
Be-7	5,1E+01 ± 4E+00	1,3E+01 ± 1E+00	8,1E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 2E+00	4,3E+01 ± 1E+01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	5,5E-02 ± 5E-02	4,9E-02 ± 4E-02	1,7E-01 ± 5E-02	< 5E-01	6,9E-02 ± 1E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	5,4E-01 ± 4E-02	1,1E+00 ± 5E-02	1,2E+00 ± 5E-02	1,2E+00 ± 5E-02	1,0E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 2a

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



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

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	144,0	145,6	147,2	140,8	
Oznaka vzorca	NEKFKRK107	NEKFKRK207	NEKFKRK307	NEKFKRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	2,4E+00 ± 7E-01		1,2E+00 ± 5E-01	3,0E+00 ± 9E-01	1,6E+00 ± 7E-01
Ra-226	2,4E-01 ± 1E-01	2,1E-01 ± 9E-02	2,7E-01 ± 9E-02	2,0E-01 ± 1E-01	2,3E-01 ± 5E-02
Pb-210	1,1E+00 ± 7E-01	2,7E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 5E-01	5,0E-01 ± 4E-01	6,3E-01 ± 2E-01
Ra-228	3,0E-01 ± 2E-01		4,1E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 5E-01	3,3E-01 ± 1E-01
Th-228	6,7E-01 ± 2E-01	4,1E-01 ± 2E-01	2,0E-01 ± 1E-01	2,6E-01 ± 2E-01	3,9E-01 ± 1E-01
K-40	1,4E+00 ± 1E+00	4,5E-01 ± 4E-01	3,0E+00 ± 9E-01	2,7E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 6E-01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	5,7E-02 ± 2E-02	7,7E-02 ± 3E-02	9,2E-02 ± 2E-02	9,7E-02 ± 9E-02	8,1E-02 ± 2E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	5,0E-02 ± 1E-02	5,0E-02 ± 2E-02	3,0E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 7E-03

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

LETO 2007 T - 1b, 2b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



Specifična analiza H-3 (**)

Vzorč. mesto	Krško						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)							
Pretok (m ³ /s)	139,1	238,5	246,0	143,9	98,2	89,1	
Oznaka vzorca	NEKVKKR107	NEKVKKR107	NEKVKKR107	NEKVKKR207	NEKVKKR207	NEKVKKR207	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	1,3E+03 ± 6E+02	1,6E+03 ± 6E+02	2,7E+03 ± 7E+02	2,1E+03 ± 7E+02	1,7E+03 ± 4E+02	1,1E+03 ± 3E+02	1,8E+03 ± 2E+02

Vzorč. mesto	Krško						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)							
Pretok (m ³ /s)	110,3	82,4	282,7	216,5	138,4	133,8	
Oznaka vzorca	NEKVKKR307	NEKVKKR307	NEKVKKR307	NEKVKKR407	NEKVKKR407	NEKVKKR407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	1,3E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 6E+02	1,5E+03 ± 1E+02

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

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

LETO 2007 T - 3a
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



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

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	52,1	39,3	45,8	47,1	49,2	47,9	
Pretok (m ³ /s)	139,1	238,5	246,0	143,9	98,2	89,1	
Oznaka vzorca	NEKVBR0107	NEKVBR0207	NEKVBR0307	NEKVBR0407	NEKVBR0507	NEKVBR0607	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	7,2E+00 ± 3E+00	1,1E+01 ± 4E+00	6,5E+00 ± 4E+00	2,1E+00 ± 2E+00	1,3E+01 ± 3E+00	6,7E+00 ± 2E+00	
Ra-226	9,0E-01 ± 8E-01	1,1E+01 ± 4E+00	7,7E-01 ± 2E-01	8,3E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 4E-01	1,0E+00 ± 2E-01	6,6E-01 ± 2E-01
Pb-210	6,4E+00 ± 3E+00	3,4E+00 ± 3E+00	1,5E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 2E+00	3,4E+01 ± 1E+01	8,4E+00 ± 5E+00
Ra-228	1,3E+00 ± 9E-01	1,9E+00 ± 1E+00	6,5E-01 ± 5E-01	1,7E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 1E+00	6,0E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 4E-01
Th-228	8,1E-01 ± 8E-01	1,9E+00 ± 1E+00	7,6E-01 ± 5E-01	1,7E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 3E-01	7,1E-01 ± 4E-01
K-40	3,8E+01 ± 5E+00	2,4E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 5E+00	3,7E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 2E+00	2,8E+01 ± 3E+00
Be-7			1,3E+01 ± 2E+00	4,3E+00 ± 6E+00		5,1E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 2E+00
I-131	4,3E+00 ± 2E+00						7,1E-01 ± 7E-01
Cs-134							
Cs-137	< 2E+00	6,8E-01 ± 2E-01	1,4E-01 ± 1E-01	< 2E+00	< 2E+00	< 7E-01	1,4E-01 ± 6E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	3,8E-01 ± 8E-02	1,4E+00 ± 2E-01	9,9E-01 ± 1E-01	2,1E+00 ± 1E-01	1,9E+00 ± 1E-01	2,3E+00 ± 9E-02	1,5E+00 ± 3E-01
H-3	4,4E+03 ± 7E+02	2,9E+03 ± 7E+02	2,1E+03 ± 7E+02	1,6E+04 ± 1E+03	1,5E+04 ± 3E+03	2,6E+03 ± 5E+02	7,3E+03 ± 3E+03

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

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

LETO 2007 T - 4a
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



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

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	73,5	57,2	88,4	86,0	93,1	86,7	
Oznaka vzorca	NEKFBR0107	NEKFBR0207	NEKFBR0307	NEKFBR0407	NEKFBR0507	NEKFBR0607	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	8,3E+00 ± 2E+00	2,7E+00 ± 1E+00	4,4E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 8E-01	< 1E+00	1,5E+00 ± 7E-01	3,1E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,9E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 2E-01	2,3E-01 ± 1E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,4E-01 ± 1E-01	2,8E-01 ± 2E-01
Pb-210	2,2E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 1E+00	< 9E-01	< 9E-01	1,1E+00 ± 1E+00	< 1E+00	7,8E-01 ± 4E-01
Ra-228	9,0E-01 ± 4E-01	6,4E-01 ± 4E-01	9,0E-01 ± 5E-01	9,0E-01 ± 4E-01	9,7E-01 ± 6E-01	8,5E-01 ± 3E-01	6,0E-01 ± 2E-01
Th-228	3,2E+00 ± 2E+00	3,6E+00 ± 2E+00	8,4E-01 ± 4E-01	5,4E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	5,6E-01 ± 1E-01
K-40	3,2E+00 ± 2E+00	3,6E+00 ± 2E+00	3,2E+00 ± 2E+00	3,2E+00 ± 2E+00	3,4E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 7E-01
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 1E-01	< 1E+00	2,3E-01 ± 8E-02	2,6E-01 ± 7E-02	< 9E-01	< 8E-01	8,2E-02 ± 3E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	9,0E-02 ± 5E-03	5,6E-01 ± 6E-02	1,0E-02 ± 4E-03	1,1E-01 ± 1E-02	1,0E-01 ± 4E-02	1,1E-01 ± 4E-02	1,6E-01 ± 8E-02

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

LETO 2007 T - 3b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



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

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	49,8	48,6	47,4	49,8	45,1	40,2	
Pretok (m ³ /s)	110,3	82,4	282,7	216,5	138,4	133,8	
Oznaka vzorca	NEKVBR0707	NEKVBR0807	NEKVBR0907	NEKVBR1007	NEKVBR1107	NEKVBR1207	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238			7,8E-01 ± 3E-01	5,1E+00 ± 2E+00	6,3E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 3E+00	4,7E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,1E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,8E-01 ± 4E-02	2,9E-01 ± 2E-01	8,6E-01 ± 3E-01	9,7E-01 ± 3E-01	6,9E-01 ± 1E-01
Pb-210	< 2E+00	1,3E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 1E+00	1,9E+01 ± 7E+00	< 2E+00	< 2E+00	6,2E+00 ± 3E+00
Ra-228	1,5E+00 ± 1E+00	1,0E+00 ± 8E-01	1,4E-01 ± 1E-01		1,6E+00 ± 7E-01	2,5E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 2E-01
Th-228	1,2E+00 ± 7E-01	1,4E+00 ± 7E-01	8,5E-01 ± 3E-01	1,3E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 7E-01	8,0E-01 ± 6E-01	9,1E-01 ± 2E-01
K-40	3,2E+01 ± 5E+00	4,0E+01 ± 5E+00	5,3E+00 ± 5E-01	2,4E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 5E+00	1,6E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 3E+00
Be-7		2,7E+00 ± 3E-01	1,7E+01 ± 1E+00	1,4E+02 ± 9E+00	7,3E+00 ± 2E+00		1,6E+01 ± 1E+01
I-131				3,8E+00 ± 8E-01	6,2E+00 ± 2E+00	5,0E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 7E-01
Cs-134							
Cs-137	< 2E+00	< 2E+00	< 2E-01	< 1E+00	< 2E+00	< 1E+00	6,8E-02 ± 4E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	2,8E+00 ± 2E-01	1,9E+00 ± 8E-02	2,9E+00 ± 1E-01	2,3E+00 ± 8E-02	2,0E+00 ± 1E-01	1,5E+00 ± 1E-01	1,9E+00 ± 2E-01
H-3	2,1E+04 ± 2E+03	1,1E+04 ± 6E+02	1,9E+04 ± 3E+03	3,8E+03 ± 7E+02	1,9E+03 ± 3E+02	1,8E+03 ± 2E+02	8,5E+03 ± 2E+03

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

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

LETO 2007 T - 4b

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



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

Vzorč. mesto	Brežice (kont. vz.) - 8,2 km od NEK						
Datum vzor.	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	93,8	88,3	84,7	85,7	79,6	67,6	
Oznaka vzorca	NEKFBR0707	NEKFBR0807	NEKFBR0907	NEKFBR1007	NEKFBR1107	NEKFBR1207	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	1,3E+00 ± 1E+00		6,7E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 2E+00	1,2E+00 ± 1E+00	4,0E-01 ± 4E-01	3,0E+00 ± 9E-01
Ra-226	< 3E-01	1,9E-01 ± 1E-01	2,1E+00 ± 2E-01	2,1E-01 ± 2E-01		9,0E-01 ± 2E-01	4,2E-01 ± 2E-01
Pb-210	1,2E+00 ± 9E-01	< 8E-01	6,8E+00 ± 2E+00			4,1E-01 ± 4E-01	1,1E+00 ± 6E-01
Ra-228	5,5E-01 ± 4E-01	8,9E-01 ± 3E-01	3,0E+00 ± 4E-01	7,9E-01 ± 7E-01	5,7E-01 ± 5E-01	3,0E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 3E-01
Th-228	4,7E-01 ± 3E-01	6,9E-01 ± 3E-01	3,1E+00 ± 4E-01	3,7E-01 ± 3E-01	1,3E+00 ± 4E-01		7,7E-01 ± 2E-01
K-40	4,5E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 1E+00	3,8E+01 ± 3E+00	3,8E+00 ± 2E+00	3,9E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 2E+00	6,1E+00 ± 3E+00
Be-7					1,5E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 2E-01	2,1E-01 ± 1E-01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 6E-01	1,8E-01 ± 5E-02	1,5E+00 ± 1E-01	2,7E-01 ± 7E-02	< 8E-01	< 1E+00	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	2,0E-02 ± 4E-03	8,0E-02 ± 1E-02	2,4E-01 ± 3E-02	1,3E-01 ± 2E-02	5,0E-02 ± 1E-02	2,0E-01 ± 5E-02	1,4E-01 ± 4E-02

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

LETO 2007 T - 5a

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	253,7	189,9	273,9	251,3	287,1	243,0	
Pretok (m ³ /s)	233,8	315,6	345,8	144,9	98,1	89,5	
Oznaka vzorca	JFV01-07	JFV02-07	JFV03-07	JFV04-07	JFV05-07	JFV06-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	3,2E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 5E-01
Ra-226	6,8E-01 ± 1E-01	8,6E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 2E-01	6,2E-01 ± 2E-01	9,1E-01 ± 2E-01	8,1E-01 ± 2E-01	7,5E-01 ± 7E-02
Pb-210	3,8E+00 ± 1E+00	3,8E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 9E-01	2,3E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 8E-01	2,5E+00 ± 1E+00	3,0E+00 ± 4E-01
Ra-228	5,8E-01 ± 3E-01	7,8E-01 ± 6E-01	6,1E-01 ± 3E-01	3,4E-01 ± 3E-01	4,1E-01 ± 2E-01		4,5E-01 ± 1E-01
Th-228	3,2E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 2E+00	3,1E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 6E-01
K-40	1,5E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Be-7	1,5E+00 ± 7E-01	1,3E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 5E-01	8,3E-01 ± 8E-01	9,2E-01 ± 5E-01	1,6E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 3E-01
I-131	4,1E+00 ± 6E-01	3,0E+00 ± 5E-01	2,4E+00 ± 4E-01	3,9E+00 ± 6E-01	5,7E+00 ± 7E-01	3,2E+00 ± 6E-01	3,7E+00 ± 5E-01
Cs-134							
Cs-137	1,6E-01 ± 7E-02	9,7E-02 ± 8E-01	4,2E-02 ± 3E-02	9,0E-02 ± 6E-02	4,4E-02 ± 2E-02		7,2E-02 ± 1E-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	1,8E+00 ± 2E-01	2,3E+00 ± 3E-01	2,2E+00 ± 2E-01	2,2E+00 ± 2E-01	1,7E+00 ± 2E-01	2,1E+00 ± 2E-01	2,0E+00 ± 1E-01
H-3	2,2E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+01	9,8E+02 ± 1E+02	4,9E+03 ± 2E+03	9,9E+03 ± 3E+01	1,3E+03 ± 5E+02	3,4E+03 ± 1E+03

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

LETO 2007 T - 6a

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



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem						
Datum vzor.	Januar	Februar	Marec	April	Maj	Junij	Polletno povprečje (*)
Kol. vzor. (L)	279,0	252,0	261,0	270,0	279,0	270,0	
Susp. snov (g/m ³)	0,8	1,5	18,7	2,4	7,6	5,0	
Oznaka vzorca	JST01-07	JST02-07	JST03-07	JST04-07	JST05-07	JST06-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	1,7E-01 ± 7E-02	4,1E-01 ± 2E-01	2,7E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 2E-01	2,6E-01 ± 2E-01	3,4E-01 ± 2E-01	3,0E-01 ± 8E-02
Ra-226	2,9E-01 ± 2E-01	2,6E-01 ± 9E-02	8,9E-02 ± 3E-02	1,6E-01 ± 7E-02	1,2E-01 ± 7E-02	1,7E-01 ± 7E-02	1,8E-01 ± 5E-02
Pb-210	2,4E+00 ± 7E-01	5,9E+00 ± 7E-01	3,0E+00 ± 5E-01	4,5E+00 ± 6E-01	3,5E+00 ± 5E-01	4,3E+00 ± 6E-01	3,9E+00 ± 5E-01
Ra-228	< 2E-01	< 2E-01	< 1E+00	1,3E+00 ± 7E-01	6,1E-01 ± 5E-01	< 2E-01	3,1E-01 ± 2E-01
Th-228	< 8E-01	1,1E+00 ± 6E-01	< 2E+00	< 9E-01	< 1E+00	< 4E-01	1,8E-01 ± 5E-01
K-40	7,5E-01 ± 4E-01	4,1E+00 ± 9E-01	1,6E+00 ± 5E-01	2,6E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 6E-01	2,0E+00 ± 7E-01	2,1E+00 ± 5E-01
Be-7	3,6E-01 ± 3E-01	8,5E-01 ± 3E-01	2,6E-01 ± 2E-01	3,9E-01 ± 3E-01	7,5E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 4E-01	6,5E-01 ± 2E-01
I-131	8,7E-02 ± 1E+00	2,4E-01 ± 1E-01	6,8E-01 ± 3E-01	1,6E-01 ± 1E-01	9,2E-01 ± 1E-01	2,0E-01 ± 2E-01	3,8E-01 ± 2E-01
Cs-134							
Cs-137	< 3E-02	1,3E-01 ± 4E-02	4,0E-02 ± 3E-02	7,5E-02 ± 3E-02	5,2E-01 ± 3E-02	3,8E-01 ± 2E-01	1,9E-01 ± 9E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							

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

LETO 2007 T - 5b

11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrirane vode (voda + fina susp. snov)



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem							Letno povprečje (*)
	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December		
Datum vzor.	249,7	252,8	252,1	272,2	260,0	279,0		
Kol. vzor. (L)	160,5	100,3	660,7	303,5	192,2	185,2		
Pretok (m ³ /s)	JFV07-07	JFV08-07	JFV09-07	JFV10-07	JFV11-07	JFV12-07		
Oznaka vzorca								
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)							
U-238	2,8E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 1E+00	3,9E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 8E-01	2,9E+00 ± 3E-01	
Ra-226	9,4E-01 ± 2E-01	9,4E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01	9,9E-01 ± 2E-01	9,4E-01 ± 2E-01	8,9E-01 ± 1E-01	8,6E-01 ± 5E-02	
Pb-210	3,1E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	4,4E+00 ± 1E+00	6,7E+00 ± 2E+00	3,3E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 4E-01	
Ra-228	6,5E-01 ± 3E-01	7,4E-01 ± 3E-01	9,2E-01 ± 4E-01	8,2E-01 ± 2E-01	7,2E-01 ± 2E-01	5,5E-01 ± 3E-01	5,9E-01 ± 9E-02	
Th-228	2,5E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 2E+00	3,7E+00 ± 2E+00	3,6E+00 ± 2E+00	2,1E+00 ± 1E+00	2,4E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 4E-01	
K-40	2,9E+01 ± 4E-01	5,1E+01 ± 6E+00	5,1E+01 ± 6E+00	3,4E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 3E+00	
Be-7	2,3E+00 ± 7E-01	2,1E+00 ± 8E-01	2,7E+00 ± 7E-01	2,7E+00 ± 6E-01	2,8E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 6E-01	1,8E+00 ± 2E-01	
I-131	3,6E+00 ± 7E-01	6,6E+00 ± 9E-01	5,7E+00 ± 6E-01	3,6E+00 ± 6E-01	2,4E+00 ± 9E-01	7,2E+00 ± 9E-01	4,3E+00 ± 5E-01	
Cs-134								
Cs-137	1,5E-01 ± 4E-02	1,1E-01 ± 6E-02	1,7E-01 ± 1E-01		6,2E-02 ± 3E-02		7,6E-02 ± 7E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Zr-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sb-124								
Sr-89/Sr-90	2,1E+00 ± 2E-01	1,8E+00 ± 2E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,3E+00 ± 2E-01		2,1E+00 ± 7E-02	
H-3	1,3E+04 ± 4E+02	8,6E+03 ± 6E+02	5,1E+03 ± 5E+03	1,4E+03 ± 1E+02	5,9E+02 ± 2E+02	1,1E+03 ± 2E+02	4,2E+03 ± 1E+03	

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

LETO 2007 T - 6b

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



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem							Letno povprečje (*)
	Julij	Avgust	September	Oktober	November	December		
Datum vzor.	279,0	279,0	270,0	273,7	270,0	279,0		
Kol. vzor. (L)	13,1	5,0	3,5	2,0	2,9	1,5		
Susp. snov (g/m ³)	JST07-07	JST08-07	JST09-07	JST10-07	JST11-07	JST12-07		
Oznaka vzorca								
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)							
U-238	3,8E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 5E-01	3,4E-01 ± 2E-01	2,5E-01 ± 1E-01	2,2E-01 ± 2E-01	3,7E-01 ± 7E-02	
Ra-226	9,4E-02 ± 4E-02	1,3E-01 ± 4E-02	9,7E-01 ± 2E-01	2,6E-01 ± 9E-02	1,2E-01 ± 6E-02		2,2E-01 ± 7E-02	
Pb-210	3,7E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 5E-01	9,3E+00 ± 1E+00	4,3E+00 ± 6E-01	3,9E+00 ± 6E-01	1,5E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 6E-01	
Ra-228		2,5E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 3E-01	3,6E-01 ± 1E-02	4,7E-01 ± 4E-01		3,5E-01 ± 1E-01	
Th-228		7,4E-01 ± 4E-01	3,4E+00 ± 9E-01				4,3E-01 ± 3E-01	
K-40	1,7E+00 ± 5E-01	3,0E+00 ± 6E-01	2,0E+01 ± 3E+00	3,6E+00 ± 9E-01	1,8E+00 ± 7E-01	7,8E-01 ± 5E-01	3,7E+00 ± 2E+00	
Be-7	1,6E+00 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	3,5E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 3E-01		1,1E+00 ± 3E-01	
I-131	1,7E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 1E-01	4,1E-01 ± 2E-01			8,9E-02 ± 8E-02	2,7E-01 ± 9E-02	
Cs-134								
Cs-137	4,4E-01 ± 3E-02	5,1E-02 ± 3E-02	5,9E-01 ± 8E-02	1,3E-01 ± 7E-01	5,3E-02 ± 4E-02	2,4E-02 ± 2E-02	2,0E-01 ± 6E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Zr-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sb-124								

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

LETO 2007 T - 6a, 6b
11. REKA SAVA - VODA - sestavljeni vzorci filtrskega ostanka (groba susp. snov)



Specifična analiza Sr-90/Sr-89

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	Januar - Marec	April - Junij	Julij - September	Oktober - December	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	792,0	819,0	828,0	822,7	
Susp. snov (g/m ³)	7,0	5,0	7,2	2,1	
Oznaka vzorca	JST02-07	JST05-07	JST08-07	JST11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
Sr-89/Sr-90	3,4E-02 ± 1E-02	2,5E-02 ± 1E-02	< 9E-03		2,0E-02 ± 1E-02

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

LETO 2007 T - 7
111. REKA SAVA - VODA - enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	14. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	45,80	45,90	45,90	45,80	
Oznaka vzorca	RSKRK107	RSKRK207	RSKRK307	RSKRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	9,0E-01 ± 8E-01	4,3E+00 ± 2E+00	4,6E+00 ± 2E+00	5,3E+00 ± 2E+00	3,8E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,2E+00 ± 5E-01	5,0E-01 ± 4E-01	5,0E-01 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	8,5E-01 ± 2E-01
Pb-210		6,6E+01 ± 2E+01	3,1E+00 ± 2E+00	7,3E+00 ± 3E+00	1,9E+01 ± 2E+01
Ra-228	8,0E-01 ± 7E-01	1,4E+00 ± 8E-01	1,7E+00 ± 9E-01	2,1E+00 ± 9E-01	1,5E+00 ± 4E-01
Th-228	7,0E-01 ± 6E-01	1,9E+00 ± 7E-01		2,2E+00 ± 8E-01	1,2E+00 ± 5E-01
K-40	3,5E+01 ± 6E+00	3,3E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 6E+00	3,9E+01 ± 3E+00
Be-7		8,9E+00 ± 2E+00	7,7E+00 ± 2E+00	3,3E+01 ± 3E+00	1,2E+01 ± 7E+00
I-131	1,0E+00 ± 3E-01	3,1E+01 ± 3E+00	4,2E+00 ± 6E-01	4,8E+00 ± 5E-01	1,0E+01 ± 7E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	3,6E-01 ± 1E-01	< 2E+00	< 2E+00	9,0E-02 ± 9E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	3,0E+00 ± 2E-01	2,9E+00 ± 9E-02	6,7E-01 ± 9E-02	2,9E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 6E-01
H-3	1,7E+03 ± 4E+02	3,8E+03 ± 9E+02	1,7E+03 ± 4E+02	9,8E+02 ± 2E+02	2,1E+03 ± 6E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljeni na ZVD, radiokemijska analiza H-3 pa na IJS na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 9

111. REKA SAVA – VODA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	12. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	44,60	46,90	45,30	44,00	
Oznaka vzorca	RSBRK107	RSBRK207	RSBRK307	RSBRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	7,0E-01 ± 5E-01		4,7E+00 ± 4E+00	8,0E+00 ± 3E+00	3,4E+00 ± 2E+00
Ra-226		7,3E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 5E-01		5,3E-01 ± 3E-01
Pb-210		1,2E+01 ± 4E+00	7,9E+00 ± 4E+00	3,3E+00 ± 3E+00	5,9E+00 ± 3E+00
Ra-228	9,0E-01 ± 8E-01	7,4E-01 ± 6E-01	1,3E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 5E-01
Th-228	1,1E+00 ± 6E-01				2,8E-01 ± 3E-01
K-40	6,7E+01 ± 6E+00	2,5E+01 ± 3E+00	6,2E+01 ± 7E+00	4,5E+01 ± 7E+00	5,0E+01 ± 1E+01
Be-7	3,2E+00 ± 1E+00	5,1E+01 ± 4E+00	< 2E+00	1,1E+01 ± 2E+00	1,6E+01 ± 1E+01
I-131	1,9E+00 ± 3E-01	1,5E+01 ± 2E+00	3,0E+00 ± 6E-01	5,8E+00 ± 8E-01	6,4E+00 ± 3E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	< 1E+00	< 2E+00	< 3E+00	< 1E+00
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	3,5E+00 ± 1E-01	3,4E+00 ± 1E-01	6,1E-01 ± 7E-02	3,7E+00 ± 4E-01	2,8E+00 ± 7E-01
H-3	1,4E+03 ± 4E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 3E+02	1,3E+03 ± 4E+02	1,4E+03 ± 2E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljena na ZVD, analiza H-3 pa na IJS na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 10

111. REKA SAVA – VODA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	14. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (kg)	46,00	46,70	46,00	43,40	
Oznaka vzorca	RSJEK107	RSJEK207	RSJEK307	RSJEK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	5,3E+00 ± 3E+00	1,0E+00 ± 9E-01	3,1E+00 ± 3E+00	2,7E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,5E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	4,5E-01 ± 4E-01	2,5E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 4E-01
Pb-210	3,8E+00 ± 3E+00	2,0E+01 ± 7E+00	4,8E+00 ± 3E+00	1,4E+01 ± 4E+00	1,1E+01 ± 4E+00
Ra-228		1,4E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 1E+00	1,1E+00 ± 7E-01	1,1E+00 ± 4E-01
Th-228	8,3E-01 ± 7E-01	4,2E-01 ± 4E-01		6,9E+00 ± 2E+00	2,0E+00 ± 2E+00
K-40	4,5E+01 ± 5E+00	4,3E+01 ± 4E+00	5,7E+01 ± 7E+00	5,6E+01 ± 5E+00	5,0E+01 ± 4E+00
Be-7		7,2E+01 ± 5E+00	7,4E+00 ± 2E+00	5,1E+01 ± 2E+00	3,2E+01 ± 2E+01
I-131		2,6E+01 ± 3E+00	8,0E-01 ± 7E-01	5,9E+00 ± 3E-01	8,2E+00 ± 6E+00
Cs-134					
Cs-137	< 2E+00	< 1E+00	< 3E+00	3,5E-01 ± 1E-01	8,8E-02 ± 9E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	2,8E+00 ± 1E-01	2,6E+00 ± 1E-01	1,5E+00 ± 1E-01	3,0E+00 ± 4E-01	2,5E+00 ± 3E-01
H-3	1,3E+03 ± 4E+02	1,1E+03 ± 3E+02	9,3E+02 ± 3E+02	1,2E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 2E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama in radiokemijska analiza Sr-90/Sr-89 sta bili opravljena na ZVD, analiza H-3 pa na IJS na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 11
111. REKA SAVA – SEDIMENTI – enkratni vzorci sedimentov



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

Vzorč. mesto	Krško				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	14. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0755	0,0612	0,0687	0,0749	
Oznaka vzorca	SDKRK107	SDKRK207	SDKRK307	SDKRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,8E+01 ± 4E+00	5,1E+01 ± 7E+00	3,6E+01 ± 5E+00	3,1E+01 ± 5E+00	3,6E+01 ± 5E+00
Ra-226	2,2E+01 ± 8E-01	2,7E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 1E+00	2,4E+01 ± 1E+00
Pb-210	2,6E+01 ± 5E+00	9,8E+01 ± 1E+01	3,8E+01 ± 7E+00	2,8E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 2E+01
Ra-228	2,4E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 2E+00	2,2E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Th-228	2,0E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00
K-40	3,4E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 2E+01	3,5E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01	3,5E+02 ± 2E+01
Be-7	1,3E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00		1,1E+01 ± 4E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,9E+00 ± 3E-01	4,4E+00 ± 4E-01	4,7E+00 ± 4E-01	2,2E+00 ± 3E-01	3,6E+00 ± 6E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	4,7E-01 ± 3E-02	4,4E-01 ± 2E-02	6,2E-01 ± 2E-02	4,7E-01 ± 2E-02	5,0E-01 ± 4E-02

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

LETO 2007 T - 13
111. REKA SAVA - SEDIMENTI - enkratni vzorci sedimentov



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

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	14. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0684	0,054	0,0755	0,0793	
Oznaka vzorca	SDBRK107	SDBRK207	SDBRK307	SDBRK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	3,5E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 6E+00	3,4E+01 ± 5E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,1E+01 ± 9E-01	2,8E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 9E-01	2,1E+01 ± 6E-01	2,3E+01 ± 2E+00
Pb-210	5,6E+01 ± 9E+00	5,9E+01 ± 1E+01	3,1E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 1E+01
Ra-228	2,8E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,1E+01 ± 1E+00	2,0E+01 ± 8E-01	2,4E+01 ± 2E+00
Th-228	2,5E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 1E+00	1,8E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 2E+00
K-40	3,8E+02 ± 2E+01	3,7E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 1E+01	2,9E+02 ± 1E+01	3,3E+02 ± 2E+01
Be-7	6,2E+00 ± 2E+00	1,3E+02 ± 7E+00	1,4E+01 ± 3E+00		3,7E+01 ± 3E+01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	6,0E+00 ± 4E-01	7,8E+00 ± 5E-01	4,4E+00 ± 3E-01	1,9E+00 ± 2E-01	5,0E+00 ± 1E+00
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	6,9E-01 ± 4E-02	6,6E-01 ± 3E-02	7,3E-01 ± 4E-02	6,3E-01 ± 4E-02	6,8E-01 ± 2E-02

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

LETO 2007 T - 14
111. REKA SAVA - SEDIMENTI - enkratni vzorci sedimentov



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	12. 1. 2007	30. 6. 2007	7. 8. 2007	14. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,0651	0,0485	0,0659	0,0769	
Oznaka vzorca	SDJEK107	SDJEK207	SDJEK307	SDJEK407	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	3,8E+01 ± 6E+00	3,2E+01 ± 7E+00	3,9E+01 ± 5E+00	2,9E+01 ± 5E+00	3,4E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,5E+01 ± 8E-01	3,0E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 9E-01	2,5E+01 ± 2E+00
Pb-210	2,7E+01 ± 2E+01	9,1E+01 ± 1E+01	4,8E+01 ± 8E+00	2,7E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 2E+01
Ra-228	2,9E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 2E+00
Th-228	2,7E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 1E+00	1,9E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 2E+00
K-40	3,6E+02 ± 2E+01	3,9E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 1E+01	3,0E+02 ± 1E+01	3,4E+02 ± 2E+01
Be-7	1,9E+01 ± 2E+00	2,4E+02 ± 1E+01	4,9E+01 ± 4E+00	7,7E+00 ± 2E+00	7,8E+01 ± 5E+01
I-131		7,0E+00 ± 2E+00			1,8E+00 ± 2E+00
Cs-134					
Cs-137	4,5E+00 ± 4E-01	1,0E+01 ± 6E-01	4,0E+00 ± 3E-01	2,2E+00 ± 3E-01	5,2E+00 ± 2E+00
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	9,4E-01 ± 5E-02	8,7E-01 ± 3E-02	7,9E-01 ± 3E-02	8,2E-01 ± 3E-02	8,6E-01 ± 3E-02

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

LETO 2007 T - 15/p
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Krško pod mostom				
	Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007
Kol. vzor. (kg)	0,169	0,161	0,148	0,174	
Oznaka vzorca	SIZ02-07	SIZ05-07	SIZ08-07	SIZ11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,9E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,4E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 1E+00
Pb-210	4,7E+01 ± 6E+00	5,5E+01 ± 6E+00	8,0E+01 ± 8E+00	3,9E+01 ± 6E+00	5,5E+01 ± 9E+00
Ra-228	2,4E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Th-228	6,8E+01 ± 1E+01	6,8E+01 ± 2E+01	7,7E+01 ± 2E+01	4,2E+01 ± 7E+00	6,4E+01 ± 8E+00
K-40	3,2E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	3,1E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 2E+01	3,2E+02 ± 1E+01
Be-7		1,7E+01 ± 2E+00	4,7E+01 ± 6E+00	1,3E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 1E+01
I-131					
Cs-134					
Cs-137	3,6E+00 ± 4E-01	4,2E+00 ± 7E-01	6,2E+00 ± 9E-01	3,7E+00 ± 5E-01	4,4E+00 ± 6E-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	1,2E+00 ± 4E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 4E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 16/p1
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Krško pod jezo NEK				
	Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007
Kol. vzor. (kg)	0,166	0,146	0,157	0,168	
Oznaka vzorca	SIS02-07	SIS05-07	SIS08-07	SIS11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,8E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 5E+00	2,1E+01 ± 1E+01	2,2E+01 ± 1E+01	2,1E+01 ± 4E+00
Ra-226	2,3E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 1E+00
Pb-210	5,2E+01 ± 7E+00	7,0E+01 ± 7E+00	6,3E+01 ± 7E+00	4,2E+01 ± 7E+00	5,7E+01 ± 6E+00
Ra-228	2,8E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,0E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 2E+00
Th-228	6,7E+01 ± 1E+01	7,5E+01 ± 2E+01	6,8E+01 ± 1E+01	7,1E+01 ± 2E+01	7,0E+01 ± 8E+00
K-40	3,4E+02 ± 3E+01	3,1E+02 ± 2E+00	2,8E+02 ± 2E+01	3,7E+02 ± 3E+00	3,3E+02 ± 2E+01
Be-7	5,0E+00 ± 3E+00	3,0E+01 ± 5E+00	4,0E+01 ± 7E+00	1,9E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 8E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	4,7E+00 ± 5E-01	5,4E+00 ± 5E-01	4,3E+00 ± 9E-01	4,0E+00 ± 8E-01	4,6E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	2,1E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 3E-01

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

LETO 2007 T - 16/p2
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Pesje				
Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,155	0,126	0,168	0,191	
Oznaka vzorca	SPE02-07	SPE05-07	SPE08-07	SPE11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,3E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,6E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 2E+00
Ra-226	2,8E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00
Pb-210	7,5E+01 ± 8E+00	8,9E+01 ± 9E+00	4,9E+01 ± 6E+00	3,5E+01 ± 8E+00	6,2E+01 ± 1E+01
Ra-228	3,2E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Th-228	7,3E+01 ± 2E+01	7,3E+01 ± 2E+01	5,7E+01 ± 1E+01	4,4E+01 ± 1E+01	6,2E+01 ± 7E+00
K-40	3,7E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01
Be-7	1,7E+01 ± 5E+00	3,3E+01 ± 6E+00	2,8E+01 ± 4E+00	8,2E+00 ± 3E+00	2,1E+01 ± 6E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	7,0E+00 ± 6E-01	5,8E+00 ± 1E+00	3,9E+00 ± 4E-01	2,3E+00 ± 3E-01	4,7E+00 ± 1E+00
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,0E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 16/p3
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Brežice				
Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,174	0,189	0,176	0,188	
Oznaka vzorca	SBR02-07	SBR05-07	SBR08-07	SBR11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,7E+01 ± 3E+00	1,4E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,4E+01 ± 2E+00	1,8E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 4E+04	2,1E+01 ± 1E+04
Pb-210	5,8E+01 ± 7E+00	3,4E+01 ± 5E+00	5,4E+01 ± 7E+00	3,6E+01 ± 7E+00	4,5E+01 ± 6E+00
Ra-228	3,1E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 3E+00
Th-228	7,2E+01 ± 2E+01	5,0E+01 ± 1E+01	6,4E+01 ± 1E+01	4,5E+01 ± 1E+01	5,8E+01 ± 7E+00
K-40	3,3E+02 ± 3E+01	2,0E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 2E+01	2,8E+02 ± 2E+01	2,7E+02 ± 3E+01
Be-7	5,9E+00 ± 5E+00	6,8E+00 ± 5E+00	1,9E+01 ± 3E+00	4,7E+00 ± 1E+00	9,2E+00 ± 3E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	3,8E+00 ± 8E-01	2,1E+00 ± 4E-01	3,2E+00 ± 5E-01	2,3E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 4E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,3E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 5E-01	9,9E-01 ± 5E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 17/p
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,185	0,162	0,170	0,172	
Oznaka vzorca	SJE02-07	SJE05-07	SJE08-07	SJE11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,8E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 3E+00	2,2E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 3E+00
Ra-226	2,2E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 1E+00	2,2E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 9E-01
Pb-210	6,5E+01 ± 8E+00	7,0E+01 ± 5E+00	7,5E+01 ± 8E+00	5,2E+01 ± 7E+00	6,5E+01 ± 5E+00
Ra-228	2,1E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00
Th-228	6,8E+01 ± 1E+01	1,0E+02 ± 3E+01	6,1E+01 ± 1E+01	5,4E+01 ± 8E+00	7,1E+01 ± 1E+01
K-40	2,6E+02 ± 2E+01	6,7E+01 ± 1E+01	2,3E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 5E+01
Be-7	6,1E+00 ± 4E+00	1,5E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 5E+00	1,1E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 7E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	3,0E+00 ± 3E+00	4,3E+00 ± 9E-01	3,5E+00 ± 4E-01	3,9E+00 ± 7E-01	3,7E+00 ± 9E-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	1,1E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 3E-01	9,9E-01 ± 5E-01	1,1E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 18
111. REKA SAVA - SEDIMENTI



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

Vzorč. mesto	Podsused (R Hrvaška)				
Datum vzor.	20. 2. 2007	15. 5. 2007	3. 8. 2007	15. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzor. (kg)	0,186	0,174	0,196	0,199	
Oznaka vzorca	SPO02-07	SPO05-07	SPO09-07	SPO11-07	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	1,8E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	1,6E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,7E+01 ± 1E+00
Ra-226	2,1E+01 ± 2E+00	2,1E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	2,2E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 1E+00
Pb-210	6,0E+01 ± 8E+00	4,1E+01 ± 6E+00	3,0E+01 ± 6E+00	3,9E+01 ± 9E+00	4,2E+01 ± 6E+00
Ra-228	2,2E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,2E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 3E+00
Th-228	6,5E+01 ± 1E+01	4,1E+01 ± 1E+01	4,3E+01 ± 1E+01	5,2E+01 ± 1E+01	5,0E+01 ± 6E+00
K-40	2,3E+02 ± 2E+01	2,1E+02 ± 2E+01	2,0E+02 ± 2E+01	2,3E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 1E+01
Be-7	5,3E+00 ± 3E+00		7,3E+00 ± 2E+00		3,1E+00 ± 2E+00
I-131					
Cs-134					
Cs-137	2,6E+00 ± 3E-01	1,7E+00 ± 5E-01	9,2E-01 ± 2E-01	1,7E+00 ± 3E-01	1,7E+00 ± 3E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,2E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 19
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Krško				
Vrsta vzorca	podust	som	podust	mrena	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	10. 8. 2007	10. 8. 2007	10. 8. 2007	2. 11. 2007	
Oznaka vzorca	RIKR0107	RIKR0407	RIKR0707	RIKR1007	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,4E+00 ± 4E-01	1,9E+00 ± 9E-01			1,1E+00 ± 6E-01
Ra-226	1,6E-01 ± 4E-02		1,2E-01 ± 5E-02	8,2E-02 ± 5E-02	9,1E-02 ± 3E-02
Pb-210	4,2E-01 ± 3E-01	1,2E+00 ± 6E-01			4,1E-01 ± 3E-01
Ra-228			3,1E-01 ± 9E-02		7,8E-02 ± 8E-02
Th-228	8,4E-02 ± 7E-02		1,0E+00 ± 4E-01		2,7E-01 ± 2E-01
K-40	1,1E+02 ± 6E+00	1,7E+02 ± 7E+00	1,0E+02 ± 4E+00	1,0E+02 ± 3E+00	1,2E+02 ± 2E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,7E+00 ± 9E-02	4,3E-01 ± 6E-02	< 1,9E-01	2,5E-01 ± 2E-02	6,0E-01 ± 4E-01
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,2E-01 ± 3E-02	4,4E-01 ± 7E-02	7,1E-01 ± 1E-01	6,7E-01 ± 3E-02	4,9E-01 ± 1E-01

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

LETO 2007 T - 21
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Brežice				
Vrsta vzorca	podust	som	mrena	mrena	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	10. 8. 2007	10. 8. 2007	10. 8. 2007	2. 11. 2007	
Oznaka vzorca	RIBR0207	RIBR0507	RIBR0807	RIBR1107	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	2,3E+00 ± 4E-01	7,6E-01 ± 4E-01	4,3E-01 ± 3E-01	1,2E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 4E-01
Ra-226		1,2E-01 ± 8E-02	4,8E-02 ± 4E-02	1,1E-01 ± 5E-02	7,0E-02 ± 3E-02
Pb-210		3,7E-01 ± 3E-01			9,3E-02 ± 9E-02
Ra-228					
Th-228					
K-40	1,1E+02 ± 6E+00	1,3E+02 ± 6E+00	1,2E+02 ± 6E+00	1,1E+02 ± 5E+00	1,2E+02 ± 4E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,2E+00 ± 9E-02	3,0E-01 ± 5E-02	1,0E-01 ± 2E-02	4,0E-01 ± 4E-02	5,0E-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	1,1E-01 ± 2E-02	5,4E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 1E-01	8,9E-01 ± 3E-02	6,6E-01 ± 2E-01

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

LETO 2007 T - 22
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem				
Vrsta vzorca	podust	podust	mrena	mrena	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	10. 8. 2007	10. 8. 2007	10. 8. 2007	2. 11. 2007	
Oznaka vzorca	RJE0307	RJE0607	RJE0907	RJE1207	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238	7,4E-01 ± 3E-01	1,1E+00 ± 5E-01			4,6E-01 ± 3E-01
Ra-226	5,3E-02 ± 5E-02	2,7E-01 ± 6E-02	9,3E-01 ± 3E-02	1,9E-01 ± 4E-02	3,6E-01 ± 2E-01
Pb-210	1,1E-01 ± 1E-01		3,4E-01 ± 3E-01		1,1E-01 ± 8E-02
Ra-228		2,8E-01 ± 1E-01		1,9E-01 ± 9E-02	1,2E-01 ± 7E-02
Th-228	1,2E-01 ± 7E-02		2,3E-01 ± 9E-02		8,8E-02 ± 6E-02
K-40	1,2E+02 ± 6E+00	9,7E+01 ± 5E+00	1,2E+02 ± 7E+00	1,0E+02 ± 3E+00	1,1E+02 ± 5E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	6,8E-01 ± 5E-02	1,1E-01 ± 3E-02	1,4E-01 ± 2E-02	2,6E-01 ± 3E-02	3,0E-01 ± 1E-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	1,9E-01 ± 2E-02	1,2E+00 ± 1E-02	1,5E+00 ± 6E-02	1,4E+00 ± 3E-02	1,0E+00 ± 3E-01

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

LETO 2007 T - 22/p1
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Jesenice na Dolenjskem					
Vrsta vzorca	Mrena	Klen	Menek	Mrena	Klen	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	Barbus barbus	Leuciscus cephalus	Lota lota	Barbus barbus	Leuciscus cephalus	
Datum vzor.	16. 6. 2007	16. 6. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	
Kol. vzor. (kg)	0,484	0,532	0,141	0,481	0,408	
Odstotek suhe snovi	28,27	24,83	20,49	27,82	25,16	
Oznaka vzorca	JE0607R1	JE0607R2	JE1007R1	JE1007R2	JE1007R3	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)					
U-238						
Ra-226	1,6E-01 ± 1E-01					3,1E-02 ± 3E-02
Pb-210	9,7E-01 ± 9E-01					1,9E-01 ± 2E-01
Ra-228						
Th-228						
K-40	1,2E+02 ± 8E+00	1,1E+02 ± 8E+00	5,4E+01 ± 6E+00	1,0E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01	9,8E+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	1,5E-01 ± 2E-02	2,2E-01 ± 2E-02	2,7E-01 ± 4E-01	1,8E-01 ± 3E-02	3,2E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 7E-02

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

LETO 2007 T - 23
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Medsave (R Hrvaška)				
Vrsta vzorca	Klen Leuciscus cephalus	Som Silurus glanis	Klen Leuciscus cephalus	Mrena Barbus barbus	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	16. 6. 2007	16. 6. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	
Kol. vzor. (kg)	0,618	0,484	0,529	0,479	
Odstotek suhe snovi	24,14	24,15	26,86	27,91	
Oznaka vzorca	ME0607R1	ME0607R2	ME1007R1	ME1007R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238					
Ra-226					
Pb-210	9,3E-01 ± 9E-01	1,7E+00 ± 8E-01			6,7E-01 ± 4E-01
Ra-228	1,3E+00 ± 1E+00				3,3E-01 ± 3E-01
Th-228					
K-40	9,7E+01 ± 7E+00	1,0E+02 ± 7E+00	8,8E+01 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01	9,6E+01 ± 6E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	9,7E-02 ± 6E-02		2,2E-01 ± 2E-01	1,1E-01 ± 6E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,5E-01 ± 2E-02	2,5E-01 ± 2E-02	4,1E-01 ± 4E-02	1,7E-01 ± 3E-02	2,5E-01 ± 6E-02

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

LETO 2007 T - 24
111. REKA SAVA - VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Otok (R Hrvaška)					
Vrsta vzorca	Klen Leuciscus cephalus	Som Silurus glanis	Som Silurus glanis	Klen Leuciscus cephalus	Mrena Barbus barbus	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	16. 6. 2007	16. 6. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	
Kol. vzor. (kg)	0,527	0,655	0,592	0,515	0,473	
Odstotek suhe snovi	25,34	21,76	23,68	26,98	27,00	
Oznaka vzorca	OT0607R1	OT0607R2	OT1007R1	OT1007R2	OT1007R3	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)					
U-238						
Ra-226						
Pb-210						
Ra-228						
Th-228						
K-40	1,0E+02 ± 8E+00	9,4E+01 ± 7E+00	8,1E+01 ± 7E+00	7,9E+01 ± 7E+00	8,3E+01 ± 7E+00	8,8E+01 ± 5E+00
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137		1,4E-01 ± 9E-02	8,3E-02 ± 6E-02			4,5E-02 ± 3E-02
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Zr-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sb-124						
Sr-89/Sr-90	1,4E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 2E-02	4,1E-01 ± 4E-02	1,7E-01 ± 3E-02	3,6E-01 ± 4E-02	2,6E-01 ± 5E-02

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

LETO 2007 T - 25
111. REKA SAVA – VODNA BIOTA - RIBE



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

Vzorč. mesto	Podsused (R Hrvaska)				
Vrsta vzorca	Klen Leuciscus cephalus	Som Silurus glanis	Klen Leuciscus cephalus	Mrena Barbus barbus	Letno povprečje (*)
Datum vzor.	16. 6. 2007	16. 6. 2007	13. 10. 2007	13. 10. 2007	
Kol. vzor. (kg)	0,618	0,484	0,529	0,479	
Odstotek suhe snovi	24,14	24,15	26,86	27,91	
Oznaka vzorca	ME0607R1	ME0607R2	ME1007R1	ME1007R2	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)				
U-238					
Ra-226					
Pb-210	9,3E-01 ± 9E-01	1,7E+00 ± 8E-01			6,7E-01 ± 4E-01
Ra-228	1,3E+00 ± 1E+00				3,3E-01 ± 3E-01
Th-228					
K-40	9,7E+01 ± 7E+00	1,0E+02 ± 7E+00	8,8E+01 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01	9,6E+01 ± 6E+00
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137	1,1E-01 ± 1E-01	9,7E-02 ± 6E-02		2,2E-01 ± 2E-01	1,1E-01 ± 6E-02
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	1,4E-01 ± 3E-02	2,1E-01 ± 2E-02	1,8E-01 ± 3E-02	4,4E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 7E-02

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

VODOVODI in ČRPALIŠČA

12. ENKRATNI VZORCI PITNE VODE
13. ČRPALIŠČA VODOVODA KRŠKO IN BREŽICE
14. PODTALNICE

LETO 2007 T - 28
12. VODOVOD KRŠKO - enkratni vzorci

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

Vzorč. mesto	Krško					
	Datum vzor.	15. 3. 2007	26. 6. 2007	12. 9. 2007	19. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	37,98	42,22	45,82	44,48		
Oznaka vzorca	K07VD131	K07VD161	K07VD192	K07VD1B1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)					
U-238	4,6E+00 ± 2E+00	2,1E+00 ± 9E-01	6,7E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 3E+00	4,8E+00 ± 1E+00	
Ra-226	2,7E+00 ± 6E-01	3,1E+00 ± 5E-01		1,5E+00 ± 8E-01	1,8E+00 ± 7E-01	
Pb-210	5,4E+00 ± 3E+00	1,3E+00 ± 6E-01	< 6E+00	< 3E+00	1,7E+00 ± 2E+00	
Ra-228	2,2E+00 ± 5E-01	1,0E+00 ± 3E-01	< 2E+00	1,9E+00 ± 6E-01	1,3E+00 ± 5E-01	
Th-228	5,5E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 9E-02	1,0E+00 ± 3E-01	4,5E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 1E-01	
K-40	8,3E+01 ± 7E+00	6,6E+01 ± 7E+00	9,3E+01 ± 1E+01	8,7E+01 ± 9E+00	8,2E+01 ± 6E+00	
Be-7	2,7E+00 ± 9E-01	1,9E+00 ± 7E-01	3,7E+00 ± 1E+00	4,6E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 6E-01	
I-131						
Cs-134						
Cs-137	< 2E-01		< 4E-01	< 2E-01	< 1E-01	
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sr-89/Sr-90	7,0E-01 ± 2E-01	< 7E-01	7,6E-01 ± 2E-01	7,1E-01 ± 2E-01	5,4E-01 ± 2E-01	
H-3	1,9E+03 ± 1E+02	1,8E+03 ± 4E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,9E+03 ± 4E+02	1,7E+03 ± 2E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 29
12. VODOVOD BREŽICE - enkratni vzorci

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

Vzorč. mesto	Brežice					
	Datum vzor.	15. 3. 2007	26. 6. 2007	12. 9. 2007	19. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	47,88	41,8	50,88	49,42		
Oznaka vzorca	K07VD331	K07VD361	K07VD391	K07VD3B1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)					
U-238	< 5E+00	2,6E+00 ± 2E+00	6,3E+00 ± 3E+00	< 5E+00	2,2E+00 ± 2E+00	
Ra-226	2,0E+00 ± 9E-01			< 2E+00	5,1E-01 ± 6E-01	
Pb-210	< 4E+00	< 3E+00	< 2E+00	< 3E+00	< 2E+00	
Ra-228	< 2E+00	< 1E+00	< 7E-01	1,6E+00 ± 7E-01	4,0E-01 ± 6E-01	
Th-228	5,4E-01 ± 2E-01	< 1E+00	8,2E-01 ± 2E-01	6,2E-01 ± 2E-01	4,9E-01 ± 3E-01	
K-40	2,5E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 6E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 2E+00	
Be-7	2,8E+00 ± 1E+00			3,6E+00 ± 2E+00	1,6E+00 ± 9E-01	
I-131						
Cs-134						
Cs-137		< 2E-01			< 5E-02	
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sr-89/Sr-90	< 5E-01	< 7E-01	< 5E-01	< 7E-01	< 3E-01	
H-3	7,4E+02 ± 1E+02	4,9E+02 ± 1E+02	2,7E+02 ± 9E+01	7,0E+02 ± 2E+02	5,5E+02 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 30a
13. VODOVOD BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	vodovod Brežice (M. Volčanšek)							
Datum vzor.	16. 12. 2006 - 15. 1. 2007	16. 1. 2007 - 15. 2. 2007	16. 2. 2007 - 15. 3. 2007	16. 3. 2007 - 15. 4. 2007	16. 4. 2007 - 15. 5. 2007	16. 5. 2007 - 15. 6. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	42,36	46,46	42,62	47,34	44,64	47,28		
Oznaka vzorca	K07VC3111	K07VC3121	K07VC3131	K07VC3141	K07VC3151	K07VC3161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	2,5E+00 ± 7E-01	6,1E+00 ± 2E+00	< 6E+00	< 4E+00	2,0E+00 ± 1E+00	4,9E+00 ± 2E+00	2,6E+00 ± 1E+00	
Ra-226	1,3E+00 ± 5E-01	< 9E-01	< 9E-01	< 1E+00	1,4E+00 ± 6E-01	2,2E+00 ± 7E-01	8,0E-01 ± 4E-01	
Pb-210	2,0E+00 ± 6E-01	7,6E+00 ± 4E+00	< 4E+00	1,9E+00 ± 1E+00	< 1E+00	3,5E+00 ± 3E+00	2,5E+00 ± 1E+00	
Ra-228	< 8E-01	< 8E-01	< 8E-01	< 8E-01	< 1E+00	1,5E+00 ± 7E-01	2,5E-01 ± 3E-01	
Th-228	1,7E-01 ± 7E-02	< 5E-01	< 5E-01	1,1E+00 ± 8E-01	< 5E-01	5,8E-01 ± 2E-01	3,1E-01 ± 2E-01	
K-40	2,5E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,3E+01 ± 2E+00	
Be-7	2,6E+00 ± 8E-01	< 3E+00	< 3E+00	< 7E+00	< 7E+00	4,9E+00 ± 2E+00	1,3E+00 ± 1E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 9E-02	< 1E-01		< 4E-01		< 7E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 7E-01	< 7E-01	< 7E-01	< 5E-01	< 5E-01	< 5E-01	< 2E-01	
H-3	4,4E+02 ± 2E+02	7,1E+02 ± 1E+02	< 3E+02	4,9E+02 ± 1E+02	5,0E+02 ± 1E+02	3,9E+02 ± 1E+02	4,2E+02 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 30b
13. VODOVOD BREŽICE - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	vodovod Brežice (M. Volčanšek)							
Datum vzor.	16. 6. 2007 - 15. 7. 2007	16. 7. 2007 - 15. 8. 2007	16. 8. 2007 - 15. 9. 2007	15. 9. 2007 - 16. 10. 2007	16. 10. 2007 - 15. 11. 2007	16. 11. 2007 - 15. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	42,94	45,34	46,96	46,5	46,3	44,28		
Oznaka vzorca	K07VC3171	K07VC3181	K07VC3191	K07VC31A1	K07VC31B1	K07VC31C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	3,0E+00 ± 2E+00	4,5E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 2E+00	2,2E+00 ± 7E-01	5,0E+00 ± 1E+00	3,3E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 7E-01	
Ra-226	< 6E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 4E-01	< 4E-01	3,3E+00 ± 1E+00	6,7E-01 ± 3E-01	
Pb-210	< 2E+00	2,6E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 6E-01	7,4E+00 ± 1E+00	< 4E+00	2,3E+00 ± 8E-01	
Ra-228	< 2E+00	< 8E-01	5,1E-01 ± 3E-01	4,4E-01 ± 2E-01	1,1E+00 ± 5E-01		3,0E-01 ± 2E-01	
Th-228	< 3E-01	< 3E-01	5,8E-01 ± 2E-01	1,6E-01 ± 8E-02	< 6E-01	2,6E-01 ± 2E-01	2,4E-01 ± 1E-01	
K-40	2,8E+01 ± 6E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 1E+00	
Be-7		2,1E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00	2,6E+00 ± 9E-01	1,1E+01 ± 2E+00	7,1E+00 ± 4E+00	2,7E+00 ± 1E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,7E-01 ± 2E-01	< 1E-01	< 2E-01				2,3E-02 ± 4E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 5E-01	< 2E-01	< 7E-01	< 4E-01	< 3E-01	< 3E-01	< 2E-01	
H-3	8,1E+02 ± 2E+02	4,1E+02 ± 8E+01	2,9E+02 ± 7E+01	1,5E+02 ± 3E+01	6,9E+02 ± 1E+02	5,5E+02 ± 8E+01	4,5E+02 ± 7E+01	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 31a
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpaljšče Brege							
Datum vzor.	16. 12. 2006 - 15. 1. 2007	16. 1. 2007 - 19. 2. 2007	16. 2. 2007 - 15. 3. 2007	16. 3. 2007 - 15. 4. 2007	16. 4. 2007 - 15. 5. 2007	16. 5. 2006 - 15. 6. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	50,3	49,64	51,62	51,84	49,96	52,42		
Oznaka vzorca	K07VC1111	K07VC1121	K07VC1131	K07VC1141	K07VC1151	K07VC1161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 7E+00	1,7E+00 ± 1E+00	8,1E+00 ± 2E+00	< 3E+00	< 2,2E+00 ± 4E-01	< 2E+00	< 3E+00	2,9E-01 ± 1E+00
Ra-226	< 1E+00	1,5E+00 ± 4E-01	8,1E+00 ± 2E+00	< 4E-01	2,2E+00 ± 4E-01	< 2E+00	< 3E+00	1,9E+00 ± 1E+00
Pb-210	3,5E+00 ± 1E+00	4,7E+00 ± 8E-01	< 2E+00	< 5E+00	< 5E+00	< 2E+00	< 3E+00	1,4E+00 ± 1E+00
Ra-228	6,2E-01 ± 4E-01	4,8E-01 ± 3E-01	8,0E-01 ± 5E-01	1,8E+00 ± 4E-01	5,9E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 4E-01	9,4E-01 ± 2E-01	9,4E-01 ± 2E-01
Th-228	< 4E-01	3,0E-01 ± 9E-02	4,0E-01 ± 3E-01	6,9E-01 ± 3E-01	2,8E-01 ± 2E-01	< 4E-01	< 4E-01	2,8E-01 ± 1E-01
K-40	7,8E+01 ± 8E+00	7,0E+01 ± 8E+00	4,5E+01 ± 6E+00	3,3E+01 ± 3E+00	8,9E+01 ± 9E+00	9,6E+01 ± 1E+01	6,2E+00 ± 1E+01	6,8E+01 ± 1E+01
Be-7	6,0E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 1E+00	3,3E+00 ± 2E+00	7,6E+00 ± 9E-01	2,2E+00 ± 1E+00	6,9E+00 ± 2E+00	6,2E+00 ± 1E+00	6,2E+00 ± 1E+00
I-131								
Cs-134								
Cs-137				< 2E-01	< 8E-02		< 4E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	6,0E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	5,7E-01 ± 8E-02
H-3	1,2E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 1E+02	1,1E+03 ± 2E+02	2,6E+03 ± 3E+02	2,2E+03 ± 5E+02	1,3E+03 ± 3E+02	1,6E+03 ± 3E+02	1,6E+03 ± 3E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 31b
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpaljšče Brege							
Datum vzor.	16. 6. 2007 - 15. 7. 2007	16. 7. 2007 - 15. 8. 2007	16. 8. 2007 - 15. 9. 2007	15. 9. 2007 - 15. 10. 2007	16. 10. 2007 - 15. 11. 2007	16. 11. 2007 - 15. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	36,64	51,68	46,32	44,4	48,14	44,87		
Oznaka vzorca	K07VC1171	K07VC1181	K07VC1191	K07VC11A1	K07VC11B1	K07VC11C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	5,4E+00 ± 2E+00		4,8E+00 ± 1E+00	< 8E+00	< 8E+00	< 3E+00	< 3E+00	1,0E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,8E+00 ± 9E-01		9,9E-01 ± 6E-01	1,8E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 2E+00	1,9E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 6E-01
Pb-210	2,6E+00 ± 2E+00	< 4E+00	2,1E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 1E+00	< 4E+00	< 4E+00	< 3E+00	1,4E+00 ± 8E-01
Ra-228	1,3E+00 ± 6E-01	1,1E+00 ± 4E-01	< 2E+00	< 6E-01	< 1E+00	8,8E-01 ± 7E-01	7,5E-01 ± 2E-01	7,5E-01 ± 2E-01
Th-228	< 4E-01	< 8E-01	3,3E-01 ± 2E-01	< 5E-01	6,3E-01 ± 2E-01	< 1E+00	2,2E-01 ± 2E-01	2,2E-01 ± 2E-01
K-40	9,3E+01 ± 1E+01	9,0E+01 ± 1E+01	9,0E+01 ± 1E+01	8,6E+01 ± 1E+01	8,5E+01 ± 9E+00	8,9E+01 ± 9E+00	7,9E+01 ± 6E+00	7,9E+01 ± 6E+00
Be-7	3,0E+00 ± 2E+00	8,4E+00 ± 2E+00	8,5E+00 ± 2E+00	7,5E+00 ± 3E+00		1,8E+00 ± 1E+00	5,6E+00 ± 1E+00	5,6E+00 ± 1E+00
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 1E-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	7,0E-01 ± 1E-01	5,0E-01 ± 7E-02	6,4E-01 ± 2E-01	9,6E-01 ± 2E-01	7,0E-01 ± 2E-01	7,8E-01 ± 3E-01	6,4E-01 ± 6E-02	6,4E-01 ± 6E-02
H-3	1,4E+03 ± 4E+02	1,9E+03 ± 4E+02	2,1E+03 ± 3E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 5E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 1E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 32a
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo							
Datum vzor.	16. 12. 2006 - 15. 1. 2007	16. 1. 2007 - 15. 2. 2007	16. 2. 2007 - 15. 3. 2007	16. 3. 2007 - 15. 4. 2007	16. 4. 2007 - 15. 5. 2007	16. 5. 2007 - 15. 6. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	40,16	40,34	37,24	40,02	38,48	43,16		
Oznaka vzorca	K07VC1211	K07VC1221	K07VC1231	K07VC1241	K07VC1251	K07VC1261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 7E+00	< 4E+00	< 6E+00	< 8E+00	< 5E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 2E+00
Ra-226	2,5E+00 ± 1E+00	1,2E+00 ± 9E-01	4,7E+00 ± 2E+00	< 9E-01	2,4E+00 ± 9E-01	1,8E+00 ± 7E-01	2,1E+00 ± 6E-01	2,1E+00 ± 6E-01
Pb-210	< 9E+00	< 5E+00	< 7E+00	< 1E+00	< 2E+00	2,4E+00 ± 1E+00	4,0E-01 ± 2E+00	4,0E-01 ± 2E+00
Ra-228	1,3E+00 ± 8E-01	1,9E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 7E-01	8,9E-01 ± 4E-01	1,6E+00 ± 8E-01	1,2E+00 ± 5E-01	1,4E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 3E-01
Th-228	3,5E-01 ± 2E-01	8,1E-01 ± 3E-01	1,5E+00 ± 4E-01	< 1E+00	5,8E-01 ± 4E-01	< 5E-01	5,4E-01 ± 2E-01	5,4E-01 ± 2E-01
K-40	6,9E+01 ± 7E+00	5,6E+01 ± 6E+00	6,5E+01 ± 8E+00	4,7E+01 ± 4E+00	6,7E+01 ± 7E+00	6,7E+01 ± 7E+00	6,2E+01 ± 3E+00	6,2E+01 ± 3E+00
Be-7	< 6E+00	2,6E+00 ± 2E+00		2,4E+00 ± 9E-01		5,4E+00 ± 2E+00	1,7E+00 ± 1E+00	1,7E+00 ± 1E+00
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 4E-01		< 5E-02		< 2E-01	< 7E-02	< 7E-02
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	1,0E+00 ± 3E-01	9,0E-01 ± 3E-01	9,0E-01 ± 3E-01	7,0E-01 ± 3E-01	8,0E-01 ± 2E-01	7,0E-01 ± 2E-01	8,3E-01 ± 1E-01	8,3E-01 ± 1E-01
H-3	1,4E+03 ± 3E+02	2,1E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 3E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 1E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 32b
13. ČRPALIŠČE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpališče Drnovo							
Datum vzor.	16. 6. 2007 - 15. 7. 2007	16. 7. 2007 - 15. 8. 2007	16. 8. 2007 - 15. 9. 2007	15. 9. 2007 - 15. 10. 2007	16. 10. 2007 - 15. 11. 2007	16. 11. 2007 - 15. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	35,66	37,4	39,78	40,08	40,12	41,46		
Oznaka vzorca	K07VC1271	K07VC1281	K07VC1291	K07VC12A1	K07VC12B1	K07VC12C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	7,7E+00 ± 2E+00	3,6E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+00	3,7E+00 ± 3E+00	3,5E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 1E+00	2,0E+00 ± 1E+00	2,0E+00 ± 1E+00
Ra-226	< 5E+00	4,1E+00 ± 2E+00	2,3E+00 ± 1E+00	2,8E+00 ± 8E-01	3,3E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 7E-01	2,4E+00 ± 5E-01	2,4E+00 ± 5E-01
Pb-210	< 8E+00	4,7E+00 ± 3E+00	< 2E+00	6,0E+00 ± 3E+00	3,7E+00 ± 3E+00	1,9E+00 ± 9E-01	1,6E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 1E+00
Ra-228	< 1E+00	1,9E+00 ± 7E-01	7,7E-01 ± 6E-01	< 1E+00	1,5E+00 ± 5E-01	1,2E+00 ± 4E-01	1,1E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 2E-01
Th-228	7,2E-01 ± 4E-01	8,3E-01 ± 3E-01	4,5E-01 ± 3E-01	8,3E-01 ± 5E-01	8,9E-01 ± 2E-01	7,9E-01 ± 2E-01	6,5E-01 ± 1E-01	6,5E-01 ± 1E-01
K-40	6,7E+01 ± 8E+00	7,1E+01 ± 8E+00	7,1E+01 ± 8E+00	6,1E+01 ± 7E+00	8,1E+01 ± 9E+00	7,7E+01 ± 9E+00	6,7E+01 ± 3E+00	6,7E+01 ± 3E+00
Be-7	6,7E+00 ± 2E+00	1,3E+01 ± 2E+00					2,5E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 1E+00
I-131								
Cs-134								
Cs-137					< 2E-01		< 4E-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-01 ± 3E-01	5,9E-01 ± 2E-01	9,3E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 4E-01	9,4E-01 ± 9E-02	9,4E-01 ± 9E-02
H-3	1,1E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,4E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 8E+01	1,5E+03 ± 8E+01

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 33a
13. ZAJETJE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	16. 12. 2006 - 15. 1. 2007	16. 1. 2007 - 15. 2. 2007	16. 2. 2007 - 15. 3. 2007	16. 3. 2007 - 15. 4. 2007	16. 4. 2007 - 15. 5. 2007	16. 5. 2007 - 15. 6. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	46,12	43,44	41,64	42,48	42,58	42,02		
Oznaka vzorca	K07VC211	K07VC221	K07VC231	K07VC241	K07VC251	K07VC261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	1,6E+00 ± 8E-01	5,9E+00 ± 3E+00	2,2E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 8E-01	3,9E+00 ± 2E+00	< 5E+00	2,7E+00 ± 1E+00	
Ra-226	< 8E-01		2,4E+00 ± 1E+00	7,7E-01 ± 5E-01	< 1E+00	< 2E+00	5,3E-01 ± 4E-01	
Pb-210	1,6E+00 ± 5E-01	< 1E+00	1,1E+00 ± 9E-01	1,3E+00 ± 5E-01	< 1E+00	< 4E+00	6,7E-01 ± 7E-01	
Ra-228	5,2E-01 ± 2E-01	1,2E+00 ± 8E-01	9,3E-01 ± 7E-01	6,8E-01 ± 3E-01	8,3E-01 ± 6E-01	< 2E+00	6,9E-01 ± 3E-01	
Th-228	1,0E-01 ± 6E-02	< 4E-01	< 8E-01	1,1E-01 ± 7E-02	< 1E-01	< 3E-01	3,6E-02 ± 2E-01	
K-40	1,9E+01 ± 2E+00	1,6E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 4E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 4E+00	1,8E+01 ± 1E+00	
Be-7	2,6E+00 ± 9E-01	2,3E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 7E-01	3,3E+00 ± 2E+00		2,3E+00 ± 5E-01	
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	1,1E+00 ± 3E-01	5,0E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 3E-01	9,0E-01 ± 3E-01	9,0E-01 ± 2E-01	8,0E-01 ± 3E-01	8,7E-01 ± 1E-01	
H-3	9,4E+02 ± 2E+02	1,5E+03 ± 1E+02	7,2E+02 ± 3E+02	1,8E+03 ± 3E+02	1,2E+03 ± 3E+02	9,6E+02 ± 2E+02	1,2E+03 ± 2E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 33b
13. ZAJETJE VODOVODA KRŠKO - mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	vodovod Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	16. 6. 2007 - 15. 7. 2007	15. 7. 2007 - 16. 8. 2007	16. 8. 2007 - 16. 9. 2007	15. 9. 2007 - 15. 10. 2007	16. 10. 2007 - 15. 11. 2007	16. 11. 2007 - 15. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	44,9	44,7	48,04	43,7	48,5	45,8		
Oznaka vzorca	K07VC271	K07VC281	K07VC291	K07VC2A1	K07VC2B1	K07VC2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	5,3E+00 ± 3E+00	7,6E+00 ± 1E+00	2,7E+00 ± 2E+00	4,9E+00 ± 3E+00	3,4E+00 ± 2E+00	4,8E+00 ± 3E+00	3,7E+00 ± 7E-01	
Ra-226	1,8E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 2E+00		< 2E+00		4,2E-01 ± 3E-01	
Pb-210	3,4E+00 ± 2E+00	2,6E+00 ± 1E+00	4,1E+00 ± 2E+00		< 3E+00	< 1E+01	1,2E+00 ± 1E+00	
Ra-228	< 9E-01	< 2E+00	9,6E-01 ± 5E-01		2,3E+00 ± 7E-01	< 2E+00	6,2E-01 ± 3E-01	
Th-228	< 5E-01	< 5E-01	6,5E-01 ± 2E-01	3,6E-01 ± 3E-01	< 3E-01	< 4E-01	1,0E-01 ± 1E-01	
K-40	1,8E+01 ± 3E+00	2,0E+01 ± 3E+00	1,9E+01 ± 3E+00	1,6E+01 ± 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,3E+01 ± 4E+00	1,9E+01 ± 9E-01	
Be-7	7,6E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 1E+00		2,6E+00 ± 1E+00	4,5E+00 ± 2E+00	2,8E+00 ± 6E-01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137							< 2E-02	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	9,0E-01 ± 3E-01	9,3E-01 ± 2E-01	8,9E-01 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 5E-01	9,5E-01 ± 8E-02	
H-3	8,7E+02 ± 3E+02	1,2E+03 ± 2E+02	1,3E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 3E+02	1,2E+03 ± 9E+01	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 34a
3. ČRPALIŠČE VODOVODA BREŽICE – mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpališče Brežice (Glogov Brod, novo)						
Datum vzor.	18. 12. 2006 - 16. 1. 2007	19. 2. 2007 - 19. 2. 2007	19. 2. 2007 - 19. 3. 2007	19. 3. 2007 - 16. 4. 2007	18. 4. 2007 - 16. 5. 2007	16. 5. 2007 - 18. 6. 2007	Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	40,6	51,94	41,4	40,42	44,74	49,04	
Oznaka vzorca	K07VC3211	K07VC3223	K07VC3231	K07VC3241	K07VC3251	K07VC3261	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238		7,8E-01 ± 6E-01	7,3E+00 ± 2E+00	2,8E+00 ± 2E+00	2,9E+00 ± 2E+00	< 3E+00	2,3E+00 ± 1E+00
Ra-226	5,3E+00 ± 1E+00	1,7E+00 ± 3E-01	9,9E-01 ± 5E-01	< 1E+00	< 3,2E+00 ± 6E-01	< 6E-01	1,8E+00 ± 8E-01
Pb-210	< 4E+00	4,0E+00 ± 9E-01	< 3E+00	3,2E+00 ± 1E+00	< 2E+00	< 5E+00	1,2E+00 ± 1E+00
Ra-228	< 1E+00	2,7E-01 ± 2E-01	1,3E+00 ± 6E-01	4,2E-01 ± 3E-01	1,4E+00 ± 9E-01	1,0E+00 ± 5E-01	7,2E-01 ± 3E-01
Th-228	1,1E+00 ± 3E-01	7,1E-01 ± 1E-01	7,8E-01 ± 3E-01	< 4E-01	6,3E-01 ± 2E-01	6,0E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 1E-01
K-40	2,5E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,6E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 6E+00	2,3E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 2E+00
Be-7	1,1E+01 ± 4E+00	1,9E+00 ± 6E-01		1,6E+00 ± 7E-01	< 8E+00		2,4E+00 ± 2E+00
I-131							
Cs-134							
Cs-137			< 1E-01	< 2E-01		< 2E-01	< 5E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	< 7E-01	< 5E-01	< 7E-01	< 7E-01	< 7E-01	< 5E-01	< 3E-01
H-3	6,3E+02 ± 1E+02	9,4E+02 ± 1E+02	3,4E+02 ± 8E+01	6,8E+02 ± 1E+02	7,4E+02 ± 2E+02	5,2E+02 ± 1E+02	6,4E+02 ± 8E+01

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 34b
13. ČRPALIŠČE VODOVODA BREŽICE – mesečni sestavljeni vzorci



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

Vzorč. mesto	črpališče Brežice (Glogov Brod, novo)						
Datum vzor.	18. 6. 2007 - 16. 7. 2007	16. 7. 2007 - 16. 8. 2007	16. 8. 2007 - 17. 9. 2007	15. 9. 2007 - 16. 10. 2007	16. 10. 2007 - 19. 11. 2007	19. 11. 2007 - 17. 12. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	41,36	46,38	47,58	43,58	47,44	37,64	
Oznaka vzorca	K07VC3271	K07VC3281	K07VC3291	K07VC32A1	K07VC32B1	K07VC32C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	4,5E+00 ± 2E+00	5,8E+00 ± 3E+00	< 3E+00	5,1E+00 ± 3E+00	5,6E+00 ± 2E+00	< 2E+00	2,9E+00 ± 8E-01
Ra-226	1,5E+00 ± 6E-01		< 8E-01	< 8E-01	< 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,2E+00 ± 5E-01
Pb-210	1,7E+00 ± 1E+00	< 8E+00	< 6E+00	< 3E+01	5,9E+00 ± 4E+00	3,1E+00 ± 7E-01	1,5E+00 ± 3E+00
Ra-228	< 2E+00		< 1E+00	< 1E+00	1,4E+00 ± 7E-01	6,3E-01 ± 3E-01	5,3E-01 ± 3E-01
Th-228	3,4E-01 ± 2E-01	< 5E-01	6,7E-01 ± 3E-01		< 2E-01	5,7E-01 ± 9E-02	4,5E-01 ± 1E-01
K-40	2,4E+01 ± 4E+00	2,6E+01 ± 5E+00	2,2E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 7E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 1E+00
Be-7	4,1E+00 ± 2E+00	3,1E+00 ± 2E+00			5,4E+00 ± 3E+00		2,2E+00 ± 1E+00
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 3E-01	< 9E-02	< 2E-01		< 4E-01		< 5E-02
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	< 3E-01	< 5E-01	< 2E-01	< 4E-01	< 2E-01	< 3E-01	< 1E-01
H-3	2,0E+02 ± 7E+01	2,2E+02 ± 4E+01	2,5E+02 ± 4E+01	2,8E+02 ± 4E+01	6,9E+02 ± 2E+02	3,3E+02 ± 7E+01	4,8E+02 ± 7E+01

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 35a
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	MEDSAVE (R Hrvaška)						
	Datum vzor.	8. 1. 2007	5. 2. 2007	7. 3. 2007	5. 4. 2007	8. 5. 2007	11. 6. 2007
Kol. vzorca (L)	52,42	46,58	47,09	42,60	50,59	44,61	
Oznaka vzorca	MED01-07	MED02-07	MED03-07	MED04-07	MED05-07	MED06-07	
U-238	1,8E+00 ± 6E-01	2,6E+00 ± 5E-01	2,2E+00 ± 5E-01	3,4E+00 ± 6E-01	2,2E+00 ± 5E-01	1,6E+00 ± 6E-01	2,3E+00 ± 3E-01
Ra-226	6,8E-01 ± 2E-01	5,6E-01 ± 4E-01	5,9E-01 ± 1E-01	8,2E-01 ± 2E-01	6,5E-01 ± 3E-01	5,0E-01 ± 2E-01	6,3E-01 ± 1E-01
Pb-210	2,6E+00 ± 1E+00	5,3E+00 ± 1E+00	3,7E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 2E+00	4,3E+00 ± 1E+00	5,3E+00 ± 2E+00	4,5E+00 ± 6E-01
Ra-228						4,7E-01 ± 2E-01	7,8E-02 ± 8E-02
Th-228		4,3E+00 ± 2E+00		4,2E+00 ± 3E+00	3,9E+00 ± 2E+00		2,1E+00 ± 9E-01
K-40	4,0E+01 ± 6E+00	5,0E+01 ± 7E+00	6,3E+01 ± 8E+00	4,7E+01 ± 6E+00	4,4E+01 ± 6E+00	7,0E+01 ± 9E+00	5,2E+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							
Sr-89/Sr-90	1,8E+00 ± 2E-01	2,1E+00 ± 2E-01	2,7E+00 ± 3E-01	1,9E+00 ± 4E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,3E+00 ± 3E-01	2,2E+00 ± 1E-01
H-3	1,6E+03 ± 2E+02	1,2E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 8E+01	9,6E+02 ± 2E+02	6,6E+03 ± 2E+03	3,3E+03 ± 5E+02	2,5E+03 ± 9E+02

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

LETO 2007 T - 35b
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	MEDSAVE (R Hrvaška)						
	Datum vzor.	10. 7. 2007	6. 8. 2007	4. 9. 2007	10. 10. 2007	6. 11. 2007	6. 12. 2007
Kol. vzorca (L)	45,18	47,95	50,94	50,73	51,15	49,15	
Oznaka vzorca	MED07-07	MED08-07	MED09-07	MED10-07	MED11-07	MED12-07	
U-238	1,7E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 6E-01	2,1E+00 ± 5E-01	2,1E+00 ± 5E-01	2,1E+00 ± 4E-01	2,2E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 2E-01
Ra-226	6,5E-01 ± 4E-01	6,7E-01 ± 2E-01	5,2E-01 ± 4E-01	5,7E-01 ± 4E-01	4,9E-01 ± 3E-01	3,6E-01 ± 3E-01	5,9E-01 ± 9E-02
Pb-210	4,0E+00 ± 1E+00	4,6E+00 ± 2E+00	4,4E+00 ± 1E+00	4,1E+00 ± 1E+00		6,2E+00 ± 3E+00	4,2E+00 ± 5E-01
Ra-228							3,9E-02 ± 4E-02
Th-228		2,2E+00 ± 2E+00	5,3E+00 ± 3E+00		4,1E+00 ± 3E+00	2,4E+00 ± 2E+00	2,2E+00 ± 6E-01
K-40	7,7E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	9,3E+01 ± 1E+01	5,3E+01 ± 7E+00	8,3E+01 ± 1E+01	9,0E+01 ± 1E+01	6,8E+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	1,7E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 3E-01	2,5E+00 ± 6E-01	2,8E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 3E-01	2,3E+00 ± 1E-01
H-3	4,2E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 2E+02	9,2E+03 ± 1E+03	1,9E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 4E+02	1,3E+03 ± 3E+02	3,1E+03 ± 7E+02

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

LETO 2007 T - 36a
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	ŠIBICE (R Hrvatska)						
	Datum vzor.	8. 1. 2007	5. 2. 2007	7. 3. 2007	5. 4. 2007	8. 5. 2007	11. 6. 2007
Kol. vzorca (L)	50,93	50,51	51,47	44,82	53,21	44,03	
Oznaka vzorca	SIB01-07	SIB02-07	SIB03-07	SIB04-07	SIB05-07	SIB06-07	
U-238	1,6E+00 ± 1E+00	1,1E+00 ± 8E-01	2,7E+00 ± 6E-01	4,1E+00 ± 7E-01	2,2E+00 ± 1E+00	2,2E+00 ± 1E+00	2,3E+00 ± 4E-01
Ra-226	1,3E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 4E-01	1,2E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,3E+00 ± 2E-01
Pb-210	3,1E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 2E+00	3,8E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 2E+00	3,0E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 1E+00	3,4E+00 ± 6E-01
Ra-228	2,8E+00 ± 7E-01		2,8E+00 ± 1E+00		2,1E+00 ± 1E+00		1,3E+00 ± 6E-01
Th-228				3,3E+00 ± 3E+00		5,5E+00 ± 3E+00	1,5E+00 ± 1E+00
K-40	8,0E+01 ± 1E+01	5,1E+01 ± 7E+00	8,2E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	6,1E+01 ± 9E+00	7,7E+01 ± 1E+01	7,7E+01 ± 8E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137							
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Zr-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sb-124							
Sr-89/Sr-90	3,1E+00 ± 3E-01	2,9E+00 ± 3E-01	2,3E+00 ± 3E-01	2,8E+00 ± 2E-01	3,0E+00 ± 2E-01	2,8E+00 ± 4E-01	2,8E+00 ± 1E-01
H-3	7,8E+02 ± 1E+02	1,0E+03 ± 6E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,2E+03 ± 2E+02	9,6E+02 ± 7E+01	1,0E+03 ± 6E+01	1,1E+03 ± 1E+02

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

LETO 2007 T - 36b
14. PODTALNICA – R HRVAŠKA – enkratni vzorci nefiltrirane vode



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

Vzorč. mesto	ŠIBICE (R Hrvatska)						
	Datum vzor.	10. 7. 2007	6. 8. 2007	4. 9. 2007	10. 10. 2007	6. 11. 2007	6. 12. 2007
Kol. vzorca (L)	46,00	52,48	48,26	51,54	52,88	50,10	
Oznaka vzorca	SIB07-07	SIB08-07	SIB09-07	SIB10-07	SIB11-07	SIB12-07	
U-238	1,5E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 9E-01	1,2E+00 ± 9E-01	1,7E+00 ± 5E-01	1,9E+00 ± 3E-01
Ra-226	8,7E-01 ± 4E-01	8,9E-01 ± 3E-01	1,5E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 5E-01	1,1E+00 ± 6E-01	1,2E+00 ± 1E-01
Pb-210	2,1E+01 ± 1E+01	3,3E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	2,5E+00 ± 1E+00	3,9E+00 ± 1E+00	4,8E+00 ± 2E+00
Ra-228						1,6E+00 ± 9E-01	7,7E-01 ± 3E-01
Th-228	6,6E+00 ± 3E+00	3,9E+00 ± 3E+00				3,2E+00 ± 3E+00	1,9E+00 ± 7E-01
K-40	7,2E+01 ± 1E+01	8,8E+01 ± 1E+01	1,2E+02 ± 2E+01	9,1E+01 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	6,6E+01 ± 9E+00	8,4E+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	2,8E+00 ± 4E-01	2,2E+00 ± 3E-01	2,3E+00 ± 2E-01	3,2E+00 ± 3E-01	3,2E+00 ± 3E-01	1,3E+00 ± 3E-01	2,7E+00 ± 2E-01
H-3	9,0E+02 ± 1E+02	4,5E+02 ± 4E+02	7,1E+02 ± 1E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 5E+02	1,2E+03 ± 1E+02	1,0E+03 ± 9E+01

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

LETO 2007 T - V1
14. VRTINA E1 V NEK – enkratni vzorci



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

Vzorč. mesto	Vrtina v NEK				
Datum vzor.	12. 2. 2007	8. 5. 2007	6. 8. 2007	6. 11. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	42,33	48,17	47,47	46,30	
Oznaka vzorca	BNEK0207	BNEK0507	BNEK0807	BNEK1107	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)				
U-238	3,3E+00 ± 6E-01	2,9E+00 ± 7E-01	3,0E+00 ± 7E-01	3,4E+00 ± 8E-01	3,2E+00 ± 4E-01
Ra-226	1,7E+00 ± 7E-01	3,9E-01 ± 3E-01	1,5E-01 ± 4E-01	6,8E-01 ± 2E-01	7,3E-01 ± 3E-01
Pb-210		3,1E+00 ± 1E+00	5,7E+00 ± 2E+00	5,0E+00 ± 3E+00	3,5E+00 ± 1E+00
Ra-228					
Th-228	7,7E+00 ± 5E+00	4,9E+00 ± 3E+00	5,0E+00 ± 3E+00	4,5E+00 ± 4E+00	5,5E+00 ± 2E+00
K-40	1,6E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 2E+01	1,3E+02 ± 2E+01	2,0E+02 ± 2E+01	1,6E+02 ± 2E+01
Be-7					
I-131					
Cs-134					
Cs-137					
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Zr-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sb-124					
Sr-89/Sr-90	3,7E+00 ± 3E-01	3,9E+00 ± 5E-01	2,8E+00 ± 5E-01	4,0E+00 ± 5E-01	3,6E+00 ± 3E-01
H-3	1,2E+03 ± 1E+02	1,0E+03 ± 1E+02	7,1E+02 ± 1E+02	1,1E+03 ± 8E+02	9,9E+02 ± 2E+02

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

LETO 2007 T - V2
11. VRTINA VOP-4 V VRBINI – enkratni vzorci



Specifična analiza H-3 (**)

Vzorč. mesto	Vrtina VOP-4						
Datum vzor.	-	28. 2. 2007	26. 3. 2007	25. 4. 2007	3. 5. 2007	4. 6. 2007	Polletno povprečje (*)
Oznaka vzorca	-	K07-VRP4-21	K07-VRP4-31	K07-VRP4-41	K07-VRP4-51	K07-VRP4-61	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	-	2,2E+03 ± 4E+2	1,5E+03 ± 2E+2	2,0E+03 ± 7E+2	1,9E+03 ± 1E+2	2,2E+03 ± 3E+2	2,0E+03 ± 2E+02

Vzorč. mesto	Vrtina VOP-4						
Datum vzor.	2. 7. 2007	1. 8. 2007	3. 9. 2007	1. 10. 2007	5. 11. 2007	3. 12. 2007	Letno povprečje (*)
Oznaka vzorca	K07-VRP4-71	K07-VRP4-81	K07-VRP4-91	K07-VRP4-A1	K07-VRP4-B1	K07-VRP4-C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
H-3	2,6E+03 ± 4E+2	5,3E+03 ± 3E+2	2,9E+04 ± 1E+3	5,3E+03 ± 3E+2	2,7E+03 ± 4E+2	2,1E+03 ± 2E+2	5,2E+03 ± 2E+03

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

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

PADAVINE in SUHI USEDİ

15. PADAVINE
16. SUHI USEDİ

LETO 2007 T - 37a
15. PADAVINE – mesečni zbirni 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.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10,78	16,24	23,88	1,5	30	12,8		
Padavine (mm)	61,0	52,4	89,8	5,2	111,6	50,8		
Oznaka vzorca	K07PD211	K07PD221	K07PD231	K07PD241	K07PD251	K07PD261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22								
U-238	< 3E+01	< 1E+01	< 4E+00	1,2E+02 ± 6E+01	5,6E+00 ± 3E+00	1,8E+01 ± 4E+00	< 2,3E+01 ± 2E+01	< 2E+00
Ra-226	< 5E+00	< 9E+00				< 9E+00	< 2E+00	
Pb-210	3,1E+01 ± 6E+00	1,5E+01 ± 4E+00	2,8E+01 ± 4E+00	3,9E+02 ± 1E+02	1,4E+01 ± 6E+00	1,4E+01 ± 4E+00	8,2E+01 ± 6E+01	
Ra-228	2,7E+00 ± 2E+00	< 3E+00	< 2E+00	< 4E+01	< 6E-01		4,6E-01 ± 6E+00	
Th-228	1,8E+00 ± 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	1,0E+01 ± 7E+00	5,0E-01 ± 4E-01	< 2E+00	2,1E+00 ± 2E+00	
K-40		8,1E+00 ± 6E+00	6,8E+00 ± 4E+00	< 3E+02	< 1E+01	1,9E+01 ± 1E+01	5,6E+00 ± 4E-01	
Be-7	2,2E+02 ± 1E+01	7,8E+01 ± 9E+00	1,9E+02 ± 2E+01	1,4E+03 ± 1E+02	1,5E+02 ± 8E+00	1,6E+02 ± 1E+01	3,7E+02 ± 2E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 2E+00	< 2E+00	< 6E-01	< 1E+01	< 5E-01		< 2E+00	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 3E+00	< 2E+00	< 2E+00	< 2E+01	< 8E-01	< 2E+00	< 3E+00	
H-3	1,7E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 9E+01	1,7E+03 ± 3E+02	2,2E+03 ± 2E+02	1,9E+03 ± 5E+02	1,9E+03 ± 4E+02	1,8E+03 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	10,8	16,2	23,9	1,5	30,0	12,8		
Padavine (mm)	61,0	52,4	89,8	5,2	111,6	50,8		
Oznaka vzorca	K07PD211	K07PD221	K07PD231	K07PD241	K07PD251	K07PD261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22								
U-238	< 2E+00	< 5E-01	< 4E-01	6,0E-01 ± 3E-01	6,2E-01 ± 3E-01	9,2E-01 ± 2E-01	< 2,1E+00 ± 2E+00	< 7E-01
Ra-226	< 3E-01	< 5E-01				< 5E-01	< 7E-01	
Pb-210	1,9E+00 ± 3E-01	7,9E-01 ± 2E-01	2,5E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 7E-01	1,5E+00 ± 7E-01	7,1E-01 ± 2E-01	9,4E+00 ± 1E+00	
Ra-228	1,7E-01 ± 1E-01	< 1E-01	< 2E-01	< 2E-01	< 7E-02		1,7E-01 ± 3E-01	
Th-228	1,1E-01 ± 8E-02	< 5E-02	< 9E-02	5,2E-02 ± 4E-02	5,6E-02 ± 4E-02	< 8E-02	2,2E-01 ± 2E-01	
K-40		4,3E-01 ± 3E-01	6,1E-01 ± 4E-01	< 1E+00	< 2E+00	9,6E-01 ± 6E-01	2,0E+00 ± 2E+00	
Be-7	1,3E+01 ± 7E-01	4,1E+00 ± 5E-01	1,7E+01 ± 2E+00	7,4E+00 ± 6E-01	1,7E+01 ± 9E-01	8,0E+00 ± 6E-01	6,8E+01 ± 3E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 1E-01	< 8E-02	< 5E-02	< 5E-02	< 6E-02		< 2E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 2E-01	< 1E-01	< 1E-01	< 1E-01	< 9E-02	< 9E-02	< 3E-01	
H-3	1,1E+02 ± 2E+01	7,5E+01 ± 4E+00	1,5E+02 ± 3E+01	1,1E+01 ± 1E+00	2,1E+02 ± 5E+01	9,9E+01 ± 2E+01	6,6E+02 ± 7E+01	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 37b
15. PADAVINE - mesečni zbirni 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.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	28,8	25,4	49,96	35,56	18,94	12,68		
Padavine (mm)	101,3	95,9	172,5	120,7	69,2	75,7		
Oznaka vzorca	K07PD271	K07PD281	K07PD291	K07PD2A1	K07PD2B1	K07PD2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	5,5E-01 ± 2E-01	<	2,3E-01 ± 2E-01	<	<	<	6,5E-02 ± 6E-02	
U-238	< 3E+00	<	<	<	<	<	1,2E+01 ± 1E+01	
Ra-226	< 1E+00	<	<	<	<	<	<	1E+00
Pb-210	1,9E+01 ± 1E+00	3,9E+02 ± 2E+01	3,5E+01 ± 4E+00	1,2E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 5E+00	< 2E+01	8,2E+01 ± 4E+01	
Ra-228	6,2E-01 ± 4E-01	<	1,2E+00 ± 8E-01	1,2E+00 ± 8E-01	3,5E+00 ± 1E+00	<	6,7E-01 ± 3E+00	
Th-228	4,0E-01 ± 1E-01	<	3,7E-01 ± 3E-01	3,7E-01 ± 3E-01	8,0E-01 ± 5E-01	1,3E+00 ± 8E-01	1,3E+00 ± 8E-01	
K-40	9,6E+00 ± 2E+00	1,7E+01 ± 5E+00	3,8E+00 ± 2E+00	5,2E+00 ± 3E+00	1,2E+01 ± 5E+00	<	6,8E+00 ± 2E+01	
Be-7	2,2E+02 ± 1E+01	2,5E+03 ± 1E+02	3,6E+02 ± 1E+01	1,1E+02 ± 5E+00	4,4E+02 ± 2E+01	6,6E+01 ± 5E+00	5,0E+02 ± 2E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 2E-01		<	9E-02		<	9E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 7E-01	1,0E+00 ± 3E-01	< 2E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 1E+00	8,3E-02 ± 2E+00	
H-3	1,3E+03 ± 4E+02	1,0E+03 ± 3E+02	2,4E+03 ± 6E+02	3,0E+03 ± 6E+02	1,8E+03 ± 1E+02	3,0E+03 ± 7E+02	2,0E+03 ± 2E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	28,8	25,4	50,0	35,6	18,9	12,7		
Padavine (mm)	101,3	95,9	172,5	120,7	69,2	75,7		
Oznaka vzorca	K07PD271	K07PD281	K07PD291	K07PD2A1	K07PD2B1	K07PD2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22	5,6E-02 ± 3E-02	<	4,0E-02 ± 3E-02	<	<	<	9,6E-02 ± 9E-02	
U-238	< 3E-01	<	<	<	<	<	2,1E+00 ± 2E+00	
Ra-226	< 1E-01	<	<	<	<	<	<	9E-01
Pb-210	2,0E+00 ± 2E-01	3,8E+01 ± 2E+00	6,0E+00 ± 8E-01	1,4E+00 ± 4E-01	2,4E+00 ± 4E-01	< 1E+00	5,9E+01 ± 3E+00	
Ra-228	6,2E-02 ± 4E-02	<	1,5E-01 ± 1E-01	1,5E-01 ± 1E-01	2,4E-01 ± 1E-01	<	6,2E-01 ± 4E-01	
Th-228	4,1E-02 ± 1E-02	<	4,5E-02 ± 3E-02	4,5E-02 ± 3E-02	5,5E-02 ± 3E-02	9,8E-02 ± 6E-02	5,2E-01 ± 2E-01	
K-40	9,7E-01 ± 2E-01	1,6E+00 ± 4E-01	6,6E-01 ± 4E-01	6,3E-01 ± 4E-01	8,0E-01 ± 3E-01	<	6,7E+00 ± 2E+00	
Be-7	2,2E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 1E+01	6,3E+01 ± 2E+00	1,3E+01 ± 6E-01	3,0E+01 ± 2E+00	5,0E+00 ± 4E-01	4,4E+02 ± 1E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 2E-02		<	1E-02		<	2E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 7E-02	9,6E-02 ± 3E-02	< 3E-02	< 1E-01	< 8E-02	< 1E-01	9,6E-02 ± 4E-01	
H-3	1,4E+02 ± 4E+01	9,7E+01 ± 3E+01	4,1E+02 ± 1E+02	3,6E+02 ± 8E+01	1,2E+02 ± 9E+00	2,3E+02 ± 5E+01	2,0E+03 ± 2E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 38a
15. PADAVINE - mesečni zbirni 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.	3.1.2007 - 1.2.2007	1.2.2007 - 1.3.2007	1.3.2007 - 2.4.2007	2.4.2007 - 3.5.2007	3.5.2007 - 4.6.2007	4.6.2007 - 2.7.2007		Polletno povprečje (*)				
Kol. vzorca (L)	9,14	12,62	21,14	1,06	31	15,86						
Padavine (mm)	28,8	56,5	93,8	4,5	104,6	64,8						
Oznaka vzorca	K07PD311	K07PD321	K07PD331	K07PD341	K07PD351	K07PD361						
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)											
Na-22	<	4E+01	<	6E+00	<	9E+01	<	5,0E-01 ± 2E-01	<	8,4E-02 ± 8E-02		
U-238	<	4E+01	<	6E+00	<	9E+01	<	2E+00	<	2E+01		
Ra-226	2,2E+01 ± 8E+00		<	5E+00	<	6E+01		1,8E+00 ± 1E+00		3,9E+00 ± 1E+01		
Pb-210	4,9E+01 ± 1E+01	9,4E+01 ± 1E+01	3,6E+01 ± 1E+01	7,0E+02 ± 2E+02	1,7E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 3E+00	1,5E+02 ± 1E+02	7,9E+00 ± 8E+00	6,4E+01 ± 5E+01	1,5E+02 ± 1E+02		
Ra-228	<	4E+00	<	1E+01	<	3E+01	<	1E+00	<	1E+00		
Th-228	2,0E+00 ± 1E+00	1,8E+00 ± 5E-01	<	1E+00	3,6E+01 ± 3E+01	4,4E-01 ± 1E-01	9,9E-01 ± 2E-01	3,6E+01 ± 6E+00	6,4E+01 ± 5E+01	6,9E+00 ± 6E+00		
K-40	<	3E+01	<	1E+01	2,7E+01 ± 6E+00	2,9E+02 ± 1E+02	3,6E+01 ± 5E+00	1,7E+02 ± 1E+01	4,6E+02 ± 3E+01	6,7E+02 ± 4E+02		
Be-7	3,6E+02 ± 2E+01	3,5E+02 ± 2E+01	2,6E+02 ± 1E+01	2,4E+03 ± 2E+02								
I-131												
Cs-134												
Cs-137	<	2E+00	<	2E+00	<	6E-01	<	1E+01	4,8E-01 ± 1E-01	7,6E-01 ± 2E-01	2,1E-01 ± 2E+00	
Co-58												
Co-60												
Cr-51												
Mn-54												
Zn-65												
Nb-95												
Ru-106												
Sb-125												
Sr-89/Sr-90	<	3E+00	<	3E+00	<	2E+00	<	3E+01	<	1E+00	<	4E+00
H-3	1,2E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 1E+02	1,6E+03 ± 3E+02	2,1E+03 ± 5E+02	2,2E+03 ± 4E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 1E+02		

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Krško											
Datum vzor.	3.1.2007 - 1.2.2007	1.2.2007 - 1.3.2007	1.3.2007 - 2.4.2007	2.4.2007 - 3.5.2007	3.5.2007 - 4.6.2007	4.6.2007 - 2.7.2007		Polletni used (*)				
Kol. vzorca (L)	9,1	12,6	21,1	1,1	31,0	15,9						
Padavine (mm)	28,8	56,5	93,8	4,5	104,6	64,8						
Oznaka vzorca	K07PD311	K07PD321	K07PD331	K07PD341	K07PD351	K07PD361						
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)											
Na-22	<	1E+00	<	6E-01	<	4E-01	<	5,3E-02 ± 2E-02	<	5,3E-02 ± 2E-02		
U-238	<	1E+00	<	6E-01	<	4E-01	<	2E-01	<	1E+00		
Ra-226	6,2E-01 ± 2E-01		<	5E-01	<	3E-01		1,1E-01 ± 8E-02		7,4E-01 ± 6E-01		
Pb-210	1,4E+00 ± 3E-01	5,3E+00 ± 6E-01	3,3E+00 ± 1E+00	3,1E+00 ± 7E-01	1,8E+00 ± 1E-01	1,8E+00 ± 2E-01	1,7E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 2E+00		
Ra-228	<	1E-01	<	1E-01	<	1E-01	<	1E-01	<	1E-01		
Th-228	5,6E-02 ± 3E-02	1,0E-01 ± 3E-02	<	1E-01	1,6E-01 ± 1E-01	4,6E-02 ± 1E-02	6,4E-02 ± 2E-02	4,3E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01		
K-40	<	7E-01	<	7E-01	2,5E+00 ± 5E-01	1,3E+00 ± 5E-01	3,8E+00 ± 5E-01	2,3E+00 ± 4E-01	9,9E+00 ± 1E+00	9,9E+00 ± 1E+00		
Be-7	1,0E+01 ± 7E-01	2,0E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 8E-01	1,8E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 2E+00	1,1E+02 ± 3E+00	1,1E+02 ± 3E+00	1,1E+02 ± 3E+00			
I-131												
Cs-134												
Cs-137	<	5E-02	<	9E-02	<	6E-02	<	6E-02	5,0E-02 ± 1E-02	4,9E-02 ± 2E-02	9,9E-02 ± 1E-01	
Co-58												
Co-60												
Cr-51												
Mn-54												
Zn-65												
Nb-95												
Ru-106												
Sb-125												
Sr-89/Sr-90	<	9E-02	<	2E-01	<	2E-01	<	1E-01	<	1E-01	<	6E-02
H-3	3,5E+01 ± 6E+00	8,9E+01 ± 6E+00	1,5E+02 ± 2E+01	9,4E+00 ± 2E+00	2,3E+02 ± 5E+01	1,1E+02 ± 6E+00	6,2E+02 ± 5E+01	6,2E+02 ± 5E+01	6,2E+02 ± 5E+01	6,2E+02 ± 5E+01		

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 38b
15. PADAVINE - mesečni zbirni 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.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	30,16	27,38	40,82	33,42	15,06	14,35		
Padavine (mm)	82,7	107,6	168,1	142,1	51,0	76,8		
Oznaka vzorca	K07PD371	K07PD381	K07PD391	K07PD3A1	K07PD3B1	K07PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	7,1E-01 ± 3E-01	7,6E+00 ± 2E+00	2,6E-01 ± 2E-01	3,0E+00 ± 2E+00	8,4E+00 ± 6E+00	< 8E+00	1,2E-01 ± 7E-02	
U-238	< 7E+00	2,4E+00 ± 2E+00	3,1E+00 ± 2E+00	6,0E+01 ± 7E+00	3,6E+01 ± 1E+01	1,3E+01 ± 7E+00	1,6E+00 ± 8E+00	
Ra-226	6,1E+00 ± 2E+00	2,6E+02 ± 3E+01	1,6E+02 ± 1E+01	1,4E+00 ± 9E-01	2,3E+00 ± 2E+00	1,3E+02 ± 3E+01	4,0E+00 ± 5E+00	
Pb-210	1,7E+01 ± 3E+00	< 1E+00	6,9E+00 ± 2E+00	5,7E-01 ± 3E-01	9,4E-01 ± 6E-01	1,3E+00 ± 4E-01	1,3E+02 ± 6E+01	
Ra-228	2,1E+00 ± 1E+00	8,5E-01 ± 7E-01	4E-01	1,4E+01 ± 7E+00	1,9E+01 ± 1E+01	4,2E+01 ± 2E+01	4,4E+00 ± 4E+00	
Th-228	1,3E+00 ± 3E-01	5,2E+01 ± 6E+00	1,2E+03 ± 5E+01	4,1E+02 ± 2E+01	4,6E+02 ± 2E+01	6,8E+02 ± 5E+01	3,9E+00 ± 3E+00	
K-40	3,0E+01 ± 5E+00	2,2E+03 ± 8E+01	1,9E+03 ± 3E+02	2,7E+03 ± 7E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 3E+02	4,2E+01 ± 2E+01	
Be-7	3,0E+02 ± 1E+01						7,8E+02 ± 2E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 8E-01	< 2E-01	< 3E-01		< 8E-01	1,0E-01 ± 1E+00	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 7E-01	< 7E-01	< 1E+00	< 7E-01	< 1E+00	< 3E+00	< 2E+00	
H-3	1,3E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,9E+03 ± 3E+02	2,7E+03 ± 7E+02	1,6E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 3E+02	1,8E+03 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Krško							
Datum vzor.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	30,2	27,4	40,8	33,4	15,1	14,4		
Padavine (mm)	82,7	107,6	168,1	142,1	51,0	76,8		
Oznaka vzorca	K07PD371	K07PD381	K07PD391	K07PD3A1	K07PD3B1	K07PD3C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22	5,9E-02 ± 3E-02	4,3E-02 ± 3E-02	4,3E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	4,3E-01 ± 3E-01	< 6E-01	1,5E-01 ± 4E-02	
U-238	< 6E-01	8,2E-01 ± 2E-01	5,3E-01 ± 3E-01	8,5E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 6E-01	1,0E+00 ± 6E-01	1,7E+00 ± 2E+00	
Ra-226	5,0E-01 ± 2E-01	2,6E-01 ± 2E-01	2,7E+01 ± 2E+00	1,9E+00 ± 6E-01	1,0E+01 ± 2E+00	1,0E+01 ± 2E+00	3,0E+00 ± 9E-01	
Pb-210	1,4E+00 ± 2E-01	2,8E+01 ± 3E+00	1,9E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 9E-02	1,2E-01 ± 9E-02	9,8E-02 ± 3E-02	9,4E+01 ± 5E+00	
Ra-228	1,7E-01 ± 1E-01	< 1E-01	8,0E-02 ± 4E-02	4,8E-02 ± 3E-02	4,8E-02 ± 3E-02	8,6E-01 ± 2E-01	7,0E-01 ± 3E-01	
Th-228	1,0E-01 ± 3E-02	9,2E-02 ± 7E-02	1,2E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 9E-01	9,7E-01 ± 7E-01	2,2E+01 ± 2E+00	8,6E-01 ± 2E-01	
K-40	2,5E+00 ± 4E-01	5,6E+00 ± 7E-01	2,0E+02 ± 9E+00	5,9E+01 ± 2E+00	2,3E+01 ± 1E+00	5,2E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 2E+00	
Be-7	2,5E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 8E+00	2,0E+02 ± 9E+00	2,3E+01 ± 1E+00	5,2E+01 ± 4E+00	7,2E+02 ± 1E+01	7,2E+02 ± 1E+01	
I-131								
Cs-134								
Cs-137		< 8E-02	< 4E-02	< 4E-02		< 6E-02	9,9E-02 ± 2E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	< 6E-02	< 8E-02	< 2E-01	< 1E-01	< 7E-02	< 2E-01	< 4E-01	
H-3	1,1E+02 ± 2E+01	1,5E+02 ± 5E+01	3,2E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 1E+02	8,4E+01 ± 9E+00	1,4E+02 ± 2E+01	1,8E+03 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 39a
15. PADAVINE – mesečni zbirni 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.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11	17,26	25,7	0,86	32,8	16,88		
Padavine (mm)	53,8	27,3	93,5	5,2	115,1	65,6		
Oznaka vzorca	K07PD411	K07PD421	K07PD431	K07PD441	K07PD451	K07PD461		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22	<	<	<	<	<	<	<	<
U-238	3E+00	2E+00	6E+00		4E+00		1E+00	
Ra-226	<	2E+00			2E+00	<	1E+00	
Pb-210	3,9E+01 ± 3E+00	3,3E+01 ± 6E+00	3,3E+01 ± 7E+00	1,2E+03 ± 2E+02	2,8E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 1E+01	2,4E+02 ± 2E+02	
Ra-228	<	3E+00	<	<	3E+01	<	3E+00	<
Th-228	9,0E-01 ± 3E-01	<	9,2E-01 ± 4E-01	4,0E+01 ± 2E+01	<	1E-01	9E-01	7,0E+00 ± 7E+00
K-40	6,2E+00 ± 4E+00	<	9E+00	1,6E+02 ± 9E+01	1,2E+01 ± 3E+00	<	1E+01	3,1E+01 ± 3E+01
Be-7	3,8E+02 ± 3E+01	1,8E+02 ± 9E+00	3,1E+02 ± 1E+01	7,7E+03 ± 4E+02	2,6E+02 ± 2E+01	5,6E+02 ± 2E+01	1,6E+03 ± 1E+03	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			<	1E+00		3,6E-01 ± 2E-01		6,0E-02 ± 2E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	3E+00	<	2E+00	<	4E+01	<	1E+00
H-3	1,3E+03 ± 2E+02	1,4E+03 ± 1E+02	7,9E+02 ± 3E+02	2,1E+03 ± 4E+02	1,6E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 2E+02	6E+00

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Dobova							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	11,0	17,3	25,7	0,9	32,8	16,9		
Padavine (mm)	53,8	27,3	93,5	5,2	115,1	65,6		
Oznaka vzorca	K07PD411	K07PD421	K07PD431	K07PD441	K07PD451	K07PD461		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22	<	<	<	<	<	<	<	<
U-238	2E-01	6E-02	6E-01		4E-01		7E-01	
Ra-226	<	4E-02			2E-01	<	3E-01	<
Pb-210	2,1E+00 ± 2E-01	9,0E-01 ± 2E-01	3,1E+00 ± 6E-01	6,5E+00 ± 1E+00	3,2E+00 ± 3E-01	2,4E+00 ± 7E-01	1,8E+01 ± 1E+00	
Ra-228	<	9E-02	<	<	1E-01	<	2E-01	<
Th-228	4,8E-02 ± 2E-02	<	8,6E-02 ± 3E-02	2,1E-01 ± 1E-01	<	1E-02	6E-02	3,4E-01 ± 1E-01
K-40	3,4E-01 ± 2E-01	<	9E-01	8,6E-01 ± 5E-01	1,4E+00 ± 3E-01	<	9E-01	2,6E+00 ± 1E+00
Be-7	2,0E+01 ± 2E+00	4,9E+00 ± 2E-01	2,9E+01 ± 1E+00	4,0E+01 ± 2E+00	2,9E+01 ± 2E+00	3,7E+01 ± 1E+00	1,6E+02 ± 4E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			<	1E-01		4,2E-02 ± 2E-02		4,2E-02 ± 1E-01
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	<	5E-02	<	1E-01	<	2E-01	<	9E-02
H-3	7,2E+01 ± 1E+01	3,8E+01 ± 3E+00	7,3E+01 ± 3E+01	1,1E+01 ± 2E+00	1,9E+02 ± 5E+01	1,0E+02 ± 3E+01	4,8E+02 ± 6E+01	3E+01

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 39b
15. PADAVINE – mesečni zbirni 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.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letno povprečje (*)						
Kol. vzorca (L)	29	20,14	51,54	46,74	23,52	19,92								
Padavine (mm)	101,5	68,6	178,2	155,7	74,2	73,8								
Oznaka vzorca	K07PD471	K07PD481	K07PD491	K07PD4A1	K07PD4B1	K07PD4C1								
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)													
Na-22		3,9E-01 ± 2E-01		2,3E+00 ± 1E+00	<	8E+00		3,2E-02 ± 3E-02						
U-238		5,8E+00 ± 3E+00	3,6E+00 ± 1E+00	1,6E+00 ± 1E+00	<	3,9E+00 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+01	9,8E-01 ± 1E+00						
Ra-226		2,1E+00 ± 1E+00	<	2E+00	1,6E+00 ± 1E+00	1,4E+02 ± 1E+01	6,4E+01 ± 9E+00	2,7E+00 ± 2E+00						
Pb-210	1,1E+02 ± 7E+00	9,2E+01 ± 2E+01	8,5E+01 ± 6E+00	9,9E+01 ± 1E+01	1,4E+02 ± 1E+01	6,4E+01 ± 9E+00	6,4E+01 ± 9E+00	1,7E+02 ± 1E+02						
Ra-228	<	1,3E+00 ± 7E-01	7,4E-01 ± 5E-01	7,7E-01 ± 4E-01	<	2E+00	2,7E+00 ± 2E+00	4,6E-01 ± 3E+00						
Th-228	7,2E-01 ± 3E-01	1,0E+00 ± 8E-01	6,6E-01 ± 4E-01	<	5E-01	<	9E-01	3,7E+00 ± 3E+00						
K-40	1,2E+01 ± 3E+00	1,5E+01 ± 3E+00	3,3E+00 ± 2E+00	9,4E+00 ± 2E+00	7,7E+00 ± 4E+00	7,7E+00 ± 4E+00	7,7E+00 ± 4E+00	1,9E+01 ± 1E+01						
Be-7	9,2E+02 ± 4E+01	9,1E+02 ± 3E+01	1,0E+03 ± 4E+01	8,2E+02 ± 3E+01	1,2E+03 ± 6E+01	1,2E+03 ± 6E+01	5,7E+02 ± 3E+01	1,2E+03 ± 6E+02						
I-131														
Cs-134														
Cs-137	<	3E-01	<	4E-01	1,5E-01 ± 1E-01	<	3E-01	<	4E-01					
Co-58								4,3E-02 ± 1E-01						
Co-60														
Cr-51														
Mn-54														
Zn-65														
Nb-95														
Ru-106														
Sb-125														
Sr-89/Sr-90	<	5E-01	<	7E-01	<	8E-01	<	4E-01	<	1E+00	<	1E+00	<	3E+00
H-3	1,3E+03 ± 4E+02	1,5E+03 ± 5E+02	1,5E+03 ± 1E+02	1,7E+03 ± 4E+02	7,8E+02 ± 6E+01	1,1E+03 ± 3E+02	1,1E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 1E+02						

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Dobova									
Datum vzor.	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007		Letni used (*)		
Kol. vzorca (L)	29,0	20,1	51,5	46,7	23,5	19,9				
Padavine (mm)	101,5	68,6	178,2	155,7	74,2	73,8				
Oznaka vzorca	K07PD471	K07PD481	K07PD491	K07PD4A1	K07PD4B1	K07PD4C1				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)									
Na-22		2,6E-02 ± 1E-02		3,6E-01 ± 2E-01	<	6E-01		2,6E-02 ± 1E-02		
U-238		4,0E-01 ± 2E-01	6,4E-01 ± 2E-01	2,5E-01 ± 1E-01	<	2,9E-01 ± 2E-01	1,8E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 1E+00		
Ra-226		1,5E-01 ± 7E-02	<	3E-01	1,5E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 8E-01	4,8E+00 ± 6E-01	2,5E+00 ± 1E+00		
Pb-210	1,1E+01 ± 7E-01	6,3E+00 ± 1E+00	1,5E+01 ± 1E+00	1,5E+01 ± 2E+00	1,1E+01 ± 8E-01	4,8E+00 ± 6E-01	4,8E+00 ± 6E-01	8,1E+01 ± 3E+00		
Ra-228	<	1E-01	8,8E-02 ± 5E-02	1,3E-01 ± 1E-01	1,2E-01 ± 6E-02	<	1E-01	2,0E-01 ± 1E-01		
Th-228	7,3E-02 ± 3E-02	7,1E-02 ± 5E-02	1,2E-01 ± 6E-02	<	7E-02	<	7E-02	6,0E-01 ± 2E-01		
K-40	1,2E+00 ± 3E-01	1,0E+00 ± 2E-01	6,0E-01 ± 3E-01	1,5E+00 ± 3E-01	5,7E-01 ± 3E-01	5,7E-01 ± 3E-01	5,7E-01 ± 3E-01	7,5E+00 ± 2E+00		
Be-7	9,3E+01 ± 4E+00	6,3E+01 ± 2E+00	1,8E+02 ± 7E+00	1,3E+02 ± 5E+00	8,8E+01 ± 4E+00	8,8E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 2E+00	7,5E+02 ± 1E+01		
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	3E-02	<	3E-02	2,3E-02 ± 2E-02	<	2E-02	<	3E-02	
Co-58								6,5E-02 ± 1E-01		
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	<	5E-02	<	5E-02	<	1E-01	<	7E-02	<	4E-01
H-3	1,3E+02 ± 4E+01	1,1E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 2E+01	2,7E+02 ± 6E+01	5,8E+01 ± 4E+00	8,0E+01 ± 2E+01	8,0E+01 ± 2E+01	1,4E+03 ± 1E+02		

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 40 a
15. PADAVINE – mesečni zbirni vzorci



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

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	27,78	43,48	36,56	0,52	38,08	14,48		
Padavine (mm)	89,0	126,0	112,0	6,0	113,0	80,0		
Oznaka vzorca	L07PD111	L07PD121	L07PD131	L07PD141	L07PD151	L07PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
Na-22					3,3E-01 ± 1E-01		5,6E-02 ± 6E-02	
U-238	< 4E-01	< 4E+00	< 3E+00	<	< 3E+00	<	1,1E+01 ± 5E+00	1,8E+00 ± 2E+00
Ra-226	3,9E+00 ± 3E+00	< 4E+00	< 1E+00	1,6E+02 ± 7E+01	1,8E+00 ± 8E-01	< 6E+00	2,8E+01 ± 3E+01	
Pb-210	1,1E+02 ± 6E+00	4,6E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 4E+00	1,0E+03 ± 2E+02	1,7E+01 ± 2E+00	1,5E+02 ± 2E+01	2,3E+02 ± 2E+02	
Ra-228	< 2E+00	1,4E+00 ± 8E-01		1,8E+02 ± 8E+01	7,6E-01 ± 5E-01	< 3E+00	3,1E+01 ± 3E+01	
Th-228	1,2E+00 ± 4E-01	6,1E-01 ± 3E-01	< 5E-01	3,2E+01 ± 2E+01	< 4E-01	1,4E+00 ± 6E-01	5,9E+00 ± 5E+00	
K-40	8,1E+00 ± 4E+00	< 3E+00	1,8E+01 ± 3E+00	2,9E+02 ± 2E+02	1,3E+01 ± 3E+00	4,5E+01 ± 8E+00	6,3E+01 ± 5E+01	
Be-7	1,1E+03 ± 5E+01	3,5E+02 ± 2E+01	3,1E+02 ± 1E+01	4,3E+03 ± 3E+02	2,1E+02 ± 1E+01	1,3E+03 ± 5E+01	1,3E+03 ± 6E+02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 2E-01	< 1E+01	6,7E-01 ± 4E-01	< 1E+00	1,1E-01 ± 2E+00	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	1,3E+03 ± 2E+02	1,1E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 3E+02	1,5E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 4E+02	1,7E+03 ± 5E+02	1,5E+03 ± 1E+02	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletni used (*)
Kol. vzorca (L)	27,8	43,5	36,6	0,5	38,1	14,5		
Padavine (mm)	89,0	126,0	112,0	6,0	113,0	80,0		
Oznaka vzorca	L07PD111	L07PD121	L07PD131	L07PD141	L07PD151	L07PD161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)							
Na-22					3,8E-02 ± 1E-02		3,8E-02 ± 1E-02	
U-238	< 3E-02	< 5E-01	< 3E-01	<	< 3E-01	<	8,4E-01 ± 4E-01	8,4E-01 ± 7E-01
Ra-226	3,5E-01 ± 2E-01	< 5E-01	< 1E-01	9,8E-01 ± 4E-01	2,0E-01 ± 1E-01	< 5E-01	1,5E+00 ± 9E-01	
Pb-210	1,0E+01 ± 5E-01	5,8E+00 ± 4E-01	3,6E+00 ± 5E-01	6,2E+00 ± 1E+00	1,9E+00 ± 2E-01	1,2E+01 ± 1E+00	3,9E+01 ± 2E+00	
Ra-228	< 2E-01	1,8E-01 ± 1E-01		1,1E+00 ± 5E-01	8,6E-02 ± 6E-02	< 2E-01	1,4E+00 ± 6E-01	
Th-228	1,1E-01 ± 4E-02	7,7E-02 ± 4E-02	< 5E-02	1,9E-01 ± 1E-01	< 4E-02	1,1E-01 ± 5E-02	4,9E-01 ± 2E-01	
K-40	7,2E-01 ± 4E-01	< 4E-01	2,0E+00 ± 3E-01	1,8E+00 ± 1E+00	1,5E+00 ± 3E-01	3,6E+00 ± 7E-01	9,6E+00 ± 1E+00	
Be-7	1,0E+02 ± 5E+00	4,3E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 1E+00	1,0E+02 ± 4E+00	3,3E+02 ± 7E+00	
I-131								
Cs-134								
Cs-137			< 3E-02	< 6E-02	7,6E-02 ± 4E-02	< 8E-02	7,6E-02 ± 1E-01	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
H-3	1,2E+02 ± 2E+01	1,4E+02 ± 2E+01	2,2E+02 ± 3E+01	8,8E+00 ± 2E+00	1,6E+02 ± 5E+01	1,4E+02 ± 4E+01	7,8E+02 ± 7E+01	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 40 b
15. PADAVINE – mesečni zbirni vzorci



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

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	51,52	29,14	51,66	40,78	18,28	8,84	
Padavine (mm)	148,0	80,0	220,0	138,0	33,0	51,0	
Oznaka vzorca	L07PD171	L07PD181	L07PD191	L07PD1A1	L07PD1B1	L07PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
Na-22	4,1E-01 ± 2E-01			2,7E-01 ± 2E-01			8,5E-02 ± 5E-02
U-238		3,7E+00 ± 3E+00	3,3E+00 ± 2E+00	2,5E+00 ± 2E+00	< 5E+00	1,4E+01 ± 9E+00	2,8E+00 ± 1E+00
Ra-226	1,5E+00 ± 6E-01			< 2E+00			1,4E+01 ± 1E+01
Pb-210	3,7E+01 ± 2E+00	5,6E+01 ± 6E+00	6,1E+01 ± 5E+00	5,0E+01 ± 6E+00	7,4E+01 ± 8E+00	4,2E+01 ± 2E+01	1,4E+02 ± 8E+01
Ra-228	< 2E-01	< 2E+00	< 1E+00	2,0E+00 ± 9E-01		< 8E+00	1,6E+01 ± 2E+01
Th-228	4,8E-01 ± 2E-01	< 6E-01	4,5E-01 ± 2E-01	1,5E+00 ± 4E-01	1,8E+00 ± 4E-01	2,9E+00 ± 1E+00	3,5E+00 ± 3E+00
K-40	5,5E+00 ± 1E+00	1,1E+01 ± 6E+00	5,3E+00 ± 4E+00	8,2E+00 ± 5E+00	6,3E+00 ± 4E+00	< 3E+01	3,5E+01 ± 2E+01
Be-7	6,4E+02 ± 3E+01	7,6E+02 ± 3E+01	7,4E+02 ± 3E+01	5,2E+02 ± 2E+01	7,7E+02 ± 3E+01	3,0E+02 ± 2E+01	9,4E+02 ± 3E+02
I-131							
Cs-134							
Cs-137	1,6E-01 ± 7E-02	< 4E-01	< 3E-01	3,0E-01 ± 2E-01		< 3E+00	9,5E-02 ± 8E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	1,2E+03 ± 3E+02	9,9E+02 ± 3E+02	1,1E+03 ± 2E+02	1,5E+03 ± 3E+02	1,0E+03 ± 8E+01	9,3E+02 ± 2E+02	1,3E+03 ± 9E+01

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

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

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS						
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007	Letni used (*)
Kol. vzorca (L)	51,5	29,1	51,7	40,8	18,3	8,8	
Padavine (mm)	148,0	80,0	220,0	138,0	33,0	51,0	
Oznaka vzorca	L07PD171	L07PD181	L07PD191	L07PD1A1	L07PD1B1	L07PD1C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)						
Na-22	6,1E-02 ± 3E-02			3,8E-02 ± 3E-02			1,4E-01 ± 4E-02
U-238		3,0E-01 ± 2E-01	7,2E-01 ± 4E-01	3,4E-01 ± 3E-01	< 2E-01	7,0E-01 ± 5E-01	2,9E+00 ± 1E+00
Ra-226	2,2E-01 ± 9E-02			< 2E-01			1,7E+00 ± 9E-01
Pb-210	5,5E+00 ± 3E-01	4,5E+00 ± 5E-01	1,3E+01 ± 1E+00	6,8E+00 ± 8E-01	2,4E+00 ± 2E-01	2,1E+00 ± 1E+00	7,4E+01 ± 3E+00
Ra-228	< 3E-02	< 2E-01	< 2E-01	2,7E-01 ± 1E-01		< 4E-01	1,6E+00 ± 8E-01
Th-228	7,0E-02 ± 2E-02	< 5E-02	1,0E-01 ± 5E-02	2,0E-01 ± 5E-02	5,9E-02 ± 1E-02	1,5E-01 ± 6E-02	1,1E+00 ± 2E-01
K-40	8,2E-01 ± 2E-01	9,2E-01 ± 5E-01	1,2E+00 ± 9E-01	1,1E+00 ± 7E-01	2,1E-01 ± 1E-01	< 2E+00	1,4E+01 ± 2E+00
Be-7	9,4E+01 ± 4E+00	6,1E+01 ± 2E+00	1,6E+02 ± 6E+00	7,2E+01 ± 3E+00	2,5E+01 ± 1E+00	1,5E+01 ± 8E-01	7,6E+02 ± 1E+01
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,4E-02 ± 1E-02	< 3E-02	< 6E-02	4,2E-02 ± 3E-02		< 1E-01	1,4E-01 ± 2E-01
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
H-3	1,7E+02 ± 5E+01	7,9E+01 ± 3E+01	2,5E+02 ± 4E+01	2,1E+02 ± 5E+01	3,4E+01 ± 3E+00	4,7E+01 ± 1E+01	1,6E+03 ± 1E+02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 in H-3 pa na Odseku O-2.

15. PREGLED SPECIFIČNIH ANALIZ H-3 V DEŽEVNICI V LETU 2007

Specifična analiza H-3 (**) preračunana na KOLIČINO TEKOČIH PADAVIN in ENOTO PRESTREZNE POVRŠINE

Vzorč. mesto	Krško			Bregje			Dobova			Ljubljana		
	Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost		Padavine	Specifična aktivnost	
		mm	kBq/m ³		kBq/m ²	mm		kBq/m ³	kBq/m ²		mm	kBq/m ³
Januar	28,8	1,2E+00	3,5E-02	61,0	1,7E+00	1,1E-01	53,8	1,3E+00	7,2E-02	89,0	1,3E+00	1,2E-01
Februar	56,5	1,6E+00	8,9E-02	52,4	1,4E+00	7,5E-02	27,3	1,4E+00	3,8E-02	126,0	1,1E+00	1,4E-01
Marec	93,8	1,6E+00	1,5E-01	89,8	1,7E+00	1,5E-01	93,5	7,9E-01	7,3E-02	112,0	1,9E+00	2,2E-01
April	4,5	2,1E+00	9,4E-03	5,2	2,2E+00	1,1E-02	5,2	2,1E+00	1,1E-02	6,0	1,5E+00	8,8E-03
Maj	104,6	2,2E+00	2,3E-01	111,6	1,9E+00	2,1E-01	115,1	1,6E+00	1,9E-01	113,0	1,4E+00	1,6E-01
Junij	64,8	1,7E+00	1,1E-01	50,8	1,9E+00	9,9E-02	65,6	1,5E+00	1,0E-01	80,0	1,7E+00	1,4E-01
Julij	82,7	1,3E+00	1,1E-01	101,3	1,3E+00	1,4E-01	101,5	1,3E+00	1,3E-01	148,0	1,2E+00	1,7E-01
Avgust	107,6	1,4E+00	1,5E-01	95,9	1,0E+00	9,7E-02	68,6	1,5E+00	1,1E-01	80,0	9,9E-01	7,9E-02
September	168,1	1,9E+00	3,2E-01	172,5	2,4E+00	4,1E-01	178,2	1,5E+00	2,7E-01	220,0	1,1E+00	2,5E-01
Oktober	142,1	2,7E+00	3,9E-01	120,7	3,0E+00	3,6E-01	155,7	1,7E+00	2,7E-01	138,0	1,5E+00	2,1E-01
November	51,0	1,6E+00	8,4E-02	69,2	1,8E+00	1,2E-01	74,2	7,8E-01	5,8E-02	33,0	1,0E+00	3,4E-02
December	76,8	1,8E+00	1,4E-01	75,7	3,0E+00	2,3E-01	73,8	1,1E+00	8,0E-02	51,0	9,3E-01	4,7E-02
Letno povprečje (kBq/m ³)	1,75E+00	±	1,2E-01	1,95E+00	±	1,7E-01	1,40E+00	±	1,1E-01	1,31E+00	±	8,9E-02
Celotna vrednost	981		1,8E+00	1006		2,0E+00	1012		1,4E+00	1196		1,6E+00
	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²	mm		kBq/m ²

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

(**) Radiokemijske analize H-3 so bile opravljene na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 42/1a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (mesta 2-6)							Polletna vsota	Polletni used (*)
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007			
Kol. vzorca (g)	50,3	47,5	49,6	53,6	36,3	78,5			
Padavine (mm)	28,8	56,5	93,8	4,5	104,6	64,8			
Oznaka vzorca	K07PV211	K07PV221	K07PV231	K07PV241	K07PV251	K07PV261			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238									
Ra-226	2,2E-01 ± 1E-01	< 4E-01		2,1E-01 ± 1E-01	< 7E-01		4,3E-01 ± 9E-01	2,1E+00 ± 4E+00	
Pb-210	8,5E-02 ± 5E-02	1,6E-01 ± 7E-02	1,2E-01 ± 8E-02	5,5E-02 ± 4E-02		3,9E-01 ± 3E-01	8,0E-01 ± 3E-01	4,0E+00 ± 2E+00	
Ra-228	2,1E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 3E-01	3,5E+00 ± 4E-01	3,6E+00 ± 4E-01	7,7E+00 ± 5E-01	3,4E+00 ± 3E-01	2,2E+01 ± 9E-01	1,1E+02 ± 4E+00	
Th-228	5,2E-02 ± 3E-02			1,2E-01 ± 5E-02	< 5E-02		1,7E-01 ± 7E-02	8,4E-01 ± 4E-01	
K-40	2,4E-02 ± 1E-02	5,4E-02 ± 3E-02	4,5E-02 ± 2E-02	9,0E-02 ± 2E-02	4,3E-02 ± 2E-02	2,5E-01 ± 3E-02	5,1E-01 ± 5E-02	2,5E+00 ± 3E-01	
Be-7	< 2E-01		3,1E-01 ± 1E-01	9,2E-01 ± 3E-01	2,7E-01 ± 1E-01	4,0E-01 ± 1E-01	1,9E+00 ± 4E-01	9,5E+00 ± 2E+00	
I-131	9,7E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 3E-01	1,8E+01 ± 8E-01	2,8E+01 ± 1E+00	7,0E+01 ± 3E+00	4,1E+01 ± 2E+00	1,7E+02 ± 4E+00	8,6E+02 ± 2E+01	
Cs-134									
Cs-137	2,0E-02 ± 6E-03	< 8E-03	1,4E-02 ± 1E-02	5,8E-02 ± 3E-02	1,8E-02 ± 1E-02	4,2E-02 ± 1E-02	1,5E-01 ± 4E-02	7,7E-01 ± 2E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 42/1b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	širša okolica NEK (mesta 2-6)							Letna vsota	Letni used (*)
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007			
Kol. vzorca (g)	50,2	49,9	52	49,7	64,7	92,2			
Padavine (mm)	82,7	107,6	168,1	142,1	51,0	76,8			
Oznaka vzorca	K07PV271	K07PV281	K07PV291	K07PV2A1	K07PV2B1	K07PV2C1			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238									
Ra-226	1,8E-01 ± 6E-02			< 2E-01	< 2E-01		4,3E-01 ± 9E-01	2,1E+00 ± 5E+00	
Pb-210	3,7E+00 ± 8E-01	8,5E+00 ± 6E-01	3,9E+00 ± 3E-01	7,2E+00 ± 4E-01	3,2E+00 ± 3E-01	2,9E-01 ± 1E-01	9,8E-01 ± 1E-01	4,9E+00 ± 6E-01	
Ra-228	< 1E-01		3,5E-02 ± 2E-02	< 7E-02	5,6E-02 ± 4E-02		4,8E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 6E+00	
Th-228	2,1E-02 ± 2E-02	1,5E-01 ± 3E-02	4,0E-02 ± 1E-02	2,8E-02 ± 1E-02	6,2E-02 ± 1E-02	1,6E-02 ± 1E-02	2,6E-01 ± 4E-01	1,3E+00 ± 2E+00	
K-40	< 4E-01	2,4E-01 ± 1E-01	< 2E-01	3,4E-01 ± 2E-01	< 3E-01		8,3E-01 ± 4E+00	4,1E+00 ± 2E+01	
Be-7	3,3E+01 ± 1E+00	5,3E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 1E+00	1,3E+01 ± 5E-01	9,1E-01 ± 1E-01	2,5E+00 ± 6E-01	1,2E+01 ± 3E+00	
I-131							3,3E+02 ± 3E+00	1,7E+03 ± 2E+01	
Cs-134							< 4E-02	< 2E-01	
Cs-137	1,6E-02 ± 1E-02	1,7E-02 ± 1E-02	< 1E-02	1,0E-02 ± 8E-03	< 2E-02		2,0E-01 ± 3E-02	9,8E-01 ± 2E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 42/2a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1,7,8)										
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007					
Kol. vzorca (g)	29,9	22,7	26,6	30	25,3	39,7					
Padavine (mm)	61,0	52,4	89,8	5,2	111,6	50,8	Polletna vsota	Polletni used (*)			
Oznaka vzorca	K07PV311	K07PV321	K07PV331	K07PV341	K07PV351	K07PV361					
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)										
Na-22		<	4E-01		<	3E-01	<	2E-01	4,0E-01 ± 1E-01	4,0E-01 ± 5E-01	2,0E+00 ± 3E+00
U-238			7,1E-02 ± 5E-02	6,5E-02 ± 5E-02	3,0E-01 ± 1E-01				2,1E-01 ± 1E-01	6,5E-01 ± 2E-01	3,2E+00 ± 1E+00
Ra-226	<	2,1E+00 ± 2E-01	1,0E+00 ± 1E-01	2,8E+00 ± 3E-01	3,2E+00 ± 3E-01	5,8E+00 ± 4E-01			5,3E+00 ± 7E-01	2,0E+01 ± 9E-01	1,0E+02 ± 5E+00
Pb-210				9,7E-02 ± 5E-02	<	8E-02	7,3E-02 ± 4E-02	9,8E-02 ± 8E-02	2,7E-01 ± 2E-01	1,6E-01 ± 8E-02	1,3E+00 ± 9E-01
Ra-228	<	1E-01	<	3,1E-02 ± 3E-02	4,0E-02 ± 3E-02	4,1E-02 ± 3E-02	4,8E-02 ± 2E-02	1,6E-01 ± 8E-02	8,1E-01 ± 2E-01	2,1E+00 ± 5E-01	1,0E+01 ± 3E+00
Th-228	<	2E-02	<	4,0E-01 ± 2E-01	6,8E-01 ± 2E-01	<	3E-01	8,1E-01 ± 2E-01	2,1E+00 ± 5E-01	1,0E+01 ± 3E+00	1,0E+01 ± 3E+00
K-40	2,0E-01 ± 1E-01			1,5E+01 ± 6E-01	2,9E+01 ± 1E+00	5,2E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	1,4E+02 ± 3E+00			7,2E+02 ± 2E+01
Be-7	7,4E+00 ± 5E-01	3,7E+00 ± 2E-01									
I-131											
Cs-134											
Cs-137	<	5E-02	<	1E-02	1,5E-02 ± 1E-02	6,7E-02 ± 2E-02	2,5E-02 ± 1E-02	2,7E-02 ± 1E-02	1,3E-01 ± 6E-02		6,7E-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 Odseku F-2.

LETO 2007 T - 42/2b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	ožja okolica NEK (mesta 1,7,8)										
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007					
Kol. vzorca (g)	30,1	31,8	29,6	29,3	34,5	55,4					
Padavine (mm)	101,3	95,9	172,5	120,7	69,2	75,7	Letna vsota	Letni used (*)			
Oznaka vzorca	K07PV371	K07PV381	K07PV391	K07PV3A1	K07PV3B1	K07PV3C1					
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)										
Na-22	1,4E-01 ± 1E-01	<	3E-01	3,0E-01 ± 2E-01	2,9E-01 ± 2E-01	4,3E-01 ± 2E-01	<	4E-01	1,6E+00 ± 8E-01	7,8E+00 ± 4E+00	
U-238									1,3E-01 ± 9E-02 #	9,3E-01 ± 3E-01	4,6E+00 ± 2E+00
Ra-226	<	8E-02	1,5E-01 ± 1E-01	8,3E+00 ± 5E-01	4,2E+00 ± 4E-01	6,8E+00 ± 4E-01	<	2E-01	3,2E+00 ± 5E-01	7,0E-01 ± 2E-01	4,7E+01 ± 1E+00
Pb-210	3,7E+00 ± 4E-01			4,2E+00 ± 4E-01	6,8E+00 ± 4E-01	3,2E+00 ± 5E-01			7,0E-01 ± 2E-01	4,7E+01 ± 1E+00	2,4E+02 ± 7E+00
Ra-228	8,6E-02 ± 4E-02		1,5E-01 ± 6E-02	<	1E-01	2,1E-01 ± 1E-01	<	8E-02	7,1E-01 ± 3E-01	3,6E+00 ± 1E+00	3,6E+00 ± 1E+00
Th-228	5,9E-02 ± 2E-02		6,6E-02 ± 2E-02	1,0E-01 ± 2E-02	<	4E-02	<	2E-01	7,1E-02 ± 2E-02	4,6E-01 ± 2E-01	2,3E+00 ± 1E+00
K-40	3,6E-01 ± 2E-01		4,8E-01 ± 3E-01	<	8E-01	<	5E-01	2,9E+00 ± 1E+00	2,9E+00 ± 1E+00	1,5E+01 ± 6E+00	1,5E+01 ± 6E+00
Be-7	2,5E+01 ± 1E+00	4,6E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	1,0E+01 ± 5E-01	7,6E-01 ± 2E-01	2,8E+02 ± 4E+00				1,4E+03 ± 2E+01
I-131											
Cs-134											
Cs-137		1,9E-02 ± 1E-02	<	3E-02	<	2E-02	2,6E-02 ± 1E-02	<	2E-02	1,8E-01 ± 7E-02	9,0E-01 ± 4E-01
Co-58											
Co-60											
Cr-51											
Mn-54											
Zn-65											
Nb-95											
Ru-106											
Sb-125											

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 42/4a
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							Polletna vsota	Polletni used
	3.1.2007 - 1.2.2007	1.2.2007 - 1.3.2007	1.3.2007 - 2.4.2007	2.4.2007 - 3.5.2007	3.5.2007 - 4.6.2007	4.6.2007 - 2.7.2007			
Datum vzor.	10,1	8,9	9,4	11	8,6	11,2			
Kol. vzorca (g)	89,0	126,0	112,0	6,0	113,0	80,0			
Padavine (mm)	L07PV111	L07PV121	L07PV131	L07PV141	L07PV151	L07PV161			
Oznaka vzorca									
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238	5,4E-01 ± 3E-01	< 2E+00	6,8E-01 ± 4E-01	< 4E-01	< 4E-01	< 7E-01	1,2E+00 ± 2E+00	6,1E+00 ± 9E+00	
Ra-226	< 5E-01	< 1E-01	< 2E-01	2,8E-01 ± 2E-01	1,5E-01 ± 1E-01	3,8E-01 ± 1E-01	8,1E-01 ± 6E-01	4,0E+00 ± 3E+00	
Pb-210	3,7E+00 ± 5E-01	1,7E+00 ± 4E-01	3,7E+00 ± 6E-01	2,5E+00 ± 4E-01	3,5E+00 ± 4E-01	5,8E+00 ± 5E-01	2,1E+01 ± 1E+00	1,0E+02 ± 6E+00	
Ra-228	9,9E-02 ± 8E-02	< 3E-01	2,0E-01 ± 1E-01				3,0E-01 ± 3E-01	1,5E+00 ± 2E+00	
Th-228	< 6E-02	8,1E-02 ± 4E-02	< 7E-02	< 1E-01	< 2E-02	< 1E-01	8,1E-02 ± 2E-01	4,1E-01 ± 9E-01	
K-40	< 3E-01	< 9E-01	< 9E-01	< 8E-01	< 6E-01	7,3E-01 ± 5E-01	7,3E-01 ± 1E+00	3,7E+00 ± 7E+00	
Be-7	6,7E+00 ± 5E-01	6,6E+00 ± 5E-01	2,3E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	4,1E+01 ± 2E+00	3,5E+01 ± 2E+00	1,4E+02 ± 3E+00	7,0E+02 ± 2E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	< 6E-02	< 2E-02		9,3E-02 ± 4E-02			9,3E-02 ± 7E-02	4,6E-01 ± 4E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 42/4b
16. SUHI USED - VAZELINSKE PLOŠČE



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Ljubljana IJS							Letna vsota	Letni used
	2.7.2007 - 1.8.2007	1.8.2007 - 3.9.2007	3.9.2007 - 1.10.2007	1.10.2007 - 5.11.2007	5.11.2007 - 3.12.2007	3.12.2007 - 27.12.2007			
Datum vzor.	9,5	10,8	9,4	9,7	10,3	21,2			
Kol. vzorca (g)	148,0	80,0	220,0	138,0	33,0	51,0			
Padavine (mm)	L07PV171	L07PV181	L07PV191	L07PV1A1	L07PV1B1	L07PV1C1			
Oznaka vzorca									
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
Na-22									
U-238	9,2E-01 ± 3E-01	< 1E+00	< 1E+00	< 8E-01	< 7E-01	7,1E-01 ± 3E-01	2,8E+00 ± 3E+00	1,4E+01 ± 1E+01	
Ra-226	4,2E-01 ± 1E-01			7,5E-01 ± 5E-01	< 4E-01	2,2E-01 ± 1E-01	2,2E+00 ± 9E-01	1,1E+01 ± 4E+00	
Pb-210	4,3E+00 ± 1E+00	7,3E+00 ± 8E-01	6,3E+00 ± 7E-01	6,7E+00 ± 5E-01	4,1E+00 ± 5E-01	2,4E+00 ± 4E-01	5,2E+01 ± 2E+00	2,6E+02 ± 1E+01	
Ra-228	< 2E-01	1,7E-01 ± 1E-01	< 1E-01	3,0E-01 ± 1E-01	2,6E-01 ± 1E-01	< 2E-01	1,0E+00 ± 5E-01	5,1E+00 ± 3E+00	
Th-228	< 1E-01	< 9E-02	1,9E-01 ± 7E-02	1,3E-01 ± 6E-02	2,2E-01 ± 5E-02	6,6E-02 ± 4E-02	6,9E-01 ± 3E-01	3,4E+00 ± 1E+00	
K-40	8,0E-01 ± 5E-01	< 1E+00	< 5E-01	< 6E-01	7,1E-01 ± 4E-01	< 6E-01	2,3E+00 ± 2E+00	1,1E+01 ± 1E+01	
Be-7	2,7E+01 ± 1E+00	4,2E+01 ± 2E+00	2,8E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	2,0E+01 ± 1E+00	6,2E+00 ± 7E-01	3,0E+02 ± 5E+00	1,5E+03 ± 2E+01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	1,0E-01 ± 5E-02			3,1E-02 ± 2E-02	< 2E-02	< 5E-02	2,3E-01 ± 1E-01	1,1E+00 ± 5E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

(*) Ocena je narejena ob upoštevanju 20-odstotnega zbiralnega izkoristka vazelinskih plošč.

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

ZRAK

20. ZRAK
I-131 V ZRAKU
AEROSOLI

LETO 2007 T - 43

20. ZRAK - PREGLED MERITEV JODA I-131 V ZRAKU V LETU 2007

Specifična analiza I-131 v zraku (aerosolni, atomarni, CH₃I) (**)

Vzorč. mesto		Spodnji Stari Grad		Stara vas		Leskovec		Brege		Vihre		Gornji Lenart		Libna	
Datum vzor.		Volumen prečrpanega zraka V (m ³) in specifična aktivnost SA (Bq/m ³)													
od	do	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA	V	SA
3. 1. 2007	16. 1. 2007	1010,9	< 4E-05	1101,0	< 3E-05	1065,3	< 3E-05	990,4	< 3E-05	1050,0	< 3E-05	1036,3	< 4E-05	1235,9	< 2E-05
16. 1. 2007	1. 2. 2007	1323,3	< 3E-05	1418,5	< 2E-05	1343,0	< 5E-05	1275,5	< 3E-05	1377,7	< 3E-05	1416,2	< 7E-05	1364,7	< 5E-05
1. 2. 2007	19. 2. 2007	1545,6	< 2E-05	1555,2	< 3E-05	1456,2	< 4E-05	1465,9	< 1E-05	1329,8	< 8E-05	1581,7	< 6E-05	1423,2	< 6E-05
19. 2. 2007	1. 3. 2007	953,7	< 4E-05	842,5	< 3E-05	810,8	< 4E-05	790,9	< 3E-05	843,2	< 2E-05	831,4	< 4E-05	802,0	< 3E-05
1. 3. 2007	19. 3. 2007	1661,2	< 4E-05	1492,7	< 2E-05	1495,7	< 4E-05	1558,9	< 4E-05	1572,4	< 4E-05	1350,2	< 7E-05	1484,7	< 3E-05
19. 3. 2007	2. 4. 2007	1179,3	< 2E-05	1130,8	< 2E-05	1124,3	< 5E-05	1022,2	< 8E-05	1196,1	< 8E-05	1023,8	< 5E-05	1144,4	< 4E-05
2. 4. 2007	16. 4. 2007	1146,1	< 3E-05	1148,5	< 4E-05	1174,2	< 5E-05	1278,2	< 2E-05	1153,3	< 2E-05	1135,6	< 4E-05	1232,7	< 6E-05
16. 4. 2007	3. 5. 2007	1489,3	< 3E-05	1432,8	< 3E-05	1378,4	< 3E-05	1610,5	< 8E-05	1522,8	< 3E-05	1329,7	< 5E-05	1446,0	< 4E-05
3. 5. 2007	16. 5. 2007	1161,1	< 8E-05	1088,6	< 4E-05	1044,0	< 3E-05	1158,6	< 5E-05	1155,3	< 3E-05	1194,0	< 2E-05	1072,6	< 2E-05
16. 5. 2007	4. 6. 2007	1655,8	< 4E-05	1621,2	< 3E-05	1666,7	< 5E-05	1580,7	< 4E-05	1460,7	< 4E-05	1525,4	< 5E-05	1552,3	< 2E-05
4. 6. 2007	18. 6. 2007	1209,5	< 6E-05	1143,8	< 3E-05	493,6	< 6E-05	1104,3	< 3E-05	1121,9	< 5E-05	1312,5	< 2E-05	1300,7	< 2E-05
18. 6. 2007	2. 7. 2007	1245,0	< 5E-05	1057,1	< 3E-05	1100,8	< 3E-05	1034,4	< 5E-05	1090,6	< 6E-05	945,3	< 4E-05	1346,3	< 4E-05
2. 7. 2007	16. 7. 2007	1160,1	< 4E-05	1351,6	< 3E-05	1232,9	< 5E-05	1171,9	< 4E-05	1294,8	< 5E-05	1247,5	< 3E-05	1384,9	< 3E-05
16. 7. 2007	1. 8. 2007	1089,2	< 3E-05	1288,0	< 4E-05	1214,7	< 6E-05	1318,0	< 2E-05	1401,2	< 5E-05	1509,9	< 1E-05	1613,9	< 2E-05
1. 8. 2007	16. 8. 2007	1226,1	< 3E-05	1321,9	< 2E-05	1203,6	< 1E-05	1374,6	< 4E-05	1475,8	< 2E-05	1266,6	< 6E-05	1333,7	< 4E-05
16. 8. 2007	3. 9. 2007	1428,7	< 4E-05	1526,2	< 3E-05	1482,2	< 2E-05	1598,1	< 5E-05	1524,1	< 2E-05	1325,7	< 3E-05	1405,2	< 2E-05
3. 9. 2007	17. 9. 2007	1182,7	< 4E-05	1137,5	< 2E-05	1157,8	< 2E-05	1104,0	< 6E-05	1162,9	< 3E-05	1048,0	< 5E-05	1149,1	< 5E-05
17. 9. 2007	1. 10. 2007	1193,5	< 2E-05	1152,0	< 2E-05	1149,5	< 3E-05	1156,3	< 3E-05	1335,2	< 2E-05	1120,4	< 2E-05	1258,8	< 4E-05
1. 10. 2007	16. 10. 2007	1214,2	3,9E-05 ± 2E-05	1283,2	3,8E-05 ± 2E-05	632,1	< 2E-04	1138,8	< 3E-05	1256,3	< 2E-05	1065,5	< 4E-05	1355,1	< 3E-05
16. 10. 2007	5. 11. 2007	1578,3	< 2E-05	1713,2	< 4E-05	1576,6	< 6E-05	1580,5	< 4E-05	1966,8	< 6E-05	1511,4	< 3E-05	1651,2	< 2E-05
5. 11. 2007	19. 11. 2007	1135,6	< 3E-05	1161,6	< 3E-05	1154,4	< 5E-05	987,3	< 4E-05	1399,7	< 5E-05	1121,5	< 3E-05	1175,4	< 2E-05
19. 11. 2007	3. 12. 2007	1130,6	< 8E-05	1125,7	< 4E-05	1070,9	< 2E-05	1102,7	< 5E-05	1226,5	< 3E-05	1117,0	< 7E-05	1051,7	< 2E-05
3. 12. 2007	17. 12. 2007	1134,3	< 2E-05	1209,0	< 3E-05	1106,9	< 5E-05	1410,3	< 2E-05	1333,6	< 5E-05	1712,7	< 1E-05	1088,7	< 2E-05
17. 12. 2007	27. 12. 2007	857,7	< 9E-05	850,3	< 9E-05	793,9	< 4E-05	796,3	< 6E-05	853,0	< 3E-05	707,4	< 4E-05	836,0	< 5E-05

(**) Specifična analiza I-131 je bila opravljena z visokoločljivostno spektrometrijo gama na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 44a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10890,1	10886,4	12814,7	12409,2	12652,7	10986,4		
Oznaka vzorca	K07AE11S	K07AE12S	K07AE13S	K07AE14S	K07AE15S	K07AE16S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 3E-05	< 3E-05	3,4E-05 ± 1E-05	< 5E-05	< 3E-05	< 2E-04	< 5,7E-06 ± 1E-05	
Ra-226							< 3E-05	
Pb-210	8,8E-04 ± 4E-05	5,6E-04 ± 6E-05	5,4E-04 ± 4E-05	4,3E-04 ± 4E-05	5,8E-04 ± 3E-05	6,8E-04 ± 5E-05	6,1E-04 ± 6E-05	
Ra-228		< 1E-05	3,2E-06 ± 3E-06		< 7E-06	< 7E-06	5,4E-07 ± 2E-06	
Th-228	1,5E-04 ± 6E-06	3,8E-05 ± 5E-06	5,2E-06 ± 2E-06		5,6E-06 ± 2E-06		3,3E-05 ± 2E-05	
K-40	< 2E-04						< 6E-05	
Be-7	4,1E-03 ± 2E-04	2,5E-03 ± 3E-04	4,3E-03 ± 2E-04	6,2E-03 ± 7E-04	5,1E-03 ± 2E-04	6,5E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 6E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,3E-06 ± 9E-07	1,3E-06 ± 9E-07	1,8E-06 ± 8E-07	1,5E-06 ± 9E-07	< 1E-06	< 2E-06	1,2E-06 ± 5E-07	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 44b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11943,3	12953,2	10959,92	13700,28	10972,48	9483,34		
Oznaka vzorca	K07AE17S	K07AE18S	K07AE19S	K07AE1AS	K07AE1BS	K07AE1CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238		1,0E-05 ± 8E-06		< 4E-05	2,5E-05 ± 1E-05		5,8E-06 ± 7E-06	
Ra-226							< 2E-05	
Pb-210	5,9E-04 ± 5E-05	6,6E-04 ± 5E-05	5,6E-04 ± 3E-05	7,4E-04 ± 6E-05	7,0E-04 ± 5E-05	1,1E-03 ± 5E-05	6,7E-04 ± 5E-05	
Ra-228	< 8E-06	< 5E-06		< 7E-06		< 8E-06	2,7E-07 ± 2E-06	
Th-228	2,8E-06 ± 2E-06	2,4E-06 ± 2E-06	< 4E-06		< 2E-06		1,7E-05 ± 1E-05	
K-40	< 2E-04			< 2E-04		< 3E-04	< 5E-05	
Be-7	5,1E-03 ± 2E-04	5,0E-03 ± 2E-04	4,0E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 1E-04	4,2E-03 ± 4E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 7E-07	< 1E-06	< 2E-07	7,4E-07 ± 5E-07	1,0E-06 ± 6E-07	3,1E-06 ± 9E-07	9,9E-07 ± 3E-07	
Co-58				1,0E-06 ± 4E-07			8,3E-08 ± 8E-08	
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 45a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	12047,2	6110,9	12605,1	11768,2	12430,4	10868,85		
Oznaka vzorca	K07AE21S	K07AE22S	K07AE23S	K07AE24S	K07AE25S	K07AE26S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238			< 2E-05			< 6E-05		< 1E-05
Ra-226			< 5E-05					< 9E-06
Pb-210	1,1E-03 ± 8E-05	9,3E-04 ± 9E-05	5,7E-04 ± 3E-05	5,5E-04 ± 4E-05	5,7E-04 ± 4E-05	8,3E-04 ± 1E-04		7,5E-04 ± 9E-05
Ra-228			< 1E-05	8,3E-06 ± 5E-06				1,4E-06 ± 2E-06
Th-228	2,7E-05 ± 3E-06	5,0E-04 ± 5E-05	1,8E-05 ± 2E-06	< 4E-06		< 5E-06		9,1E-05 ± 8E-05
K-40	< 3E-04	< 5E-04	< 2E-04					< 1E-04
Be-7	4,5E-03 ± 2E-04	3,6E-03 ± 2E-04	5,4E-03 ± 2E-04	8,6E-03 ± 8E-04	5,9E-03 ± 6E-04	8,8E-03 ± 9E-04		6,2E-03 ± 9E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,0E-06 ± 9E-07	< 4E-06	3,6E-06 ± 1E-06	2,7E-06 ± 2E-06	< 2E-06	< 1E-06		1,4E-06 ± 9E-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 2007 T - 45b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Stara vas							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11505,8	12545,6	10590,19	13227,27	10495,84	8974,51		
Oznaka vzorca	K07AE27S	K07AE28S	K07AE29S	K07AE2AS	K07AE2BS	K07AE2CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	4,7E-05 ± 2E-05	< 2E-05	< 2E-05	< 2E-05	1,8E-05 ± 1E-05	< 3E-05		5,4E-06 ± 7E-06
Ra-226								4E-06
Pb-210	6,9E-04 ± 5E-05	6,7E-04 ± 3E-05	5,4E-04 ± 3E-05	7,1E-04 ± 3E-05	7,6E-04 ± 4E-05	1,1E-03 ± 8E-05		7,4E-04 ± 5E-05
Ra-228	< 7E-06			< 6E-06	< 1E-05	< 1E-05		6,9E-07 ± 2E-06
Th-228	< 6E-06	2,0E-06 ± 1E-06	< 3E-06			< 7E-06		4,5E-05 ± 4E-05
K-40	< 3E-04					< 3E-04		6E-05
Be-7	6,2E-03 ± 3E-04	5,3E-03 ± 2E-04	4,1E-03 ± 2E-04	3,0E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 1E-04	2,5E-03 ± 2E-04		5,0E-03 ± 6E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 7E-06	< 6E-07	< 5E-06	1,2E-06 ± 7E-07	2,1E-06 ± 1E-06	4,2E-06 ± 2E-06		1,3E-06 ± 8E-07
Co-58				3,5E-06 ± 1E-06				3,0E-07 ± 3E-07
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 46a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10767,3	10360,7	11821,7	11660,9	11712,2	7241,6		
Oznaka vzorca	K07AE31S	K07AE32S	K07AE33S	K07AE34S	K07AE35S	K07AE36S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 3E-05	2,9E-05 ± 2E-05	< 2E-05	2,4E-05 ± 2E-05	< 4E-05	< 5E-05	8,9E-06 ± 1E-05	
Ra-226	< 7E-05						< 1E-05	
Pb-210	6,3E-04 ± 5E-05	5,8E-04 ± 3E-05	5,5E-04 ± 6E-05	4,0E-04 ± 8E-05	6,0E-04 ± 3E-05	6,7E-04 ± 4E-05	5,7E-04 ± 4E-05	
Ra-228		< 9E-06	< 9E-06		< 1E-05		< 3E-06	
Th-228	< 3E-06	1,9E-04 ± 9E-06	9,4E-06 ± 2E-06	< 5E-06	3,8E-05 ± 3E-06	6,6E-04 ± 2E-05	1,5E-04 ± 1E-04	
K-40		< 3E-04			< 2E-04		< 6E-05	
Be-7	3,8E-03 ± 3E-04	2,7E-03 ± 1E-04	4,8E-03 ± 2E-04	7,2E-03 ± 7E-04	5,7E-03 ± 3E-04	7,4E-03 ± 3E-04	5,3E-03 ± 8E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,8E-06 ± 1E-06	3,7E-06 ± 1E-06	1,7E-06 ± 7E-07	< 2E-06	< 1E-06	3,7E-06 ± 2E-06	1,8E-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 2007 T - 46b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Leskovec							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10854,6	11735,2	11437,32	8332,3	11071,67	9314,58		
Oznaka vzorca	K07AE37S	K07AE38S	K07AE39S	K07AE3AS	K07AE3BS	K07AE3CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	3,6E-05 ± 2E-05	< 2E-05	4,5E-05 ± 1E-05	< 4E-05	< 4E-05	< 2E-05	1,1E-05 ± 9E-06	
Ra-226	< 9E-05						< 9E-06	
Pb-210	6,4E-04 ± 5E-05	7,5E-04 ± 5E-05	6,2E-04 ± 4E-05	1,1E-03 ± 5E-05	7,5E-04 ± 5E-05	1,1E-03 ± 8E-05	7,0E-04 ± 6E-05	
Ra-228		< 5E-06	< 8E-06			< 3E-05	< 3E-06	
Th-228	< 1E-05	< 5E-06	< 4E-06		< 4E-06		< 6E-05	
K-40	< 3E-04		< 3E-04				< 4E-05	
Be-7	6,3E-03 ± 3E-04	5,8E-03 ± 2E-04	4,9E-03 ± 2E-04	4,4E-03 ± 2E-04	2,7E-03 ± 1E-04	2,7E-03 ± 1E-04	4,9E-03 ± 5E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,4E-06 ± 8E-07	< 2E-06	< 1E-06	2,2E-06 ± 8E-07	3,0E-06 ± 1E-06	2,9E-06 ± 7E-07	1,7E-06 ± 4E-07	
Co-58				1,3E-06 ± 8E-07			1,1E-07 ± 1E-07	
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 47a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11035,4	10479,4	11946,4	11827,5	12048,5	10519,3		
Oznaka vzorca	K07AE41S	K07AE42S	K07AE43S	K07AE44S	K07AE45S	K07AE46S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238		< 3E-05	< 4E-05	2,8E-05 ± 1E-05	2,4E-05 ± 1E-05	< 3E-05		8,6E-06 ± 1E-05
Ra-226								
Pb-210	7,7E-04 ± 4E-05	5,2E-04 ± 3E-05	4,8E-04 ± 3E-05	5,5E-04 ± 3E-05	5,5E-04 ± 3E-05	6,4E-04 ± 5E-05		5,8E-04 ± 4E-05
Ra-228	5,6E-06 ± 4E-06			< 7E-06		1,3E-05 ± 6E-06		3,1E-06 ± 2E-06
Th-228	3,1E-05 ± 2E-06	5,0E-05 ± 4E-06	2,5E-06 ± 2E-06	5,4E-06 ± 2E-06	3,8E-06 ± 2E-06	1,6E-04 ± 7E-06		4,2E-05 ± 2E-05
K-40	< 3E-04	< 2E-04			< 2E-04	< 3E-04		< 9E-05
Be-7	3,5E-03 ± 2E-04	2,3E-03 ± 9E-05	3,9E-03 ± 2E-04	6,7E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 2E-04	6,2E-03 ± 2E-04		4,6E-03 ± 7E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,2E-06 ± 1E-06	2,3E-06 ± 9E-07	< 1E-06	< 1E-06	2,8E-06 ± 9E-07	3,6E-06 ± 2E-06		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 2007 T - 47b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Breg							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11255	12544,7	9741,22	12539,58	10048,21	8445,18		
Oznaka vzorca	K07AE47S	K07AE48S	K07AE49S	K07AE4AS	K07AE4BS	K07AE4CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	2,2E-05 ± 9E-06	< 1E-05	< 1E-05	< 1E-05	9,7E-06 ± 7E-06			6,9E-06 ± 5E-06
Ra-226	< 5E-05					< 2E-04		< 1E-05
Pb-210	6,2E-04 ± 5E-05	6,3E-04 ± 3E-05	5,2E-04 ± 3E-05	6,8E-04 ± 4E-05	7,0E-04 ± 5E-05	1,3E-03 ± 8E-05		6,7E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 9E-06		< 5E-06	< 1E-05		< 9E-06		1,5E-06 ± 2E-06
Th-228	< 7E-06	2,0E-06 ± 1E-06	2,5E-06 ± 1E-06	< 2E-06		< 5E-06		2,1E-05 ± 1E-05
K-40						< 4E-04		< 5E-05
Be-7	5,3E-03 ± 2E-04	4,7E-03 ± 3E-04	3,9E-03 ± 3E-04	2,8E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 9E-05	2,9E-03 ± 1E-04		4,1E-03 ± 4E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,4E-06 ± 9E-07	1,5E-06 ± 3E-07	2,2E-06 ± 6E-07	2,0E-06 ± 5E-07	1,4E-06 ± 8E-07	3,1E-06 ± 1E-06		2,0E-06 ± 3E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 48a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Vihre							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10638,3	10288	12243,2	11634,2	11446,2	9753,6		
Oznaka vzorca	K07AE51S	K07AE52S	K07AE53S	K07AE54S	K07AE55S	K07AE56S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 1E-05			1,9E-05 ± 1E-05	< 5E-05	2,3E-05 ± 2E-05	7,0E-06 ± 9E-06	
Ra-226								
Pb-210	8,2E-04 ± 4E-05	6,4E-04 ± 4E-05	6,5E-04 ± 5E-05	6,6E-04 ± 4E-05	7,0E-04 ± 5E-05	9,5E-04 ± 7E-05	7,4E-04 ± 5E-05	
Ra-228	< 5E-06		< 7E-06	8,7E-06 ± 6E-06		< 7E-06	1,4E-06 ± 2E-06	
Th-228	5,2E-06 ± 1E-06	6,4E-05 ± 4E-06	3,3E-05 ± 3E-06	< 4E-06	2,1E-05 ± 3E-06	4,6E-05 ± 3E-06	2,8E-05 ± 1E-05	
K-40		< 3E-04	< 2E-04		< 2E-04	< 3E-04	< 9E-05	
Be-7	4,0E-03 ± 3E-04	2,3E-03 ± 1E-04	5,0E-03 ± 2E-04	8,2E-03 ± 3E-04	6,0E-03 ± 2E-04	8,3E-03 ± 4E-04	5,6E-03 ± 1E-03	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	3,4E-06 ± 1E-06	1,5E-06 ± 7E-07	< 1E-06	1,7E-06 ± 1E-06	< 2E-06	1,3E-06 ± 8E-07	1,3E-06 ± 5E-07	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 48b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Vihre							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11573,5	12635,1	10610,49	13422,93	10570,54	9335,63		
Oznaka vzorca	K07AE57S	K07AE58S	K07AE59S	K07AE5AS	K07AE5BS	K07AE5CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 4E-05	1,4E-05 ± 1E-05	1,4E-05 ± 1E-05	< 3E-05		< 5E-05	5,9E-06 ± 7E-06	
Ra-226		< 7E-05	< 9E-05				< 1E-05	
Pb-210	7,8E-04 ± 4E-05	8,7E-04 ± 7E-05	6,9E-04 ± 5E-05	9,1E-04 ± 5E-05	9,3E-04 ± 9E-05	1,3E-03 ± 1E-04	8,3E-04 ± 6E-05	
Ra-228	< 1E-05			< 1E-05			7,2E-07 ± 2E-06	
Th-228	4,0E-06 ± 2E-06	2,7E-06 ± 1E-06	2,2E-06 ± 2E-06	< 1E-05		< 4E-06	1,5E-05 ± 6E-06	
K-40			< 2E-04				< 5E-05	
Be-7	7,0E-03 ± 3E-04	6,3E-03 ± 3E-04	4,8E-03 ± 3E-04	3,6E-03 ± 1E-04	2,9E-03 ± 1E-04	3,1E-03 ± 2E-04	5,1E-03 ± 6E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 1E-06	6,7E-07 ± 5E-07	< 2E-06	1,6E-06 ± 5E-07	2,4E-06 ± 7E-07	3,0E-06 ± 1E-06	1,3E-06 ± 3E-07	
Co-58				3,3E-06 ± 1E-06			2,8E-07 ± 3E-07	
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 49a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11275,2	8662,9	13053	12793,7	13437,4	11819,6	
Oznaka vzorca	K07AE61S	K07AE62S	K07AE63S	K07AE64S	K07AE65S	K07AE66S	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	1,3E-05 ± 8E-06	< 3E-05	< 4E-05		2,6E-05 ± 1E-05	2,6E-05 ± 2E-05	1,1E-05 ± 9E-06
Ra-226			< 5E-05				< 9E-06
Pb-210	7,1E-04 ± 8E-05	6,7E-04 ± 5E-05	4,6E-04 ± 4E-05	7,2E-04 ± 7E-05	6,3E-04 ± 4E-05	6,9E-04 ± 5E-05	6,5E-04 ± 4E-05
Ra-228	< 7E-06				< 6E-06	< 1E-05	< 2E-06
Th-228	2,4E-05 ± 4E-06	2,7E-04 ± 3E-05	< 4E-06	< 4E-06	< 4E-06	2,8E-05 ± 3E-06	5,4E-05 ± 4E-05
K-40				< 2E-04			< 3E-05
Be-7	3,4E-03 ± 4E-04	2,8E-03 ± 2E-04	4,4E-03 ± 4E-04	8,0E-03 ± 3E-04	5,5E-03 ± 2E-04	7,0E-03 ± 3E-04	5,2E-03 ± 8E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	3,1E-06 ± 9E-07	2,4E-06 ± 9E-07	1,4E-06 ± 1E-06	1,2E-06 ± 8E-07	< 9E-07	< 1E-06	1,3E-06 ± 5E-07
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							

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

LETO 2007 T - 49b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)

Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Gornji Lenart						
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	12744,5	13924,4	11541,34	14562,52	11398,79	9815,51	
Oznaka vzorca	K07AE67S	K07AE68S	K07AE69S	K07AE6AS	K07AE6BS	K07AE6CS	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05	1,6E-05 ± 9E-06		< 3E-05	6,7E-06 ± 7E-06
Ra-226							< 4E-06
Pb-210	7,1E-04 ± 5E-05	7,7E-04 ± 4E-05	5,9E-04 ± 3E-05	8,4E-04 ± 7E-05	9,8E-04 ± 6E-05	1,4E-03 ± 7E-05	7,7E-04 ± 7E-05
Ra-228	< 1E-05	< 5E-06		7,5E-06 ± 3E-06		< 9E-06	6,2E-07 ± 2E-06
Th-228	< 5E-06	2,1E-06 ± 1E-06	< 4E-06	9,4E-06 ± 2E-06		< 4E-06	2,8E-05 ± 2E-05
K-40		< 2E-04	< 2E-04	< 2E-04	< 2E-04	< 3E-04	< 4E-05
Be-7	6,1E-03 ± 2E-04	5,9E-03 ± 3E-04	4,6E-03 ± 2E-04	3,4E-03 ± 2E-04	3,0E-03 ± 1E-04	3,2E-03 ± 1E-04	4,8E-03 ± 5E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	< 3E-06	7,2E-07 ± 5E-07	< 9E-07	1,2E-06 ± 8E-07	1,9E-06 ± 7E-07	4,3E-06 ± 9E-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.

LETO 2007 T - 50a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Libna							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	10227,5	10767,5	12257,7	11840,6	12142,1	10561,6		
Oznaka vzorca	K07AE71S	K07AE72S	K07AE73S	K07AE74S	K07AE75S	K07AE76S		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 3E-05		< 5E-05	2,0E-05 ± 1E-05	2,1E-05 ± 1E-05	4,9E-05 ± 2E-05		1,5E-05 ± 1E-05
Ra-226	< 7E-05		< 4E-05					< 1E-05
Pb-210	5,9E-04 ± 5E-05	5,8E-04 ± 4E-05	3,9E-04 ± 3E-05	4,4E-04 ± 5E-05	4,9E-04 ± 3E-05	6,3E-04 ± 4E-05		5,2E-04 ± 4E-05
Ra-228		< 9E-06	< 1E-05	< 7E-06	< 9E-06	< 1E-05		< 4E-06
Th-228	8,3E-06 ± 4E-06	1,6E-04 ± 6E-06		< 5E-06	3,1E-05 ± 3E-06	3,3E-04 ± 2E-05		8,8E-05 ± 5E-05
K-40		< 2E-04		< 2E-04		< 3E-04		< 7E-05
Be-7	3,4E-03 ± 3E-04	2,4E-03 ± 9E-05	3,8E-03 ± 3E-04	6,6E-03 ± 8E-04	4,7E-03 ± 2E-04	6,2E-03 ± 2E-04		4,5E-03 ± 7E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 2E-06	1,7E-06 ± 1E-06	< 4E-06	< 2E-06	< 6E-06	< 3E-06		2,9E-07 ± 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 2007 T - 50b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Libna							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	11355,8	12120,1	10574,18	13218,8	10496,24	9041,24		
Oznaka vzorca	K07AE77S	K07AE78S	K07AE79S	K07AE7AS	K07AE7BS	K07AE7CS		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	2,2E-05 ± 2E-05	1,9E-05 ± 1E-05	< 2E-05	< 3E-05	1,2E-05 ± 9E-06	< 3E-05		1,2E-05 ± 7E-06
Ra-226		< 8E-05						< 1E-05
Pb-210	5,7E-04 ± 4E-05	6,5E-04 ± 5E-05	4,6E-04 ± 2E-05	6,7E-04 ± 5E-05	6,2E-04 ± 5E-05	1,2E-03 ± 8E-05		6,1E-04 ± 6E-05
Ra-228	< 9E-06		< 8E-06		< 6E-06	5,9E-06 ± 4E-06		4,9E-07 ± 2E-06
Th-228	< 4E-06	< 4E-06	< 4E-06	5,3E-06 ± 2E-06		< 8E-06		4,4E-05 ± 3E-05
K-40								< 4E-05
Be-7	5,5E-03 ± 2E-04	4,9E-03 ± 2E-04	3,9E-03 ± 2E-04	2,9E-03 ± 2E-04	2,4E-03 ± 1E-04	2,6E-03 ± 1E-04		4,1E-03 ± 4E-04
I-131								
Cs-134								
Cs-137	< 2E-06	< 3E-06	1,1E-06 ± 6E-07	< 2E-06	1,5E-06 ± 1E-06	4,2E-06 ± 2E-06		7,2E-07 ± 8E-07
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

LETO 2007 T - 51a
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Dobova							Polletno povprečje (*)
	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 6. 3. 2007	6. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		
Datum vzor.	11219,6	165000	134965,28	155625	159270,83	139791,67		
Kol. vzorca (L)								
Oznaka vzorca	K07AE811	K07AE821	K07AE831	K07AE841	K07AE851	K07AE861		
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 3E-05		5,8E-06 ± 4E-06	< 2E-06			9,7E-07 ± 5E-06	
Ra-226	4,5E-05 ± 3E-05	< 8E-06	1,2E-05 ± 9E-06	< 9E-06		< 2E-05	9,5E-06 ± 7E-06	
Pb-210	1,0E-03 ± 6E-05	4,7E-04 ± 5E-05	4,5E-04 ± 5E-05	5,1E-04 ± 6E-05	5,7E-04 ± 7E-05	6,1E-04 ± 7E-05	6,1E-04 ± 9E-05	
Ra-228	4,4E-06 ± 2E-06	< 1E-06	< 1E-06	1,0E-06 ± 4E-07	< 7E-07	< 7E-07	9,0E-07 ± 7E-07	
Th-228	8,4E-06 ± 1E-06	1,6E-05 ± 9E-06	5,3E-07 ± 4E-07	1,3E-06 ± 3E-07	3,5E-05 ± 4E-06	2,2E-04 ± 5E-05	4,7E-05 ± 3E-05	
K-40			< 4E-05	< 5E-05	< 4E-05		< 1E-05	
Be-7	4,1E-03 ± 2E-04	2,1E-03 ± 2E-04	3,7E-03 ± 4E-04	6,7E-03 ± 8E-04	4,9E-03 ± 5E-04	6,0E-03 ± 7E-04	4,6E-03 ± 7E-04	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,0E-06 ± 8E-07	1,2E-06 ± 2E-07	1,1E-06 ± 2E-07	1,2E-06 ± 2E-07	7,1E-07 ± 2E-07	3,6E-07 ± 2E-07	1,1E-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 2007 T - 51b
20. ZRAK - zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama (**)

Vzorč. mesto	Dobova						Letno povprečje (*)
	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007	
Datum vzor.	150156,25	150156,25	140416,67	174809,03	110359,2	95240,6	
Kol. vzorca (L)							
Oznaka vzorca	K07AE871	K07AE881	K07AE891	K07AE8A1	K07AE8B1	K07AE8C1	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)						
U-238	8,8E-06 ± 4E-06				< 4E-06	< 8E-06	1,2E-06 ± 3E-06
Ra-226	< 9E-06	< 2E-05	< 9E-06	1,1E-05 ± 5E-06	< 1E-05	< 3E-05	5,6E-06 ± 5E-06
Pb-210	6,3E-04 ± 7E-05	8,1E-04 ± 9E-05	5,7E-04 ± 6E-05	9,6E-04 ± 9E-05	6,1E-04 ± 4E-05	1,0E-03 ± 6E-05	6,9E-04 ± 6E-05
Ra-228	8,3E-07 ± 6E-07	1,1E-06 ± 5E-07	< 2E-06	1,7E-06 ± 6E-07	< 1E-06	< 1E-06	7,5E-07 ± 4E-07
Th-228	3,0E-06 ± 6E-07	2,3E-05 ± 3E-06	< 6E-07	6,5E-06 ± 5E-07	< 9E-07	1,1E-06 ± 5E-07	2,6E-05 ± 2E-05
K-40						< 9E-05	< 1E-05
Be-7	5,5E-03 ± 6E-04	5,6E-03 ± 6E-04	4,0E-03 ± 4E-04	3,6E-03 ± 2E-04	2,2E-03 ± 1E-04	2,4E-03 ± 1E-04	4,2E-03 ± 4E-04
I-131							
Cs-134							
Cs-137	6,4E-07 ± 2E-07	4,5E-07 ± 2E-07	5,4E-07 ± 2E-07	9,1E-07 ± 2E-07	1,9E-06 ± 3E-07	2,2E-06 ± 3E-07	1,1E-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 2007 T – 51a, 51b
11. ZRAK – zračni delci (aerosoli)

Specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Dobova				
	3. 1. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 2. 7. 2007	2. 7. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 27. 12. 2007	Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	311184,88	454687,5	440729,17	380408,83	
Oznaka vzorca	K07AE8D1	K07AE8E1	K07AE8F1	K07AE8G1	
IZOTOP:	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m³)				
Sr-89/Sr-90	< 1E-06	4,9E-07 ± 2E-07	3,1E-07 ± 2E-07	< 1E-06	2,0E-07 ± 4E-07

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

(**) Radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 so bile opravljene na IJS na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 52a
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica							
Datum vzor.	3. 1. 2007 - 1. 2. 2007	1. 2. 2007 - 1. 3. 2007	1. 3. 2007 - 2. 4. 2007	2. 4. 2007 - 3. 5. 2007	3. 5. 2007 - 4. 6. 2007	4. 6. 2007 - 2. 7. 2007		Polletno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	146458	138333	161666	155208,3	159479,16	139687,5		
Oznaka vzorca	L07AE111	L07AE121	L07AE131	L07AE141	L07AE151	L07AE161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 2E-06		< 2E-06	< 3E-06	< 3E-06	< 7E-06	< 1E-06	
Ra-226		< 6E-06	< 2E-05	6,2E-06 ± 4E-06		< 7E-06	1,0E-06 ± 3E-06	
Pb-210	4,9E-04 ± 6E-05	4,6E-04 ± 6E-05	3,9E-04 ± 5E-05	5,7E-04 ± 6E-05	5,3E-04 ± 6E-05	4,9E-04 ± 6E-05	4,9E-04 ± 2E-05	
Ra-228	< 6E-07		< 8E-07	8,9E-07 ± 4E-07	7,2E-07 ± 6E-07	6,7E-07 ± 5E-07	3,8E-07 ± 2E-07	
Th-228	< 3E-07			7,4E-07 ± 3E-07	1,2E-05 ± 1E-06	1,1E-05 ± 6E-06	3,9E-06 ± 2E-06	
K-40	< 5E-05					< 5E-05	< 1E-05	
Be-7	1,6E-03 ± 2E-04	1,7E-03 ± 2E-04	3,2E-03 ± 3E-04	6,5E-03 ± 8E-04	4,8E-03 ± 5E-04	5,2E-03 ± 6E-04	3,8E-03 ± 8E-04	
I-131		1,6E-05 ± 2E-06					2,6E-06 ± 3E-06	
Cs-134								
Cs-137	2,3E-06 ± 3E-07	2,0E-06 ± 3E-07	1,2E-06 ± 2E-07	1,6E-06 ± 2E-07	1,2E-06 ± 2E-07	6,9E-07 ± 4E-07	1,5E-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.

LETO 2007 T - 52b
20. ZRAK – zračni delci (aerosoli)



Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorč. mesto	Ljubljana Podgorica							
Datum vzor.	2. 7. 2007 - 1. 8. 2007	1. 8. 2007 - 3. 9. 2007	3. 9. 2007 - 1. 10. 2007	1. 10. 2007 - 5. 11. 2007	5. 11. 2007 - 3. 12. 2007	3. 12. 2007 - 27. 12. 2007		Letno povprečje (*)
Kol. vzorca (L)	136816,8	144597,3	121834,9	137413,8	103381,7	79331,2		
Oznaka vzorca	L07AE171	L07AE181	L07AE191	L07AE1A1	L07AE1B1	L07AE1C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)							
U-238	< 3E-06		1,8E-06 ± 1E-06	< 9E-06	< 4E-06	< 5E-06	1,5E-07 ± 1E-06	
Ra-226	7,6E-06 ± 6E-06	< 1E-05		6,7E-06 ± 4E-06	< 9E-06	3,2E-05 ± 2E-05	4,4E-06 ± 3E-06	
Pb-210	5,8E-04 ± 3E-05	7,1E-04 ± 5E-05	4,6E-04 ± 2E-05	7,4E-04 ± 3E-05	6,8E-04 ± 5E-05	1,2E-03 ± 7E-05	6,1E-04 ± 6E-05	
Ra-228	5,8E-07 ± 5E-07	< 6E-07	< 8E-07	1,1E-06 ± 8E-07	< 1E-06	1,2E-06 ± 6E-07	4,4E-07 ± 2E-07	
Th-228	1,2E-06 ± 2E-07	1,5E-06 ± 2E-07	< 5E-07	7,3E-06 ± 4E-07	< 5E-07	< 1E-06	2,8E-06 ± 1E-06	
K-40	< 4E-05				< 6E-05		< 9E-06	
Be-7	5,3E-03 ± 3E-04	5,0E-03 ± 2E-04	3,6E-03 ± 2E-04	3,3E-03 ± 1E-04	2,4E-03 ± 9E-05	2,4E-03 ± 1E-04	3,7E-03 ± 5E-04	
I-131							1,3E-06 ± 1E-06	
Cs-134								
Cs-137	7,1E-07 ± 1E-07	5,0E-07 ± 8E-08	6,6E-07 ± 1E-07	1,5E-06 ± 2E-07	2,4E-06 ± 2E-07	3,5E-06 ± 3E-07	1,5E-06 ± 3E-07	
Co-58				1,0E-06 ± 2E-07			8,6E-08 ± 9E-08	
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								

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

DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

SEZNAM DOZIMETROV TLD V OKOLICI NEK

Sektor	št.	Oznaka	GEOGRAFSKE KOORDINATE	d / km	Kraj in naslov
N	1	T1C1	45 57,1 / 15 30,9	1,7	Libna 2, Andrej Peršolja
	2	T1F1	46 01,7 / 15 30,7	10	Mali Kamen 32, Anton Brljavec
2 NNE	3	T2B1	45 56,8 / 15 31,3	0,79	Spodnji Stari Grad 1
	4	T2B2	45 57,0 / 15 31,4	1,4	Libna 8, Jože Pogačar
	5	T2D1	45 58,2 / 15 31,9	3,75	Pleterje 16, Maks Urek
	6	T2E1	46 00,9 / 15 34,5	9,72	Pečice 39, Franc Godler
3 NE	61	T3C1	45 57,0 / 15 32,1	2,1	Libna 33, Božidar Volčanšek
	7	T3E1	45 58,5 / 15 33,5	5,42	Zgornja Pohanca 3, Silvester Kunej
	8	T3E2	45 59,4 / 15 35,6	8,4	Sromlje 13, Ivan Bartole
4 ENE	9	T4B1	45 56,6 / 15 31,9	1,37	Spodnji Stari Grad 27, Jože Novak
	62	T4D1	45 55,9 / 15 33,3	2,7	Dolenja vas 51, Jože Gorišek
	10	T4E1	45 57,2 / 15 35,7	6,4	Glogov brod 1, Milan Rožman
	11	T4F1	45 59,1 / 15 37,8	10,45	Dednja vas 8, Ivan Dušič
5 E	12	T5B1	45 56,2 / 15 31,9	1,25	Spodnji Stari Grad - Gmajna
	13	T5D1	45 56,4 / 15 33,2	3,1	Pesje 1, Jože Gerjevič
	14	T5D2	45 55,8 / 15 34,4	4,55	Gornji Lenart 21, Josip Kunej (met. postaja)
	15	T5E1	45 56,8 / 15 38,5	9,67	Globoko 21, Jože Hotko
6 ESE	16	T6B1	45 55,7 / 15 31,9	1,25	Spodnji Stari Grad - Gmajna (ob cesti)
	63	T6D1	45 55,8 / 15 33,3	3,2	Pesje 23 (Amerika), Angela Slivšek
	17	T6E1	45 54,0 / 15 37,6	9,65	Mostec 45, Jožefa Žibert
	18	T6E2	45 54,6 / 15 35,4	6,72	Brežice, Nad vrbino 3
	19*)	T6E3		6	Brežice, Čolnarska 9, F. Vinpolšek
7 SE	59	T7D1	45 55,2 / 15 32,7	3,2	Gmajnice, bivše vojaško skladišče
	20	T7E1	45 53,4 / 15 33,7	6,42	Krška vas 3, Tomše
	21	T7E2	45 53,9 / 15 35,8	7,8	Brežice, Prešernova cesta 25, Sobak
8 SSE	22	T8D1	45 54,8 / 15 31,5	2,7	Vihre 17, Martin Račič
	58	T8E1	45 53,3 / 15 32,9	6,1	Boršt 1, Alojz Zofič
9 S	23	T9D1	45 53,8 / 15 30,3	5	Črešnjice 30a, Avgust Kovač
	24	T9D2	45 54,8 / 15 30,9	2,6	Mrtvice 27, Vili Kuhar
10 SSW	57	T10E1	45 53,7 / 15 29,5	5	Hrastje pri Cerkljah 33a, Leopold Jerele
	26	T10C1	45 55,2 / 15 30,1	2,3	Brege 17A, Smiljana Jurečič
11 SW	25	T11D2	45 55,2 / 15 29,8	2,62	Brege 52, Franc Škofljanc (met. postaja)
	27	T11D1	45 55,1 / 15 29,1	3,2	Drnovo 62, Fanika Bizjak
	28	T11E1	45 53,8 / 15 27,4	6,2	Veliki Podlog 56, Ivan Arh
12 WSW	29	T12C1	45 56,0 / 15 29,7	1,57	Žadovinek 20a, Anton Dušič
	30	T12E1	45 54,6 / 15 24,2	9,35	Zaloke 10, Martin Tomašič
13 W	31	T13C1	45 56,3 / 15 29,5	1,87	Žadovinek 10, Marjan Pešec
	32	T13D1	45 56,2 / 15 28,4	3,2	Leskovec, Cesta ob gaju 17, Franc Strgar
	33	T13E1	45 56,5 / 15 25,1	7,37	Drenovec 8, Ivan Zupančič
	34	T13E2	45 55,7 / 15 23,5	9,72	Raka 1, Emil Vehovar, nad vodnjakom

SEZNAM DOZIMETROV TLD V OKOLICI NEK

Sektor	št.	Oznaka	GEOGRAFSKE KOORDINATE	d / km	Kraj in naslov
WNW	36	T14E1	45 57,6 / 15 25,2	7,85	Kalce 4, Franc Tomažin
	37	T14E2	45 57,9 / 15 23,8	9,72	Veliki trn 6, Janc
15 NW	38	T15C1	45 57,1 / 15 30,0	1,9	Krško, Ob Potočnici
	39	T15B1	45 56,7 / 15 30,4	1	Vrbina 2, Milka Filej
	40	T15D1	45 58,2 / 15 29,1	4,37	Krško, Valvazorjeva 5
	41	T15D2	45 57,6 / 15 29,0	3,12	Trška gora, vinograd ob cesti desno
	42	T15D3	45 57,3 / 15 29,4	2,81	Krško, Ribiška 3, Emil Gelb
	43	T15E1	45 59,2 / 15 28,1	6,6	Gunte 6
	44	T15F1	46 00,6 / 15 25,6	10,5	Presladol 74, Jane Radej
16 NNW	45	T16B1	45 57,0 / 15 30,5	1,3	Vrbina, Hladilnica Evrosad
	46	T16C1	45 57,1 / 15 30,2	1,9	Krško, Cesta 4. julija 112, Slavko Gomboc
	47	T16D1	45 57,8 / 15 29,8	3,12	Krško, Sremiška 29b, S. Valentinčič
	48	T16D2	45 58,5 / 15 29,4	4,55	Sremič 13, Topolovšek
	49	T16D3	45 57,7 / 15 29,8	2,9	Krško, Stritarjeva 5, Martin Založnik
	50	T16E1	46 00,3 / 15 28,7	8,1	Senovo, Titova 2, Antonija Hodnik

DOZIMETRI RAZPOREJENI NA OGRAJI NEK

št.	Oznaka	Smer	Kraj postavitve
51	T6A1	ESE	sredina ograje
52	T8A1	SE	hladilni stolpi
53	T11A1	SW	vhod bistvene vode
54	T13A1	W	zahodna stran ograje
55	T3A1	NE	vratarnica
56	T15A1	NNW	severna ograja zahodno od stikalne postaje
65	T2A1	WSW	zahodna stran ograje levo od 54
66	T1A1	W	zahodna stran ograje desno od 54
67	T2A2	NNE	severna ograja ob stikalni postaji

LETO 2007 T – 53/b
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI – polletne meritve



Krajevna porazdelitev doz zunanjega sevanja $H_x / \mu\text{Sv}$ v posameznih obdobjih v letu 2007																					
Obdobje ekspozicije	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007		od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007		Letna doza	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007		od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007		Letna doza	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007		od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007		Letna doza						
	Pas (km)	ograja znotraj NEK		do 1,5 km		od 1,5 km do 5,0 km		od 5,0 km do 10,0 km			Povprečje po sektorjih										
N 1	št.			št.			št.			št.											
NNE 2	67	273	282	555	60	381	384	764	1	376	384	760	2	386	423	809	381	397	778		
					3	360	378	738	5	362	396	758	6	435	463	898	413	434	847		
					4	494	498	992													
NE 3	55	284	297	581					61	420	438	857	7	362	384	746	378	396	774		
													8	352	365	717					
ENE 4					9	339	359	699	62	404	440	844	10	426	459	886	392	419	811		
													11	398	418	817					
E 5					12	415	449	864	13	387	426	813	15	381	428	809	384	422	807		
									14	355	387	741									
ESE 6	51	263	279	542	16	309	361	670	63	365	377	742	17	369	361	729	356	380	736		
													18	363	380	743					
													19	375	422	796					
SE 7									59	346	383	729	20	389	423	812	352	381	733		
													21	321	338	659					
SSE 8	52	232	256	488					22	345	373	719	58	418	456	875	382	415	797		
S 9													23	446	426	872	405	412	817		
									24	365	398	763									
SSW 10									26	377	406	783	57	463	480	943	420	443	863		
SW 11	53	297	298	595					25	350	368	718	28	383	409	792	369	392	761		
									27	374	398	772									
WSW 12	65	301	312	613					29	352	354	705	30	358	373	731	355	363	718		
W 13	54	288	304	591					31	374	384	757	33	447	431	878	387	398	786		
	66	304	323	627					32	372	400	772	34	356	379	735					
WNW 14									35	417	457	875	36	364	376	741	396	419	815		
													37	406	425	831					
NW 15	56	286	292	578	39	360	391	752	38	353	363	716	43	405	448	854	331	356	686		
									40	280	294	574	44	283	313	596					
									41	321	354	675									
									42	311	325	636									
NNW 16					45	318	322	640	46	434	437	871	50	323	337	660	394	402	795		
									47	445	433	877									
									48	451	479	930									
									49	391	402	792									
Povprečje po pasovih	(9)	281	294	575	(8)	372	393	765	(25)	373	394	767	(24)	384	405	789	(57)	377	398	776	
	±	22	20	42	±	60	56	114	±	40	41	80	±	43	44	85	±	44	44	87	
Ljubljana																	št.	64	383	409	792

št. – številka merilnega mesta (glej tabelo T – 53/a)
() – število merilnih mest upoštevanih v povprečju posameznega pasu
± – pomeni standardno deviacijo porazdelitve doz v pasu

LETO 2007 T - 53/c
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI – polletne meritve

Povprečna mesečna doza H_x / μSv za 6-mesečni obdobji in povprečna mesečna doza H_x / μSv v letu 2007																			
Obdobje ekspozicije	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007	od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007	v 2007	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007	od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007	v 2007	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007	od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007	v 2007	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007	od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007	v 2007	od 31. 12. 2006 do 1. 7. 2007	od 1. 7. 2007 do 31. 12. 2007	v 2007				
Pas (km)	ograja znotraj NEK			do 1,5 km			od 1,5 km do 5,0 km			od 5,0 km do 10,0 km			Povprečje po sektorjih						
	št.			št.			št.			št.									
N 1				60	64	64	64	1	63	64	63	2	64	70	67	64	66	65	
NNE 2	67	46	47	46	3	60	63	62	5	60	66	63	6	73	77	75	69	72	71
NE 3	55	47	49	48	4	83	83	83	61	70	73	71	7	61	64	62	63	66	64
ENE 4					9	57	60	58	62	68	73	70	8	59	61	60			
E 5					12	69	75	72	13	65	71	68	11	67	70	68	66	70	68
ESE 6	51	44	46	45	16	52	60	56	14	59	64	62	15	64	71	67	64	70	67
SE 7									63	61	63	62	17	62	60	61	60	63	61
SSE 8									18	61	63	62	18	61	63	62			
S 9									19	63	70	66	19	63	70	66	59	63	61
SSW 10									20	65	70	68	20	65	70	68			
SW 11	53	50	50	50					21	54	56	55	21	54	56	55	64	69	66
WSW 12	65	50	52	51					22	58	62	60	22	58	62	60	68	68	68
W 13	54	48	51	49					23	74	71	73	23	74	71	73	70	74	72
WNW 14	66	51	54	52					24	61	66	64	24	61	66	64	62	65	63
NW 15	56	48	48	48	39	60	65	63	25	59	61	60	25	59	61	60	62	65	65
NNW 16									26	63	67	65	26	63	67	65	59	60	60
									27	62	66	64	27	62	66	64	64	66	65
									28	64	68	66	28	64	68	66	65	66	65
									29	59	59	59	29	59	59	59	66	70	68
									30	60	62	61	30	60	62	61	66	70	68
									31	62	64	63	31	62	64	63	66	70	68
									32	62	67	64	32	62	67	64	66	70	68
									33	75	72	73	33	75	72	73	66	70	68
									34	60	63	61	34	60	63	61	66	70	68
									35	70	76	73	35	70	76	73	66	70	68
									37	68	71	69	37	68	71	69	66	70	68
									38	59	60	60	38	59	60	60	55	59	57
									40	47	49	48	40	47	49	48			
									41	54	59	56	41	54	59	56			
									42	52	54	53	42	52	54	53			
									46	73	73	73	46	73	73	73	66	67	66
									47	74	72	73	47	74	72	73			
									48	75	80	77	48	75	80	77			
									49	65	67	66	49	65	67	66			
Povprečje po pasovih	(9) 47	49	48	(8) 62	65	64	(25) 62	66	64	(24) 64	67	66	(57) 63	66	65				
	± 4	3	3	± 10	9	10	± 7	7	7	± 7	7	7	± 7	7	7				
Ljubljana													št. 64	64	68	66			

št. – številka merilnega mesta (glej tabelo T – 53/a)
() – število merilnih mest upoštevanih v povprečju posameznega pasu
± – pomeni standardno deviacijo porazdelitve doz v pasu

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

LETO 2007 T – 54/b
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI – polletne meritve (**)



Št. TLD	Mesto postavitve	Izmerjena doza H_x / μ Sv v obdobju				Letna doza H_x / μ Sv	Povprečna mesečna doza H_x / μ Sv v obdobju				Povprečna mesečna doza H_x / μ Sv
		od do	31. 12. 2006 1. 7. 2007	od do	1. 7. 2007 31. 12. 2007	v 2007	od do	31. 12. 2006 1. 7. 2007	od do	1. 7. 2007 31. 12. 2007	v 2007
1	KOČEVJE	427 ± 58		466 ± 64		893 ± 86	71 ± 10		77 ± 11		74 ± 14
2	DVOR PRI ŽUŽEMBERKU	448 ± 61		503 ± 69		951 ± 92	75 ± 10		84 ± 11		79 ± 15
3	ČRNO MELJ	537 ± 73		559 ± 76		1096 ± 106	90 ± 12		93 ± 13		91 ± 18
4	DRAŠIČI METLIKA	371 ± 51		407 ± 56		778 ± 75	62 ± 8		68 ± 8		65 ± 13
5	NOVO MESTO	341 ± 47		337 ± 46		678 ± 66	57 ± 8		56 ± 8		56 ± 11
6	MOKRONOG	430 ± 59		472 ± 65		902 ± 87	72 ± 10		78 ± 11		75 ± 15
7	LISCA	339 ± 46		369 ± 50		708 ± 69	57 ± 8		61 ± 8		59 ± 11
8	CELJE	367 ± 50		403 ± 55		770 ± 75	61 ± 8		67 ± 9		64 ± 12
9	ROGAŠKA SLATINA	378 ± 52		396 ± 54		774 ± 75	63 ± 9		66 ± 9		64 ± 12
10	SLOVENSKE KONJICE	372 ± 51		415 ± 57		787 ± 76	62 ± 9		69 ± 9		66 ± 13
11	ROGLA	512 ± 70		512 ± 70		1024 ± 99	85 ± 12		85 ± 12		85 ± 17
12	MARIBOR	355 ± 49		418 ± 57		773 ± 75	59 ± 8		70 ± 10		64 ± 13
13	PTUJ	444 ± 61		449 ± 61		893 ± 86	74 ± 10		75 ± 10		74 ± 14
14	JERUZALEM ORMOŽ	407 ± 56		436 ± 60		842 ± 82	68 ± 9		72 ± 10		70 ± 14
15	LENDAVA	400 ± 55		449 ± 61		850 ± 82	67 ± 9		75 ± 10		71 ± 14
16	MURSKA SOBOTA	365 ± 50		409 ± 56		774 ± 75	61 ± 8		68 ± 9		64 ± 12
17	VELIKI DOLENCI	394 ± 54		449 ± 61		842 ± 82	66 ± 9		75 ± 10		70 ± 14
18	GORNJA RADGONA	417 ± 57		447 ± 61		864 ± 84	70 ± 10		74 ± 10		72 ± 14
19	SVEČINA	434 ± 59		466 ± 64		900 ± 87	73 ± 10		77 ± 11		75 ± 15
20	RIBNICA NA POHORJU	416 ± 57		419 ± 57		835 ± 81	70 ± 10		70 ± 10		70 ± 13
21	KOTLJE	459 ± 63		480 ± 66		939 ± 91	77 ± 10		80 ± 11		78 ± 15
22	VELENJE	396 ± 54		430 ± 59		826 ± 80	66 ± 9		71 ± 10		69 ± 13
23	MOZIRJE	387 ± 53		412 ± 56		799 ± 77	65 ± 9		69 ± 9		67 ± 13
24	LUČE OB SAVINJI	400 ± 55		427 ± 58		827 ± 80	67 ± 9		71 ± 10		69 ± 13
25	VAČE	406 ± 55		426 ± 58		832 ± 81	68 ± 9		71 ± 10		69 ± 13
26	LJUBLJANA BEŽIGRAD	380 ± 52		418 ± 57		798 ± 77	63 ± 9		70 ± 10		67 ± 13
27	BRNIK AERODROM	473 ± 65		511 ± 70		984 ± 95	79 ± 11		85 ± 12		82 ± 16
28	JEZERSKO	330 ± 45		342 ± 47		671 ± 65	55 ± 8		57 ± 8		56 ± 11
29	PODLJUBELJ	343 ± 47		374 ± 51		717 ± 69	57 ± 8		62 ± 9		60 ± 12
30	LESCE HLEBCE	441 ± 60		482 ± 66		923 ± 89	74 ± 10		80 ± 11		77 ± 15
31	PLANINA POD GOLICO	453 ± 62		487 ± 67		939 ± 91	76 ± 10		81 ± 11		78 ± 15
32	ZDENSKA VAS	441 ± 60		489 ± 67		930 ± 90	74 ± 10		81 ± 11		78 ± 15
33	RATEČE	426 ± 58		473 ± 65		899 ± 87	71 ± 10		79 ± 11		75 ± 15
34	TRENTA	325 ± 44		337 ± 46		661 ± 64	54 ± 7		56 ± 8		55 ± 11
35	LOG POD MANGARTOM	457 ± 63		488 ± 67		945 ± 91	76 ± 10		81 ± 11		79 ± 15
36	BOVEC	308 ± 42		342 ± 47		650 ± 63	51 ± 7		57 ± 8		54 ± 10
37	TOLMIN	350 ± 48		370 ± 51		721 ± 70	59 ± 8		62 ± 8		60 ± 12
38	BILJE	295 ± 40		313 ± 43		608 ± 59	49 ± 7		52 ± 7		51 ± 10
39	BRDICE PRI KOŽBANI	306 ± 42		316 ± 43		622 ± 60	51 ± 7		53 ± 7		52 ± 10
40	LOKEV PRI LIPICI	418 ± 57		420 ± 57		838 ± 81	70 ± 10		70 ± 10		70 ± 14
41	SEČOVLJE AERODROM	314 ± 43		323 ± 44		637 ± 62	52 ± 7		54 ± 7		53 ± 10
42	ILIRSKA BISTRICA	358 ± 49		421 ± 58		779 ± 76	60 ± 8		70 ± 10		65 ± 13
43	POSTOJNA - ZALOG	411 ± 56		517 ± 71		928 ± 90	69 ± 9		86 ± 12		77 ± 15
44	NOVA VAS NA BLOKAH	534 ± 73		522 ± 71		1055 ± 102	89 ± 12		87 ± 12		88 ± 17
45	VRHNIKA	625 ± 86		620 ± 85		1245 ± 120	104 ± 14		103 ± 14		104 ± 20
46	VOJSKO	412 ± 56		461 ± 63		873 ± 85	69 ± 9		77 ± 10		73 ± 14
47	SORICA	348 ± 48		322 ± 44		671 ± 65	58 ± 8		54 ± 7		56 ± 11
48	STARA FUŽINA	281 ± 38		287 ± 39		568 ± 55	47 ± 6		48 ± 7		47 ± 9
49	JELENJA VAS	648 ± 89		702 ± 96		1350 ± 131	108 ± 15		117 ± 16		112 ± 22
50	KREDARICA	397 ± 54		410 ± 56		807 ± 78	66 ± 9		68 ± 9		67 ± 13
Število merilnih mest		50 št.		50 št.		50 št.		50 št.		50 št.	
Povprečje - merilna mesta		405 ± 74		434 ± 79		840 ± 151		68 ± 12		70 ± 14	
Najvišja doza		648 ± 89 ⁽⁴⁹⁾		702 ± 96 ⁽⁴⁹⁾		1350 ± 131 ⁽⁴⁹⁾		108 ± 15 ⁽⁴⁹⁾		117 ± 16 ⁽⁴⁹⁾	
Najnižja doza		281 ± 38 ⁽⁴⁸⁾		287 ± 39 ⁽⁴⁸⁾		568 ± 55 ⁽⁴⁸⁾		47 ± 6 ⁽⁴⁸⁾		47 ± 9 ⁽⁴⁸⁾	

(**) Meritve doze zunanega sevanja s TL-dozimetri so bile opravljene na Odseku F-2.

(*) Vrednosti doz so bile dobljene z ekstrapolacijo; dozimeter je bil izgubljen.

LETO 2007 T – 54/c
30. DOZA ZUNANJEGA SEVANJA – TL-DOZIMETRI – polletne meritve

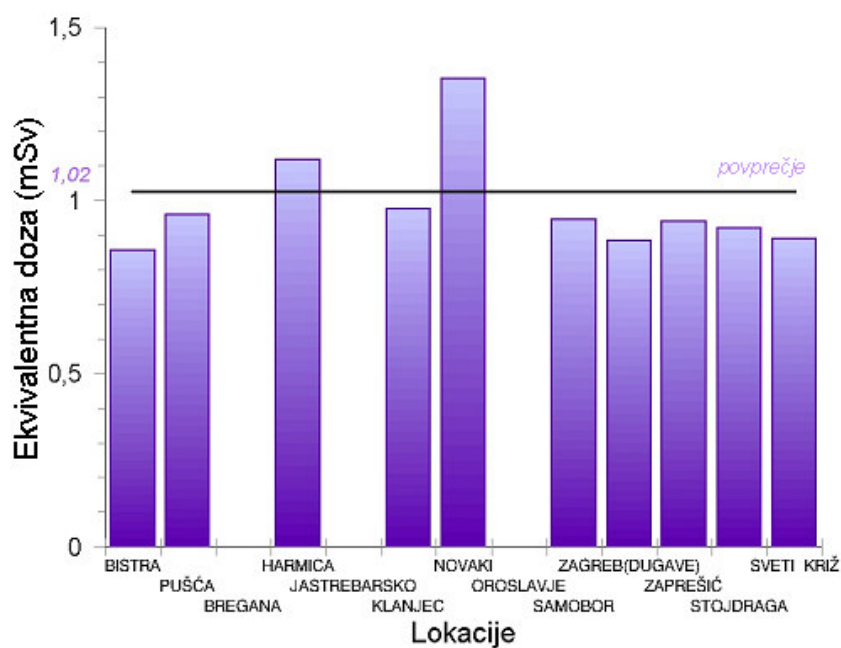


Zap. št.	Lokacija	Izmerjena doza $H^*(10)$ za 1. polletje 2007 (μSv)	Izmerjena doza $H^*(10)$ za 2. polletje 2007 (μSv)	Izmerjena doza $H^*(10)$ za leto 2007 (μSv)	Mesečna doza $H^*(10)$ za 1. polletje 2007 (μSv)	Mesečna doza $H^*(10)$ za 2. polletje 2007 (μSv)	Mesečna doza $H^*(10)$ za leto 2007 (μSv)
1	Kočevje	499 ± 100	478 ± 96	978 ± 196	83 ± 17	80 ± 16	81 ± 16
2	Dvor pri Žužemberku	528 ± 106	498 ± 100	1026 ± 205	88 ± 18	83 ± 17	85 ± 17
3	Črnomelj	562 ± 112	585 ± 117	1147 ± 229	94 ± 19	97 ± 19	96 ± 19
4	Cerovec (Metlika)	538 ± 108	527 ± 105	1064 ± 213	90 ± 18	88 ± 18	89 ± 18
5	Novo Mesto	350 ± 70	355 ± 71	705 ± 141	58 ± 12	59 ± 12	59 ± 12
6	Mokronog	494 ± 99	468 ± 94	962 ± 192	82 ± 16	78 ± 16	80 ± 16
7	Lisca	396 ± 79	438 ± 88	834 ± 167	66 ± 13	73 ± 15	70 ± 14
8	Celje	447 ± 89	440 ± 88	887 ± 177	75 ± 15	73 ± 15	74 ± 15
9	Rogaška Slatina	389 ± 78	412 ± 82	801 ± 160	65 ± 13	69 ± 14	67 ± 13
10	Slovenske Konjice	394 ± 79	379 ± 76	773 ± 155	66 ± 13	63 ± 13	64 ± 13
11	Rogla	462 ± 92	425 ± 85	887 ± 177	77 ± 15	71 ± 14	74 ± 15
12	Maribor	426 ± 85	422 ± 84	848 ± 170	71 ± 14	70 ± 14	71 ± 14
13	Ptuj	396 ± 79	495 ± 99	891 ± 178	66 ± 13	83 ± 17	74 ± 15
14	Jeruzalem (Ormož)	426 ± 85	432 ± 86	858 ± 172	71 ± 14	72 ± 14	72 ± 14
15	Lendava	467 ± 93	457 ± 91	924 ± 185	78 ± 16	76 ± 15	77 ± 15
16	Murska Sobota	417 ± 83	417 ± 83	833 ± 167	69 ± 14	69 ± 14	69 ± 14
17	Veliki Dolenci	474 ± 95	460 ± 92	934 ± 187	79 ± 16	77 ± 15	78 ± 16
18	Gornja Radgona	372 ± 74	370 ± 74	742 ± 148	62 ± 12	62 ± 12	62 ± 12
19	Jareninski vrh	412 ± 82	399 ± 80	811 ± 162	69 ± 14	67 ± 13	68 ± 14
20	Ribnica na Pohorju	505 ± 101	449 ± 90	954 ± 191	84 ± 17	75 ± 15	80 ± 16
21	Kotlje	514 ± 103	490 ± 98	1004 ± 201	86 ± 17	82 ± 16	84 ± 17
22	Velenje	457 ± 91	444 ± 89	902 ± 180	76 ± 15	74 ± 15	75 ± 15
23	Mozirje	355 ± 71	375 ± 75	730 ± 146	59 ± 12	63 ± 13	61 ± 12
24	Luče ob Savinji	466 ± 93	478 ± 96	944 ± 189	78 ± 16	80 ± 16	79 ± 16
25	Vače	454 ± 91	457 ± 91	911 ± 182	76 ± 15	76 ± 15	76 ± 15
26	Ljubljana (Bežigrad)	402 ± 80	431 ± 86	833 ± 167	67 ± 13	72 ± 14	69 ± 14
27	Brnik (Aerodrom)	493 ± 99	486 ± 97	980 ± 196	82 ± 16	81 ± 16	82 ± 16
28	Jezerško	523 ± 105	540 ± 108	1062 ± 212	87 ± 17	90 ± 18	89 ± 18
29	Podljubelj	387 ± 77	373 ± 75	760 ± 152	64 ± 13	62 ± 12	63 ± 13
30	Lesce - Hlebce	467 ± 93	453 ± 91	920 ± 184	78 ± 16	75 ± 15	77 ± 15
31	Planina pod Golico	438 ± 88	486 ± 97	925 ± 185	73 ± 15	81 ± 16	77 ± 15
32	Zdenska vas	464 ± 93	474 ± 95	938 ± 188	77 ± 15	79 ± 16	78 ± 16
33	Rateče	436 ± 87	463 ± 93	899 ± 180	73 ± 15	77 ± 15	75 ± 15
34	Trenta	320 ± 64	345 ± 69	666 ± 133	53 ± 11	58 ± 12	55 ± 11
35	Log pod Mangartom	408 ± 82	414 ± 83	822 ± 164	68 ± 14	69 ± 14	69 ± 14
36	Bovec	419 ± 84	422 ± 84	840 ± 168	70 ± 14	70 ± 14	70 ± 14
37	Tolmin	302 ± 60	312 ± 62	614 ± 123	50 ± 10	52 ± 10	51 ± 10
38	Bilje	306 ± 61	327 ± 65	633 ± 127	51 ± 10	55 ± 11	53 ± 11
39	Verdijan	398 ± 80	423 ± 85	821 ± 164	66 ± 13	70 ± 14	68 ± 14
40	Škocjan	356 ± 71	368 ± 74	724 ± 145	59 ± 12	61 ± 12	60 ± 12
41	Sečovlje	336 ± 67	359 ± 72	695 ± 139	56 ± 11	60 ± 12	58 ± 12
42	Ilirska Bistrica	446 ± 89	434 ± 87	880 ± 176	74 ± 15	72 ± 14	73 ± 15
43	Zalog pri Postojni	445 ± 89	461 ± 92	907 ± 181	74 ± 15	77 ± 15	76 ± 15
44	Nova vas na Blokah	589 ± 118	573 ± 115	1162 ± 232	98 ± 20	96 ± 19	97 ± 19
45	Vrhnika	644 ± 129	677 ± 135	1321 ± 264	107 ± 21	113 ± 23	110 ± 22
46	Predmeja	363 ± 73	384 ± 77	747 ± 149	61 ± 12	64 ± 13	62 ± 12
47	Sorica	363 ± 73	371 ± 74	734 ± 147	60 ± 12	62 ± 12	61 ± 12
48	Bohinjska Češnjica	353 ± 71	350 ± 70	703 ± 141	59 ± 12	58 ± 12	59 ± 12
49	Jelenja vas	692 ± 138	643 ± 129	1335 ± 267	115 ± 23	107 ± 21	111 ± 22
50	Kredarica	488 ± 98	495 ± 99	983 ± 197	81 ± 16	82 ± 16	82 ± 16

TLD je ležal na tleh. Merilno mesto so zaradi gradnje hotela prestavili na novo lokacijo 150 m stran od stare lokacije.

TLD je ležal na tleh poleg kupa granitnih kock. Merilno mesto so prestavili na novo lokacijo 300 m stran od stare lokacije.

Oznaka	Lokacija	Polletne ekvivalentne doze (μSv)		Letna ekvivalentna doza (μSv)
		1. 1.–1. 7. 2007 (mesečno)	1. 7. 2007–1. 1. 2008 (mesečno)	
107	Bregana	izgubljen	izgubljen	-
104	Harmica	555 (92)	564 (94)	1118
109	Jastrebarsko	izgubljen	izgubljen	-
101	Klanjec	485 (81)	493 (82)	977
110	Novaki	671 (112)	682 (114)	1352
102	Oroslavje	izgubljen	izgubljen	-
103	Pušća	475 (79)	483 (81)	958
108	Samobor	468 (78)	476 (79)	944
106	Zagreb, Dugave	438 (73)	445 (74)	884
105	Zaprešič	465 (78)	473 (79)	938
Povprečje		508 \pm 74 (85 \pm 12)	516 \pm 75 (86 \pm 13)	1024 \pm 150



LETO 2007 T - 56/a
30. SEZNAM KONTINUIRNIH MERILNIKOV
HITROSTI DOZE ZUNANJEGA SEVANJA MFM - 203

OKOLICA NEK

Zaporedna številka	KRAJ
1	Libna 2
2	Spodnji Stari Grad 27
3	Pesje 1
4	Gornji Lenart 21
5	Brežice, osnovna šola
6	Skopice 46
7	Vihre 17
8	Cerklje, letališče
9	Brege 52
10	Leskovec, Cesta ob gaju 17
11	Krško, Papirnica Videm
12	Krško, Stritarjeva 5
13	NEK, meteorološki stolp
14	rezerva IJS

Krepak tisk označuje merilnik v sklopu avtomatske meteorološke postaje.

REPUBLIKA SLOVENIJA

Zaporedna številka	KRAJ
1	Maribor postaja ARSO
2	Celje postaja ARSO
3	Novo mesto postaja ARSO
4	Bilje (Nova Gorica) postaja ARSO
5	Sečovelje (Letališče Portorož) postaja ARSO
6	Rakičan (Murska Sobota) postaja ARSO
7	Lesce (Bled) postaja ARSO
8	Šmartno (Slovenj Gradec) postaja ARSO
9	Krvavec postaja ARSO
10	Postojna postaja ARSO
11	Ljubljana ARSO postaja ARSO
12	Iskrba (Gotenica-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	Vnajnarje EIMV
23	Lakonca EIMV
24	Prapretno EIMV
25	Brestanica EIMV
26	Ljubljana, URSJV (A) URSJV
27	Ilirska Bistrica URSJV
28	Ljubljana, ZVD URSJV
29	Ljubljana Brinje URSJV
30	Todraž, RUŽV URSJV
31	Krško, NEK URSJV
32	Lendava URSJV
33	Ljubljana, URSJV (M) URSJV

REPUBLIKA HRVAŠKA

Zaporedna številka	KRAJ
1	Zagreb IRB
2	Sleme IRB
3	rezerva IRB
4	Zavižan (Velebit) IRB
5	Stojdraga IRB
6	Sv. Križ IRB
7	Bilogora (Virovitica) IRB
8	Čepin (Osijek) IRB
9	Dubrovnik IRB

LETO 2007 T - 56/b

30. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA

POVZETEK KONTINUIRNIH MERITEV DOZ ZUNANJEGA SEVANJA
Z MFM-203 ZA LETO 2007 V OKOLICI NEK

Merilno mesto	Libna	Spodnji Stari Grad	Pesje	Gornji Lenart	Brežice	Skopice	Vihre	Cerklje	Brege	Leskovec	Krško-Videm	Krško, Stritarjeva	Krško, NEK
Štev. enote	11 +	12 +	13 +	14 +	15 +	16 +	17 +	18 +	19 +	20 +	21 +	22 +	23 +
Mesec	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)	Povprečna hitrost doze (nSv/h)
Januar	52	62	73	72	74	68	61	73	68	70	57	69	67
Februar	53	62	73	72	78	68	61	73	68	70	57	68	68
Marec	52	62	72	71	77	67	60	72	67	69	57	65	67
April	52	63	73	74	80	69	63	75	69	70	58	69	69
Maj	53	65	74	77	80	70	68	76	70	73	59	70	71
Junij	52	64	73	76	79	69	82	76	69	73	59	70	70
Julij	52	66	74	78	81	70	79	77	70	73	60	72	71
Avgust	53	67	75	79	81	72	77	78	71	74	59	73	71
September	52	64	72	75	79	69	89	123	69	71	57	72	69
Oktober	52	64	73	73	79	69	89	80	69	71	57	71	66
November	52	63	72	72	78	70	90	75	68	70	58	70	66
December	55	63	73	71	80	81	81	78	77	78	64	71	66
Povprečna hitrost letne doze (nSv/h)	53	64	73	74	79	70	75	80	70	72	59	70	68
Letna doza (mSv)	0,46	0,56	0,64	0,65	0,69	0,61	0,66	0,70	0,61	0,63	0,51	0,61	0,60

30. KONTINUIRNE MERITVE DOZ ZUNANJEGA SEVANJA

POVZETEK KONTINUIRNIH MERITEV DOZ ZUNANJEGA SEVANJA
Z MFM-203 ZA LETO 2007 V REPUBLIKI SLOVENIJI

Povprečne hitrosti doze v nSv/h po mesecih																													
Merilno mesto	Maribor	Lisca	Novo mesto	Ljubljana - IJS	Nova Gorica	Portorož	Murska Sobota	Kredarica	Lesce	Slovenj Gradec	Postojna	Ljubljana - ARSO	Črno-melj	Rateče	Bovec	Rogaška Slatina	Velenje	Kočevo	Krvavec	Šoštanj	Vnjanjarje	Lakonca	Prapretno	Brestanica	Ilirska Bistrica	Ljubljana Brinje	Todraž	Krško NEK	Lendava
Štev. Enot	1 ***	2 ***	3 ***	4 ***	5 ***	7 ***	8 ***	9 ***	10 ***	25 ***	27 ***	28 ***	***	***	***	***	***	***	***	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Januar	124	120	114	115	107	109	116	140	113	141	130	129	141	129		117	122	157	123		119	93	114	106	80	92	90	79	73
Februar	124	121	113		107	109	116	143	112	141	133	128	142	112	108	117	122	160	115		120	93	115	106	80	93	93	79	74
Marec	123	118	111		105	108	115	142	112	141	131	126	140	124	106	116	121	157	113		117	92	113	107	79	88	91	78	73
April	125	122	113		106	109	117	127	113	145	134	130	144	141	106	119	123	163	119		121	92	116	107	83	91	99	81	77
Maj	126	123	114		108	111	118	148	119	147	132	131	144	143	107	119	123	162	127		124	93	116	109	83	93	102	83	77
Junij	126	122	113	124	106	110	119	147	121	146	128	130	144	140	105	118	122	161	126		124	92	116	108	81	90	100	83	76
Julij	128	123	114	120	107	110	125	146	122	144	130	132	148	141	106	120	124	164	127		127	93	118	108	85	94	103	84	79
Avgust	127	122	116	119	108	110	120	147	121	144	130	131	149	140	107	119	123	163	131		124	93	117	109	86	93	102	85	78
September	125	122	114	119	108	109	117	146	122	143	127	130	145	140	107	117	122	159	136		121	93	116	108	83	94	97	81	76
Oktober	125	120	115	118	106	107	117	146	121	144	126	128	145	139	107	117	122	159	134		120	94	116	108	81	97	94	77	75
November	123	119	113		107	107	115	145	120	141	125	127	143		107	115	121	159	135		118	93	114	108	80	96	94	77	74
December	123	115	114		109	107	118	144	121	140	126	128	143	133	105	115	122	158	123		118	94	114	108	81	96		77	71
Povprečna hitrost doze (nSv/h)	125	121	114	119	107	109	118	143	118	143	129	129	144	135	106	117	122	160	126		121	93	115	108	82	93	97	80	75
Letna doza (mSv)	1,09	1,06	1,00	1,04	0,94	0,95	1,03	1,26	1,03	1,25	1,13	1,13	1,26	1,18	0,93	1,03	1,07	1,40	1,10		1,06	0,81	1,01	0,94	0,72	0,82	0,85	0,70	0,66

Podatki o meritvah hitrosti doz so povzeti iz Preliminarnega letnega zbirnega poročila o meritvah radiološkega monitoringa iz sistemov ARSO UM, EIMV, NEK, URSJV, leto 2008, URSJV, Ministrstvo za okolje in prostor.

ZEMLJA

40. ZEMLJA

LETO 2007 T - 57a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 7D (mivkasta borovina, nekošeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	23. 5. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,4	28,1	34,4	64,5	57,6	148,0	184,7	+ trava	332,7
Oznaka vzorca	K07ZN11T51	K07ZN11A51	K07ZN11B51	K07ZN11C51	K07ZN11D51	K07ZN11E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238	2,7E+00 ± 1E+00	7,1E+02 ± 2E+02	8,4E+02 ± 1E+02	1,6E+03 ± 3E+02	1,4E+03 ± 2E+02	3,9E+03 ± 7E+02	4,5E+03 ± 4E+02	4,5E+03 ± 4E+02	8,5E+03 ± 8E+02
Ra-226		1,0E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 1E+02	2,3E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 2E+02	5,4E+03 ± 5E+02	6,7E+03 ± 3E+02	6,7E+03 ± 3E+02	1,2E+04 ± 6E+02
Pb-210	1,8E+01 ± 3E+00	3,5E+03 ± 1E+03	2,4E+03 ± 2E+02	3,5E+03 ± 1E+03	2,1E+03 ± 2E+02	1,0E+04 ± 4E+03	1,1E+04 ± 2E+03	1,2E+04 ± 2E+03	2,1E+04 ± 4E+03
Ra-228	1,2E+00 ± 5E-01	7,9E+02 ± 4E+01	1,0E+03 ± 3E+01	1,8E+03 ± 7E+01	1,6E+03 ± 6E+01	3,9E+03 ± 2E+02	5,2E+03 ± 1E+02	5,2E+03 ± 1E+02	9,1E+03 ± 2E+02
Th-228	9,4E-01 ± 2E-01	7,5E+02 ± 3E+01	9,4E+02 ± 3E+01	1,7E+03 ± 5E+01	1,5E+03 ± 5E+01	3,9E+03 ± 1E+02	4,9E+03 ± 8E+01	4,9E+03 ± 8E+01	8,8E+03 ± 2E+02
K-40	2,0E+02 ± 2E+01	9,7E+03 ± 1E+03	1,3E+04 ± 1E+03	2,3E+04 ± 2E+03	2,0E+04 ± 2E+03	4,9E+04 ± 5E+03	6,5E+04 ± 3E+03	6,5E+04 ± 3E+03	1,1E+05 ± 6E+03
Be-7	8,4E+01 ± 5E+00	9,7E+01 ± 5E+01					9,7E+01 ± 5E+01	1,8E+02 ± 5E+01	9,7E+01 ± 5E+01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	2,6E+00 ± 2E-01	1,6E+03 ± 8E+01	2,7E+03 ± 1E+02	4,8E+03 ± 2E+02	1,8E+03 ± 6E+01	4,1E+02 ± 4E+01	1,1E+04 ± 2E+02	1,1E+04 ± 2E+02	1,1E+04 ± 2E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90	2,8E-01 ± 3E-02	4,8E+01 ± 8E+00	6,9E+01 ± 1E+01	1,3E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01	-----	3,6E+02 ± 3E+01	3,6E+02 ± 3E+01	3,6E+02 ± 3E+01

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	23. 5. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,11	0,39	0,42	0,42	0,46	0,47	popovprečje	popovprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,4	28,1	34,4	64,5	57,6	148,0	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K07ZN11T51	K07ZN11A51	K07ZN11B51	K07ZN11C51	K07ZN11D51	K07ZN11E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238	6,7E+00 ± 3E+00	2,5E+01 ± 6E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,4E+01 ± 4E+00	2,5E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 2E+00	2,5E+01 ± 2E+00	
Ra-226		3,7E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 2E+00	3,6E+01 ± 2E+00	
Pb-210	4,6E+01 ± 7E+00	1,2E+02 ± 4E+01	7,1E+01 ± 5E+00	5,4E+01 ± 2E+01	3,7E+01 ± 4E+00	6,7E+01 ± 3E+01	6,2E+01 ± 9E+00	6,4E+01 ± 1E+01	
Ra-228	3,1E+00 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 6E-01	2,7E+01 ± 6E-01	
Th-228	2,4E+00 ± 6E-01	2,7E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 8E-01	2,6E+01 ± 8E-01	2,6E+01 ± 8E-01	2,7E+01 ± 9E-01	2,6E+01 ± 4E-01	2,7E+01 ± 5E-01	
K-40	5,1E+02 ± 5E+01	3,5E+02 ± 3E+01	3,8E+02 ± 4E+01	3,5E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 3E+01	3,5E+02 ± 2E+01	3,4E+02 ± 2E+01	
Be-7	2,1E+02 ± 1E+01	3,4E+00 ± 2E+00					5,2E-01 ± 3E-01	2,9E-01 ± 2E-01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137	6,5E+00 ± 6E-01	5,8E+01 ± 3E+00	7,7E+01 ± 3E+00	7,5E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 1E+00	2,8E+00 ± 3E-01	5,9E+01 ± 1E+00	3,4E+01 ± 7E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90	7,0E-01 ± 7E-02	1,7E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 3E-01	2,0E+00 ± 3E-01	1,9E+00 ± 3E-01	-----	1,9E+00 ± 2E-01	1,1E+00 ± 9E-02	

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 57b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 7D (mivkasta borovina, nekošeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice									
Datum vzor.	24. 9. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzorca (kg)	0,4	19,2	26,6	60,9	55,1	179,4	161,9	+ trava	341,2	
Kol. (kg/m ²)										
Oznaka vzorca	K07ZN11T91	K07ZN11A91	K07ZN11B91	K07ZN11C91	K07ZN11D91	K07ZN11E91				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)									
U-238	<	1E+01	5,4E+02 ± 6E+01	7,9E+02 ± 9E+01	2,0E+03 ± 2E+02	1,7E+03 ± 2E+02	3,9E+03 ± 8E+02	5,0E+03 ± 3E+02	5,0E+03 ± 3E+02	8,9E+03 ± 8E+02
Ra-226	3,2E+00 ± 2E+00	7,0E+02 ± 7E+01	9,8E+02 ± 1E+02	2,3E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 2E+02	5,7E+03 ± 6E+02	6,1E+03 ± 3E+02	6,1E+03 ± 3E+02	1,2E+04 ± 6E+02	
Pb-210	7,3E+01 ± 2E+01	1,6E+03 ± 1E+02	1,9E+03 ± 2E+02	3,1E+03 ± 4E+02	9,4E+02 ± 2E+02	1,0E+04 ± 7E+03	7,7E+03 ± 5E+02	7,7E+03 ± 5E+02	1,8E+04 ± 7E+03	
Ra-228	8,5E-01 ± 6E-01	5,9E+02 ± 2E+01	8,2E+02 ± 3E+01	1,9E+03 ± 7E+01	1,6E+03 ± 6E+01	4,5E+03 ± 2E+02	4,8E+03 ± 1E+02	4,8E+03 ± 1E+02	9,4E+03 ± 2E+02	
Th-228	1,3E+00 ± 3E-01	5,7E+02 ± 2E+01	8,4E+02 ± 3E+01	1,8E+03 ± 6E+01	1,6E+03 ± 5E+01	4,1E+03 ± 1E+02	4,8E+03 ± 8E+01	4,8E+03 ± 8E+01	8,9E+03 ± 2E+02	
K-40	1,1E+02 ± 1E+01	7,6E+03 ± 7E+02	1,1E+04 ± 1E+03	2,3E+04 ± 2E+03	1,9E+04 ± 2E+03	5,8E+04 ± 6E+03	6,0E+04 ± 3E+03	6,0E+04 ± 3E+03	1,2E+05 ± 6E+03	
Be-7	3,0E+02 ± 1E+01	2,8E+02 ± 4E+01					2,8E+02 ± 4E+01	5,8E+02 ± 5E+01	2,8E+02 ± 4E+01	
I-131										
Cs-134										
Cs-137	1,0E+00 ± 3E-01	6,4E+02 ± 2E+01	1,2E+03 ± 5E+01	3,1E+03 ± 1E+02	1,3E+03 ± 8E+01	5,9E+02 ± 4E+01	6,3E+03 ± 2E+02	6,3E+03 ± 2E+02	6,9E+03 ± 2E+02	
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	4,2E-01 ± 5E-02	2,3E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 5E+00	9,4E+01 ± 1E+01	8,5E+01 ± 1E+01	-----	2,4E+02 ± 2E+01	2,4E+02 ± 2E+01	2,4E+02 ± 2E+01	

Vzorč. mesto	Gmajnice									
Datum vzor.	24. 9. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo		
Kol. vzorca (kg)	0,07	0,38	0,42	0,38	0,42	0,53	povprečje	povprečje		
Kol. (kg/m ²)	0,4	19,2	26,6	60,9	55,1	179,4	0-15	0-30		
Oznaka vzorca	K07ZN11T91	K07ZN11A91	K07ZN11B91	K07ZN11C91	K07ZN11D91	K07ZN11E91				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)									
U-238	<	2E+01	2,8E+01 ± 3E+00	3,0E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 4E+00	2,2E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00	
Ra-226	7,3E+00 ± 5E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,2E+01 ± 3E+00	3,7E+01 ± 2E+00	3,4E+01 ± 2E+00		
Pb-210	1,7E+02 ± 4E+01	8,5E+01 ± 5E+00	7,3E+01 ± 8E+00	5,1E+01 ± 6E+00	1,7E+01 ± 4E+00	5,6E+01 ± 4E+01	4,7E+01 ± 3E+00	5,2E+01 ± 2E+01		
Ra-228	1,9E+00 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	2,5E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 6E-01	2,8E+01 ± 6E-01		
Th-228	3,0E+00 ± 7E-01	3,0E+01 ± 9E-01	3,2E+01 ± 9E-01	3,0E+01 ± 9E-01	2,9E+01 ± 9E-01	2,3E+01 ± 7E-01	3,0E+01 ± 5E-01	2,6E+01 ± 4E-01		
K-40	2,4E+02 ± 3E+01	4,0E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,5E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	3,7E+02 ± 2E+01	3,5E+02 ± 2E+01		
Be-7	6,8E+02 ± 3E+01	1,4E+01 ± 2E+00					1,7E+00 ± 3E-01	8,2E-01 ± 1E-01		
I-131										
Cs-134										
Cs-137	2,4E+00 ± 7E-01	3,3E+01 ± 1E+00	4,5E+01 ± 2E+00	5,1E+01 ± 2E+00	2,4E+01 ± 1E+00	3,3E+00 ± 2E-01	3,9E+01 ± 1E+00	2,0E+01 ± 5E-01		
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90	9,6E-01 ± 1E-01	1,2E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 2E-01	-----	1,5E+00 ± 1E-01	7,1E-01 ± 5E-02		

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 58a

40. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	23. 5. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50
Kol. vzor. (kg/m ²)		122,1	98,7	117,4	154,8	164,8	338,2	492,9	657,7
Oznaka vzorca		K07ZP13A51	K07ZP13B51	K07ZP13C51	K07ZP13D51	K07ZP13E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		3,4E+03 ± 6E+02	2,8E+03 ± 4E+02	3,6E+03 ± 5E+02	4,3E+03 ± 1E+03	3,4E+03 ± 4E+02	9,8E+03 ± 9E+02	1,4E+04 ± 1E+03	1,7E+04 ± 1E+03
Ra-226		5,2E+03 ± 5E+02	4,1E+03 ± 4E+02	4,7E+03 ± 4E+02	6,4E+03 ± 6E+02	5,9E+03 ± 6E+02	1,4E+04 ± 8E+02	2,0E+04 ± 1E+03	2,6E+04 ± 1E+03
Pb-210	<	7E+03	4,1E+03 ± 2E+03	4,0E+03 ± 2E+03	< 2E+04	4,0E+03 ± 2E+03	8,2E+03 ± 7E+03	8,2E+03 ± 2E+04	1,2E+04 ± 2E+04
Ra-228		4,5E+03 ± 2E+02	3,5E+03 ± 1E+02	4,1E+03 ± 2E+02	5,0E+03 ± 2E+02	4,4E+03 ± 1E+02	1,2E+04 ± 2E+02	1,7E+04 ± 3E+02	2,1E+04 ± 4E+02
Th-228		4,1E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 9E+01	3,7E+03 ± 1E+02	4,8E+03 ± 2E+02	4,6E+03 ± 1E+02	1,1E+04 ± 2E+02	1,6E+04 ± 3E+02	2,1E+04 ± 3E+02
K-40		5,5E+04 ± 5E+03	4,3E+04 ± 4E+03	5,0E+04 ± 5E+03	5,7E+04 ± 6E+03	5,5E+04 ± 5E+03	1,5E+05 ± 8E+03	2,1E+05 ± 1E+04	2,6E+05 ± 1E+04
Be-7									
I-131									
Cs-134									
Cs-137		3,1E+03 ± 1E+02	2,3E+03 ± 1E+02	9,5E+02 ± 7E+01	1,1E+02 ± 3E+01	3,0E+01 ± 1E+01	6,3E+03 ± 2E+02	6,4E+03 ± 2E+02	6,5E+03 ± 2E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

Vzorč. mesto	Gmajnice								
Datum vzor.	23. 5. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Kol. vzorca (kg)		0,44	0,45	0,46	0,50	0,54	0-40	0-50	
Kol. (kg/m ²)		122,1	98,7	117,4	154,8	164,8			
Oznaka vzorca		K07ZP13A51	K07ZP13B51	K07ZP13C51	K07ZP13D51	K07ZP13E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		2,8E+01 ± 5E+00	2,9E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 5E+00	2,8E+01 ± 7E+00	2,0E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 2E+00	
Ra-226		4,2E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	4,1E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	
Pb-210	<	5E+01	4,2E+01 ± 2E+01	3,4E+01 ± 1E+01	< 1E+02	2,5E+01 ± 9E+00	1,7E+01 ± 4E+01	1,9E+01 ± 3E+01	
Ra-228		3,7E+01 ± 1E+00	3,6E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 8E-01	3,5E+01 ± 7E-01	3,3E+01 ± 5E-01	
Th-228		3,4E+01 ± 9E-01	3,5E+01 ± 9E-01	3,1E+01 ± 9E-01	3,1E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 7E-01	3,2E+01 ± 5E-01	3,1E+01 ± 4E-01	
K-40		4,5E+02 ± 4E+01	4,4E+02 ± 4E+01	4,2E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,4E+02 ± 3E+01	4,2E+02 ± 2E+01	4,0E+02 ± 2E+01	
Be-7									
I-131									
Cs-134									
Cs-137		2,5E+01 ± 9E-01	2,3E+01 ± 1E+00	8,1E+00 ± 6E-01	6,8E-01 ± 2E-01	1,8E-01 ± 8E-02	1,3E+01 ± 3E-01	9,8E+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 Odseku F-2.

LETO 2007 T - 58b

40. ZEMLJA - OBDELANA – poplavno področje ob Savi – 7D (rjava naplavina, normalno oranje)

Izotopska analiza sevalcev gama (***)

Vzorč. mesto	Gmajnice								
	24. 9. 2007								
Datum vzor.	trava	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-30	0-40	0-50
Gl. vzr. (cm)		162,6	115,9	145,9	188,8	160,1	424,4	613,2	773,3
Kol. vzor. (kg/m ²)									
Oznaka vzorca		K07ZP13A91	K07ZP13B91	K07ZP13C91	K07ZP13D91	K07ZP13E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)								
U-238		4,6E+03 ± 5E+02	3,6E+03 ± 4E+02	4,0E+03 ± 3E+02	5,4E+03 ± 9E+02	3,1E+03 ± 5E+02	1,2E+04 ± 7E+02	1,8E+04 ± 1E+03	2,1E+04 ± 1E+03
Ra-226		7,3E+03 ± 7E+02	5,1E+03 ± 5E+02	6,3E+03 ± 6E+02	7,5E+03 ± 7E+02	4,6E+03 ± 5E+02	1,9E+04 ± 1E+03	2,6E+04 ± 1E+03	3,1E+04 ± 1E+03
Pb-210		8,7E+03 ± 7E+02	5,5E+03 ± 9E+02	4,8E+03 ± 4E+02	1,3E+04 ± 7E+03	3,6E+03 ± 7E+02	1,9E+04 ± 1E+03	3,2E+04 ± 7E+03	3,6E+04 ± 7E+03
Ra-228		6,0E+03 ± 2E+02	4,4E+03 ± 1E+02	5,4E+03 ± 2E+02	6,1E+03 ± 3E+02	3,7E+03 ± 2E+02	1,6E+04 ± 3E+02	2,2E+04 ± 4E+02	2,6E+04 ± 4E+02
Th-228		6,1E+03 ± 2E+02	4,3E+03 ± 1E+02	5,4E+03 ± 2E+02	5,8E+03 ± 2E+02	3,6E+03 ± 1E+02	1,6E+04 ± 3E+02	2,2E+04 ± 3E+02	2,5E+04 ± 4E+02
K-40		8,0E+04 ± 8E+03	5,8E+04 ± 6E+03	7,0E+04 ± 7E+03	7,8E+04 ± 8E+03	5,0E+04 ± 5E+03	2,1E+05 ± 1E+04	2,8E+05 ± 1E+04	3,3E+05 ± 1E+04
Be-7		3,8E+02 ± 3E+02				< 4E+02	3,8E+02 ± 3E+02	3,8E+02 ± 3E+02	3,8E+02 ± 5E+02
I-131									
Cs-134									
Cs-137		4,1E+03 ± 1E+02	2,9E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 6E+01	1,2E+02 ± 6E+01		8,5E+03 ± 2E+02	8,7E+03 ± 2E+02	8,7E+03 ± 2E+02
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

Vzorč. mesto	Gmajnice								
	24. 9. 2007								
Datum vzor.	trava	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Uteženo povprečje	Uteženo povprečje	
Gl. vzr. (cm)		0,44	0,43	0,47	0,47	0,50	0-40	0-50	
Kol. vzorca (kg)									
Kol. (kg/m ²)		162,6	115,9	145,9	188,8	160,1			
Oznaka vzorca		K07ZP13A91	K07ZP13B91	K07ZP13C91	K07ZP13D91	K07ZP13E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238		2,8E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 2E+00	2,8E+01 ± 5E+00	1,9E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 2E+00	2,7E+01 ± 2E+00	
Ra-226		4,5E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 3E+00	4,3E+01 ± 2E+00	4,0E+01 ± 2E+00	
Pb-210		5,4E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 7E+00	3,3E+01 ± 3E+00	7,1E+01 ± 4E+01	2,3E+01 ± 4E+00	5,3E+01 ± 1E+01	4,7E+01 ± 1E+01	
Ra-228		3,7E+01 ± 1E+00	3,8E+01 ± 1E+00	3,7E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 9E-01	3,6E+01 ± 6E-01	3,3E+01 ± 5E-01	
Th-228		3,8E+01 ± 1E+00	3,7E+01 ± 1E+00	3,7E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 1E+00	2,3E+01 ± 8E-01	3,5E+01 ± 5E-01	3,3E+01 ± 5E-01	
K-40		4,9E+02 ± 5E+01	5,0E+02 ± 5E+01	4,8E+02 ± 5E+01	4,1E+02 ± 4E+01	3,1E+02 ± 3E+01	4,6E+02 ± 2E+01	4,3E+02 ± 2E+01	
Be-7		2,3E+00 ± 2E+00				< 2E+00	6,1E-01 ± 5E-01	4,9E-01 ± 6E-01	
I-131									
Cs-134									
Cs-137		2,5E+01 ± 8E-01	2,5E+01 ± 1E+00	1,1E+01 ± 4E-01	6,2E-01 ± 3E-01		1,4E+01 ± 3E-01	1,1E+01 ± 3E-01	
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2.

LETO 2007 T - 59a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6E (mivkasta borovina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina									
Datum vzor.	23. 5. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzorca (kg)	0,4	25,3	34,0	77,1	78,8	161,3	215,2	+ trava	376,5	
Kol. (kg/m ²)										
Oznaka vzorca	K07ZN2T51	K07ZN2A51	K07ZN2B51	K07ZN2C51	K07ZN2D51	K07ZN2E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)									
U-238	<	5E+00	7,9E+02 ± 1E+02	1,2E+03 ± 2E+02	2,1E+03 ± 3E+02	2,3E+03 ± 2E+02	4,5E+03 ± 5E+02	6,3E+03 ± 5E+02	6,3E+03 ± 5E+02	1,1E+04 ± 7E+02
Ra-226			1,1E+03 ± 1E+02	1,5E+03 ± 1E+02	3,3E+03 ± 3E+02	3,6E+03 ± 4E+02	7,5E+03 ± 7E+02	9,5E+03 ± 5E+02	9,5E+03 ± 5E+02	1,7E+04 ± 9E+02
Pb-210	5,7E+00 ± 3E+00		1,5E+03 ± 9E+02	2,6E+03 ± 1E+03	2,2E+03 ± 1E+03	<	5E+03	5,4E+03 ± 3E+03	6,4E+03 ± 5E+03	6,4E+03 ± 5E+03
Ra-228			7,4E+02 ± 3E+01	1,0E+03 ± 4E+01	2,1E+03 ± 8E+01	2,1E+03 ± 9E+01	4,4E+03 ± 2E+02	5,9E+03 ± 1E+02	5,9E+03 ± 1E+02	1,0E+04 ± 2E+02
Th-228	6,3E-01 ± 2E-01		7,2E+02 ± 2E+01	9,7E+02 ± 3E+01	2,0E+03 ± 6E+01	2,0E+03 ± 7E+01	4,2E+03 ± 1E+02	5,7E+03 ± 1E+02	5,7E+03 ± 1E+02	9,9E+03 ± 2E+02
K-40	3,7E+02 ± 4E+01		8,7E+03 ± 9E+02	1,1E+04 ± 1E+03	2,4E+04 ± 2E+03	2,3E+04 ± 2E+03	4,7E+04 ± 5E+03	6,8E+04 ± 4E+03	6,8E+04 ± 4E+03	1,1E+05 ± 6E+03
Be-7	6,9E+01 ± 5E+00		1,2E+02 ± 6E+01					1,2E+02 ± 6E+01	1,9E+02 ± 6E+01	1,2E+02 ± 6E+01
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	1E-01	2,5E+02 ± 1E+01	3,3E+02 ± 2E+01	7,8E+02 ± 5E+01	5,2E+02 ± 3E+01	1,7E+03 ± 8E+01	1,9E+03 ± 6E+01	1,9E+03 ± 6E+01	3,6E+03 ± 1E+02
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90			1,5E+01 ± 5E+00	1,7E+01 ± 7E+00	3,9E+01 ± 2E+01	3,9E+01 ± 2E+01		1,1E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Kusova Vrbina								
Datum vzor.	23. 5. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,08	0,42	0,47	0,49	0,51	0,50	povprečje	povprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,4	25,3	34,0	77,1	78,8	161,3	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K07ZN2T51	K07ZN2A51	K07ZN2B51	K07ZN2C51	K07ZN2D51	K07ZN2E51			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238	<	1E+01	3,1E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 5E+00	2,7E+01 ± 4E+00	2,9E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 2E+00	2,9E+01 ± 2E+00
Ra-226			4,3E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,6E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 2E+00	4,5E+01 ± 2E+00
Pb-210	1,5E+01 ± 8E+00		6,1E+01 ± 3E+01	7,7E+01 ± 3E+01	2,9E+01 ± 1E+01	<	6E+01	3,0E+01 ± 2E+01	3,1E+01 ± 1E+01
Ra-228			2,9E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 1E+00	2,7E+01 ± 6E-01	2,7E+01 ± 6E-01
Th-228	1,7E+00 ± 6E-01		2,8E+01 ± 8E-01	2,9E+01 ± 1E+00	2,6E+01 ± 8E-01	2,5E+01 ± 9E-01	2,6E+01 ± 8E-01	2,6E+01 ± 5E-01	2,6E+01 ± 4E-01
K-40	9,9E+02 ± 1E+02		3,5E+02 ± 3E+01	3,3E+02 ± 3E+01	3,2E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	2,9E+02 ± 3E+01	3,1E+02 ± 2E+01	3,0E+02 ± 2E+01
Be-7	1,8E+02 ± 1E+01		4,9E+00 ± 2E+00					5,8E-01 ± 3E-01	3,3E-01 ± 1E-01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	<	3E-01	9,7E+00 ± 5E-01	9,7E+00 ± 7E-01	1,0E+01 ± 6E-01	6,5E+00 ± 4E-01	1,1E+01 ± 5E-01	8,7E+00 ± 3E-01	9,5E+00 ± 3E-01
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90			6,0E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 2E-01	5,0E-01 ± 2E-01		5,1E-01 ± 1E-01	2,9E-01 ± 6E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 59b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6E (mivkasta borovina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto		Kusova Vrčina								
Datum vzor.		24. 9. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,3	21,5	30,2	75,1	73,0	217,7	199,8	+ trava	417,4	
Oznaka vzorca	K07ZN2T91	K07ZN2A91	K07ZN2B91	K07ZN2C91	K07ZN2D91	K07ZN2E91				
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)								
U-238	<	6E+00	6,6E+02 ± 8E+01	9,9E+02 ± 9E+01	2,4E+03 ± 3E+02	2,6E+03 ± 3E+02	6,4E+03 ± 1E+03	6,6E+03 ± 5E+02	6,6E+03 ± 5E+02	1,3E+04 ± 1E+03
Ra-226			9,0E+02 ± 9E+01	1,3E+03 ± 1E+02	3,1E+03 ± 3E+02	3,2E+03 ± 3E+02	9,3E+03 ± 7E+02	8,4E+03 ± 5E+02	8,4E+03 ± 5E+02	1,8E+04 ± 8E+02
Pb-210		2,2E+01 ± 4E+00	1,1E+03 ± 9E+01	1,6E+03 ± 1E+02	3,9E+03 ± 1E+03	3,1E+03 ± 3E+02	9,5E+03 ± 9E+02	9,7E+03 ± 1E+03	9,8E+03 ± 1E+03	1,9E+04 ± 2E+03
Ra-228		1,0E+00 ± 7E-01	6,3E+02 ± 2E+01	8,8E+02 ± 4E+01	2,2E+03 ± 9E+01	2,1E+03 ± 9E+01	6,4E+03 ± 2E+02	5,9E+03 ± 1E+02	5,9E+03 ± 1E+02	1,2E+04 ± 2E+02
Th-228		6,8E-01 ± 2E-01	6,1E+02 ± 2E+01	8,6E+02 ± 3E+01	2,1E+03 ± 6E+01	2,2E+03 ± 8E+01	6,3E+03 ± 1E+02	5,8E+03 ± 1E+02	5,8E+03 ± 1E+02	1,2E+04 ± 2E+02
K-40		1,1E+02 ± 1E+01	7,6E+03 ± 7E+02	1,1E+04 ± 1E+03	2,6E+04 ± 2E+03	2,5E+04 ± 2E+03	7,4E+04 ± 6E+03	6,9E+04 ± 4E+03	6,9E+04 ± 4E+03	1,4E+05 ± 7E+03
Be-7		1,5E+02 ± 7E+00	2,0E+02 ± 4E+01	1,1E+02 ± 4E+01				3,1E+02 ± 5E+01	4,6E+02 ± 5E+01	3,1E+02 ± 5E+01
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	3E-01	3,5E+02 ± 2E+01	4,4E+02 ± 5E+01	1,3E+03 ± 7E+01	1,4E+03 ± 6E+01	3,8E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 1E+02	3,4E+03 ± 1E+02	7,2E+03 ± 2E+02
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90			2,2E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 6E+00	7,1E+01 ± 1E+01	5,9E+01 ± 1E+01		1,8E+02 ± 2E+01	1,8E+02 ± 2E+01	1,8E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto		Kusova Vrčina							
Datum vzor.		24. 9. 2007							
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,06	0,38	0,37	0,38	0,39	0,43	povprečje	povprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,3	21,5	30,2	75,1	73,0	217,7	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K07ZN2T91	K07ZN2A91	K07ZN2B91	K07ZN2C91	K07ZN2D91	K07ZN2E91			
IZOTOP		SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)							
U-238	<	2E+01	3,1E+01 ± 4E+00	3,3E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 5E+00	3,5E+01 ± 4E+00	3,0E+01 ± 5E+00	3,3E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 3E+00
Ra-226			4,2E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,3E+01 ± 3E+00	4,2E+01 ± 2E+00	4,3E+01 ± 2E+00
Pb-210		6,5E+01 ± 1E+01	5,3E+01 ± 4E+00	5,2E+01 ± 5E+00	5,2E+01 ± 2E+01	4,2E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,9E+01 ± 7E+00	4,6E+01 ± 4E+00
Ra-228		3,0E+00 ± 2E+00	2,9E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 8E-01	2,9E+01 ± 6E-01	2,9E+01 ± 5E-01
Th-228		2,1E+00 ± 7E-01	2,9E+01 ± 8E-01	2,8E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 8E-01	3,0E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 6E-01	2,9E+01 ± 5E-01	2,9E+01 ± 4E-01
K-40		3,2E+02 ± 3E+01	3,5E+02 ± 3E+01	3,5E+02 ± 4E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 3E+01	3,4E+02 ± 2E+01	3,4E+02 ± 2E+01
Be-7		4,5E+02 ± 2E+01	9,5E+00 ± 2E+00	3,5E+00 ± 1E+00				1,6E+00 ± 3E-01	7,4E-01 ± 1E-01
I-131									
Cs-134									
Cs-137	<	1E+00	1,6E+01 ± 7E-01	1,5E+01 ± 2E+00	1,7E+01 ± 9E-01	1,9E+01 ± 8E-01	1,7E+01 ± 6E-01	1,7E+01 ± 5E-01	1,7E+01 ± 4E-01
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90			1,0E+00 ± 2E-01	9,8E-01 ± 2E-01	9,4E-01 ± 2E-01	8,1E-01 ± 2E-01		9,1E-01 ± 1E-01	4,3E-01 ± 5E-02

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 60a

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Amerika									
Datum vzor.	23. 5. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,2	19,0	38,6	75,4	69,1	217,4	202,1	+ trava	419,5	
Oznaka vzorca	K07ZN3T51	K07ZN3A51	K07ZN3B51	K07ZN3C51	K07ZN3D51	K07ZN3E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ²)									
U-238	<	3E+00	6,0E+02 ± 8E+01	9,4E+02 ± 2E+02	2,3E+03 ± 3E+02	2,1E+03 ± 3E+02	6,7E+03 ± 7E+02	5,9E+03 ± 5E+02	5,9E+03 ± 5E+02	1,3E+04 ± 9E+02
Ra-226			7,8E+02 ± 7E+01	1,6E+03 ± 2E+02	3,0E+03 ± 3E+02	2,6E+03 ± 2E+02	7,8E+03 ± 7E+02	7,9E+03 ± 4E+02	7,9E+03 ± 4E+02	1,6E+04 ± 8E+02
Pb-210		5,4E+00 ± 2E+00	1,7E+03 ± 4E+02	<	3E+03	3,3E+03 ± 4E+02	2,2E+03 ± 1E+03	4,3E+03 ± 2E+03	7,1E+03 ± 3E+03	1,1E+04 ± 4E+03
Ra-228	<	1E+00	6,0E+02 ± 2E+01	1,3E+03 ± 6E+01	2,6E+03 ± 1E+02	2,2E+03 ± 9E+01	6,5E+03 ± 2E+02	6,7E+03 ± 1E+02	6,7E+03 ± 1E+02	1,3E+04 ± 3E+02
Th-228	<	6E-01	5,8E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 5E+01	2,6E+03 ± 9E+01	1,9E+03 ± 5E+01	6,4E+03 ± 2E+02	6,3E+03 ± 1E+02	6,3E+03 ± 1E+02	1,3E+04 ± 2E+02
K-40		2,1E+02 ± 2E+01	7,2E+03 ± 7E+02	1,5E+04 ± 2E+03	3,1E+04 ± 3E+03	2,7E+04 ± 3E+03	8,4E+04 ± 8E+03	8,0E+04 ± 4E+03	8,0E+04 ± 4E+03	1,6E+05 ± 9E+03
Be-7		3,8E+01 ± 2E+00	1,5E+02 ± 4E+01					1,5E+02 ± 4E+01	1,9E+02 ± 4E+01	1,5E+02 ± 4E+01
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	1E-01	4,7E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 8E+01	2,3E+03 ± 9E+01	2,4E+03 ± 9E+01	2,1E+03 ± 1E+02	6,3E+03 ± 2E+02	6,3E+03 ± 2E+02	8,5E+03 ± 2E+02
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90			1,9E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 8E+00	1,1E+02 ± 2E+01	9,7E+01 ± 1E+01		2,7E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 3E+01	2,7E+02 ± 3E+01

Vzorč. mesto	Amerika									
Datum vzor.	23. 5. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30		Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,09	0,40	0,41	0,45	0,47	0,51		povprečje	povprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,2	19,0	38,6	75,4	69,1	217,4		0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K07ZN3T51	K07ZN3A51	K07ZN3B51	K07ZN3C51	K07ZN3D51	K07ZN3E51				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)									
U-238	<	1E+01	3,2E+01 ± 4E+00	2,4E+01 ± 5E+00	3,0E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 4E+00	3,1E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 2E+00	3,0E+01 ± 2E+00
Ra-226			4,1E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 4E+00	3,6E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00
Pb-210		2,2E+01 ± 7E+00	8,7E+01 ± 2E+01	<	8E+01	4,3E+01 ± 5E+00	3,2E+01 ± 2E+01	2,0E+01 ± 1E+01	3,5E+01 ± 2E+01	2,7E+01 ± 1E+01
Ra-228	<	6E+00	3,2E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,4E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 7E-01	3,1E+01 ± 6E-01	3,1E+01 ± 6E-01
Th-228	<	2E+00	3,1E+01 ± 9E-01	2,9E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 8E-01	2,9E+01 ± 8E-01	3,1E+01 ± 6E-01	3,0E+01 ± 5E-01	3,0E+01 ± 5E-01
K-40		8,4E+02 ± 8E+01	3,8E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 4E+01	4,1E+02 ± 4E+01	3,8E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 4E+01	4,0E+02 ± 2E+01	3,9E+02 ± 2E+01	3,9E+02 ± 2E+01
Be-7		1,6E+02 ± 1E+01	7,8E+00 ± 2E+00					7,3E-01 ± 2E-01	3,5E-01 ± 9E-02	
I-131										
Cs-134										
Cs-137	<	5E-01	2,5E+01 ± 9E-01	3,0E+01 ± 2E+00	3,1E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 1E+00	9,8E+00 ± 6E-01	3,1E+01 ± 8E-01	2,0E+01 ± 5E-01	
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90			1,0E+00 ± 2E-01	1,0E+00 ± 2E-01	1,5E+00 ± 3E-01	1,4E+00 ± 2E-01		1,3E+00 ± 1E-01	6,4E-01 ± 7E-02	

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 60b

40. ZEMLJA - NEOBDELANA - poplavno področje ob Savi - 6D (rjava naplavina, košeno področje)

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (***)

Vzorč. mesto	Amerika									
Datum vzor.	24. 9. 2007									
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	0-15	0-15	0-30	
Kol. vzor. (kg/m ²)	0,4	18,9	38,9	72,4	57,1	214,3	187,3	+ trava	401,6	
Oznaka vzorca	K07ZN3T91	K07ZN3A91	K07ZN3B91	K07ZN3C91	K07ZN3D91	K07ZN3E91				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/m ³)									
U-238	<	1E+01	5,1E+02 ± 9E+01	9,7E+02 ± 1E+02	2,2E+03 ± 2E+02	1,6E+03 ± 3E+02	5,0E+03 ± 7E+02	5,3E+03 ± 4E+02	5,3E+03 ± 4E+02	1,0E+04 ± 8E+02
Ra-226	<	5E-01	7,2E+02 ± 7E+01	1,5E+03 ± 1E+02	2,8E+03 ± 3E+02	2,4E+03 ± 2E+02	7,9E+03 ± 7E+02	7,5E+03 ± 4E+02	7,5E+03 ± 4E+02	1,5E+04 ± 8E+02
Pb-210	<	2,7E+01 ± 1E+01	8,6E+02 ± 5E+02	2,3E+03 ± 2E+02	3,1E+03 ± 3E+02	<	5E+03	9,7E+03 ± 9E+02	6,3E+03 ± 5E+03	6,3E+03 ± 5E+03
Ra-228		1,2E+00 ± 6E-01	5,4E+02 ± 2E+01	1,2E+03 ± 4E+01	2,3E+03 ± 8E+01	1,8E+03 ± 8E+01	6,0E+03 ± 2E+02	5,8E+03 ± 1E+02	5,8E+03 ± 1E+02	1,2E+04 ± 3E+02
Th-228		8,9E-01 ± 3E-01	5,4E+02 ± 2E+01	1,1E+03 ± 3E+01	2,2E+03 ± 6E+01	1,7E+03 ± 6E+01	6,2E+03 ± 2E+02	5,5E+03 ± 1E+02	5,5E+03 ± 1E+02	1,2E+04 ± 2E+02
K-40		1,4E+02 ± 2E+01	7,2E+03 ± 7E+02	1,5E+04 ± 1E+03	2,8E+04 ± 3E+03	2,1E+04 ± 2E+03	8,0E+04 ± 8E+03	7,1E+04 ± 4E+03	7,1E+04 ± 4E+03	1,5E+05 ± 9E+03
Be-7		2,3E+02 ± 1E+01	1,9E+02 ± 4E+01					1,9E+02 ± 4E+01	4,2E+02 ± 4E+01	1,9E+02 ± 4E+01
I-131										
Cs-134										
Cs-137		4,9E-01 ± 2E-01	6,0E+02 ± 2E+01	1,3E+03 ± 6E+01	2,4E+03 ± 9E+01	2,3E+03 ± 1E+02	7,1E+03 ± 3E+02	6,6E+03 ± 2E+02	6,6E+03 ± 2E+02	1,4E+04 ± 3E+02
Co-58										
Co-60										
Cr-51										
Mn-54										
Zn-65										
Nb-95										
Ru-106										
Sb-125										
Sr-89/Sr-90		1,8E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 7E+00	6,3E+01 ± 1E+01	5,5E+01 ± 9E+00			1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01	1,7E+02 ± 2E+01

Vzorč. mesto	Amerika								
Datum vzor.	24. 9. 2007								
Gl. vzr. (cm)	trava	0-2	2-5	5-10	10-15	15-30	Uteženo	Uteženo	
Kol. vzorca (kg)	0,08	0,32	0,37	0,41	0,42	0,43	povprečje	povprečje	
Kol. (kg/m ²)	0,4	18,9	38,9	72,4	57,1	214,3	0-15	0-30	
Oznaka vzorca	K07ZN3T91	K07ZN3A91	K07ZN3B91	K07ZN3C91	K07ZN3D91	K07ZN3E91			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg)								
U-238	<	3E+01	2,7E+01 ± 5E+00	2,5E+01 ± 3E+00	3,1E+01 ± 3E+00	2,7E+01 ± 5E+00	2,3E+01 ± 3E+00	2,8E+01 ± 2E+00	2,6E+01 ± 2E+00
Ra-226	<	1E+00	3,8E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	3,9E+01 ± 4E+00	4,2E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 2E+00	3,8E+01 ± 2E+00
Pb-210	<	6,5E+01 ± 3E+01	4,5E+01 ± 3E+01	6,0E+01 ± 5E+00	4,3E+01 ± 4E+00	<	9E+01	4,5E+01 ± 4E+00	3,4E+01 ± 3E+01
Ra-228		2,8E+00 ± 2E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,0E+01 ± 1E+00	3,2E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 1E+00	2,8E+01 ± 1E+00	3,1E+01 ± 7E-01	2,9E+01 ± 7E-01
Th-228		2,1E+00 ± 6E-01	2,8E+01 ± 9E-01	2,8E+01 ± 8E-01	3,0E+01 ± 8E-01	3,0E+01 ± 1E+00	2,9E+01 ± 8E-01	2,9E+01 ± 5E-01	2,9E+01 ± 5E-01
K-40		3,4E+02 ± 4E+01	3,8E+02 ± 4E+01	3,9E+02 ± 4E+01	3,8E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,7E+02 ± 4E+01	3,8E+02 ± 2E+01	3,8E+02 ± 2E+01
Be-7		5,6E+02 ± 3E+01	9,9E+00 ± 2E+00					1,0E+00 ± 2E-01	4,7E-01 ± 9E-02
I-131									
Cs-134									
Cs-137		1,2E+00 ± 4E-01	3,2E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,3E+01 ± 1E+00	4,1E+01 ± 2E+00	3,3E+01 ± 1E+00	3,5E+01 ± 8E-01	3,4E+01 ± 8E-01
Co-58									
Co-60									
Cr-51									
Mn-54									
Zn-65									
Nb-95									
Ru-106									
Sb-125									
Sr-89/Sr-90		9,7E-01 ± 2E-01	9,9E-01 ± 2E-01	8,7E-01 ± 2E-01	9,6E-01 ± 2E-01			9,3E-01 ± 9E-02	4,3E-01 ± 4E-02

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

(***) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

HRANILA

- 51. MLEKO
- 55. MESO IN KOKOŠJA JAJCA
- 54. POVRTNINE IN POLJŠČINE
- 53. SADJE

LETO 2007 T - 61 a
51. MLEKO - sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)



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

Vzorč. mesto	Pesje							Polletno povprečje
	16. 1. 2007	28. 2. 2007	26. 3. 2007	16. 4. 2007	16. 5. 2007	18. 6. 2007		
Datum vzor.	16. 1. 2007	28. 2. 2007	26. 3. 2007	16. 4. 2007	16. 5. 2007	18. 6. 2007		Polletno povprečje
Kol. vzorca (kg)	4,94	4,90	4,80	4,94	4,78	4,56		
Odstotek suhe snovi	15,30	13,60	16,10	14,70	14,70	15,00		
Oznaka vzorca	K07ML111	K07ML122	K07ML132	K07ML141	K07ML151	K07ML161		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI							
U-238	1,3E-01 ± 1E-01	1,4E-01 ± 6E-02	2,5E-01 ± 1E-01	8,6E-01 ± 6E-01	< 3E-01			2,3E-01 ± 1E-01
Ra-226	8,0E-02 ± 6E-02	< 5E-02		3,6E-01 ± 2E-01	< 4E-01			7,3E-02 ± 7E-02
Pb-210	< 9E-02	< 4E-02	< 2E-01	< 2E+00	< 4E-01	< 4E-01		< 4E-01
Ra-228				< 2E-01	< 4E-02			< 3E-02
Th-228	< 5E-02	< 9E-03	< 3E-02	< 7E-02	< 3E-02	< 3E-02		< 2E-02
K-40	4,3E+01 ± 4E+00	5,1E+01 ± 5E+00	5,0E+01 ± 5E+00	5,5E+01 ± 6E+00	4,0E+01 ± 4E+00	4,1E+01 ± 4E+00		4,7E+01 ± 3E+00
Be-7	1,0E-01 ± 5E-02							1,7E-02 ± 2E-02
I-131								
Cs-134								
Cs-137	8,0E-02 ± 2E-02	1,0E-01 ± 1E-02	1,1E-01 ± 2E-02	1,0E-01 ± 2E-02	5,1E-02 ± 1E-02	9,1E-02 ± 1E-02		8,9E-02 ± 9E-03
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	5,0E-02 ± 1E-02	7,0E-02 ± 1E-02	9,0E-02 ± 1E-02	6,0E-02 ± 1E-02	7,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02		6,3E-02 ± 7E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 61 b
51. MLEKO - sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)



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

Vzorč. mesto	Pesje							Letno povprečje
	16. 7. 2007	16. 8. 2007	17. 9. 2007	16. 10. 2007	19. 11. 2007	17. 12. 2007		
Datum vzor.	16. 7. 2007	16. 8. 2007	17. 9. 2007	16. 10. 2007	19. 11. 2007	17. 12. 2007		Letno povprečje
Kol. vzorca (kg)	4,50	4,98	4,82	4,90	4,90	5,18		
Odstotek suhe snovi	17,20	15,30	13,20	14,10	16,70	12,30		
Oznaka vzorca	K07ML171	K07ML181	K07ML191	K07ML1A1	K07ML1B1	K07ML1C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI							
U-238	< 2E-01	< 4E-01	< 9E-02	< 4E-01	5,7E-01 ± 3E-01	< 8E-02		1,6E-01 ± 8E-02
Ra-226			< 1E-01	< 2E-01		3,5E-02 ± 3E-02		4,0E-02 ± 4E-02
Pb-210	< 4E-01	< 4E-01	< 6E-02	< 4E-01	< 5E-01	< 5E-02		< 2E-01
Ra-228	< 6E-02			< 7E-02				< 2E-02
Th-228	< 6E-02	< 5E-02	9,8E-03 ± 4E-03	4,1E-02 ± 2E-02		< 1E-02		4,2E-03 ± 1E-02
K-40	3,9E+01 ± 4E+00	4,8E+01 ± 5E+00	5,3E+01 ± 5E+00	5,3E+01 ± 5E+00	5,3E+01 ± 5E+00	4,1E+01 ± 4E+00		4,7E+01 ± 2E+00
Be-7								8,5E-03 ± 9E-03
I-131								
Cs-134								
Cs-137	1,3E-01 ± 9E-03	6,6E-02 ± 2E-02	1,2E-01 ± 9E-03	6,5E-02 ± 2E-02	5,3E-02 ± 1E-02	1,0E-01 ± 9E-03		8,9E-02 ± 7E-03
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	6,0E-02 ± 1E-02	7,1E-02 ± 7E-03	5,5E-02 ± 6E-03	6,2E-02 ± 5E-03	5,1E-02 ± 6E-03	8,1E-02 ± 9E-03		6,3E-02 ± 4E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 62 a
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)

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

Vzorč. mesto	Vihre							Polletno povprečje
	Datum vzor.	16. 1. 2007	28. 2. 2007	19. 3. 2007	16. 4. 2007	16. 5. 2007	18. 6. 2007	
Kol. vzorca (kg)	5,46	5,20	5,52	5,50	5,14	5,46		
Odstotek suhe snovi	14,60	14,10	12,90	13,20	15,40	13,70		
Oznaka vzorca	K07ML211	K07ML222	K07ML231	K07ML241	K07ML251	K07ML261		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI							
U-238			1,2E-01 ± 9E-02	< 1E-01		< 1E-01	< 3E-02	
Ra-226			1,0E-01 ± 7E-02	1,5E-01 ± 1E-01			9,5E-02 ± 5E-02	
Pb-210	< 3E-01	< 2E-01		< 2E-01	< 2E-01	8,6E-02 ± 6E-02	3,2E-02 ± 8E-02	
Ra-228						4,7E-02 ± 3E-02	7,9E-03 ± 8E-03	
Th-228		< 6E-02	< 3E-02			1,2E-02 ± 8E-03	2,0E-03 ± 1E-02	
K-40	4,6E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 5E+00	4,9E+01 ± 5E+00	6,7E+01 ± 9E+00	5,0E+01 ± 5E+00	4,8E+01 ± 5E+00	5,1E+01 ± 3E+00	
Be-7						6,1E-02 ± 5E-02	1,0E-02 ± 1E-02	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,4E-02 ± 1E-02	3,2E-02 ± 2E-02	2,3E-02 ± 9E-03	1,9E-02 ± 1E-02		1,7E-02 ± 8E-03	1,9E-02 ± 4E-03	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	4,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	3,8E-02 ± 4E-03	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 62 b
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)

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

Vzorč. mesto	Vihre							Letno povprečje
	Datum vzor.	16. 7. 2007	16. 8. 2007	17. 9. 2007	16. 10. 2007	19. 11. 2007	17. 12. 2007	
Kol. vzorca (kg)	5,62	5,42	5,68	5,50	5,62	5,50		
Odstotek suhe snovi	13,90	15,50	13,90	14,00	15,50	14,50		
Oznaka vzorca	K07ML271	K07ML281	K07ML291	K07ML2A1	K07ML2B1	K07ML2C1		
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI							
U-238	< 2E-01	< 2E-01	6,9E-02 ± 5E-02	2,0E-01 ± 7E-02	< 1E-01	< 2E-01	2,3E-02 ± 4E-02	
Ra-226		< 1E-01	< 7E-02	7,1E-02 ± 5E-02	< 1E-01		5,4E-02 ± 3E-02	
Pb-210	< 2E-01	< 1E-01	< 9E-02	< 1E-01	< 1E-01	< 2E-01	1,6E-02 ± 5E-02	
Ra-228			7,0E-02 ± 3E-02			< 5E-02	9,8E-03 ± 7E-03	
Th-228	< 4E-02	< 5E-02	2,2E-02 ± 9E-03	4,3E-02 ± 1E-02	1,2E-02 ± 9E-03	< 3E-02	7,4E-03 ± 8E-03	
K-40	4,7E+01 ± 5E+00	4,7E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 4E+00	4,8E+01 ± 5E+00	4,9E+01 ± 2E+00	
Be-7			4,4E-02 ± 3E-02				8,8E-03 ± 6E-03	
I-131								
Cs-134								
Cs-137	2,9E-02 ± 7E-03	2,5E-02 ± 9E-03	1,1E-02 ± 6E-03	4,7E-02 ± 9E-03	3,4E-02 ± 9E-03	4,7E-02 ± 1E-02	2,6E-02 ± 4E-03	
Co-58								
Co-60								
Cr-51								
Mn-54								
Zn-65								
Nb-95								
Ru-106								
Sb-125								
Sr-89/Sr-90	6,0E-02 ± 1E-02	3,3E-02 ± 4E-03	4,5E-02 ± 6E-03	4,4E-02 ± 5E-03	5,8E-02 ± 6E-03	4,6E-02 ± 7E-03	4,3E-02 ± 3E-03	

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 63 a
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)

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

Vzorč. mesto	Bregje						
Datum vzor.	16. 1. 2007	28. 2. 2007	19. 3. 2007	16. 4. 2007	16. 5. 2007	18. 6. 2007	
Kol. vzorca (kg)	5,52	5,00	5,52	5,56	5,52	5,52	Polletno povprečje
Odstotek suhe snovi	16,00	14,30	13,80	13,80	13,00	14,30	
Oznaka vzorca	K07ML311	K07ML322	K07ML331	K07ML341	K07ML351	K07ML361	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238		< 6E-01	< 3E-01			< 3E-01	< 1E-01
Ra-226	4,0E-01 ± 2E-01						6,7E-02 ± 7E-02
Pb-210	< 2E-01	6,4E-01 ± 3E-01	< 1E-01	< 1E-01	< 2E-01	< 4E-01	1,1E-01 ± 1E-01
Ra-228		< 5E-02			< 7E-02	< 5E-02	< 2E-02
Th-228	< 5E-02	2,5E-02 ± 2E-02	< 3E-02	< 3E-02	2,2E-02 ± 1E-02	< 4E-02	7,8E-03 ± 1E-02
K-40	4,2E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 4E+00	5,5E+01 ± 6E+00	4,6E+01 ± 5E+00	4,4E+01 ± 3E+00	4,6E+01 ± 2E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,7E-02 ± 1E-02	3,1E-02 ± 2E-02	4,1E-02 ± 1E-02	3,4E-02 ± 1E-02	4,8E-02 ± 1E-02	2,0E-02 ± 1E-02	3,3E-02 ± 5E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	4,0E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	4,0E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	3,5E-02 ± 4E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 63 b
51. MLEKO – sestavljeni mesečni vzorci (VLG, Sr-89 / Sr-90)

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

Vzorč. mesto	Bregje						
Datum vzor.	16. 7. 2007	16. 8. 2007	17. 9. 2007	16. 10. 2007	19. 11. 2007	17. 12. 2007	
Kol. vzorca (kg)	5,76	5,48	5,36	5,40	4,94	5,70	Letno povprečje
Odstotek suhe snovi	12,40	15,40	15,10	12,80	13,40	15,80	
Oznaka vzorca	K07ML371	K07ML381	K07ML391	K07ML3A1	K07ML3B1	K07ML3C1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI						
U-238	< 5E-01			2,7E-01 ± 2E-01	< 2E-01		2,2E-02 ± 7E-02
Ra-226						2,3E-01 ± 1E-01	5,2E-02 ± 4E-02
Pb-210	< 4E-01	< 4E-01	< 2E-01	< 4E-01	< 3E-01	< 3E-01	5,3E-02 ± 9E-02
Ra-228					1,2E-01 ± 4E-02		1,0E-02 ± 1E-02
Th-228	3,3E-02 ± 2E-02	< 4E-02	< 1E-02	< 5E-02	2,4E-02 ± 1E-02	1,7E-02 ± 1E-02	1,0E-02 ± 9E-03
K-40	4,7E+01 ± 5E+00	4,2E+01 ± 4E+00	4,7E+01 ± 5E+00	4,7E+01 ± 5E+00	4,6E+01 ± 4E+00	4,5E+01 ± 4E+00	4,6E+01 ± 1E+00
Be-7							
I-131							
Cs-134							
Cs-137	2,8E-02 ± 2E-02	2,3E-02 ± 1E-02	3,0E-02 ± 1E-02	3,8E-02 ± 1E-02	3,4E-02 ± 1E-02	2,1E-02 ± 7E-03	3,1E-02 ± 4E-03
Co-58							
Co-60							
Cr-51							
Mn-54							
Zn-65							
Nb-95							
Ru-106							
Sb-125							
Sr-89/Sr-90	4,0E-02 ± 1E-02	4,2E-02 ± 5E-03	3,4E-02 ± 4E-03	4,2E-02 ± 5E-03	4,7E-02 ± 5E-03	3,8E-02 ± 6E-03	3,8E-02 ± 2E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 65
55. HRANILA - KOKOŠJE MESO IN JAJCA

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Vrbina		Spodnji Stari Grad
Vrsta vzorca	Kokošja jajca	Kokošja jajca	Povprečje - jajca (*)	Kokošje meso
Datum vzor.	3. 5. 2007	25. 4. 2007		3. 5. 2007
Kol. vzorca (kg)	0,24	0,14		0,35
Odstotek suhe snovi	23,50	27,00		45,00
Oznaka vzorca	K07HJ151	K07HJ341		K07HMK151
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238		6,5E-01 ± 3E-01	3,2E-01 ± 3E-01	
Ra-226	< 7E-01		< 4E-01	< 5E-01
Pb-210	< 4E-01	< 1E+00	< 6E-01	< 2E+00
Ra-228	2,3E-01 ± 8E-02	2,5E-01 ± 8E-02	2,4E-01 ± 6E-02	2,5E-01 ± 1E-01
Th-228	7,8E-02 ± 6E-02	< 6E-02	3,9E-02 ± 4E-02	1,0E-01 ± 6E-02
K-40	4,8E+01 ± 5E+00	4,1E+01 ± 4E+00	4,4E+01 ± 3E+00	8,4E+01 ± 8E+00
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 8E-02	< 4E-02	< 4E-02	
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	< 3E-02	< 5E-02	< 3E-02	< 4E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 66
55. HRANILA - SVINJSKO IN GOVEJE MESO

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Vrbina		Dečno selo (KK Sevnica)
Vrsta vzorca	Svinjsko meso	Svinjsko meso	Povprečje - svinjsko meso (*)	Goveje meso
Datum vzor.	17. 7. 2007	26. 6. 2007		25. 7. 2007
Kol. vzorca (kg)	0,35	0,36		0,30
Odstotek suhe snovi	37,00	33,60		32,20
Oznaka vzorca	K07HMS171	K07HMS361		K07HMG971
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238		< 6E-01	< 3E-01	< 3E-01
Ra-226	< 6,0E-01 ± 4E-01		< 3,0E-01 ± 3E-01	< 4,8E-01 ± 3E-01
Pb-210	< 4E-01	< 1E+00	< 6E-01	< 2E+00
Ra-228		< 2E-01	< 1E-01	3,3E-01 ± 1E-01
Th-228	6,2E-02 ± 4E-02	< 6E-02	3,1E-02 ± 4E-02	7,9E-02 ± 4E-02
K-40	9,6E+01 ± 9E+00	1,1E+02 ± 1E+01	1,0E+02 ± 7E+00	1,1E+02 ± 1E+01
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137	2,0E-01 ± 3E-02	1,4E-01 ± 4E-02	1,7E-01 ± 3E-02	2,3E-01 ± 3E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	< 3E-02	< 5E-02	< 3E-02	< 4E-02

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 67
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - pšenica

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege	Vihre	
Vrsta vzorca	Pšenica	Pšenica	Pšenica	Povprečje - pšenica (*)
Datum vzor.	17. 7. 2007	17. 7. 2007	1. 8. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,26	0,30	0,28	
Odstotek suhe snovi	91,80	91,20	93,40	
Oznaka vzorca	K07HPPS171	K07HPPS271	K07HPPS581	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238		5,5E-01 ± 4E-01	3,7E+00 ± 2E+00	1,4E+00 ± 1E+00
Ra-226		7,1E-01 ± 5E-01		2,4E-01 ± 2E-01
Pb-210	< 3E+00	< 5E-01	< 3E+00	< 1E+00
Ra-228		6,0E-01 ± 2E-01	< 1E+00	2,0E-01 ± 5E-01
Th-228	< 3E-01	< 9E-02	< 9E-01	< 3E-01
K-40	1,8E+02 ± 2E+01	1,1E+02 ± 1E+01	1,1E+02 ± 1E+01	1,4E+02 ± 2E+01
Be-7	< 5E+00	2,3E+00 ± 5E-01	1,8E+00 ± 1E+00	1,4E+00 ± 2E+00
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 5E-02			< 2E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	1,0E-01 ± 1E-02	3,1E-01 ± 3E-02	5,5E-02 ± 1E-02	1,6E-01 ± 8E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 68
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - koruza, ječmen

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Vrbina	Vrbina
Vrsta vzorca	Koruza	Ječmen
Datum vzor.	24. 9. 2007	25. 7. 2007
Kol. vzorca (kg)	0,34	0,23
Odstotek suhe snovi	87,40	93,20
Oznaka vzorca	K07HPKZ391	K07HPJE371
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI	
U-238		< 2E+00
Ra-226		
Pb-210	< 2E+00	< 4E+00
Ra-228		6,2E-01 ± 4E-01
Th-228		< 4E-01
K-40	1,1E+02 ± 1E+01	1,7E+02 ± 2E+01
Be-7		8,0E+00 ± 9E-01
I-131		
Cs-134		
Cs-137		
Co-58		
Co-60		
Cr-51		
Mn-54		
Zn-65		
Nb-95		
Ru-106		
Sb-125		
Sr-89/Sr-90	< 7E-02	1,3E-01 ± 1E-02

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 69
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - fižol

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege		Spodnji Stari Grad
Vrsta vzorca	Stročji fižol	Stročji fižol	Povprečje - stročji fižol (*)	Fižol v zrnju
Datum vzor.	17. 7. 2007	17. 7. 2007		12. 9. 2007
Kol. vzorca (kg)	0,22	0,24		0,59
Odstotek suhe snovi	10,30	21,00		45,60
Oznaka vzorca	K07HPFS171	K07HPFS271		K07HPFZ191
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	2,9E-01 ± 2E-01	2,8E-01 ± 1E-01	2,9E-01 ± 1E-01	< 2E-01
Ra-226		< 4E-01	< 2E-01	2,0E-01 ± 1E-01
Pb-210	< 5E-01	3,3E-01 ± 2E-01	1,6E-01 ± 3E-01	< 2E-01
Ra-228	< 1E-01		< 5E-02	
Th-228	4,0E-02 ± 2E-02	8,1E-02 ± 3E-02	6,0E-02 ± 2E-02	< 3E-02
K-40	8,9E+01 ± 9E+00	2,0E+02 ± 2E+01	1,5E+02 ± 6E+01	2,1E+02 ± 2E+01
Be-7	1,3E-01 ± 9E-02	2,1E+00 ± 3E-01	1,1E+00 ± 1E+00	< 2E-01
I-131				
Cs-134				
Cs-137	< 2E-02	3,5E-02 ± 2E-02	1,7E-02 ± 2E-02	7,2E-02 ± 3E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	1,0E-01 ± 1E-02	2,7E-01 ± 3E-02	1,9E-01 ± 9E-02	1,7E-01 ± 2E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 70
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - krompir, korenje

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege		Spodnji Stari Grad	Brege	
Vrsta vzorca	Krompir	Krompir	Povprečje - krompir (*)	Korenje	Korenje	Povprečje - korenje (*)
Datum vzor.	26. 6. 2007	23. 5. 2007		17. 7. 2007	17. 7. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,33	0,31		0,20	0,26	
Odstotek suhe snovi	20,70	19,60		9,20	11,70	
Oznaka vzorca	K07HPKR161	K07HPKR251		K07HPKO171	K07HPKO271	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI					
U-238	6,8E-01 ± 5E-01		3,4E-01 ± 3E-01	< 5E-01	< 6E-01	< 4E-01
Ra-226		< 6E-01	< 3E-01	3,9E-01 ± 2E-01	< 4E-01	2,0E-01 ± 2E-01
Pb-210	< 6E-01	8,8E-01 ± 4E-01	4,4E-01 ± 4E-01	4,6E-01 ± 3E-01	8,1E-01 ± 3E-01	6,4E-01 ± 2E-01
Ra-228				< 1E-01	1,2E-01 ± 5E-02	5,9E-02 ± 7E-02
Th-228	< 5E-01	< 5E-02	< 3E-01	4,9E-02 ± 2E-02	5,6E-02 ± 2E-02	5,3E-02 ± 2E-02
K-40	1,4E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 1E+01	1,3E+02 ± 9E+00	8,1E+01 ± 8E+00	1,1E+02 ± 1E+01	9,4E+01 ± 1E+01
Be-7						
I-131						
Cs-134						
Cs-137	< 7E-02	4,0E-02 ± 2E-02	2,0E-02 ± 4E-02	7,5E-02 ± 2E-02		3,8E-02 ± 4E-02
Co-58						
Co-60						
Cr-51						
Mn-54						
Zn-65						
Nb-95						
Ru-106						
Sb-125						
Sr-89/Sr-90	< 2E-02	3,0E-02 ± 1E-02	1,5E-02 ± 2E-02	1,9E-01 ± 2E-02	1,8E-01 ± 1E-02	1,9E-01 ± 1E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 71
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - peteršilj

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	
Vrsta vzorca	Peteršilj - zelenjava	Peteršilj - koren
Datum vzor.	17. 7. 2007	17. 7. 2007
Kol. vzorca (kg)	0,17	0,10
Odstotek suhe snovi	16,00	18,50
Oznaka vzorca	K07HPPZ171	K07HPPK171
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI	
U-238		1,6E+00 ± 8E-01
Ra-226		1,3E+00 ± 7E-01
Pb-210	1,8E+00 ± 6E-01	< 8E-01
Ra-228	4,9E-01 ± 2E-01	4,1E-01 ± 2E-01
Th-228	< 9E-02	1,8E-01 ± 7E-02
K-40	1,7E+02 ± 2E+01	1,0E+02 ± 1E+01
Be-7	1,1E+01 ± 7E-01	
I-131		
Cs-134		
Cs-137	1,4E-01 ± 3E-02	1,5E-01 ± 5E-02
Co-58		
Co-60		
Cr-51		
Mn-54		
Zn-65		
Nb-95		
Ru-106		
Sb-125		
Sr-89/Sr-90	6,0E-01 ± 5E-02	4,0E-01 ± 4E-02

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 72
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - solata

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege	Vrbina	
Vrsta vzorca	Solata	Solata	Solata	Povprečje - solata (*)
Datum vzor.	23. 5. 2007	23. 5. 2007	25. 4. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,14	0,10	0,14	
Odstotek suhe snovi	2,50	3,20	4,20	
Oznaka vzorca	K07HPSO151	K07HPSO251	K07HPSO341	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238	< 1E-01	< 2E-01	1,3E-01 ± 1E-01	4,4E-02 ± 9E-02
Ra-226	9,7E-02 ± 6E-02		2,2E-01 ± 1E-01	1,1E-01 ± 6E-02
Pb-210	1,6E-01 ± 1E-01	< 5E-01	< 2E-01	5,4E-02 ± 2E-01
Ra-228	4,6E-02 ± 3E-02	< 8E-02	< 9E-02	1,5E-02 ± 4E-02
Th-228	1,1E-02 ± 8E-03	1,2E-01 ± 4E-02	5,5E-02 ± 2E-02	6,1E-02 ± 3E-02
K-40	5,7E+01 ± 5E+00	7,5E+01 ± 7E+00	8,4E+01 ± 8E+00	7,2E+01 ± 8E+00
Be-7	2,0E+00 ± 1E-01	2,0E+00 ± 2E-01	8,2E-01 ± 1E-01	1,6E+00 ± 4E-01
I-131				
Cs-134				
Cs-137	1,2E-02 ± 5E-03	3,0E-02 ± 2E-02	2,2E-02 ± 9E-03	2,1E-02 ± 6E-03
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	1,0E-01 ± 1E-02	1,2E-01 ± 1E-02	1,5E-01 ± 1E-02	1,2E-01 ± 1E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 73
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - zelje

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Spodnji Stari Grad	Brege	Vrbina	
Vrsta vzorca	Zelje	Zelje	Zelje	Povprečje - zelje (*)
Datum vzor.	12. 9. 2007	12. 9. 2007	24. 9. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,35	0,28	0,32	
Odstotek suhe snovi	7,60	6,20	6,55	
Oznaka vzorca	K07HPZE191	K07HPZE291	K07HPZE391	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238		8,2E-02 ± 6E-02	< 6E-02	2,7E-02 ± 3E-02
Ra-226		< 1E-01	7,5E-02 ± 4E-02	2,5E-02 ± 4E-02
Pb-210	< 3E-01	< 7E-02	< 5E-02	< 1E-01
Ra-228			< 3E-02	< 1E-02
Th-228	4,6E-02 ± 2E-02	1,9E-02 ± 8E-03	1,9E-02 ± 4E-03	2,8E-02 ± 9E-03
K-40	6,2E+01 ± 6E+00	4,7E+01 ± 5E+00	8,2E+01 ± 8E+00	6,3E+01 ± 1E+01
Be-7			3,2E-02 ± 2E-02	1,1E-02 ± 1E-02
I-131				
Cs-134				
Cs-137	7,9E-01 ± 4E-02	9,0E-02 ± 1E-02		2,9E-01 ± 2E-01
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	1,6E-01 ± 1E-02	2,0E-01 ± 2E-02	7,7E-02 ± 7E-03	1,5E-01 ± 4E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 74
54. HRANILA - POVRTNINE IN POLJŠČINE - paradižnik, čebula

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Brege	Spodnji Stari Grad	Brege	
Vrsta vzorca	Paradižnik	Čebula	Čebula	Povprečje - čebula (*)
Datum vzor.	17. 7. 2007	17. 7. 2007	17. 7. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,24	0,25	0,36	
Odstotek suhe snovi	6,70	12,00	14,30	
Oznaka vzorca	K07HPPA271	K07HPCE171	K07HPCE271	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI			
U-238		< 4E-01	< 4E-01	< 3E-01
Ra-226	1,6E-01 ± 1E-01	< 3E-01	1,7E-01 ± 1E-01	8,5E-02 ± 1E-01
Pb-210	< 2E-01	< 4E-01	< 2E-01	< 2E-01
Ra-228		6,8E-02 ± 5E-02	< 7E-02	3,4E-02 ± 5E-02
Th-228	< 1E-02	< 8E-02	3,4E-02 ± 2E-02	1,7E-02 ± 4E-02
K-40	7,4E+01 ± 7E+00	5,0E+01 ± 5E+00	6,7E+01 ± 7E+00	5,8E+01 ± 9E+00
Be-7				
I-131				
Cs-134				
Cs-137		7,3E-02 ± 2E-02		3,6E-02 ± 4E-02
Co-58				
Co-60				
Cr-51				
Mn-54				
Zn-65				
Nb-95				
Ru-106				
Sb-125				
Sr-89/Sr-90	2,5E-02 ± 3E-03	1,0E-01 ± 1E-02	1,3E-01 ± 1E-02	1,2E-01 ± 2E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	
Vrsta vzorca	Jabolka	Jabolka	Jabolka	Jabolka	Povprečje - jabolka (*)
Datum vzor.	24. 9. 2007	24. 9. 2007	24. 9. 2007	24. 9. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,21	0,20	0,23	0,22	
Odstotek suhe snovi	14,00	14,50	14,80	16,00	
Oznaka vzorca	K07HSJB291	K07HSJB491	K07HSJB591	K07HSJB691	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI				
U-238		< 8E-01	< 8E-01	< 6E-01	< 3E-01
Ra-226	7,3E-01 ± 4E-01	5,4E-01 ± 3E-01		< 5E-01	3,2E-01 ± 2E-01
Pb-210	< 7E-01	< 5E-01	< 5E-01	< 8E-01	< 3E-01
Ra-228	1,2E-01 ± 6E-02		< 1E-01	2,1E-01 ± 1E-01	8,2E-02 ± 5E-02
Th-228	7,8E-02 ± 4E-02	8,1E-02 ± 3E-02	< 4E-02	7,3E-02 ± 4E-02	5,8E-02 ± 2E-02
K-40	3,2E+01 ± 3E+00	4,7E+01 ± 5E+00	4,7E+01 ± 4E+00	3,5E+01 ± 3E+00	4,0E+01 ± 4E+00
Be-7	8,5E-01 ± 2E-01		8,7E-01 ± 2E-01	9,0E-01 ± 2E-01	6,6E-01 ± 2E-01
I-131					
Cs-134					
Cs-137					
Co-58					
Co-60					
Cr-51					
Mn-54					
Zn-65					
Nb-95					
Ru-106					
Sb-125					
Sr-89/Sr-90	1,2E-02 ± 3E-03	1,2E-02 ± 3E-03	9,0E-03 ± 2E-03	3,0E-02 ± 4E-03	1,6E-02 ± 5E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	Evrosad Krško - sadovnjak okoli NEK	
Vrsta vzorca	Hruške pachams	Hruške viljamovka	Povprečje - hruške (*)
Datum vzor.	24. 9. 2007	24. 9. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,60	0,59	
Odstotek suhe snovi	18,30	16,70	
Oznaka vzorca	K07HSHR691	K07HSHR791	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI		
U-238		8,8E-02 ± 6E-02	4,4E-02 ± 4E-02
Ra-226		< 7E-02	< 3E-02
Pb-210	< 5E-01	9,0E-02 ± 5E-02	4,5E-02 ± 3E-01
Ra-228		5,5E-02 ± 3E-02	2,7E-02 ± 3E-02
Th-228	3,9E-02 ± 2E-02	1,8E-02 ± 5E-03	2,8E-02 ± 1E-02
K-40	3,5E+01 ± 3E+00	3,9E+01 ± 4E+00	3,7E+01 ± 3E+00
Be-7	8,8E-01 ± 1E-01	3,5E-01 ± 5E-02	6,2E-01 ± 3E-01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	1,8E-02 ± 1E-02	< 3E-03	8,8E-03 ± 9E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	3,6E-02 ± 5E-03	2,1E-02 ± 4E-03	2,9E-02 ± 8E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 77
53. HRANILA - SADJE - jagode

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Trebež	Spodnja Pohanca	Povprečje - jagode (*)
Vrsta vzorca	Jagode	Jagode	
Datum vzor.	23. 5. 2007	23. 5. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,20	0,28	
Odstotek suhe snovi	5,20	7,40	
Oznaka vzorca	K07HSJG551	K07HSJG2151	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI		
U-238	< 1E-01	< 1E-01	< 9E-02
Ra-226	8,8E-02 ± 6E-02	1,4E-01 ± 9E-02	1,2E-01 ± 5E-02
Pb-210	6,6E-02 ± 4E-02	< 1E-01	3,3E-02 ± 5E-02
Ra-228	7,2E-02 ± 3E-02	< 6E-02	3,6E-02 ± 4E-02
Th-228	8,7E-03 ± 6E-03	< 3E-02	4,4E-03 ± 2E-02
K-40	4,1E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 4E+00	4,0E+01 ± 3E+00
Be-7	9,7E-02 ± 4E-02	6,0E-01 ± 8E-02	3,5E-01 ± 3E-01
I-131			
Cs-134			
Cs-137	< 1E-02	< 2E-02	< 1E-02
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	1,3E-01 ± 1E-02	8,0E-02 ± 1E-02	1,1E-01 ± 3E-02

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

LETO 2007 T - 78
53. HRANILA - SADJE - vino

Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr-90/Sr-89 (**)

Vzorč. mesto	Vinska klet Leskovec	Vinska klet Leskovec	Povprečje - vino (*)
Vrsta vzorca	Vino - rdeče	Vino - belo	
Datum vzor.	19. 11. 2007	19. 11. 2007	
Kol. vzorca (kg)	0,19	0,20	
Odstotek suhe snovi	2,26	2,11	
Oznaka vzorca	K07HSV11B1	K07HSV12B1	
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST (Bq/kg) SVEŽE SNOVI		
U-238	1,2E-01 ± 7E-02	6,4E-02 ± 5E-02	9,2E-02 ± 4E-02
Ra-226	<	< 3E-02	< 2E-02
Pb-210	2,1E-01 ± 6E-02	< 8E-02	1,1E-01 ± 1E-01
Ra-228	< 2E-02	1,8E-02 ± 1E-02	9,1E-03 ± 1E-02
Th-228	< 5E-03	< 7E-03	< 4E-03
K-40	3,4E+01 ± 3E+00	2,9E+01 ± 3E+00	3,2E+01 ± 2E+00
Be-7	2,4E-01 ± 3E-02	1,8E-01 ± 3E-02	2,1E-01 ± 3E-02
I-131			
Cs-134			
Cs-137	6,0E-03 ± 3E-03	9,6E-03 ± 5E-03	7,8E-03 ± 3E-03
Co-58			
Co-60			
Cr-51			
Mn-54			
Zn-65			
Nb-95			
Ru-106			
Sb-125			
Sr-89/Sr-90	1,6E-02 ± 2E-03	3,1E-02 ± 3E-03	2,4E-02 ± 8E-03

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

(**) Visokoločljivostna spektrometrija gama je bila opravljena na Odseku F-2, radiokemijske analize Sr-90/Sr-89 pa na Odseku O-2.

**TABELE
REZULTATOV
PRIMERJALNIH MERITEV**

REZULTATI MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV

Study MRAD-006 ERA (Environmental Resource Associates), ZDA

V juniju 2007 so bili objavljeni končni rezultati primerjalnih meritev MRAD-006 štirih vzorcev: zračnega filtra, vzorca vegetacije, zemlje in vode, ki jih je ERA, Environmental Resource Associates, ZDA, razposlala marca 2007. Primerjalnih meritev se je udeležil IJS.

Meritve na IJS pa so bile opravljene v aprilu 2007. Vzorec zemlje je bil izmerjen na dva načina: zatesnjen (prvi set rezultatov) in nezatesnjen (drugi set rezultatov). S tesnjenjem smo minimalizirali ekshalacijo radona. Ker radioaktivnost v filtru ni bila homogeno porazdeljena, je bil vzorec zračnega filtra prav tako merjen na dva načina – kot filter, v skladu z navodili organizatorja (prvi rezultati pri posameznih radionuklidih, geometrija Φ (47 × 1) mm) in kot homogen vzorec (drugi rezultati, geometrija Φ (8 × 5) mm).

Rezultati analiz IJS in primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednjih 4 preglednicah.

ERA, Study MRAD-006 Vegetation Radionuclides				
analize opravljene <i>aprila 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>junija 2007</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/kg]			
Am-241	3550	2020–4890	3430	Acceptable
Cs-134	579	308–822	603	Acceptable
Cs-137	2920	2150–4060	3000	Acceptable
Co-60	2600	1760–3720	2730	Acceptable
K- 40	37900	27200–53600	38400	Acceptable
U-238	2910	2090–3610	2780	Acceptable
Zn-65	366	267–500	389	Acceptable

ERA, Study MRAD-006
Soil Radionuclides

analize opravljene *aprila 2007*, končni rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/kg]			
Ac-228	2790	1790–3930	2740	Acceptable
Am-241	927	548–1200	857	Acceptable
Bi-212	2500	658–3730	1900	Acceptable
Bi-214	3030	1850–4360	4160	Acceptable
Cs-137	4300	4850–9070	4140	Acceptable
Pb-212	1730	1120–2430	1940	Acceptable
Pb-214	3330	1980–4980	4240	Acceptable
K-40	11100	8050–15000	10000	Acceptable
U-238	3590	2190–4560	3490	Acceptable
Cs-134	7560	3290–5580	7240	Acceptable
Co-60	7330	5340–9820	7300	Acceptable
Zn-65	4770	3770–6400	4170	Acceptable
Ac-228	2790	1790–3930	2810	Acceptable
Am-241	927	548–1200	905	Acceptable
Bi-212	2500	658–3730	1890	Acceptable
Bi-214	3030	1850–4360	3030	Acceptable
Cs-137	4300	4850–9070	4300	Acceptable
Pb-212	1730	1120–2430	1970	Acceptable
Pb-214	3330	1980–4980	3060	Acceptable
K-40	11100	8050–15000	10400	Acceptable
U-238	3590	2190–4560	3430	Acceptable
Cs-134	7560	3290–5580	7510	Acceptable
Co-60	7330	5340–9820	7510	Acceptable
Zn-65	4770	3770–6400	4840	Acceptable

**ERA, Study MRAD-006
Water Radionuclides**

analize opravljene *aprila 2007*, končni rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/L]			
Am-241	179	123–243	1770	Not Acceptable
Cs-134	1750	1290–2020	1700	Acceptable
Cs-137	1850	1570–2220	1720	Acceptable
Co-60	536	467–631	541	Acceptable
U-238	190	145–236	1920	Not Acceptable
Fe-55	671	392–896	241	Not Acceptable
Zn-65	1910	1600–2410	1880	Acceptable

**ERA, Study MRAD-006
Air Filter Radionuclides**

analize opravljene *aprila 2007*, končni rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/filter]			
Am-241	57,5	33,1–80,0	65,7	Acceptable
Cs-134	1120,0	732–1380	1240,0	Acceptable
Cs-137	255,0	192–336	289,0	Acceptable
Co-60	1300,0	1010–1620	1460,0	Acceptable
U-238	47,4	30,2–68,1	51,6	Acceptable
Fe-55	0,0		<0,06	Acceptable
Zn-65	245,0	108–412	281,0	Acceptable
Am-241	57,5	33,1–80,0	63,8	Acceptable
Cs-134	1120,0	732–1380	1220,0	Acceptable
Cs-137	255,0	192–336	282,0	Acceptable
Co-60	1300,0	1010–1620	1440,0	Acceptable
U-238	47,4	30,2–68,1	51,4	Acceptable
Fe-55	0,0		<9	Acceptable
Zn-65	245,0	108–412	277,0	Acceptable

REZULTATI MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV

Study MRAD-007 ERA (Environmental Resource Associates), ZDA

V decembru 2007 so bili objavljeni končni rezultati primerjalnih meritev MRAD-007 štirih vzorcev: zračnega filtra, vzorca vegetacije, zemlje in vode, ki jih je ERA, Environmental Resource Associates, razposlala septembra 2007. Sodelovala sta IJS in ZVD. IJS je analiziral vse štiri vzorce, ZVD pa vzorce zemlje, vegetacije in zračnega filtra.

Meritve na IJS pa so bile opravljene oktobra 2007. Vzorec zemlje je bil izmerjen na dva načina: zatesnjen (prvi set rezultatov) in nezatesnjen (drugi set rezultatov). S tesnjenjem smo minimalizirali ekshalacijo radona. Ker radioaktivnost v filtru ni homogeno porazdeljena, je bil vzorec zračnega filtra merjen na dva načina – kot filter, v skladu z navodili organizatorja (prvi rezultati pri posameznih radionuklidih, geometrija Φ (47 × 1) mm) in kot homogen vzorec (drugi rezultati, geometrija Φ (8 × 4) mm).

Rezultati analiz IJS in ZVD ter primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednjih 4 preglednicah.

ERA, Study MRAD-007				
Water Radionuclides				
analize opravljene <i>oktobra 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>decembra 2007</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/L]			
Am-241	40,8	27,9–55,1	43	Acceptable
Cs-134	1260	931–1450	1280	Acceptable
Cs-137	1280	1090–1540	1270	Acceptable
Co-60	1750	1530–2060	1780	Acceptable
U-238	107	81,6–133	110	Acceptable
Fe-55	1100	642–1460	1260	Acceptable
Zn-65	1220	1030–1520	1220	Acceptable

ERA, Study MRAD-007, Soil Radionuclides
analize opravljene *oktobra 2007*, končni rezultati objavljeni *decembra 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	ZVD value	Performance Evaluation IJS	Performance Evaluation ZVD
	(pCi/kg)					
Ac-228	1450	929–2040	1420	1320	Acceptable	Acceptable
Am-241	843	502–1090	783	857	Acceptable	Acceptable
Bi-212	1540	405–2290	1340	1486	Acceptable	Acceptable
Bi-214	3410	2090–4910	2730	2589	Acceptable	Acceptable
Cs-134	5990	3860–7190	5930	5777	Acceptable	Acceptable
Cs-137	6950	5320–9040	6830	7123	Acceptable	Acceptable
Pb-212	1220	787–1720	1350	1293	Acceptable	Acceptable
Pb-214	3640	2170–5420	2810	2705	Acceptable	Acceptable
K-40	11200	8120–15100	10100	9926	Acceptable	Acceptable
Sr-90	5320	1920–8720		3429		Acceptable
Th-234	2410	766–4580		2409		Acceptable
U-238	2410	1470–3060	2410	2409	Acceptable	Acceptable
Co-60	6860	4990–9190	7000	6986	Acceptable	Acceptable
Zn-65	1620	1280–2170	1640		Acceptable	
Ac-228	1450	929–2040	1440		Acceptable	
Am-241	843	502–1090	780		Acceptable	
Bi-212	1540	405–2290	1340		Acceptable	
Bi-214	3410	2090–4910	2730		Acceptable	
Cs-134	5990	3860–7190	5930		Acceptable	
Cs-137	6950	5320–9040	6800		Acceptable	
Pb-212	1220	787–1720	1350		Acceptable	
Pb-214	3640	2170–5420	2800		Acceptable	
K-40	11200	8120–15100	10100		Acceptable	
U-238	2410	1470–3060	2400		Acceptable	
Co-60	6860	4990–9190	7000		Acceptable	
Zn-65	1620	1280–2170	1640		Acceptable	

ERA, Study MRAD-007
Vegetation Radionuclides

analize opravljene *oktobra 2007*, končni rezultati objavljeni *decembra 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	ZVD value	Performance Evaluation IJS	Performance Evaluation ZVD
	(pCi/kg)					
Am-241	2460	1400–3390	2260	2336	Acceptable	Acceptable
Cs-134	477	274–658	450	419	Acceptable	Acceptable
Cs-137	1080	792–1500	1010	1023	Acceptable	Acceptable
Co-60	3000	2030–4290	2780	2781	Acceptable	Acceptable
K-40	24600	17700–34700	20800	21727	Acceptable	Acceptable
Sr-90	7100	3970–9440		6215		Acceptable
U-238	2740	1930–3450	2530		Acceptable	
Zn-65	2600	1870–3560	2400	2570	Acceptable	Acceptable

ERA, Study MRAD-007
Air Filter Radionuclides

analize opravljene *oktobra 2007*, končni rezultati objavljeni *decembra 2007*

IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	ZVD value	Performance Evaluation IJS	Performance Evaluation ZVD
	(pCi/filter)					
Am-241	21,1	12,3–29,1	23	22	Acceptable	Acceptable
Cs-134	922	601–1130	980	942	Acceptable	Acceptable
Cs-137	831	624–110	900	859	Acceptable	Acceptable
Co-60	505	391–631	530	532	Acceptable	Acceptable
U-238	46,9	30,0–67,1	50		Acceptable	
Fe-55	240	106–374	280		Acceptable	
Zn-65	1290	891–1790	1360	1360	Acceptable	Acceptable
Am-241	21,1	12,3–29,1	24		Acceptable	
Cs-134	922	601–1130	1000		Acceptable	
Cs-137	831	624–1100	900		Acceptable	
Co-60	505	391–631	550		Acceptable	
U-238	46,9	30,0–67,1	50		Acceptable	
Zn-65	1290	891–1790	1400		Acceptable	

REZULTATI
MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV
Study RAD-69,
ERA (Environmental Resource Associates), ZDA

V juliju 2007 so bili objavljeni končni rezultati primerjalne meritve RAD-69 vzorca vode, ki ga je ERA, Environmental Resource Associates, razposlala maja 2007.

Meritve na IJS pa so bile opravljene v maju 2007. Vodni vzorec je bil pripravljen na tri različne načine: v geometriji Φ (60 × 23) mm z maso 3,0 g in kot dve sušini vzorcev vode z maso 3,0 g, razredčene v 4,8 L destilirane vode. V istem zaporedju so podani rezultati IJS.

Rezultati analiz IJS in primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednji preglednici.

ERA, Study RAD-69				
Water Radionuclides				
analize opravljene <i>maja 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>julija 2007</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
Ra-226	13,40	9,92–16,9	14,80	Acceptable
Ra-226	13,40	9,92–16,9	12,80	Acceptable
Ra-226	13,40	9,92–16,9	14,60	Acceptable
Ra-228	18,20	10,3–26,1	17,40	Acceptable
Ra-228	18,20	10,3–26,1	16,60	Acceptable
Ra-228	18,20	10,3–26,1	16,80	Acceptable
U (Nat)	4,60	0,00–9,80	4,30	Acceptable
U (Nat)	4,60	0,00–9,80	4,33	Acceptable
U (Nat)	4,60	0,00–9,80	2,89	Acceptable

**REZULTATI
MEDNARODNIH PRIMERJALNIH MERITEV**

**Study RAD-71,
ERA (Environmental Resource Associates), ZDA**

V decembru 2007 so bili objavljeni končni rezultati primerjalne meritve RAD-717 vzorca vode, ki ga je ERA, Environmental Resource Associates, razposlala novembra 2007. Meritve na IJS so bile opravljene v novembru 2007.

Rezultati analiz IJS in primerjave s pripisanimi vrednostmi (assigned values) so zbrane v naslednji preglednici.

ERA, Study RAD-71 Water Radionuclides				
analize opravljene <i>novembra 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>decembra 2007</i>				
IZOTOP	ERA Assigned value	ERA Acceptance Limits	IJS value	Performance Evaluation IJS
	[pCi/L]			
Ra-226	12,9	9,62–14,9	12,7	Acceptable
Ra-228	17,9	12,0–21,5	17,5	Acceptable
U (nat)	27,5	22,1–30,8	28	Acceptable

REZULTATI PREVERJANJA
ENVIRONMENTAL CROSS CHECK PROGRAM
ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA

IJS je v letu 2007 sodeloval pri dveh preskusnih meritvah ("cross check") organizatorja Eckert & Ziegler Analytics, in sicer vzorca zemlje in vodne raztopine v 0,1 M HCl za določanje vsebnosti sevalcev gama z aktivnostmi, ki so značilne za okoljske vzorce. Vsi Analyticsovi vzorci so sledljivi do nacionalnih standardov NIST (ZDA) in/ali NPL (VB). Vzorca sta bila poslana v aprilu 2007, ko so bile opravljene tudi analize, rezultati pa so bili objavljeni v maju 2007.

REZULTATI PREVERJANJA:

ANALYTICS, sevalci gama v vzorcu zemlje			
CC E5319-482, Date: 22/03/2007			
analize IJS opravljene <i>aprila 2007</i> , rezultati objavljeni <i>maja 2007</i>			
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS / Analytics
	[pCi/g]		
Ce-141	0,29 ± 0,01	0,32 ± 0,02	1,08
Cr-51	0,24 ± 0,01	0,23 ± 0,03	0,95
Cs-134	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,00	1,01
Cs-137	0,33 ± 0,01	0,37 ± 0,01	1,12
Co-58	0,10 ± 0,00	0,10 ± 0,00	1,07
Mn-54	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,00	1,05
Fe-59	0,10 ± 0,00	0,12 ± 0,01	1,11
Zn-65	0,99 ± 0,03	1,06 ± 0,04	1,08
Co-60	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,00	1,03
Ce-139		0,02 ± 0,00	
Te-125M		0,27 ± 0,03	

ANALYTICS, sevalci gama v vzorcu vode			
CC E5318-482, Date: 22/03/2007			
analize IJS opravljene <i>aprila 2007</i> , rezultati objavljeni <i>maja 2007</i>			
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS / Analytics
	[pCi/L]		
I-131	89,80 ± 2,99	97,60 ± 8,70	1,09
Ce-141	258,00 ± 8,59	259,00 ± 12,40	1,00
Cr-51	213,00 ± 7,08	235,00 ± 19,20	1,10
Cs-134	97,10 ± 3,24	99,50 ± 3,20	1,02
Cs-137	204,00 ± 6,79	210,00 ± 4,60	1,03
Co-58	85,80 ± 2,86	87,80 ± 2,70	1,02
Mn-54	158,00 ± 5,28	164,00 ± 4,30	1,03
Fe-59	91,70 ± 3,06	96,20 ± 4,30	1,05
Zn-65	869,00 ± 29,00	897,00 ± 18,70	1,03
Co-60	132,00 ± 4,40	135,00 ± 3,00	1,02
Ce-139		17,30 ± 1,90	–
Te-125M		135,00 ± 11,10	–

**REZULTATI PREVERJANJA
RADIOCHEMICAL CROSS CHECK PROGRAM
ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, ZDA**

V letu 2007 je IJS sodeloval pri preskusni meritvi ("cross check") vzorca vodne raztopine v 0,1 M HCl organizatorja Eckert & Ziegler Analytics za določanje vsebnosti Fe-55.

IRB je v letu 2007 sodeloval pri štirih 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 in sevalcev gama. Fe-55 so določali na dva načina – z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo (prvi rezultat) in s tekočinsko scintilacijsko spektrometrijo (drugi rezultat).

Vsi Analyticsovi vzorci so sledljivi do nacionalnih standardov NIST (ZDA) in/ali NPL (VB).

IJS

REZULTATI PREVERJANJA:

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, Fe-55 CC A21357-482, Date: 02/23/1007, First Quarter 2007					
IZOTOP	Analytics value	IJS value	IJS/Analytics	Resolution	Comparison
	[$\mu\text{Ci/mL}$]				
Fe-55	6,97E-04	6,38E-04	0,92	12,5	agreement

IRB

REZULTATI PREVERJANJA:

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, Gamma emitters CC A21616-508, Date 05/18/2007, Second Quarter 2007					
IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[$\mu\text{Ci/mL}$]				
Ce-141	1,45 E-04	1,07 E-04	1,36	20	disagreement
Cr-51	3,62 E-04	3,14 E-04	1,15	20	agreement
Cs-134	8,19 E-05	7,74 E-05	1,06	20	agreement
Cs-137	5,27 E-05	5,29 E-05	1,00	20	agreement
Co-58	7,63 E-05	8,07 E-05	0,95	20	agreement
Mn-54	5,73 E-05	5,50 E-05	1,04	20	agreement
Fe-59	7,94 E-05	7,94 E-05	1,00	20	agreement
Zn-65	1,13 E-04	1,13 E-04	1,00	20	agreement
Co-60	7,74 E-05	7,49 E-05	1,03	20	agreement

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, Sr-89/Sr-90

CC A21613-508, Date 05/18/2007, Second Quarter 2007

IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[μCi/mL]				
Sr-89	1,01 E-03	9,20 E-04	1,10	17	agreement
Sr-90	1,01 E-04	8,62 E-05	1,17	12,5	agreement

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, H-3

CC A21614-508, Date 05/18/2007, Second Quarter 2007

IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[μCi/mL]				
H-3	9,73 E-04	9,94 E-04	0,98	12,5	agreement

ECKERT & ZIEGLER ANALYTICS, Fe-55

CC A21615-508, Date 05/18/2007, Second Quarter 2007

IZOTOP	IRB vrednost	Analytics vrednost	IRB/Analytics	Resolution	Comparison
	[μCi/mL]				
Fe-55	1,00 E-03	9,02 E-04	1,11	12,5	agreement
Fe-55	7,89 E-04	9,02 E-04	0,87	12,5	agreement

REZULTATI PREVERJANJA Strontium 90 and Gamma Emitters in Urine PROCORAD, Francija

V letu 2007 je IJS (Odsek F-2 s kodo 036 in Odsek O-2 s kodo 054) sodeloval pri preskusnih meritvah ("cross check") vsebnosti radionuklidov v vzorcih urina, ki jih je organiziral Procorad iz Francije. Vzorci so bili poslani in pripravljene marca 2007, analize so bile opravljene v aprilu, končno poročilo pa je bilo razposlano v juniju 2007. **Pri pripravljanju vzorcev so uporabljali certificirane referenčne materiale proizvajalca Amersham.**

Sample B			
analize (IJS) opravljene <i>aprila 2007</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2007</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 36)	Bias [%]
	[Bq/L]		
I-129	7,29 ± 0,47	9,25±1,80	12,7
Ba-133	5,03 ± 0,20	5,51±0,26	9,5
Cs-134	6,84 ± 0,17	7,13±0,30	4,2
Cs-137	4,51 ± 0,23	4,85±0,26	7,5

Sample C			
analize (IJS) opravljene <i>aprila 2007</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2007</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 36)	Bias [%]
	[Bq/L]		
Mn-54	6,43 ± 0,23	6,78 ± 0,32	5,4
Ba-133	6,47 ± 0,20	7,03 ± 0,30	8,7
Eu-152	5,78 ± 0,20	5,70 ± 0,34	-1,4

"Surprise Urin"			
analize (IJS) opravljene <i>aprila 2007</i> , končni (sumarni) rezultati objavljeni <i>junija 2007</i>			
IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 36)	Bias [%]
	[Bq/L]		
K-40		56 ± 5	–
I-131		260 ± 10	–
Cs-134	12,10	12,5 ± 0,5	3,3
Cs-137	22,00	22,6 ± 0,9	2,7

H-3

analize (IJS) opravljene *aprila 2007*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek F-2 (koda laboratorija 36)	Bias [%]
	[Bq/L]		
Sample A	Blank	12,2 ± 0,8	–
Sample B	1380	1410 ± 92	2,2
Sample C	6910	6860 ± 445	–0,7
Sample D	42400	45600 ± 2930	0,5

H-3

analize (IJS) opravljene *aprila 2007*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 54)	Bias [%]
	[Bq/L]		
Sample A	Blank	–	–
Sample B	1380	1260 ± 100	–9
Sample C	6910	6360 ± 320	–8
Sample D	42400	41700 ± 2090	–1

C-14

analize (IJS) opravljene *aprila 2007*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 54)	Bias [%]
	[Bq/L]		
Sample A	Blank	–	–
Sample B	937	1050 ± 40	13
Sample C	1610	1830 ± 70	14
Sample D	8440	9770 ± 330	15

Sr-90

analize (IJS) opravljene *aprila 2007*, končni (sumarni) rezultati objavljeni *junija 2007*

IZOTOP	PROCORAD certified reference value (interval zaupanja je 95%)	IJS, Odsek O-2 (koda laboratorija 54)	Bias [%]
	[Bq/L]		
Sample B	5,76 ± 0,17	6,14 ± 0,35	7
Sample C	4,86 ± 0,15	5,31 ± 0,44	9

REZULTATI PREVERJANJA

RINGVERSUCH 1/2006

Ringversuch 1/2006 zur Bestimmung des Radionuklidegehaltes in Wasserproben BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija

Aprila 2007 je BfS, Bundesamt für Strahlenschutz iz Nemčije poročal o primerjalnih meritvah vsebnosti radionuklidov v dveh vzorcih vode, umetno kontaminirani vodi in realni vodi, kjer je sodeloval IJS. Meritve spektrometrije gama in tritija so bile opravljene na Odseku F-2, meritve stroncija in skupne aktivnosti alfa pa na Odseku O-2. Meritve so bile opravljene v decembru 2006. Rezultati primerjalnih meritev in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnjih tabelah.

Modelwasser

IZOTOP	BfS Sollwert	IJS	Bias [%]
	Bq/L		
Cr-51	41,30	39,4 ± 1,7	4,6
Co-57	1,62	1,45 ± 0,05	-10,5
Co-58	30,70	29,3 ± 0,5	-4,6
Co-60	10,70	10,5 ± 0,2	-2,0
Sr-85	9,75	10,8 ± 0,6	10,8
Cs-137	6,29	6,23 ± 0,2	-1,0
Am-241	5,09	5,33 ± 0,25	4,7
H-3	20,00	19,9 ± 0,8	-0,5
Sr-89	4,79	6,03 ± 0,06	25,9
Sr-90	3,00	3,05 ± 0,26	1,7
G-Alpha	5,09	3,5 ± 0,7	-31,2

Reales Wasser

IZOTOP	BfS PTB-Wert	IJS	u-test
	Bq/L		
Na-22	5,2 ± 0,16	4,81 ± 0,2	1,52
Mn-54	0,32 ± 0,015	0,28 ± 0,05	0,77
Co-58	0,64 ± 0,022	0,67 ± 0,1	0,29
Co-60	8,45 ± 0,26	8,18 ± 0,2	1,34
Cs-134	1,78 ± 0,06	1,73 ± 0,07	0,65
Cs-137	4,74 ± 0,15	4,54 ± 0,12	1,04
Am-241	0,6 ± 0,04	0,655 ± 0,1	0,51
H-3	-	22,8 ± 1,2	-
Sr-89 *	0,166	< 0,2	-
Sr-90 *	0,494	0,78 ± 0,13	-
G-Alpha	-	0,6 ± 0,14	-

* Pri Sr-89 in Sr-90 je podana primerjava s povprečjem sodelujočih laboratorijev; v izračunu povprečja niso bili upoštevani neskladni (diskrepantni) rezultati (outliers).

REZULTATI PREVERJANJA

RINGVERSUCH 3/2006

Bestimmung des radionuklidgehaltes im wasser

BfS, Bundesamt für Strahlenschutz, Nemčija

Marca 2007 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 28. 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	ZVD Meritev 1	ZVD Meritev 2	povprečje	standardna deviacija
	Bq/L				
Cr-51	41,3 ± 7,35	37,9	36,8	37,4	0,78
Co-57	1,62 ± 0,32	1,56	1,55	1,56	0,007
Co-58	30,7 ± 2,62	29,2	29,2	29,2	0,00
Co-60	10,7 ± 0,94	10,4	10,3	10,3	0,07
Cs-137	6,29 ± 0,72	6,30	6,15	6,23	0,11
Am-241	5,09 ± 1,02	4,65	5,10	4,88	0,32

REZULTATI PREVERJANJA
"Abluft 2006", sevalci gama v aerosolnem filtru
BfS, Bundesamt für Strahlenschutz in PTB, Nemčija

V novembru 2006 je IJS (Odsek F-2) sodeloval pri primerjalnih meritvah simuliranih aerosolnih filtrov s premerom 80 mm – 28. Ringversuch "Abluft 2006", ki jo je organiziral BfS, Bundesamt für Strahlenschutz v sodelovanju s PTB iz Nemčije. Vzorci so bili pripravljene individualno za vsak laboratorij. Rezultati in primerjave z referenčnimi vrednostmi so zbrane v spodnji tabeli.

BfS - "Abluft 2006", koda vzorca 2006-1654				
Aerosolni filter, kontaminiran s sevalci gama				
analize (IJS) opravljene <i>nov. 2006</i> , končni rezultati objavljeni <i>jul. 2007</i>				
IZOTOP	BfS	IJS	odmik [%]	u-preskus
	[Bq]			
Cr-51	35,3 ± 0,6	35,2 ± 0,7	-0,3	0,11
Co-60	7,07 ± 0,13	7,1 ± 0,1	0,4	0,18
Sr-85	28,9 ± 0,6	28,7 ± 0,6	-0,7	0,12
Ru-106	41,4 ± 1,1	37,1 ± 0,7	-10,4	3,30

**PRELIMINARNI REZULTATI MEDNARODNE PRIMERJAVE
ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY COMPARISON EXERCISE 2007
NPL – Velika Britanija
(AH, BH, BL, B2, GL, GH – kontaminirane vodne raztopine in
C – z nevtroni aktiviran beton)**

V septembru 2007 so bili objavljeni preliminarni rezultati primerjalnih meritev "Environmental Radioactivity Comparison Exercise 2007" za vzorce AH, BH, BL, B2, GL in GH (kontrolirano kontaminirane vodne raztopine z α/β , β in γ sevalci) ter vzorec C (z nevtroni aktiviran beton). Radiokemijska analiza C-14 je bila opravljena na Odseku O-2 na IJS, druge analize pa na Odseku F-2. 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

ζ -preskus = IJS-rezultat - NPL-vrednost / [(IJS-negotovost)² + (NPL-negotovost)²]^{1/2}

REZULTATI:

NPL – AH / Lab Code 21				
kontaminirana vodna raztopina s sevalci alfa visokih aktivnosti				
analize (IJS) opravljene <i>maj–jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ -preskus
	[Bq/g]			
Ra-226	4,84 ± 0,07	3,61 ± 0,58	25,4	-2,11
Np-237	16,63 ± 0,17	18,6 ± 1,1	-11,9	1,77
U-238	2,02 ± 0,05	1,81 ± 0,18	10,4	-1,12
Am-241	3,858 ± 0,008	3,76 ± 0,09	2,5	-1,08

NPL – BH / Lab Code 21				
kontaminirana vodna raztopina s sevalci beta visokih aktivnosti				
analize (IJS) opravljene <i>maj–jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ -preskus
	[Bq/g]			
Fe-55	5,55 ± 0,10	4,4 ± 0,3	20,7	-3,64
H-3	2,727 ± 0,019	2,57 ± 0,06	5,8	

NPL – BL / Lab Code 21				
kontaminirana vodna raztopina s sevalci beta nizkih aktivnosti				
analize (IJS) opravljene <i>maj–jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ -preskus
	[Bq/kg]			
H-3	8,15 ± 0,06	12,7 ± 1,7	-55,8	2,67

NPL – B2 / Lab Code 21				
kontaminirana vodna raztopina s sevalci beta				
analize (IJS) opravljene <i>maj-jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/kg]			
C-14	176 ± 1,1	154 ± 6	12,5	3,6
I-129	372 ± 4	372 ± 9	0,0	0,00

NPL – C / Lab Code 21				
z nevtroni aktiviran beton				
analize (IJS) opravljene <i>maj-jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/g]			
Co-58	–	0,0084 ± 0,0006	–	–
Co-60	0,0750 ± 0,0019	0,0747 ± 0,0015	0,4	–0,12
Ba-133	0,054 ± 0,003	0,0579 ± 0,0023	–7,2	1,03
Eu-152	1,16 ± 0,13	1,24 ± 0,03	–6,9	0,60
Eu-154	0,048 ± 0,005	0,0463 ± 0,0017	3,5	–0,32

NPL – GL / Lab Code 21				
kontaminirana vodna raztopina s sevalci gama nizkih aktivnosti				
analize (IJS) opravljene <i>maj-jun. 2007</i> , referenčne vrednosti objavljene <i>sep. 2007</i>				
IZOTOP	NPL	IJS	odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/kg]			
Co-60	11,72 ± 0,04	11,80 ± 0,20	–0,7	0,39
Nb-95	7,38 ± 0,12	7,57 ± 0,34	–2,6	0,53
Zr-95	4,21 ± 0,05	4,31 ± 0,21	–2,4	0,46
Sb-125	13,43 ± 0,07	13,90 ± 0,40	–3,5	1,16
Ba-133	4,15 ± 0,03	4,17 ± 0,17	–0,5	0,12
Cs-134	4,07 ± 0,03	3,92 ± 0,11	3,7	–1,32
Cs-137	8,84 ± 0,06	8,80 ± 0,19	0,5	–0,20
Ce-144	14,80 ± 0,10	15,10 ± 0,60	–2,0	0,49
Eu-152	17,91 ± 0,12	17,70 ± 0,50	1,2	–0,41
Eu-155	6,18 ± 0,05	6,46 ± 0,45	–4,5	0,64

NPL – GH / Lab Code 21

kontaminirana vodna raztopina s sevalci gama visokih aktivnosti
analize (IJS) opravljene *maj–jun. 2007*, referenčne vrednosti objavljene *sep. 2007*

IZOTOP	NPL	IJS	Odmik [%]	ζ-preskus
	[Bq/g]			
Co-60	16,32 ± 0,05	16,30 ± 0,30	0,1	–0,07
Nb-95	11,94 ± 0,19	12,00 ± 0,20	–0,5	0,22
Zr-95	6,82 ± 0,08	6,76 ± 0,14	0,9	–0,37
Sb-125	17,23 ± 0,08	17,10 ± 0,30	0,8	–0,42
Ba-133	4,07 ± 0,03	3,98 ± 0,08	2,2	–1,05
Cs-134	1,160 ± 0,008	1,11 ± 0,02	4,3	–2,32
Cs-137	3,68 ± 0,03	3,72 ± 0,11	–1,1	0,35
Ce-144	7,50 ± 0,06	7,39 ± 0,16	1,5	–0,64
Eu-152	18,99 ± 0,14	18,60 ± 0,40	2,1	–0,92
Eu-155	4,07 ± 0,03	3,69 ± 0,09	9,3	–4,00

KONČNI REZULTATI PREVERJANJA
EC 2003, Cs-137 v aerosolnih filtrih
IRMM, Belgija

V letu 2003 je IJS (Odsek F-2) sodeloval pri preskusnih meritvah ("cross check") vsebnosti Cs-137 v vzorcu aerosolnega filtra, ki jih je organiziral IRMM iz Belgije v okviru Evropske skupnosti. Vzorci so bili poslani in pripravljani novembra 2003. Vzorci so bili pripravljani individualno za vsak laboratorij, predstavniki laboratorijev so poslali materiale, ki jih uporabljajo v aerosolnih filtrih pri rednem delu, te filterske papirje so v IRMM kontaminirali z znano količino Cs-137 in jih poslali v laboratorije v analizo. Preliminarni rezultati so bili predstavljeni na konferenci ICRM 2005 v Oxfordu, Velika Britanija. Končni rezultati so bili objavljeni novembra 2007.

Aerosolni filter, kontaminiran s Cs-137			
analize (IJS) opravljene <i>novembra 2003</i> , končni rezultati objavljeni <i>novembra 2007</i>			
IZOTOP	IRMM certified reference value	IJS	Bias [%]
	mBq na filter		
Cs-137	123,3 ± 1,6	138 ± 17	11,9

Aerosolni filter, kontaminiran s Cs-137			
analize (ZVD) opravljene <i>2003</i> , končni rezultati objavljeni <i>novembra 2007</i>			
IZOTOP	IRMM certified reference value	ZVD	Bias [%]
	mBq na filter		
Cs-137	59,8 ± 0,8	53 ± 12	-11,3

REZULTATI PREVERJANJA

World-wide open proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, IAEA-CU-2006-03

IAEA, Analytical Quality Control Services

in Proficiency test on the determination of gamma emitting radionuclides, IAEA-CU-2006-04

ALMERA in IAEA, Analytical Quality Control Services

V juniju 2006 je IAEA, Analytical Quality Control Services razposlal interkomparacijske vzorce zemlje, trave in vode. Pri tem preverjanju so sodelovali IJS, IRB in ZVD. IJS je poročal na dva načina – hitro poročanje v roku nekaj dni (IJS je član mreže laboratorijev za merjenje radioaktivnosti ALMERA) in poročanje v roku 3 mesecev (septembra). IRB in ZVD sta poročala le v septembru.

V prvih 3 tabelah so zbrani rezultati analiz ZVD (koda laboratorija 53) in primerjave z referenčnimi vrednostmi IAEA, sledijo tabele z rezultati IRB (koda laboratorija 169) in na koncu še tabele z rezultati IJS (koda laboratorija 306).

ZVD, končni rezultati

IAEA-CU-2006-03				
Gamma emitting radionuclides in Soil				
končni rezultati poslani <i>septembra 2006</i>				
IZOTOP	IAEA	ZVD	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)			
Mn-54	48 ± 0,98	49,5 ± 3,2	3,13	0,45
Co-60	56,1 ± 1,37	57,2 ± 3,6	1,96	0,29
Zn-65	77,6 ± 2,54	75,8 ± 5,9	-2,32	0,28
Cd-109	177,6 ± 8,4	169,8 ± 12,2	-4,39	0,53
Cs-134	64,2 ± 1,87	68 ± 3,1	5,92	1,05
Cs-137	52,6 ± 1,08	53,7 ± 2,9	2,09	0,36
Pb-210	259,5 ± 12,53	247,8 ± 36,5	-4,51	0,30
Am-241	96,6 ± 2,78	115,5 ± 7,3	19,57	2,42

IAEA-CU-2006-03
Gamma emitting radionuclides in Grass

končni rezultati poslani *septembra 2006*

IZOTOP	IAEA	ZVD	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)			
K-40	1059 ± 28	1169 ± 47	10,39	2,01
Cs-137	11320 ± 185	11325 ± 385	0,04	0,01

IAEA-CU-2006-03
Gamma emitting radionuclides in Water

končni rezultati poslani *septembra 2006*

IZOTOP	IAEA	ZVD	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg)			
Mn-54	4,89 ± 0,017	5,2 ± 0,24	6,34	1,29
Co-60	5,8 ± 0,04	6,1 ± 0,2	5,17	1,47
Zn-65	7,27 ± 0,075	7,2 ± 0,36	-0,96	0,19
Cd-109	19,62 ± 0,1	22,4 ± 4,6	14,17	0,60
Cs-134	13,03 ± 0,1	13,7 ± 0,4	5,14	1,62
Cs-137	16,72 ± 0,08	17,9 ± 0,8	7,06	1,47
Pb-210	9,55 ± 0,15	11,3 ± 1,9	18,32	0,92
Am-241	3,66 ± 0,023	3,7 ± 0,3	1,09	0,13

IRB, končni rezultati

IAEA-CU-2006-03 Gamma emitting radionuclides in Soil končni rezultati poslani <i>maja 2007</i>				
IZOTOP	IAEA	IRB	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)			
Mn-54	48 ± 0,98	46,7 ± 2,3	-2,71	-0,52
Co-60	56,1 ± 1,37	58,3 ± 2,9	3,92	0,69
Zn-65	77,6 ± 2,54	73,9 ± 3,1	-4,77	-0,92
Cd-109	177,6 ± 8,4	226,6 ± 24,7	27,59	1,88
Cs-134	64,2 ± 1,87	67,5 ± 3,1	5,14	0,91
Cs-137	52,6 ± 1,08	55,7 ± 2,1	5,89	1,31
Pb-210	259,5 ± 12,53	2929,7 ± 419	1028,98	6,37
Am-241	96,6 ± 2,78	94,2 ± 0,8	-2,48	-0,83

IAEA-CU-2006-03 Gamma emitting radionuclides in Grass končni rezultati poslani <i>maja 2007</i>				
IZOTOP	IAEA	IRB	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)			
K-40	1059 ± 28	1001 ± 5,6	-5,48	-2,03
Cs-137	11320 ± 185	10298 ± 4,6	-9,03	-5,52

IAEA-CU-2006-03 Gamma emitting radionuclides in Water končni rezultati poslani <i>maja 2007</i>				
IZOTOP	IAEA	IRB	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg)			
Mn-54	4,89 ± 0,017	3,4 ± 0,6	-30,47	-2,48
Co-60	5,8 ± 0,04	4,2 ± 0,5	-27,59	-3,19
Zn-65	7,27 ± 0,075	4,6 ± 0,9	-36,73	-2,96
Cd-109	19,62 ± 0,1	21,6 ± 2,9	10,09	0,68
Cs-134	13,03 ± 0,1	10,7 ± 1,0	-17,88	-2,32
Cs-137	16,72 ± 0,08	14,9 ± 1,5	-10,89	-1,21
Pb-210	9,55 ± 0,15	9,8 ± 1,3	2,62	0,19
Am-241	3,66 ± 0,023	3,4 ± 0,2	-7,10	-1,29

IJS, končni rezultati

IAEA-CU-2006-03 (-04 za hitre analize)							
Gamma emitting radionuclides in Soil							
analize opravljene <i>junija 2006</i> , končni rezultati poslani <i>maja 2007</i> (hitro) in <i>maja 2007</i> (redno)							
IZOTOP	IAEA	IJS (hitro)	Rel. Bias %	u-preskus	IJS (redno)	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)						
Mn-54	48 ± 0,98	49,7 ± 1,5	3,54	0,95	50,7 ± 1,5	5,63	1,51
Co-60	56,1 ± 1,37	58,2 ± 1,8	3,74	0,93	59,4 ± 1,8	5,88	1,46
Zn-65	77,6 ± 2,54	78 ± 2,5	0,52	0,11	79,1 ± 1,6	1,93	0,50
Cd-109	177,6 ± 8,4	128,4 ± 9	-27,70	-4,00	137 ± 10	-22,86	-3,11
Cs-134	64,2 ± 1,87	67,4 ± 1,7	4,98	1,27	68,4 ± 1,7	6,54	1,66
Cs-137	52,6 ± 1,08	54,9 ± 1,7	4,37	1,14	56,1 ± 1,1	6,65	2,27
Pb-210	259,5 ± 12,53	220 ± 50	-15,22	-0,77	240 ± 13	-7,51	-1,08
Am-241	96,6 ± 2,78	93,6 ± 4,5	-3,11	-0,57	94,2 ± 2,7	-2,48	-0,62

IAEA-CU-2006-03 (-04 za hitre analize)							
Gamma emitting radionuclides in Grass							
analize opravljene <i>junija 2006</i> , končni rezultati poslani <i>maja 2007</i> (hitro) in <i>maja 2007</i> (redno)							
IZOTOP	IAEA	IJS (hitro)	Rel. Bias %	u-preskus	IJS (redno)	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg suhe snovi)						
K-40	1059 ± 28	985 ± 70	-6,99	-0,98	1081 ± 43	2,08	0,43
Cs-137	11320 ± 185	10700 ± 350	-5,48	-1,57	11738 ± 230	3,69	1,42

IAEA-CU-2006-03 (-04 za hitre analize)							
Gamma emitting radionuclides in Water							
analize opravljene <i>junija 2006</i> , končni rezultati poslani <i>maja 2007</i> (hitro) in <i>maja 2007</i> (redno)							
IZOTOP	IAEA	IJS (hitro)	Rel. Bias %	u-preskus	IJS (redno)	Rel. Bias %	u-preskus
	(Bq/kg)						
Mn-54	4,89 ± 0,017	4,9 ± 0,3	0,20	0,03	5,02 ± 0,43	2,66	0,30
Co-60	5,8 ± 0,04	6 ± 0,2	3,45	0,98	6,02 ± 0,14	3,79	1,51
Zn-65	7,27 ± 0,075	7,6 ± 0,5	4,54	0,65	7,49 ± 0,24	3,03	0,87
Cd-109	19,62 ± 0,1	23,2 ± 0,9	18,25	3,95	20,5 ± 1,4	4,49	0,63
Cs-134	13,03 ± 0,1	13,3 ± 0,4	2,07	0,65	13,3 ± 0,2	2,07	1,21
Cs-137	16,72 ± 0,08	18,1 ± 0,7	8,25	1,96	17,5 ± 0,4	4,67	1,91
Pb-210	9,55 ± 0,15	9,4 ± 1,1	-1,57	-0,14	8,78 ± 1,3	-8,06	-0,59
Am-241	3,66 ± 0,023	3,7 ± 0,2	1,09	0,2	3,8 ± 0,18	3,83	0,77

KONČNI REZULTATI PREVERJANJA
86 AGC 300, Measuring radioactive compounds
trapped in a cartridge of active carbon,
IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire,
Environmental and Emergency Operations Division (DEI), Francija

V letu 2007 je IJS (Odsek F-2) sodeloval pri preskusnih meritvah vsebnosti radionuklidov, ujetih v filtrih z aktivnim ogljem. Vzorci so bili poslani in izmerjeni junija 2007. Končni rezultati so bili objavljeni oktobra 2007.

Filter z aktivnim ogljem			
analize (IJS) opravljene <i>junija 2007</i> , končni rezultati objavljeni <i>oktobra 2007</i>			
IZOTOP	IRSN, CEI certified reference value	IJS	Bias [%]
	Bq na filter		
I-129	$74,2 \pm 6,3$	68 ± 4	-8,4
I-131	475 ± 27	510 ± 13	7,4

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV*Analizni list*Izvajalec priprave: IRBVrsta vzorca: vodna sušinaDatum vzorčevanja: 1. 1. 2007Količina celotnega vzorca: 600 g[#]Vzorčevalno mesto: Jesenice na DolenjskemŠtevilo pripravljenih vzorcev: 5[#] 1g ustreza 4,255 L**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	121,23 g	121,91 g	120,55 g	115,49 g	119,68 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *			
						IRB / IJS	IMI / IJS	ZVD / IJS	Baja / IJS
DATUM ANALIZ	VLG: 29. 5. 2007 Sr-90 (O-2): dec. 2007	27.-30. 04. 2007	6.-8. 8. 2007 16.-19. 8. 2007	27. 6. 2007	25. 10. 2007				
KOL. MER. VZORCA	VLG: 120,8 g Sr-90: 20 g	121,23 g	119,5 g	57,8 g	119,68 g				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/m ³]								
U-238	(5,7 ± 0,5) E+00	(7,7 ± 1,7) E+00	(1,0 ± 0,3) E+01	(7,2 ± 1,6) E+00	(5,2 ± 1,6) E+00	1,35	1,75	1,27	0,91
Bi-212									
Pb-212					(5,9 ± 0,6) E-01				
Bi-214		(1,3 ± 0,1) E+00	(2,6 ± 0,4) E+0		(1,2 ± 0,1) E+00				
Pb-214		(1,2 ± 0,1) E+00			(1,4 ± 0,1) E+00				
Ra-226	(1,5 ± 0,2) E+00			(1,2 ± 0,5) E+00				0,77	
Ra-228	(7,4 ± 1,0) E-01			(8,0 ± 1,6) E-01				1,08	
Ac-228									
Th-228	(4,5 ± 0,7) E-01			(5,4 ± 2,4) E-01				1,20	
Th-230									
Th-232		(7,9 ± 1,4) E-01	(1,5 ± 0,3) E+00						
Th-234									
U-235		(4,3 ± 6,2) E-01							
Tl-208					(6,6 ± 0,8) E-01				
Pb-210	(2,0 ± 1,3) E+00			(2,0 ± 0,6) E-01				0,98	
Be-7									
K-40	(3,8 ± 0,4) E+01	(4,3 ± 0,4) E+01	(7,2 ± 0,3) E+01	(4,4 ± 0,2) E+01	(5,3 ± 0,5) E+01	1,13	1,89	1,18	1,39
Cs-137	(1,5 ± 0,3) E-01	(1,2 ± 0,7) E-01	(2,3 ± 0,03) E-01	(1,6 ± 0,2) E-01		0,8	1,53	1,10	
Sr-90	(3,0 ± 0,3) E+00	(2,0 ± 0,2) E+00	(1,1 ± 0,1) E+00	(2,9 ± 0,1) E+00		0,67	0,37	0,94	

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni

** podana je kvantifikacijska spodnja meja, in ne detekcijska meja

*** podana je detekcijska meja

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IRBVrsta vzorca: sedimentDatum vzorčevanja: 1. 1. 2007Količina celotnega vzorca: 2,5 kg[#]Vzorčevalno mesto: Mohač (Dunav)Število pripravljenih vzorcev: 5

RAZPOSLANO:

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	143,20 g	138,67 g	150,24 g	142,00 g	133,56 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *			
						IRB / IJS	IMI / IJS	ZVD / IJS	Baja / IJS
DATUM ANALIZ	VLG: 29. 5. 2007 Sr-90 (O-2): dec. 2007	23.-25. 4. 2007	8.-10. 8. 2007 16.-19. 8. 2007	12. 9. 2007	30. 10. 2007				
KOL. MER. VZORCA	VLG: 140,3 g Sr-90: 120 g	138,67 g	131,5 g	55,8 g	133,56 g				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/kg]								
U-238	(2,7 ± 0,8) E+01	(3,7 ± 1,7) E+01	(4,5 ± 0,6) E+01	(4,5 ± 0,6) E+01	(2,7 ± 0,2) E+01	1,37	1,67	1,67	
Bi-212					(3,3 ± 0,3) E+01				
Pb-212					(2,7 ± 0,2) E+01				
Bi-214		(3,4 ± 0,5) E+01	(4,3 ± 0,3) E+01		(3,0 ± 0,2) E+01				
Pb-214		(3,4 ± 0,4) E+01							
Ra-226	(4,8 ± 0,5) E+01			(3,5 ± 0,7) E+01				0,73	
Ra-228	(3,6 ± 0,2) E+01			(3,8 ± 0,2) E+01				1,06	
Th-228	(3,7 ± 0,1) E+01			(3,4 ± 0,2) E+01				0,92	
Th-232		(3,5 ± 0,2) E+01	(4,1 ± 0,2) E+01		(2,4 ± 1,7) E+01				
U-235		(4,3 ± 0,7) E+00	(1,5 ± 0,9) E+00						
Tl-208					(2,7 ± 0,2) E+01				
Pb-210	(1,0 ± 0,6) E+02			(6,1 ± 0,6) E+01				0,61	
K-40	(4,3 ± 0,4) E+02	(4,0 ± 0,4) E+02	(6,7 ± 0,2) E+02	(5,0 ± 0,2) E+02	(5,0 ± 0,3) E+02	0,93	1,56	1,16	1,16
Cs-137	(2,5 ± 0,1) E+01	(2,4 ± 0,2) E+01	(2,1 ± 0,3) E+01	(2,8 ± 0,1) E+01	(2,5 ± 0,2) E+01	0,96	0,84	1,12	1
Sr-90	(4,8 ± 0,8) E-01	(1,0 ± 0,4) E+00	(6,2 ± 0,2) E-01	(5,6 ± 0,5) E-01		2,08	1,29	1,17	

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni

** podana je kvantifikacijska spodnja meja, in ne detekcijska meja

*** podana je detekcijska meja

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IRBVrsta vzorca: ribeDatum vzorčevanja: 1. 1. 2007Količina celotnega vzorca: 5 kgVzorčevalno mesto: SavaŠtevilo pripravljenih vzorcev: 5

#F = 4,22 ali 23,7 % suhe snovi

RAZPOSLANO:

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	288,14 g	285,31 g	285,14 g	285,45 g	205,88 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	IMI	ZVD	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *			
						IRB / IJS	IMI / IJS	ZVD / IJS	Baja / IJS
DATUM ANALIZ	VLG: 29. 5. 2007 Sr-90 (O-2): dec. 2007		14.-16. 8. 2007 27.-30. 8. 2007	30. 6. 2007	15.-20. 10. 2007				
KOL. MER. VZORCA	VLG: 285,8 g Sr-90: 286 g		103,4 g	43,8 g	120,5 g				
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/kg]								
U-238	< 8,3 E-01	(4,4 ± 3,6) E-01							
Bi-212									
Pb-212									
Bi-214			(8,3 ± 3,0) E-01		(1,5 ± 0,2) E+00				
Pb-214					(1,3 ± 0,1) E+00				
Ra-226	(5,3 ± 3,6) E-01								
Ra-228	(1,9 ± 1,0) E-01								
Ac-228									
Th-228	(7,4 ± 4,4) E-02								
Th-230									
Th-232			(1,2 ± 0,3) E+00						
Pb-210	< 1,1 E-01								
Be-7									
K-40	(9,7 ± 1,0) E+01	(9,7 ± 0,9) E+01	(1,6 ± 0,04) E+02	(9,6 ± 0,2) E+01	(1,1 ± 0,2) E+02	1	1,65	0,98	1,13
Cs-134									
Cs-137	(2,3 ± 0,4) E-01	(2,8 ± 0,8) E-01	(3,4 ± 0,4) E-01	(2,1 ± 0,4) E-01	(2,0 ± 0,2) E-01	1,22	1,48	0,93	0,87
Sr-90	(8,4 ± 1,1) E-02	(9,7 ± 2,6) E-02	(9,2 ± 1,4) E-02	(5,2 ± 0,7) E-02		1,15	1,1	0,62	

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni

** podana je kvantifikacijska spodnja meja, in ne detekcijska meja

*** podana je detekcijska meja

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV

Analizni list

Izvajalec priprave: IRB
 Datum vzorčevanja: 1. 1. 2007
 Vzorčevalno mesto: Sava

Vrsta vzorca: voda
 Količina celotnega vzorca: 2,5 L
 Število pripravljenih vzorcev: 3

RAZPOSLANO:

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	753,06 g	751,89 g	748,85 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *		
				IRB / IJS	Baja / IJS	IRB / Baja
DATUM ANALIZ	dec. 2007	13.–20. 9. 2007	25. 11. 2007			
KOL. MER. VZORCA	250 mL	250 g	7 g			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/m ³]					
H-3	(3,3 ± 0,5) E+03	(2,0 ± 0,2) E+03	(3,9 ± 0,8) E+03	0,61	1,18	0,51

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV*Analizni list*Izvajalec priprave: IRBVrsta vzorca: vodaDatum vzorčevanja: 1. 1. 2007Količina celotnega vzorca: 2,5 LVzorčevalno mesto: MedsaveŠtevilo pripravljenih vzorcev: 3**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	759,96 g	750,47 g	758,59 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *		
				IRB / IJS	Baja / IJS	IRB / Baja
DATUM ANALIZ	dec. 2007	13.–20. 9. 2007	25. 11. 2007			
KOL. MER. VZORCA	250 mL	250 g	7 g			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/m ³]					
H-3	(1,6 ± 0,3) E+03	(8,8 ± 1,1) E+02	< 2,6 E+03	0,55		

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni

PRIMERJALNE MERITVE POGODBENIH LABORATORIJEV*Analizni list*Izvajalec priprave: IRBVrsta vzorca: voda – sintetični vzorecDatum vzorčevanja: 15. 4. 2007Količina celotnega vzorca: 300 mLVzorčevalno mesto: IRBŠtevilo pripravljenih vzorcev: 3**RAZPOSLANO:**

LABORATORIJ	IJS	IRB-ZIMO	Baja
DATUM POŠILJKE	20. 4. 2007	20. 4. 2007	20. 4. 2007
ŠTEVILO POSLANIH VZORCEV	1	1	1
KOLIČINE POSAMEZNIH VZORCEV	≈ 130 g	≈ 130 g	≈ 130 g

REZULTATI MERITEV:

IZVAJALEC	IJS	IRB-ZIMO	Baja	RAZMERJE REZULTATOV *		
				IRB / IJS	Baja / IJS	IRB / Baja
DATUM ANALIZ	nov. 2007	20. 9. 2007	8. 12. 2007			
KOL. MER. VZORCA	10 mL	7 g	7 g			
IZOTOP	SPECIFIČNA AKTIVNOST [Bq/m ³]					
H-3	(2,48 ± 0,07) E+08	(2,2 ± 0,08) E+08	(1,8 ± 0,02) E+08	0,89	0,73	1,22

* navedena razmerja v nobenem primeru ne implicirajo, da so rezultati IJS referenčni