



STATISTIČNE INFORMACIJE RAPID REPORTS

1944 2004

13. APRIL 2004
13 APRIL 2004

št./No 101

27 OKOLJE ENVIRONMENT

št./No 1

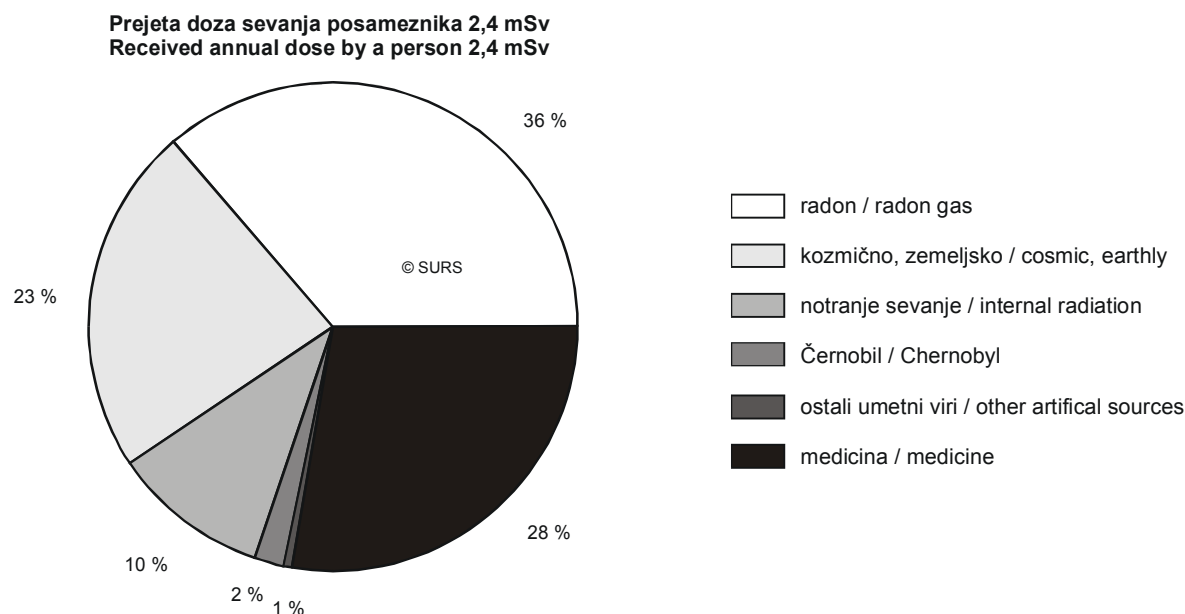
RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENSKEM OKOLJU, SLOVENIJA, 2000 - 2002

RADIATION IN THE LIVING ENVIRONMENT, SLOVENIA, 2000 - 2002

- ▶ Statistični urad je v letu 2003 uvedel novo raziskavo na področju zbiranja podatkov o radioaktivnosti v življenjskem okolju.
- ▶ Letno prejme posameznik v Sloveniji ekvivalentno dozo povprečno 2,4 mSv. Približno 2 mSv prispeva naravno ozadje, ostalo pa dobimo iz umetnih virov, predvsem v medicini (rentgenske naprave).
- ▶ Mejna letna ekvivalentna doza za prebivalstvo ne sme presegati 1 mSv. Priporočila dopuščajo tudi do 5 mSv na leto v posameznih letih, če letno povprečje v celem življenju ni preseglo 1 mSv na leto.
- ▶ Posameznik, ki živi ob ograji nuklearne elektrarne, bi ob normalnem obratovanju elektrarne dobil dodatno letno ekvivalentno dozo približno 0,01 mSv, kar je manj kot pol odstotka naravne doze.
- ▶ Povprečna letna doza poklicno izpostavljenega delavca sevanju v Sloveniji upada (v letu 2000 znašala 0,61 mSv, v letu 2001 0,52 mSv in v letu 2002 0,27 mSv). Mejna letna ekvivalentna doza za ljudi, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj ne sme presegati 20 mSv.
- ▶ In 2003, the statistical office implemented a new statistical survey in the field of collecting data on radiation in the living environment.
- ▶ A person living in Slovenia receives on average 2.4 mSv of radiation annually. About 2 mSv come from nature and the rest from artificial sources, especially in medicine (X-ray machines).
- ▶ The annual dose limit for general population must not exceed 1 mSv. Recommendations allow up to 5 mSv per year in individual years if the annual lifetime average does not exceed 1 mSv.
- ▶ In conditions of normal operation, people living close to the nuclear power plant should receive an additional annual dose of about 0.01 mSv, which is less than half a percent of the natural dose.
- ▶ In recent years the average annual dose of occupationally exposed workers in Slovenia has been falling (0.61 mSv in 2000, 0.52 mSv in 2001 and 0.27 mSv in 2002). The annual dose limit for people working with sources of ionizing radiation must not exceed 20 mSv.

Slika 1: Struktura prejete letne doze pri posamezniku v Sloveniji

Chart 1: Structure of received annual dose by a person in Slovenia



1 IZPOSTAVLJENOST IONIZIRAJOČEMU SEVANJU V DELOVNEM OKOLJU, SLOVENIJA, 2000- 2002

EXPOSURE TO IONISING RADIATION IN WORKING ENVIRONMENT, SLOVENIA, 2000- 2002

1.1 Obsewna obremenitev delavcev v delovnem okolju, Slovenija, 2000- 2002

Occupational exposure of radiation workers in working environment, Slovenia, 2000- 2002

1.1.1 Povprečne efektivne doze sevanja delavcev v delovnem okolju, Slovenija, 2000 -2002¹⁾Annual average effective doses of radiation workers in working environment, Slovenia, 2000 - 2002¹⁾

mSv

Dejavnosti ²⁾	2000	2001	2002	Activities ²⁾
SKUPAJ	0,6	0,5	0,5	TOTAL
Diagnostična radiologija	0,6	0,5	0,5	Diagnostic radiology
Zobozdravstvena radiologija	0,5	0,5	0,5	Dental radiology
Nuklearna medicina	0,6	0,6	0,6	Nuclear medicine
Veterinarska medicina	0,5	0,5	0,8	Veterinary medicine
Industrijska radiografija	0,8	0,9	0,5	Industrial radiography
Industrija (ostalo)	0,8	0,5	0,5	Industry (other)
Ostale dejavnosti (raziskave, izobraževanje, itd.)	0,6	0,4	0,3	Other activities (research, education, etc.)

- 1) Doze pod meje poročanja so upoštevane kot 0,04 mSv
Doses below the report limits are considered as 0,04 mSv
- 2) Dejavnosti prevzete od URSJV.
The activities are taken over from SNSA.

1.1.2 Kolektivne efektivne doze za delavce v delovnem okolju, Slovenija, 2000 - 2002¹⁾Collective effective doses of radiation workers in working environment, Slovenia, 2000 - 2002¹⁾

človek mSv / man mSv

Dejavnosti ²⁾	2000	2001	2002	Activities ²⁾
SKUPAJ	1.748	1.617	1.519	TOTAL
Diagnostična radiologija	1.030	998	927	Diagnostic radiology
Industrija (ostalo)	274	121	123	Industry (other)
Ostale dejavnosti (raziskave, izobraževanje, itd.)	170	123	96	Other practices (research, education, etc.)
Zobozdravstvena radiologija	153	143	143	Dental radiology
Nuklearna medicina	98	105	105	Nuclear medicine
Veterinarska medicina	85	107	102	Veterinary medicine
Industrijska radiografija	23	20	25	Industrial radiography

- 1) Doze pod meje poročanja so upoštevane kot 0,04 mSv
Doses below the report limits are considered as 0,04 mSv
- 2) Dejavnosti prevzete od URSJV.
The activities are taken over from SNSA.

1.1.3 Kolektivne efektivne doze za delavce v jedrskih in sevalnih objektih, Slovenija, 2000 - 2002

Collective effective doses for workers in the nuclear and radiation facilities, Slovenia, 2000 - 2002

človek mSv / man mSv

Jedrski in sevalni objekt	2000		2001		2002		Nuclear and radiation facility
	Št. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	Št. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	Št. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	
Nuklearna elektrarna Krško ¹⁾	343	2600	352	1130	364	580	The Krško Nuclear Power Plant ¹⁾
TRIGA MARK II	45	2,1	43	2,0	27	2,5	TRIGA MARK II
Centralno skladišče radioaktiv- nih odpadkov	5	2,2	6	2,7	6	0,2	The Central Interim Storage for Radioactive Waste
Rudnik Žirovski vrh	61	0,1	64	0,1	44	0,1	The Žirovski Vrh Uranium Mine

- 1) Vrednost kolektivne doze je odvisna od števila delavcev.
Value of collective dose depends on the number of workers.



1.2 Obsevana obremenitev prebivalstva zaradi radioaktivne kontaminacije okolja, Slovenija, 2000- 2002

Radiation exposure of the population due to radioactive contamination of the environment, Slovenia, 2000- 2002

1.2.1 Letne efektivne doze prebivalstva zaradi splošne radioaktivne kontaminacije okolja, Slovenija, 2000 -2002

Annual effective doses of the population due to global radioactive contamination of the environment, Slovenia, 2000 -2002 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ / $\mu\text{Sv}/\text{year}$

Prenosna pot / Exposure pathway	2000	2001	2002	Prenosna pot / Exposure pathway
SKUPAJ	58	55	11	TOTAL
Inhalacija (Cs-137, Sr-90)	0,0	0,0	0,0	Inhalation (Cs-137, Sr-90)
Ingestija				Ingestion:
hrana (Cs-137, Sr-90)	3,8	4,2	4,0	food (Cs-137, Sr-90)
deževnica (Cs-137, Sr-90, Ljubljana) ¹⁾	0,1	0,1	0,1	rainwater (Cs-137, Sr-90, Ljubljana) ¹⁾
pitna voda (J-131 v Savi, Dol/Ljubljana) ¹⁾	0,5	0,5	0,5	drinking water (J-131 v Savi, Dol/Ljubljana) ¹⁾
Zunanje sevanje ²⁾	53,7	50,0	6,8	External radiation ²⁾

- 1) Konzervativna ocena URSJV na osnovi rezultatov meritev Zavoda za varstvo pri delu v letu 2000.
Conservative estimation by the SNSA, based on measurements of the Institute of Occupational Safety in 2000.
- 2) Sprememba metodologije ocenjevanja doz v letu 2002.
The change of dose assessment methodology in 2002.

1.2.2 Letne efektivne doze posameznikov med prebivalstvom zaradi obratovanja jedrskih in sevalnih objektov, Slovenija, 2000 - 2002

Annual effective doses of the population due to operation of nuclear and radiation facilities, Slovenia, 2000 -2002 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ / $\mu\text{Sv}/\text{year}$

Jedrski ali sevalni objekt	2000	2001	2002	Nuclear or radiation facility
Nuklearna elektrarna Krško	8,2	13,0	1,5	The Krško Nuclear Power Plant
TRIGA MARK II	0,3	0,3	0,3	TRIGA MARK II
Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov	0,3	0,3	0,3	The Central Interim Storage for Radioactive Waste
Rudnik Žirovski vrh	340,0	230,0	230,0	The Žirovski Vrh Uranium Mine

2. RADIOAKTIVNI IZPUSTI V OKOLJE, SLOVENIJA, 2000- 2002

RADIOACTIVE DISCHARGES INTO THE ENVIRONMENT, SLOVENIA, 2000- 2002

2.1 Tekočinski radioaktivni izpusti v okolje, Slovenija, 2000- 2002

Liquid radioactive discharges into the environment, Slovenia, 2000- 2002

2.1.1 Tekočinski izpusti tritija, Nuklearna elektrarna Krško, Slovenija, 2000 - 2002

Liquid discharges of tritium, The Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2000 – 2002

TBq

Tekočinski izpusti	2000	2001	2002	Liquid discharges
tritij (H-3) ¹⁾	10,7	7,8	13,3	tritium (H-3) ¹⁾

- 1) Dovoljena meja je 20 TBq.
The limit value is 20 TBq.

2.1.2 Tekočinski izpusti brez tritija, Nuklearna elektrarna Krško, Slovenija, 2000 -2002

Liquid discharges without tritium, The Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2000 – 2002

GBq

Tekočinski izpusti	2000	2001	2002	Liquid discharges
kobalt 60 (Co-60)	0,2	0,3	0,4	cobalt 60 (Co-60)
cezij 137 (Cs-137)	0,1	0,0	0,0	cesium 137 (Cs-137)
žlahtni plini	0,5	1,1	0,9	noble gases

2.1.3 Tekočinski izpusti radija (Ra-226), objekti rudnika Žirovski vrh, Slovenija, 2000 - 2002

Liquid discharges of radium (Ra-226), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2000 - 2002

MBq

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče boršt Tailings pile
2000	74	43	11	20
2001	56	32	8	16
2002	64	17	38	9

2.1.4 Tekočinski izpusti urana (U₃O₈), objekti rudnika Žirovski vrh, Slovenija, 2000 - 2002¹⁾Liquid discharges of uranium (U₃O₈), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2000 - 2002¹⁾

kg

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče boršt Tailings pile
2000	288	151	120	17
2001	296	182	93	21
2002	280	143	118	19

- 1) 1 kg U₃O₈ vsebuje 10,5 MBq U-238, 10,5 MBq U-234 in 0,485 MBq U-235.
1 kg of U₃O₈ including 10,5 MBq U-238, 10,5 MBq U-234 and 0,485 MBq U-235.

2.2 Plinasti radioaktivni izpusti v okolje, Slovenija, 2000- 2002

Gaseous radioactive discharges into the environment, Slovenia, 2000- 2002

2.2.1 Plinasti izpusti, Nuklearna elektrarna Krško, Slovenija, 2000 - 2002

Gaseous discharges, The Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2000 - 2002

TBq

Plinasti izpusti	2000	2001	2002	Gaseous discharges
tritij (H-3) ¹⁾	1,2	0,9	1,3	tritium (H-3) ¹⁾
karbon 14 (C-14) ¹⁾	0,1	0,1	0,0	carbon 14 (C-14) ¹⁾
žlahtni plini ²⁾	2,3	2,1	0,9	noble gases ²⁾
jod 131 (I-131) ³⁾	0,000052	0,0000013	0,0000006	iodine 131 (I-131) ³⁾

- 1) Ni omejitve.
No limitation.
- 2) Omejitev aktivnosti izpuščenih žlahtnih plinov znaša 110 TBq, ekvivalentno glede na Xe-133 na leto.
The limit value for the released activities of noble gases is 110 TBq, equivalent to Xe-133 per year.
- 3) Omejitev aktivnosti izotopov joda v plinastih izpustih je 18,5 GBq na leto, ekvivalentno glede na I-131.
The limit value for the activities of radio iodine in gaseous releases is 18,5 GBq per year, equivalent to I-131.

2.2.2 Plinasti izpusti radona (Rn-222), objekti rudnika Žirovski vrh, Slovenija, 2000 - 2002

Gaseous discharges of radon (Rn-222), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2000 - 2002

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče boršt Tailings pile
2000	11,7	7,2	2,5	2,0
2001	9,4	5,1	2,3	2,0
2002	16,6	12,4	2,3	2,0

STATISTIČNA ZNAMENJA

-	ni pojava
...	ni podatka
Ø	povprečje
*	popravljen podatek
0	podatek je manjši od 0,5 dane merske enote
0,0	podatek je manjši od 0,05 dane merske enote
+	in več (let, članov,...)
1)	označba za opombo pod tabelo
()	nezadostno preverjen ali ocenjen podatek
z	podatek zaradi zaupnosti ni objavljen

Sv	sievert
µSv	mikrosievert = 10^{-6} Sv
mSv	milisievert = 10^{-3} Sv
Bq	becquerel
MBq	megabecquerel = 10^6 Bq
GBq	gigabecquerel = 10^9 Bq
TBq	terabecquerel = 10^{12} Bq

METODOLOŠKA POJASNILA

Namen statističnega raziskovanja

je zbrati podatke o prejetih dozah sevanja delavcev pri virih sevanja, v jedrskih in sevalnih objektih, podatke o izpostavljenosti prebivalstva zaradi splošne kontaminacije okolja in zaradi obratovanja objektov ter podatke o radioaktivnih izpustih v okolje.

Vir podatkov

Podatke smo povzeli iz letnih poročil Uprave RS za jedrsko varnost (URSJV).

Definicije

Definicije so povzete iz Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV - Ur. l. RS št. 50/03) in internetnih strani (http://www.geocities.com/baccio_slo/zapiski/varstvo_pred_sevanjem.htm, 26.9.2002, 10:00; <http://www.icjt.org/tech/software/html/fld/fld1.htm>, 9.1.2004, 8:00)

Radioaktivnost je naravni pojav, pri katerem nekatera jedra atoma razpadejo. Ob tem sproščajo energijo v obliki elektromagnetnega valovanja ali materialnih delcev. To s skupnim imenom imenujemo radioaktivni žarki ali radioaktivno sevanje. Radioaktivnost merimo s hitrostjo razpadanja jeder njenih atomov v časovni enoti. To količino imenujemo aktivnost. Enota za aktivnost je becquerel (Bq).

Radioaktivno (ionizirajoče) sevanje izvira iz narave (naravni viri) in v zadnjem času iz virov, ki jih človek proizvaja sam (umetni viri). Največ sevanja, ki ga prejme svetovno prebivalstvo, prihaja iz naravnih virov.

Atom sestavlja jedro in oblak elektronov. Jedro sestavljajo pozitivno nabiti protoni in nevtralni delci nevtroni. Elektroni so v primerjavi s protoni zelo lahki delci z negativnim nabojem, ki krožijo okrog atomskega jedra.

Doza je merilo za količino energije ionizirajočih sevanj, ki bi jo ali jo je prejelo posamezno tkivo, organ ali telo človeka. Doze so ekvivalentne in efektivne. Ekvivalentna doza izraža različne učinke, ki jih ima posamezna vrsta ionizirajočih sevanj na posamezno tkivo ali organ, efektivna doza pa

STATISTICAL SIGNS

-	no occurrence of event
...	data not available
Ø	average
*	corrected data
0	value not zero but less than 0,5 of the unit employed
0,0	value not zero but less than 0,05 of the unit employed
+	and more (years, members,...)
1)	footnote
()	incomplete or estimated data
z	data not published because of confidentiality

Sv	sievert
µSv	microsievert = 10^{-6} Sv
mSv	milisievert = 10^{-3} Sv
Bq	bequerel
MBq	megabequerel = 10^6 Bq
GBq	gigabequerel = 10^9 Bq
TBq	terabequerel = 10^{12} Bq

METHODOLOGICAL EXPLANATIONS

The purpose of the statistical survey

is to collect data on occupational radiation exposures in different activities, in nuclear and radiation facilities, data on population exposure due to global contamination of the environment and due to operation of the above installations, and data on radioactive discharges into the environment.

Data source

The data were summarised from the annual reports of the Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA).

Definitions

The definitions are taken over from the Act on ionising Radiation Protection and Nuclear safety (ZVISJV - OJ RS No.50/03) and intranet pages (http://www.geocities.com/baccio_slo/zapiski/varstvo_pred_sevanjem.htm, 26.9.2002, 10:00; <http://www.icjt.org/tech/software/html/fld/fld1.htm>, 29.1.2004, 8:00).

Radioactivity is a natural phenomenon of the decay of atomic nuclei. At the same time, energy is released in the form of electromagnetic waves or particulate matter. This is called radioactive rays or radiation. Radioactivity is measured with the speed of atom decay in a time unit. The quantity is called activity and it is measured in becquerels (Bq).

Radioactive (ionising) radiation originates from nature (natural sources) and lately also from sources produced by man (artificial sources). Most radiation comes from natural sources.

An atom consists of a nucleus and a cloud of electrons. The nucleus is made up of positive particles called protons and neutral particles called neutrons. Compared to protons, electrons are very light. They have a negative charge and circle around the nucleus.

Dose shall mean a measure for the amount of energy of ionising radiation which a specific tissue, organ or the human body would receive or has received. Doses are either equivalent or effective. An equivalent dose denotes the various effects that a specific type of ionising radiation has



stopnjo škode za zdravje ljudi, ki nastane zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem, in se jo izračuna kot vsoto vseh glede na posamezno tkivo ali organ, uteženih ekvivalentnih doz. Dozo izražamo v sievertih (Sv). Pri obsevanosti je pomembna hitrost ekvivalentne doze, ki pa jo merimo v enotah Sv/s. Ker je 1 S precej velika enota, uporabljamo za doze, s katerimi imamo običajno opravka, tisočkrat manjšo enoto milisievert $1\text{mSv} = 1/1000\text{ Sv}$. Naravno ozadje se giblje od 1 do 3 mSv/leto.

Kolektivna efektivna ekvivalentna doza je vsota vseh individualnih efektivnih ekvivalentnih doz, ki jih prejme neka skupina ljudi. Enota je človek/Sv.

Mejne doze so največje vrednosti efektivnih in ekvivalentnih doz, ki jih lahko prejmejo izpostavljeni delavci, praktikanti, študentje ter posamezniki iz prebivalstva zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem.

Notranje sevanje je sevanje do katerega pride, če s hrano, z zrakom ali skozi kožo dobimo v telo radioaktivne snovi (inhalacija in ingestija). Zlasti nevarni so sevalci alfa in beta, saj ima takšno sevanje majhno prodornost, vendar lokalno povzroči veliko škodo na živih celicah. **Zunanje sevanje** je naravno sevanje (iz vesolja, zemeljske skorje).

Radioaktivna kontaminacija je onesnaženost zraka, vode, tal, materiala, izdelkov, površin bivalnega ali delovnega okolja ali posameznika z radionuklidi in se izraža kot koncentracija aktivnosti na enoto prostornine, mase ali površine. Radioaktivna kontaminacija človekovega telesa je zunanja radioaktivna kontaminacija kože ter notranja radioaktivna kontaminacija organov zaradi vnosa radioaktivnih snovi.

Radioaktivni tekočinski in plinasti izpusti so radioaktivni odpadki v tekoči ali plinasti snovi, ki jih ni več mogoče uporabiti in vsebujejo toliko atomov, katerih jedra razpadajo in pri tem oddajajo tolikšno sevanje, da imajo za okolje in človeka lahko škodljiv učinek. Zato je take odpadke potrebno posebej skrbno skladiščiti oziroma odlagati in preprečiti, da bi prišli v okolje in s tem v stik z živimi bitji. Ravnanje z radioaktivnimi odpadki in potrebni varnostni ukrepi so določeni z zakonodajo, za izvajanje teh ukrepov in nadzor nad njimi pa so pristojni različni državni organi in institucije.

KOMENTAR

1 IZPOSTAVLJENOST IONIZIRAJOČIM SEVANJEM

Leta 2000 je v Sloveniji delalo skupno 4 438 oseb, leta 2001 skupno 4 455 oseb in v letu 2002 skupno 4 386 oseb, ki so bile poklicno izpostavljene radioaktivnemu (ionizirajočemu) sevanju.

Najvišje letne doze prejemajo delavci v zdravstvu (nuklearna medicina in brahiterapija na Onkološkem inštitutu) – več kot 2 mSv na leto, najmanj pa so obremenjeni delavci v procesni tehniki v industriji oziroma zobozdravstveni delavci – 0,1 mSv na leto in manj. Povprečna letna doza poklicno izpostavljenega delavca sevanju v Sloveniji je bila v letu 2000 0,61 mSv, v letu 2001 0,52 mSv in v letu 2002 0,27 mSv.

V zdravstvu v Sloveniji prejme najvišjo kolektivno efektivno dozo skupina sevalnih delavcev pri diagnostičnih radioloških posegih (okrog 1 človek/Sv), v industriji pa skupina, ki izvaja industrijsko radiografijo (okrog 0,1 človek/Sv). Najvišjo kolektivno efektivno dozo v državi prejmejo delavci v Nuklearni elektrarni Krško (NEK): v letu 2000 je bila kolektivna efektivna doza 2,6 človek/Sv, v letu 2002 pa le še 0,58 človek/Sv.

2 RADIOAKTIVNA KONTAMINACIJA

Naše okolje je kontaminirano z radioaktivnimi snovmi zaradi intenzivnih zračnih jedrskih poskusov v preteklih desetletjih (v petdesetih do sedemdesetih

on a particular tissue or organ, and an effective dose denotes the level of detriment to people's health arising due to exposure to ionising radiation and is calculated as a sum of all the weighted equivalent doses to the specific tissue or organ. The dose is expressed in sieverts (Sv). Important at exposure is the speed of equivalent dose, which is measured in Sv/s. Because 1 S is a very large dose, for usual doses a thousand times smaller unit is used, i.e. $1\text{mSv} = 1/1000\text{ Sv}$. The annual dose received from the natural background is 1–3 mSv/year.

Collective effective equivalent dose is the sum of individual effective doses received by a certain group of people. The unit is man/Sv.

Dose limits are the greatest values of effective and equivalent doses that can be received by workers, students or other individuals exposed to ionising radiation.

Internal radiation is radiation which occurs if radioactive substances come into the body (by inhalation or ingestion) via food, by air or through skin. Especially dangerous are alpha and beta particles, since such radiation has small penetration capacity but can inflict great damage on cells. **External radiation** is natural radiation (from space, lithosphere).

Radioactive contamination shall mean pollution of the air, water, soil, materials, products, surfaces in living or working environments, or of an individual with radio-nuclides and is expressed as an activity concentration per unit of volume, mass or area. Radioactive contamination of the human body includes external skin contamination and internal radioactive contamination of organs due to the intake of radioactive substances.

Radioactive liquid and gaseous emissions are radioactive waste in liquid or gaseous state that can no longer be used but contain so many atoms whose nuclei are decaying and radiating that they can have a harmful effect on the environment and people. Therefore, such waste must be very carefully stored or disposed and prevented from coming into the environment and thus into contact with living creatures. Radioactive waste management and the necessary safety measures are defined by legislation. Implementation of these measures and control over them is the responsibility of various government bodies and institutions.

COMMENT

1 OCCUPATIONAL EXPOSURE TO IONISING RADIATION

In 2000, 4,438 persons were occupationally exposed to radioactive (ionising) radiation. In 2001 their number grew to 4,455 while in 2002 the number fell to 4,386.

The highest annual doses were received by workers in medicine (nuclear medicine and brachytherapy at the Oncological institute) – more than 2 mSv, and the lowest occupational exposures were recorded in processing technique in industry and in dental radiology – 0.1 mSv and less. In 2000, the average annual dose of occupationally exposed worker in Slovenia was 0.61 mSv, in 2001 it was 0.52 mSv and in 2002 it was 0.27 mSv.

In Slovenia, in medicine the highest collective effective dose belongs to radiation workers dealing with radiological examinations (about 1 man/Sv) and in industry to the group of industrial radiography (about 0.1 man/Sv). The highest collective effective dose in the country is received by workers at the Krško Nuclear Power Plant (Krško NPP): in 2000 it was 2.6 man/Sv, and in 2002 it decreased to 0.58 man/Sv.

2 RADIOACTIVE CONTAMINATION

Our environment is contaminated with radioactive substances because of numerous atmospheric nuclear bomb tests in the past decades (from the 1950s to



letih), večinoma pa zaradi jedrske nesreče v Černobilu (1986).

Letna ekvivalentna doza, ki jo prejmemo zaradi te splošne (globalne) radioaktivne kontaminacije okolja v Sloveniji znaša okrog 10 μ Sv. Ta izpostavljenost je precej manjša od izpostavljenosti virom naravnega sevanja, ki znaša v naših krajih okrog 2,5 - 2,8 mSv na leto. Največji delež sevanja iz naravnega okolja prispeva plin radon.

Obratovanje jedrskih objektov v Sloveniji ne povzroča velike izpostavljenosti prebivalcev, ki živijo v njihovi neposredni okolici. Povprečni letni dozni prispevek NEK zaradi radioaktivnih izpustov v okolje znaša manj kot 1,5 μ Sv/leto, še nižja je letna doza zaradi obratovanja jedrskega reaktorja oziroma skladišča radioaktivnih odpadkov v Brinju (vsak po 0,3 μ Sv). Največji vpliv imajo še obstoječi radioaktivni viri nekdanjega rudnika urana na Žirovskem vrhu (RŽV), saj je bila ocenjena letna doza na posameznika iz referenčne skupine prebivalstva v letu 2000 okrog 0,34 mSv, leta 2001 in 2002 pa 0,23 m Sv.

3 RADIOAKTIVNI IZPUSTI

Jedrski in sevalni objekti izpuščajo radioaktivne snovi v okolje. Ločimo radioaktivne tekočinske izpuste in radioaktivne plinaste izpuste.

3.1 Tekočinski izpusti

Nuklearna elektrarna Krško - NEK

V tekočinskih radioaktivnih izpustih iz jedrske elektrarne odpade največji delež aktivnosti na radioaktivni izotop vodika, to je na tritij (H-3). Aktivnost tritija je bila v letu 2000 10,7 TBq, v letu 2001 je znašala 7,8 TBq in v letu 2002 je narasla na 13,3 TBq.

Izotopska sestava tekočinskih emisij kaže, da glede na aktivnost prevladujejo naslednji radioaktivni izotopi: Xe-133, Xe-135, Xe-131m, Xe-133m, Kr-85, Co-60, Fe-59. Za dva do tri velikostne razrede so nižje aktivnosti radionuklidov Cs-134, Cs-137, Co-58 in Sb-125. K dozni obremenitvi največ prispevajo aktivnosti obeh radioizotopov cezija in kobalta. Aktivnost obeh radioizotopov je bila v letih 2000 do 2002 konstantna in je nihala med 0,0 - 0,4 GBq. Mejne vrednosti izpustov radioaktivnih snovi v okolico so določene z odločbo Republiškega energetskega inšpektorata. NEK izpušča tekoče odpadne snovi v Savo v zelo majhnih količinah, saj njihova radioaktivnost doseže le nekaj odstotkov dovoljene vrednosti. Podobno velja za izpuste v zrak.

Rudnik Žirovski Vrh - RŽV

Kljub temu, da je od leta 1990 dalje nekdanji rudnik urana v fazi zapiranja, se nadzor nad radioaktivnimi tekočinskimi emisijami redno opravlja. Nadzor emisij iz RŽV obsega meritve koncentracij urana in Ra-226 v vzorcih vseh tekočinskih izpustov (v Bq/m³) in določitev letno izpuščenih aktivnosti v okolje (v Bq/leto). Nadzorujejo se radioaktivne emisije iz jalovišč jamske izkopsnine in jalovišča hidrometalurške jalovine ter iz rudniške jame. Aktivnost tekočinskih emisij se iz leta v leto spreminja in pada.

3.2 Plinasti izpusti

Nuklearna elektrarna Krško - NEK

Plinasti izpusti iz NEK izhajajo v okolje skozi ventilacijski dimnik in preko odzračevalnika kondenzatorja v sekundarnem krogu. V obeh izpustih radiološki monitorji neprekinjeno merijo in nadzirajo koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov. Omejitve za izpuste radioaktivnih snovi iz NEK v okolico so določene z dovoljenjem pristojnega upravnega organa. V plinastih izpustih po aktivnosti prevladujejo izotopi žlahtnih plinov kripton in ksenon (Kr in Xe), ter H-3, C-14 in I-131. Izpuščena aktivnost H-3 v letih 2000 - 2002 je konstantna. Prav tako je z izpuščeno

the 1970s) but mostly due to the nuclear accident in Chernobyl (1986).

Annual equivalent dose received by individuals in Slovenia due to global radioactive contamination of the environment amounts to about 10 μ Sv. This exposure is considerably smaller than that from natural radioactive sources, which estimates for the country put at about 2.5-2.8 mSv per year. The highest dose contribution from natural environment originates from the exposure to radon.

Operation of nuclear installations in Slovenia does not cause any significant radiation exposure to population living in their nearby surroundings. An average additional dose caused by radioactive releases from Krško NPP amounts to less than 1.5 μ Sv per year. The annual doses due to operation of the research reactor and radioactive waste storage facility at Brinje are even lower (each 0.3 μ Sv). The highest impact was found in the environment of the former uranium mine at Žirovski Vrh (ŽVUM) due to still existing radioactive sources: the estimated individual radiation exposure for the reference group of population was 0.34 mSv in 2000, while in 2001 and 2002 it was 0.23 mSv.

3 RADIOACTIVE RELEASES

Radioactive materials are released to the environment from nuclear and radiation facilities. We distinguish between liquid and gaseous radioactive releases.

3.1 Liquid discharges

The Krško Nuclear Power Plant - Krško NPP

The dominating radionuclide in the liquid radioactive releases from the nuclear power plant was tritium (H-3), the radioactive isotope of hydrogen. In 2000 the activity of tritium was 10.7 TBq, in 2001 it was 7.8 TBq and in 2002 it was 13.3 TBq.

The isotopic composition of liquid discharges shows that activities of the following radionuclides prevailed: Xe-133, Xe-135, Xe-131m, Xe-133m, Kr-85, Co-60, Fe-59. The activity of Cs-134, Cs-137, Co-58 and Sb-125 was two to three orders of magnitude lower. The main contribution to the radiation exposure belongs to the radionuclides of cesium and cobalt. The activity of both radionuclides was constant in 2000-2002 and it was between 0.0 and 0.4 GBq. The limit values of the radioactive releases into the environment are determined by the National Energy Inspectorate. The Krško NPP releases liquid waste substances into the Sava river in very small quantities and their radioactivity is only a few percent of the limit value. The same is true for releases into air.

The Žirovski Vrh Uranium Mine - ŽVUM

In spite of that the former uranium mine has been in a closing phase since 1990, monitoring of radioactive discharges has been continuously carried out. The monitoring programme involves measurements of uranium and Ra-226 concentrations in all liquid releases (in Bq/m³) and their total annual discharged activities as well (in Bq/year). Radioactive discharges from waste rock piles, from the tailings pile and from the mine are regularly controlled. In recent years the activity of the liquid emissions has been falling.

3.2 Gaseous releases

The Krško Nuclear Power Plant - Krško NPP

Radioactive gases from the Krško NPP are released into the atmosphere mainly from the reactor building stack and through the condenser vent in the secondary coolant loop. The radiation monitoring system of the plant continuously measures and controls the activity levels at the discharge points. The limits of radioactive releases from the plant are stipulated by the licence issued by the competent authority. In gaseous releases, the activities of radioactive noble gases such as krypton and xenon isotopes prevail (Kr and Xe), together with C-14, H-3 and I-131. The activity of the

aktivnost C-14. Pri žlahtnih plini se je izpuščena aktivnost v letih 2000 – 2002 znižala in sicer iz 2,3 TBq na 0,9 TBq. Znižala pa se je tudi izpuščena aktivnost I-131.

Rudnik Žirovski Vrh - RŽV

Glavni viri zračnih emisij plina radona Rn-222 iz nekdanjega RŽV so jamski podkopi in zračilni jaški, jalovišča jamske izkopnine (Jazbec, idr.) in jalovišče hidrometalurške jalovine (Boršt). Aktivnost plinastih izpustov je bila leta 2000 11,7 TBq, v letu 2001 je bila 9,4 TBq in v letu 2002 pa 16,6 TBq.

Raziskovalni reaktor TRIGA MARK II – TRIGA MARK II

Raziskovalni reaktor TRIGA MARK II deluje v okviru Instituta »Jožef Stefan« in je namenjen raziskavam, pripravi radioaktivnih izotopov in šolanju. Glavni plinski izpust predstavljajo emisije žlahtnega plina argona (Ar-41).

Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov - CSRAO

Iz začasnega centralnega skladišča nizko in srednje aktivnih radioaktivnih odpadkov v Brinju stalno izhaja v ozračje žlahtni plin Rn-222. Ta pretežno nastaja in izhaja iz odloženih radioaktivnih snovi, ki vsebujejo radij (Ra-226).

Objavljanje podatkov

Letno:

- Statistične informacije.

noble gases in 2000–2002 was lowered from 2.3 TBq to 0.9 TBq. The activity of I-131 was also lowered.

The Žirovski Vrh Uranium Mine - ŽVUM

The main sources of gaseous releases of radon (Rn-222) from the former mine and mill facilities are mine galleries and ventilation shafts as well as mine waste rock deposits (at the Jazbec site, etc.) and the tailings pile (at the Boršt site). The activity of gaseous releases was 11.7 TBq in 2000, 9.4 TBq in 2001 and 16.6 TBq in 2002.

The research reactor TRIGA MARK II – TRIGA MARK II

The research reactor TRIGA MARK II has been operating within the Jožef Stefan Institute and is used for research, production of radioisotopes and education. The noble gas argon (Ar-41) is the main source of gaseous emissions.

The Central Interim Storage for Radioactive Waste - CISRW

The central interim storage for low and medium radioactive waste at Brinje is a continuous emission source of radioactive noble gas Rn-222. Radon is mostly generated and derives from the stored radioactive materials containing radium (Ra-226).

Publishing

Yearly:

- Rapid Reports.

Sestavili / Prepared by: Metka Pograjc, Milko Križman, Barbara Vokal

Izdaja, založba in tisk Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana, Vožarski pot 12 - **Uporaba in objava podatkov dovoljena le z navedbo vira** - Odgovarja generalna direktorica mag. Irena Križman - Urednica zbirke Statistične informacije Marina Urbas - Slovensko besedilo jezikovno uredila Ivanka Zobec - Angleško besedilo jezikovno uredil Boris Panič - Tehnični urednik Anton Rojc - Naklada 70 izvodov - ISSN zbirke Statistične informacije 1408-192X - ISSN podzbirke Okolje 1580-1802 - Informacije daje Informacijsko središče, tel.: (01) 241 51 04 - El. pošta: info.stat@gov.si - <http://www.stat.si>.

Edited, published and printed by the Statistical Office of the Republic of Slovenia, Ljubljana, Vožarski pot 12 - **These data can be used provided the source is acknowledged** - Director-General Irena Križman - Rapid Reports editor Marina Urbas - Slovene language editor Ivanka Zobec - English language editor Boris Panič - Technical editor Anton Rojc - Total print run 70 copies - ISSN of Rapid Reports 1408-192X - ISSN of subcollection Environment 1580-1802 - Information is given by the Information Centre of the Statistical Office of the Republic of Slovenia, tel.: +386 1 241 51 04 - E-mail: info.stat@gov.si - <http://www.stat.si>.