



RADIOAKTIVNOST, SLOVENIJA, 2001–2003

RADIATION, SLOVENIA, 2001–2003

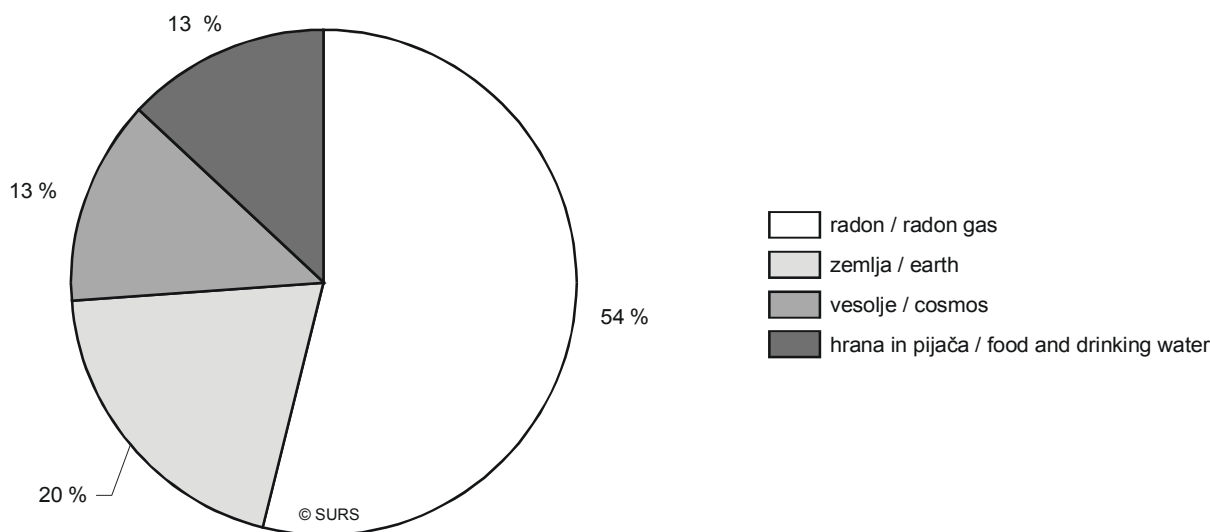
- ▶ Po podatkih Združenih narodov (UNSCEAR 2000) prejme zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem povprečen prebivalec na Zemlji iz naravnega okolja letno efektivno dozo v vrednosti 2,4 mSv. Letna doza iz umetnih virov (medicina, industrija) znaša 0,4–1,5 mSv, letna doza iz JEK pa 0,01 mSv.
- ▶ Pri izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem znaša mejna letna efektivna doza na prebivalstvo 1 do 3 mSv/leto.
- ▶ Posameznik, ki živi ob ograji jedrske elektrarne, prejema ob normalnem obratovanju elektrarne dodatno letno efektivno dozo v vrednosti približno 0,01 mSv, to je manj kot pol promila naravne doze (ta se sicer zmanjšuje).
- ▶ Povprečna letna doza na delavca, ki je poklicno izpostavljen sevanju, v Sloveniji upada (v letu 2001 je znašala 0,52 mSv, v letu 2002 0,27 mSv, v letu 2003 pa 0,34 mSv). Mejna letna efektivna doza, ki jo prejmejo ljudje, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj, ne sme presegati 20 mSv.
- ▶ According to data from the United Nations (UNSCEAR 2000) an average person on Earth received the annual dose of 2.4 mSv from the natural environment. The annual dose from artificial sources (medicine, industry) is 0.4–1.5 mSv. The annual dose from Krško NPP is 0.01 mSv.
- ▶ The annual dose limit for the general population is 1-3 mSv/year.
- ▶ In conditions of normal operation, people living close to the nuclear power plant receive an additional annual dose of about 0.01 mSv, which is less than half a promile of the natural dose (which has been decreasing).
- ▶ In recent years the average annual dose of occupationally exposed workers in Slovenia has been falling (0.52 mSv in 2001, 0.27 mSv in 2002 and 0.34 mSv in 2003). The annual dose limit for people working with sources of ionizing radiation must not exceed 20 mSv.

Slika 1: Struktura prejete letne doze sevanja iz naravnega okolja na posameznika

Chart 1: Structure of received annual dose from the natural environment by a person

Prejeta letna doza sevanja na posameznika 2,4 mSv

Received annual dose by a person 2,4 mSv



1 IZPOSTAVLJENOST IONIZIRAJOČEMU SEVANJU, SLOVENIJA, 2001–2003

EXPOSURE TO IONISING RADIATION, SLOVENIA, 2001–2003

1.1 Poklicna izpostavljenost delavcev sevanju, Slovenija, 2001–2003

Occupational exposure of radiation workers, Slovenia, 2001–2003

1.1.1 Povprečne letne učinkovite doze pri delavcih, ki so poklicno izpostavljeni sevanju, Slovenija, 2001–2003¹⁾Annual average effective doses of radiation workers, Slovenia, 2001–2003¹⁾

mSv

Dejavnosti ²⁾	2001	2002	2003	Activities ²⁾
SKUPAJ	0,52	0,49	0,18	TOTAL
Diagnostična radiologija	0,54	0,49	0,19	Diagnostic radiology
Zobozdravstvena radiologija	0,46	0,46	0,06	Dental radiology
Nuklearna medicina	0,61	0,60	0,45	Nuclear medicine
Veterinarska medicina	0,47	0,52	0,07	Veterinary medicine
Industrijska radiografija	0,86	0,80	0,29	Industrial radiography
Industrija (drugo)	0,45	0,48	0,11	Industry (other)
Druge dejavnosti (raziskave, izobraževanje itd.)	0,37	0,33	0,00	Other activities (research, education, etc.)

1) Doze pod mejo poročanja so upoštevane kot 0,04 mSv.
Doses below the report limits are considered as 0,04 mSv

2) Dejavnosti so prevzete iz letnega poročila URSJV.
The activities are taken over from the annual reports of SNSA.

1.1.2 Kolektivne letne učinkovite doze pri delavcih, ki so poklicno izpostavljeni sevanju, Slovenija, 2001–2003¹⁾Collective effective doses of radiation workers, Slovenia, 2001–2003¹⁾

človek mSv / man mSv

Dejavnosti ²⁾	2001	2002	2003	Activities ²⁾
SKUPAJ	1616,8	1519,2	552,1	TOTAL
Diagnostična radiologija	998,3	926,6	370,3	Diagnostic radiology
Zobozdravstvena radiologija	143,1	143,1	18,4	Dental radiology
Nuklearna medicina	104,8	104,6	79,3	Nuclear medicine
Veterinarska medicina	20,3	25,1	3,6	Veterinary medicine
Industrijska radiografija	106,6	101,5	38,1	Industrial radiography
Industrija (drugo)	121,0	122,8	28,7	Industry (other)
Druge dejavnosti (raziskave, izobraževanje itd.)	122,6	95,6	13,6	Other activities (research, education, etc.)

1) Doze pod mejo poročanja so upoštevane kot 0,04 mSv.
Doses below the report limits are considered as 0,04 mSv

2) Dejavnosti so prevzete iz letnega poročila URSJV.
The activities are taken over from the annual reports of SNSA.

1.1.3 Kolektivne učinkovite doze pri delavcih v jedrskih in sevalnih objektih, Slovenija, 2001–2003

Collective effective doses of workers in the nuclear and radiation facilities, Slovenia, 2001–2003

človek.mSv / man.mSv

Jedrski in sevalni objekt	2001		2002		2003		Nuclear and radiation facility
	Štev. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	Štev. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	Štev. delavcev No. of workers	Kolektivna doza Collective dose	
Jedrsko elektrarno Krško ¹⁾	887	1130,0	825	580,0	841	799,1	Krško Nuclear Power Plant ¹⁾
- delavci v JEK	352	210,0	364	170,0	379	215,9	- inside workers
- zunanji delavci	535	920,0	461	410,0	462	583,1	- outside workers
Reaktor TRIGA MARK II	43	2,0	27	2,5	72	7,3	TRIGA MARK II Reactor
Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov	6	2,7	6	0,2	8	0,2	Central Interim Storage for Radioactive Waste
Rudnik Žirovski Vrh	64	0,1	44	0,1	39	96,6	Žirovski Vrh Uranium Mine

1) Vrednost kolektivne doze je odvisna od števila delavcev in prejetih doz pri posameznikih.
The value of the collective dose depends on the number of workers and individual exposures.



1.2 Obseva obremenitev prebivalstva zaradi radioaktivne kontaminacije okolja, Slovenija, 2001–2003

Radiation exposure of the population due to radioactive contamination of the environment, Slovenia, 2001–2003

1.2.1 Letne efektivne doze, ki jih prejme prebivalstvo zaradi splošne radioaktivne kontaminacije okolja, Slovenija, 2001–2003

Annual effective doses of the population due to global radioactive contamination of the environment, Slovenia, 2001–2003 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ / $\mu\text{Sv}/\text{year}$

Prenosna pot / Exposure pathway	2001	2002	2003	Prenosna pot / Exposure pathway
SKUPAJ	55,8	11,4	8,6	TOTAL
Inhalacija (Cs-137, Sr-90)	0,0	0,0	0,0	Inhalation (Cs-137, Sr-90)
Ingestija				Ingestion:
hrana (Cs-137, Sr-90)	4,2	4,0	2,1	food (Cs-137, Sr-90)
deževnica (Cs-137, Sr-90, Ljubljana) ¹⁾	0,1	0,1	0,0	rainwater (Cs-137, Sr-90, Ljubljana) ¹⁾
pitna voda (J-131 v Savi, Dol/Ljubljana) ¹⁾	0,5	0,5	0,0	drinking water (J-131 v Savi, Dol/Ljubljana) ¹⁾
Zunanje sevanje ²⁾	50,0	6,8	6,5	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 zunanjega sevanja v letu 2002.
The dose assessment methodology on external radiation in 2002 was changed.

1.2.2 Letne efektivne doze na posameznika med prebivalstvom zaradi obratovanja jedrskih in sevalnih objektov, Slovenija, 2001–2003

Annual effective doses of the population due to operation of nuclear and radiation facilities, Slovenia, 2001–2003 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$ / $\mu\text{Sv}/\text{year}$

Jedrski ali sevalni objekt	2001	2002	2003	Nuclear or radiation facility
Jedrsko elektrarno Krško	13,0	1,5	1,5 ¹⁾	Krško Nuclear Power Plant
Reaktor TRIGA MARK II	0,3 ¹⁾	0,3 ¹⁾	0,3 ¹⁾	TRIGA MARK II Reactor
Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov	0,3 ¹⁾	0,3 ¹⁾	0,3 ¹⁾	Central Interim Storage for Radioactive Waste
Rudnik Žirovski Vrh	230	230	340	Žirovski Vrh Uranium Mine

1) Vrednosti letno prejete efektivne doze so pod to mejo.
Values of annual effective doses are under this limit.

2 RADIOAKTIVNI IZPUSTI V OKOLJE, SLOVENIJA, 2001–2003

RADIOACTIVE RELEASES INTO THE ENVIRONMENT, SLOVENIA, 2001–2003

2.1 Tekočinski radioaktivni izpusti v okolje, Slovenija, 2001–2003

Liquid radioactive releases into the environment, Slovenia, 2001–2003

2.1.1 Tekočinski izpusti tritija, Jedrska elektrarna Krško, Slovenija, 2001–2003

Liquid releases of tritium, Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2001–2003 TBq

Tekočinski izpusti	2001	2002	2003	Liquid discharges
Tritij (H-3) ¹⁾	7,8	13,3	10,3	Tritium (H-3) ¹⁾

1) Mejna letna vrednost je 20 TBq.
The limit value is 20 TBq.

2.1.2 Tekočinski izpusti brez tritija, Jedrska elektrarna Krško, Slovenija, 2001–2003

Liquid releases without tritium, Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2001–2003 GBq

Tekočinski izpusti	2001	2002	2003	Liquid discharges
Kobalt-60 (Co-60)	0,30	0,40	0,13	Cobalt-60 (Co-60)
Cezij-137 (Cs-137)	0,03	0,02	0,02	Caesium-137 (Cs-137)
Žlahtni plini	0,80	1,00	0,05	Noble gases

2.1.3 Tekočinski izpusti radija (Ra-226), objekti rudnika Žirovski Vrh, Slovenija, 2001–2003

Liquid releases of radium (Ra-226), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2001–2003

MBq

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče Boršt Tailings pile
2001	56	32	8	16
2002	64	17	38	9
2003	66	39	12	15

2.1.4 Tekočinski izpusti urana (U₃O₈), objekti rudnika Žirovski Vrh, Slovenija, 2001–2003¹⁾Liquid releases of uranium (U₃O₈), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2001–2003¹⁾

kg

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče Boršt Tailings pile
2001	296	182	93	21
2002	280	143	118	19
2003	230	117	100	13

- 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, 2001–2003

Gaseous radioactive releases into the environment, Slovenia, 2001–2003

2.2.1 Plinasti izpusti, Jedrska elektrarna Krško, Slovenija, 2001–2003

Gaseous releases, Krško Nuclear Power Plant, Slovenia, 2001–2003

TBq

Plinasti izpusti	2001	2002	2003	Gaseous discharges
Tritij (H-3) ¹⁾	0,9	1,3	1,2	Tritium (H-3) ¹⁾
Karbon 14 (C-14) ¹⁾	0,1	0,0	0,1	Carbon 14 (C-14) ¹⁾
Žlahtni plini ²⁾	2,1	0,9	0,1	Noble gases ²⁾

- 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.

2.2.2 Plinasti izpusti radona (Rn-222), objekti rudnika Žirovski Vrh, Slovenija, 2001–2003

Gaseous releases of radon (Rn-222), Žirovski Vrh Uranium Mine facilities, Slovenia, 2001 – 2003

TBq

Leto Year	Skupaj Total	Jama Mine	Jalovišče Jazbec Waste rock pile	Jalovišče Boršt Tailings pile
2001	9,4	5,1	2,3	2,0
2002	16,6	12,4	2,3	2,0
2003	16,1	12,1	2,0	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
človek Sv
človek.mSv
Bq bekerel
MBq megabekerel = 10^6 Bq
GBq gigabekerel = 10^9 Bq
TBq terabekerel = 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), iz podatkov, ki jih spremlja URSJV in Agencije za radioaktivne odpadke (ARAO).

Definicije

Definicije so povzete iz Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV - Ur. l. RS št. 102/04), Zakona o ratifikaciji Skupne konvencije o varnosti ravnanja z izrabljenim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki (MKVIGRO – Ur. l. RS št. 7/99) in internetnih strani http://www.geocities.com/baccio_slo/zapiski/varstvo_pred_sevanjem.htm, 26.9.2002, 10:00; <http://www.icjt.org>, 9.1.2004, 8:00; <http://www.gov.si/arao>, 26.12.2004, 12:40).

Radioaktivnost je naravni pojav, pri katerem nekatera jedra atoma razpadejo. Ob tem sproščajo energijo v obliki elektromagnetnega valovanja ali delcev. To s skupnim imenom imenujemo radioaktivni žarki ali radioaktivno sevanje. Radioaktivnost merimo s številom razpadlih jeder njenih atomov v časovni enoti. To količino imenujemo aktivnost. Enota za aktivnost je bekerel (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 sestavljata 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 jo prejme posamezno tkivo, organ ali telo človeka. Doze so ekvivalentne in

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
man Sv
man.mSv
Bq becquerel
MBq megabecquerel = 10^6 Bq
GBq gigabecquerel = 10^9 Bq
TBq terabecquerel = 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 releases into the environment.

Data source

The data were summarised from the annual reports of the Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA), from data which are collected by the SNSA and Agency for Radwaste Management (ARAO).

Definitions

Definitions are taken over from the Act on Ionising Radiation Protection and Nuclear Safety (ZVISJV – OJ RS, no. 102/04), Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management (OJ RS, no. 7/99) and Internet pages (http://www.geocities.com/baccio_slo/zapiski/varstvo_pred_sevanjem.htm, 26.9.2002, 10:00; <http://www.icjt.org>, 9.1.2004, 8:00; <http://www.gov.si/arao>, 26.12.2004, 12:40).

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 number 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 is a measure for the amount of energy of ionising radiation which a specific tissue, organ or the human body has received. Doses are either



efektivne. **Ekvivalentna doza** je merilo za različne učinke oziroma za nastanek učinkov, ki jih ima posamezna vrsta ionizirajočih sevanj na posamezno tkivo ali organ, **efektivna doza** pa izraža verjetnost škode za zdravje ljudi, ki nastane zaradi izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem. Izračuna se jo kot vsota uteženih ekvivalentnih doz za posamezna tkiva ali organe. Dozo izražamo v siverth (Sv). Ker je 1 Sv precej velika enota, uporabljamo za doze, s katerimi imamo običajno opravka pri obsevanosti delavcev, tisočkrat manjšo enoto milisievert ($1\text{mSv} = 1/1000\text{ Sv}$), izpostavljenost pri posamezniku med prebivalstvom pa se navadno meri v enotah mikrosieverth ($1\mu\text{Sv} = 1/1000\text{ mSv}$). Naravno ozadje se giblje od 1 do 3 mSv/leto.

Kolektivna efektivna doza je vsota vseh individualnih efektivnih doz, ki jih prejme neka skupina ljudi. Enota je Sv na osebo (človekSv).

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

Notranje obsevanje je izpostavljenost, do katere pride, če s hrano, z zrakom ali skozi kožo vnesemo v telo radioaktivne snovi (inhalacija in ingestija). Zlasti nevarno je sevanje alfa in beta, saj ima majhno prodornost, vendar lokalno povzroči veliko škodo na živih celicah. **Zunanje sevanje** je sevanje iz zunanjih virov (zunaj telesa).

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 izpust pomeni načrtovano in nadzirano izpuščanje tekočega ali plinastega radioaktivnega materiala v okolje iz jedrskih objektov.

KOMENTAR

1 IZPOSTAVLJENOST IONIZIRAJOČEMU SEVANJU

1.1 Poklicna izpostavljenost delavcev sevanju

Leta 2001 je v Sloveniji delalo skupno 4 455 oseb, leta 2002 skupno 4 386 oseb, v letu 2003 pa skupno 4 358 oseb, ki so bile poklicno izpostavljene ionizirajočemu sevanju.

Najvišje letne doze prejemajo delavci v zdravstvu (nuklearna medicina in brahiterapija na Onkološkem inštitutu), in sicer več kot 2 mSv na leto, najmanj pa so obremenjeni delavci v procesni tehniki v industriji in v zobozdravstvu, in sicer 0,1 mSv na leto in manj. Povprečna letna doza na delavca, ki je poklicno izpostavljen sevanju, je v Sloveniji v letu 2001 znašala 0,52 mSv, v letu 2002 0,27 mSv, v letu 2003 pa 0,34 mSv.

Med zdravstvenimi delavci v Sloveniji prejmejo najvišjo kolektivno efektivno dozo delavci pri diagnostičnih posegih v zdravstvu (okrog 0,5 človek Sv), v industriji pa je največ prejme skupina, ki izvaja industrijsko radiografijo (blizu 0,1 človek Sv). Najvišjo kolektivno efektivno dozo v državi prejmejo delavci v Jedrski elektrarni Krško (JEK): v letu 2002 je bila kolektivna efektivna doza 0,58 človek Sv, v letu 2003 pa le še 0,79 človek Sv. Upoštevali smo delavce, ki so zaposleni v JEK (notranji delavci), in zunanje delavce, ki sodelujejo pri remontih.

equivalent or effective. An **equivalent dose** is a measure for the various effects that a specific type of ionising radiation has on a particular tissue or organ, while an **effective dose** denotes the probability 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). Because 1 Sv is a very large dose, for usual doses received by the radiation workers a thousand times smaller unit called millisievert is used (i.e. $1\text{mSv} = 1/1000\text{ Sv}$). Exposure of the population is usually measured in microsievert (i.e. $1\mu\text{Sv} = 1/1000\text{ mSv}$). The annual dose received from the natural background is 1–3 mSv/year.

Collective effective dose is the sum of individual effective doses received by a certain group of people. The unit is Sv per person (manSv).

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 exposure 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 radiation from external sources (out of body).

Radioactive contamination is 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 emission is planned and controlled release of liquid or gaseous material into the environment from regulated nuclear facilities.

COMMENT

1 EXPOSURE TO IONISING RADIATION

1.1 Occupational exposure of radiation workers

In 2001, 4,455 persons were occupationally exposed to radioactive (ionising) radiation. In 2002 their number grew to 4,386 while in 2003 the number fell to 4,358.

The highest annual doses were received by workers in medicine (nuclear medicine and brachytherapy at the Oncological Institute), i.e. more than 2 mSv, and the lowest occupational exposures were recorded in processing technique in industry and in dental radiology, i.e. 0.1 mSv and less. In 2001, the average annual dose of occupationally exposed worker in Slovenia was 0.52 mSv, in 2002 it was 0.27 mSv and in 2003 it was 0.34 mSv.

In Slovenia, in medicine the highest collective effective dose belongs to radiation workers dealing with diagnostic examinations in medicine (about 0.5 man Sv) and in industry to the group of industrial radiography (nearly 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 2002 it was 0.58 man Sv, and in 2003 it decreased to 0.79 man Sv. By workers we included workers in Krško NPP (inside workers) and outside workers, who participated at overhauls.



1.2 Obsevalna obremenitev prebivalstva zaradi radioaktivne kontaminacije okolja

Naše okolje je kontaminirano z radioaktivnimi snovmi zaradi intenzivnih zračnih jedrskih poskusov v preteklih desetletjih (v petdesetih do osemdesetih letih), večinoma pa zaradi jedrske nesreče v Černobilu (1986).

Letna ekvivalentna doza, ki jo prejmemo zaradi te splošne (globalne) radioaktivne kontaminacije okolja, znaša v Sloveniji okrog 10 μ Sv. Ta izpostavljenost je precej manjša od izpostavljenosti virom naravnega sevanja; ta namreč znaša v naših krajih okrog 2,4–2,8 mSv na leto. Največji delež sevanja iz naravnega okolja prispeva plin radon.

Obratovanje jedrskih objektov v Sloveniji ne povzroča velike izpostavljenosti sevanja prebivalcem, ki živijo v njihovi neposredni okolici. Povprečni letni dozni prispevek JEK 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 od njiju manj kot 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 leta 2002 pa 0,23 mSv.

2 RADIOAKTIVNI IZPUSTI V OKOLJE

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

2.1 Tekočinski izpusti

Jedrska elektrarna Krško – JEK

V tekočinskih radioaktivnih izpustih iz nuklearne elektrarne odpade največji delež aktivnosti na radioaktivni izotop vodika, to je na tritij (H-3). Aktivnost tritija je v letu 2001 znašala 7,8 TBq, v letu 2002 13,3 TBq, v letu 2003 pa 10,3 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 Cs-137 je v letih od 2001 do 2003 rahlo upadala; podobno je opaziti tudi pri Co-60 (od 0,4 GBq do 0,1 GBq). Mejne vrednosti izpustov radioaktivnih snovi v okolico so določene z odločbo Republiškega energetskega inšpektorata (1984). JEK izpušča tekoče odpadne snovi v Savo v zelo majhnih količinah, saj njihova skupna aktivnost doseže le nekaj odstotkov dovoljene vrednosti.

Rudnik Žirovski Vrh – RŽV

Čeprav je nekdanji rudnik urana od leta 1990 dalje 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 vseh izpustih iz jalovišč jamske izkopsnine, jalovišča hidrometalurške jalovine in iz rudniške jame. Aktivnost tekočinskih emisij v zadnjih letih zaradi sanacijskih del polagoma upada.

2.2 Plinasti izpusti

Jedrska elektrarna Krško – JEK

Plinasti izpusti iz JEK izhajajo v okolje skozi ventilacijski dimnik in preko odzračevalnika kondenzatorja v sekundarnem krogu. Radiološki monitoriji v obeh izpustih nepretrgano merijo in nadzirajo koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov. V plinastih izpustih prevladujejo po aktivnosti

1.2 Radiation exposure of the population due to radioactive contamination of the environment

Our environment is contaminated with radioactive substances because of numerous atmospheric nuclear bomb tests in the past decades (from the 1950s to the 1980s) 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 2.4–2.8 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 of them less than 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.

2 RADIOACTIVE RELEASES INTO THE ENVIRONMENT

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

2.1 Liquid releases

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 2001 the activity of tritium was 7.8 TBq, in 2002 it was 13.3 TBq and in 2003 it was 10.3 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 Cs-137 was slightly decrease in 2001–2003, the same was seen also of Co-60 (between 0.1 and 0.4 GBq). The limit values of the radioactive releases into the environment are determined by the National Energy Inspectorate (1984). The Krško NPP releases liquid waste substances into the Sava river in very small quantities and their common activity is only a few percent of the limit value.

The Žirovski Vrh Uranium Mine - ŽVUM

Although the former uranium mine has been in a closing phase since 1990, radioactive releases have been continuously monitored. The monitoring programme involves measurements of uranium and Ra-226 concentrations in all liquid releases (in Bq/m³) and their total annual released activities as well (in Bq/year) from waste rock piles, from the tailings pile and from the mine. In recent years the activity of the liquid emissions has been falling because of rehabilitation works.

2.2 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

izotopi žlahtnih plinov kriptonu in ksenonu (Kr in Xe), ter H-3, C-14 in I-131. Izpuščena aktivnost H-3 v letih 2002–2003 je bila stalna (1,2 TBq). Prav tako se ni spreminjala aktivnost C-14 (0,1 TBq). Izpuščena aktivnost pri žlahtnih plinih je bila v letu 2003 (0,1 TBq), to je enako kot v letu 2001. Izpuščena aktivnost joda I-131 je bila v letih od 2001 do 2003 v intervalih od 0,13 MBq do 0,21 MBq.

Rudnik Žirovski Vrh – RŽV

Glavni viri zračnih emisij plina radona (Rn-222) iz nekdanjega RŽV so jamski podkopi in zračilni jaški, jalovišča jamske izkopsnine (Jazbec idr.) in jalovišče hidrometalurške jalovine (Boršt). Aktivnost plinastih izpustov je bila ocenjena leta 2001 na 9,4 TBq, v letu 2002 na 16,6 TBq, v letu 2003 pa na 16,1 TBq. Večanje emisij v zadnjih dveh letih je bilo posledica prezračevanja jame.

Raziskovalni reaktor TRIGA MARK II – Reaktor TRIGA MARK II

Glavni plinski izpust raziskovalnega reaktorja predstavljajo emisije žlahtnega plina argona (Ar-41). Letna emisija je bila ocenjena na 0,9 TBq. V letu 2003 se ni spreminjala.

Centralno skladišče radioaktivnih odpadkov - CSRAO

Iz začasnega centralnega skladišča nizko- in srednjeaktivnih radioaktivnih odpadkov v Brinju stalno izhaja v ozračje žlahtni plin radon (Rn-222). Ta pretežno nastaja in izhaja iz odloženih radioaktivnih snovi, ki vsebujejo radij (Ra-226). Letna emisija radona je bila v letu 2003 ocenjena na 2,3 GBq.

Objavljanje podatkov

Letno:

- Statistične informacije.

points. 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 H-3 (1.2 TBq) and C-14 (0.1 TBq) was constant in 2002-2003. The activity of the noble gases was in 2003 the same as in 2001 (0.1 TBq). The activity of iodine I-131 was between 0.13 MBq and 0.21 MBq.

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 9.4 TBq in 2001, 16.6 TBq in 2002 and 16.1 TBq in 2003.

The research reactor TRIGA MARK II – TRIGA MARK II reactor

The noble gas argon (Ar-41) is the main source of gaseous emissions from the research reactor. The annual emission was estimated at 0.9 TBq and it did not change in 2003.

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). The annual emissions Radon was 2.3 GBq in 2003.

Publishing

Yearly:

- Rapid Reports.

Sestavila / Prepared by: Metka Pograjc, dr. Milko Križman (URSJV)

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 - Naklada 132 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 - Total print run 132 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.