

**POROČILO IJS O RAZISKOVALNI NALOZI  
ZA LETO 1977**

**Naslov: UGOTAVLJANJE RADIOAKTIVNOSTI VOD GLEDE NA  
UVAJANJE JEDRSKE ENERGETIKE V SR SLOVENIJI**

**IJS-**

**Štev. pogodbe: 106/5021-77**

**Nosilec: dr. Ivan Kobal**

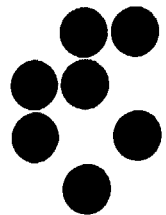
**Sodelavci: mgr. M. Mihailović, ing. M. Škofljanec,  
dr. L. Žlebnič, ing. F. Drobne**

**Področje RSS: PRS za energetiko**

**Ljubljana, december 1977**

**univerza v Ljubljani**

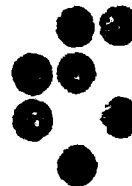
**institut "jožef stefan" ljubljana, jugoslavija**



We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

univerza v ljubljani

institut "jožef stefan" ljubijana, jugoslavija



Oddetek

Odssek: za zaščito pred sevanji

**POROČILO O RAZISKOVALNI NALOGI ZA LETO 1977**

**Naslov: UGOTAVLJANJE RADIOAKTIVNOSTI VOD GLEDE NA UVAJANJE  
JEDRSKE ENERGETIKE V SR SLOVENIJI**

Št. pogodbe: 106-5021/77

Nosilec: dr. Ivan Kobal

Sodelavci: mgr. Mirjana Mihailovič, ing. Miro Škofljanec,  
dr. Ljubo Žlebnik, ing. France Drobne

Področje RSS: Energetike

Število izvodov in prejemniki: 5 izvodov

Dokumenti, ki sestavljajo poročilo:

Vodja odseka:

dr. Ivan Kobal

*I. Kobal*

Nosilec naloge:

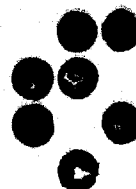
dr. Ivan Kobal

*I. Kobal*

Raziskavo je financirala RSS

univerza v ljubljani

institut "jožef stefan" ljubljana, jugoslavija



**POVZETEK RAZISKOVALNE NALOGE**

**Naslov: UGOTOVLJANJE RADIKATIVNOSTI VOD GLEDE NA UVAJALJE  
JEDRSKE ENERGETIKE V SR SLOVENIJI**

**Štev. pogodbe: 106-5021/77**

**Nosilec: dr. Ivan K o b a l**

**Sodelovci: mgr. Mirjana Mihailović, ing. Miro Škofljanec,  
dr. Ljubo Žlebnik, ing. France Drobne**

**Financirajo: NRS Energetika**

**Raziskavo je financirala NRS**

## POVZETEK POROČILA

V okviru naloge "Ugotavljanje radioaktivnosti vod glede na uvajanje jedrske energetike v SR Sloveniji" smo določali radioaktivnost

- vod v območju Žirovskega vrha
- Save v Šentjakoba pri Ljubljani in Krškem
- Save in nekaterih njenih pritokov v Zasavju
- padavin na petih meteoroloških postajah na Triaškem Krasu.

Radon smo v vodah določali z izpihovanjem radona v alfa scintilacijske celice, radij po sorpcijsko-emanacijski metodi, celokupno aktivnost beta s štetjem suhega ostanka vzorca volumna 1 litra na števec za merjenje nizkih aktivnosti beta, uran smo določali fluorimetrično in z aktivacijsko analizo, kalij z atomsko absorpcijo, medtem ko so nam analize na tritij opravljali v Centru za uporabo radioizotopov v gospodarstvu SR Makedonije v Skoplju.

Meritve so pokazale, da je Brebovščica vzdolž celotnega svojega toka že zaznavno onesnažena z radioaktivnimi komponentami, ki jih prinaša vanjo jamska voda iz rudnika urane Žirovski vrh. Onesnaženje je v Poljanski Sori komaj opazno, oziroma je v mejah eksperimentalnih napak.

Radioaktivnost Save je sorazmerno nizka, čeprav je na nekaterih mestih nekoliko povečana, morda na račun nekaterih industrijskih obratov, ki uporabljajo surovine s povečano vsebnostjo urana. Vendar to zaenkrat še ni neizpodbitno dokazano.

IJS Delovno poročilo DP-1387  
december 1977

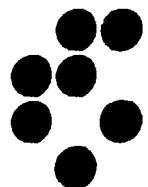
**UGOTAVLJANJE RADIOAKTIVNOSTI VOD GLEDE NA  
UVAJANJE JEDRSKE ENERGETIKE V SR SLOVENIJI**

**I. Kobal**

univerza v ljubljani

**institut "jožef stefan" ljubljana, jugoslavija**

10/77



## U V O D

Naloga z naslovom "Ugotavljanje radioaktivnosti vod glede na uvajanje jedrske energetike v SR Sloveniji", ki smo jo opravili v letu 1977, je nadaljevanje raziskav odseka za zaščito pred sevanji IJS iz prejšnjih let. Namen teh raziskav je ugotoviti naravno radioaktivno ozadje vod (Kn, Ra, U, beta) v SR Sloveniji pred začetkom obratovanja rudnika urana in obrata za predelavo urana v Žirovskem vrhu ter jedrske elektrarne v Krškem. Zato so bile naše raziskave v letih 1976 in 1977 predvsem osredotočene na področje Žirovskega vrha in na reke Brebovščico, Poljansko Soro in Savo, torej na tiste vode, za katere lahko v bližnji prihodnosti pričakujemo povečanje radioaktivnosti zaradi obratovanja zgoraj omenjenih jedrskih obratov.

Kazen v območju Žirovskega vrha (v okviru rednega nadzora onesnaženja Brebovščice in Poljanske Sore z jamsko vodo) so bili vsi odvzemi v preteklosti enkratni. Da bi ugotovili, kako se koncentracije določenih komponent lahko spreminjajo s časom, smo te komponente določali v sestavljenih 10-dnevnih vzorcih reke Save v Sentjakobu pri Ljubljani ter v Krškem.

Meritve iz prejšnjih let so pokazale, da je vpliv jamske vode iz rudnika urana Žirovski vrh na površinske vode zaenkrat še lokalnega značaja: v Brebovščici smo opazili zaznavno povečanje radioaktivnosti, medtem ko je povečanje radioaktivnosti v Poljanski Sori neopazno, oziroma je v območju eksperimentalnih napak. Da bi ugotovili, do kje to onesnaženje seže, smo analizirali vzorce Brebovščice vzdolž njenega toka do izliva v Poljansko Soro.

Meritve, ki jih je pred leti opravljal Zavod SRŠ za varstvo pri delu, so pokazale občasno povečanje aktivnosti

alfa v reki Savi v okolici Krškega. To povečanje bi lahko bilo na račun urana v premogih Zasavskih premogovnikov ali pa na račun urana v fosfatih, ki jih predeluje v Kemični tovarni Hrastnik. Zato smo v tem področju opravili enkratno odvzem vzorcev vod, da bi odkrili vzrok povečani radioaktivnosti.

Ker nameravamo v naslednjem letu preiskati vode na območju Triškega krasa, kjer bo poleg zgoraj omenjenih radioaktivnih komponent zlasti poseben tritij, smo v okviru letošnje naloge pričeli z zbiranjem deževnice na tem območju. Znano je naareč, da so podatki o tritiju v podtalnici reprezentativni le, če imamo na voljo tudi podatke o tritiju v padavinah. Podatki o celokupni aktivnosti beta v padavinah so tako zbrani že v letošnjem poročilu.

Letošnje poročilo tako vsebuje rezultate naslednjih raziskav:

- Rn-222, Ra-226, naravni uran in celokupno aktivnost beta v mesečnih vzorcih naslednjih vod: jamske vode iz rudnika urana v Žirovskem vrhu, Brebovščice pred pritokom jamske vode in za pritokom jamske vode ter Poljanske Sore v Gorenji vasi in v Poljanah
- Rn-222, Ra-226, naravni uran, K-40 in celokupno aktivnost beta Brebovščice vzdolž njenega toka od rudnika urana Žirovski vrh do izlita v Poljansko Soro (dva odvzema)
- Ra-226, celokupno aktivnost beta, in K-40 v reki Savi v Šentjakobu pri Ljubljani in v Krškem; vsakodnevno zbiranje vzorcev in analiza sestavljenega 10-dnevnega vzorca
- Rn-222, Ra-226, naravni uran, celokupno aktivnost beta v Savi in nekaterih njenih pritokih v območju Hrastnika.



- celokupna aktivnost beta v delevnici na območju Tržaškega kroga: zbiranje vzorcev 14 dni na naslednjih meteoroloških postajah: Senožeče, Cpatje selo, Bilje, Branik, Nova Gorica.

#### ANALIZNE METODE

Vzorci smo dovažali v laboratorij, in sicer za določanje radona v posebnih steklenih posodah, za ostale določitve pa v polietilenskih posodah, iz katerih smo v laboratoriju odtočili vzorce za radij, celokupno beta aktivnost, naravni uran in kalij. Vzorce za radij smo v laboratoriju nakisali na pH 2.

Radon smo iz vzorcev vod izpihali s dušikom, ga osušili s koncentrirano  $H_2SO_4$ , ga odložili od nosilnega plina-dušika v pasti, ohlajeni s tekočim dušikom in ga napolnili (1) v scintilacijsko celico (2) za merjenje radona na števcu za merjenje aktivnosti alfa. Spodnja meja določitve je okrog 1 pCi/l z eksperimentalno napako okrog 10 %.

Radij smo določali po sorpcijsko-emanacijski metodi (3), tako da smo ga najprej koncentrirali iz večjega vzorca (15 do 20 litrov) s sorpcijo na kationskem izmenjalcu in nato določili radon, ki je v nekaj dneh (3-10) nastal z radioaktivnim razpadom tega radija. Spodnja meja določitve je 0,01 pCi z eksperimentalno napako okrog 20 %.

Celokupno aktivnost beta smo merili s štetjem suhega ostanka 1 litra vzorca vode, žarjenega pri  $450^{\circ}C$ , na anti-koincidenčnem števcu za merjenje nizkih aktivnosti beta. Spodnja meja določitve je bila okrog 0,5 pCi/l, eksperimentalna napaka pa okrog 20 %.

Uran smo v vodah z območja Žirovskega vrha (razen Brebovsčice vzdolž njezega toka) določali fluorimetrično v sušini, ki je ostala od meritev aktivnosti beta. Spodnja

meja določitve je bila okrog  $0,1 \mu\text{g/l}$ , eksperimentalna napaka pa do 50 %. Zato smo v vseh drugih primerih določali uran z aktivacijsko analizo (4), katere meja določitve je nekaj  $\mu\text{g/l}$  pri eksperimentalni napaki pod 5 %.

K-40 smo določali z merjenjem celokupnega kalija z atomsko-apsorpcijsko spektroskopijo, upoštevajoč, da je v kaliju 0,0117 atonskih % K-40. Spodnja meja določitve je bila  $0,01 \mu\text{g/ml}$  pri eksperimentalni napaki okrog 5 %.

### VZORČEVALNA MESTA

Na sliki 1 je podan shematski prikaz vzorčevalnih mest jamske vode iz rudnika urana na koti H-430, Brebovščice pred pritokom jamske vode (pri mostu čez Brebovščico ob vhodu v rudnik), Brebovščice za sotočjem z jamsko vodo (pri mostu v Todražu, pred pritokom Kreneniškega potoka iz Fotoške grape), Poljanske Sore v Gorenji vasi (pod mostom) ter Poljanske Sore v Poljanah (okrog 20 m pred mostom). Rezultati meritev so za leto 1977 zbrani v tabeli 1. Podane so tudi povprečne letne vrednosti posameznih komponent.

Slika 2 prikazuje razpored mest na Brebovščici, kjer smo vodo analizirali dvakrat. Rezultati meritev so zbrani v tabeli 2.

Savo smo v Šentjakobu vzorčevali ob mostu, v Krški pa prav tako ob mostu. Vzorce smo jemali v polietilenske posode prostornine 2 litra in jih zbirali v polietilenskih posodah prostornine 20 litrov. Po 10 odvzemih smo vzorec premešali in ga razdelili na analize ne radij, celokupno beta aktivnost, K-40 in tritij. Rezultati analiz so zbrani v tabeli 3.

Slika 4 prikazuje vzorčevalna mesta na Savi in njenih pritokih, na katerih smo vzeli enkratne vzorce, da bi

odkrili, če je povečana aktivnost alfa v reki Savi moria na račun urana v premogih ali fosfatih, ki jih v tem območju pridobivajo osiroma predelujejo.

Rezultati analiz so zbrani v tabeli 4.

Meteorološki zavod Ljubljana nam je dovolil, da smo v okviru meteoroloških postaj v Senožečah, Opatjem selu, Biljah, Braniku in Novi Gorici postavili lovilne ližake za deževnico. Deževnico smo zbirali 14 dni v polietilenske posode prostornine 50 litrov in v 14-dnevnem vzorcu določili celokupno aktivnost beta. Podatki meritev so zbrani v tabeli 5. Naslednje leto bodo vključeni tudi podatki tritija.

#### OCENA REZULTATOV

Meritve radioaktivnosti jamske vode iz rudnika urana Žirovski vrh, Brebovščice in Poljanske Sore smo opravili v okviru programa rednih mesečnih meritev radioaktivnosti v rudniku urana Žirovski vrh, ki jih je financiral Geološki zavod Ljubljana. Iz Tabele 1. predvsem pa iz letnih povprečnih vrednosti za obdobje od januarja do novembra 1977 na dnu tabele, je razvidno, da dotok jamske vode iz rudnika urana poveča radioaktivnost Brebovščice. To povečanje je zaznavno (čeprav v okviru dovoljenih maksimalnih koncentracij, ki so za radij 4 pCi/l, za celokupno aktivnost beta 10 pCi/l ter za naravni uran 60 µg/l) le v Brebovščici, medtem ko je v Poljanski Sori v okviru eksperimentalnih napak.

Da bi natančneje ugotovili doseg radioaktivnega onesnaženja Brebovščice zaradi jamske vode smo Brebovščico vzorčevali vzdolž njenega toka do izliva v Poljansko Soro. Rezultati analiz so zbrani v Tabeli 2. Iz tabele je razvidno, kar smo pričakovali, da se koncentracija radona v jamski vodi hitro zmanjšuje vzdolž njenega toka. Prvo odzemno mesto je namreč bilo ob izteku iz rudnika na koti H-430, drugo vzorčevalno mesto je bilo ob cevi, ko jamska voda priteče izpod jalovišča, medtem ko je bilo tretje vzorčevalno mesto neposredno pred zlitjem v Brebovščico.

Gornja ugotovitev pa nikakor ne velja za radij, uran in aktivnost beta, čeprav smo pričakovali, da bo prišlo do posedanja in adsorpcije teh komponent bodisi na stene cevi ali na pesku struge. Razlog temu je verjetno še zasedena aktivna površina.

Prav tako ne moremo na osnovi analize samo dveh odveznov teh vzorcev povsem zanesljivo dokazati, ali se koncentracije teh treh komponent vzdolž toka Brebovčice zmanjšujejo. Na prvi pogled lahko le zaključimo, da se koncentracije ne zmanjšajo, oziroma da je to zmanjšanje v mejah eksperimentalnih napak.

Is Tabele 3 je razvidno, da so povprečne vrednosti za celokupno aktivnost beta reke Save v Šentjakobu pri Ljubljani praktično enaki, medtem ko je povprečna koncentracija radija v Krški večja. Iz tega smo sklepali, da so med Ljubljano in Krško aktivnosti, ki lahko povečajo koncentracije radija v Savi.

Razlike v koncentracijah radija in celokupne aktivnosti beta v Savi, nekaterih njenih pritokov v Zasevju, ki jih vidimo v Tabeli 4, so večje, kot bi jih sicer pričakovali glede na Tabelo 3. Zato je bil morda naš sum, da je Save onesnažena z radioaktivnimi snovmi, ki se pojavljajo pri konvencionalnih, nejedrskih, industrijskih उपreviden. Zato bo v prihodnosti, pred začetkom obratovanja rudnika urana v Zirovskem vrhu in jedrske elektrarne v Krški, prva naloga, odkriti konvencionalne vire radioaktivnega onesnaženja. V ta namen bo predvsem potrebno izboljšati in dopolniti merilno tehniko, tako pri odvzemu, transportu in hranjenju, kakor tudi pri analizi vzorcev. Posebno skrb bo potrebno posvetiti filtriranju in fiksiranju vzorcev, ker bo edino točno definiranje

vzorca omogočilo primerjavo rezultatov za različne vzorce.

V tabeli 5 so zbrani podatki o celokupni aktivnosti beta v deževnici na petih meteoroloških postajah na Tršaškem Krasu. Iz teh podatkov zasnokrat lahko smo ocenimo časovno nihanje aktivnosti in vidimo, da je aktivnost istega velikostnega razreda, kot v padavinah v Ljubljani v istem časovnem obdobju. Več iz teh podatkov bo možno dobiti, ko bomo imeli tudi rezultate o tritiju v površinskih in podtalnih vodah na tem področju. To pa načrtujemo za naslednje leto.

### ZAKLJUČEK

Kot že prejšnja leta (5, 6, 7) so v SR Sloveniji tudi meritve radioaktivnosti površinskih vod v letu 1977 pokazale, da so koncentracije preiskovanih radioaktivnih komponent sorazmerno nizke, če jih primerjamo z nekaterimi znanimi podatki iz literature (reference v referenci /7/). To nas obvezuje, da smo pri načrtovanju jedrskih energetskih obratov v naši republiki izredno skrbni in bomo zagotovili obratovanje teh naprav ob čim manjši, seveda ekonomsko sprejemljivi dodatni ekološki obremenitvi okolja.

Meritve v letu 1977 so pokazale potrebo po izpopolnitvi merilnih postopkov od odvzema vzorcev do končne analize. Prav tako pa tudi potrebo po večkratnih odvzemih vzorcev oziroma potrebo po ugotavljanju časovnih sprememb koncentracij posameznih radioaktivnih komponent.

Z nadaljnjimi raziskavami bo potrebno zanesljivo ugotoviti konvencionalne industrijske vire radioaktivnega onesnaženja površinskih voda.

LITERATURA

- (1) I. Kobal, J. Kristan, Radiochem. Radionucl. Lett. 1972, 10, 291
- (2) J. Kristan, I. Kobal, Health Phys. 1973, 24, 105
- (3) I. Kobal in drugi, ibid. 1974, 27, 281
- (4) M. Dermelj in drugi, v tisku
- (5) I. Kobal, IJS delovno poročilo, DP 663, 1973
- (6) I. Kobal, ibid. DP 903, 1975
- (7) I. Kobal, ibid. DP 1090 1976

Tabela 1: Nasledovanje vpliva jamske vode iz rudnika urana  
V žirovskem vrhu na Brebovščico in Poljansko Soro

| Datum | Voda             | Rn<br>(pCi/l) | Ra<br>(pCi/l) | Cel. <sup>238</sup><br>(pCi/l) | Urad.<br>(µg/l) | Urad.<br>(µg/l) |
|-------|------------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|
| 2.2.  | jamska           | 170           | 1.67          | 52.0                           | 167             | 76.2            |
|       | Breb.pred        | 7             | 0.03          | 1.0                            | 0.4             | 68.1            |
|       | Breb.po          | 7             | 0.05          | 2.2                            | 3.1             | 69.6            |
|       | Sora-Gorenja vas | 9             | 0.05          | 1.1                            | 0.3             | 83.1            |
|       | Sora-Poljane     | 0.5           | 0.06          | 1.8                            | 0.3             | 81.9            |
| 23.2. | jamska           | 80            | 3.1           | 47.4                           | 141             | 73.7            |
|       | Breb.pred        | --            | 0.1           | 1.3                            | 0.2             | 63.5            |
|       | Breb.po          | 8             | 0.09          | 2.5                            | 1.8             | 61.8            |
|       | Sora-Gorenja vas | 11            | 0.05          | 1.3                            | 0.2             | 84.3            |
|       | Sora-Poljane     | 1.6           | 0.1           | 2.6                            | 0.5             | 102.2           |
| 22.3. | jamska           | 180           | 1.79          | 37.4                           | 142             | 77.6            |
|       | Breb.pred        | 8             | 0.03          | 0.8                            | 0.2             | 77.5            |
|       | Breb.po          | 5             | 0.21          | 5.4                            | 11              | 110.5           |
|       | Sora-Gorenja vas | 6             | 0.04          | 1.3                            | 0.3             | 91.6            |
|       | Sora-Poljane     | 20            | 0.05          | 1.5                            | 0.7             | 107.3           |
| 19.4  | jamska           | 230           | 5.6           | 68.0                           | 135             | 114.7           |
|       | Breb.pred        | 7             | 0.04          | 1.6                            | 0.3             | 76.9            |
|       | Breb.po          | 4             | 0.14          | 3.4                            | 4.0             | 73.4            |
|       | Sora-Gorenja vas | 8             | 0.10          | 2.0                            | 0.4             | 107.0           |
|       | Sora-Poljane     | 21            | 0.01          | 2.7                            | 0.6             | 117.1           |
| 12.5. | jamska           | 210           | 4.3           | 57.7                           | 150             | 108.1           |
|       | Breb.pred        | 19            | 0.07          | 1.1                            | 0.3             | 95.6            |
|       | Breb.po          | 12            | 0.34          | 4.4                            | 11.4            | 88.0            |
|       | Sora-Gorenja vas | 20            | 0.04          | 1.3                            | 0.2             | 108.2           |
|       | Sora-Poljane     | 25            | 0.03          | 0.9                            | 0.6             | 93.7            |
| 14.6. | jamska           | 55            | 3.3           | 24.3                           | 130             | 80.8            |
|       | Breb.pred        | 3             | 0.07          | 1.0                            | 0.2             | 98.0            |
|       | Breb.po          | 3             | 0.17          | 4.1                            | 2.9             | 93.2            |
|       | Sora-Gorenja vas | 3             | 0.06          | 0.9                            | 0.2             | 115.3           |
|       | Sora-Poljane     | 9             | 0.05          | 1.6                            | 0.3             | 114.7           |

Tabela 1: Nadaljevanje

| Datum  | Voja             | Rn<br>(pCi/l) | Rs<br>(pCi/l) | Cel.β<br>(pCi/l) | Nar.U<br>(μg/l) | Sušina<br>(mg/l) |
|--------|------------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|
| 29.7.  | janska           | 100           | 2,27          | 40,8             | 126,3           | 95,7             |
|        | Breb.pred        | 9             | 0,05          | 1,6              | 0,24            | 75,4             |
|        | Breb.po          | 4             | 0,13          | 4,4              | 4,9             | 68,1             |
|        | Sora-Gorenja vas | 9             | 0,04          | 2,5              | 0,24            | 110,0            |
|        | Sora-Poljane     | 23            | 0,06          | 1,3              | 0,58            | 105,6            |
| 8.8.   | janska           | 270           | 1,48          | 49,1             | 122,42          | 101,6            |
|        | Breb.pred        | 15            | 0,04          | 0,8              | 0,25            | 86,1             |
|        | Breb.po          | 7             | 0,23          | 4,5              | 8,8             | 87,1             |
|        | Sora-Gorenja vas | 12            | 0,07          | 1,3              | 0,64            | 122,6            |
|        | Sora poljane     | 23            | 0,09          | 1,8              | 0,9             | 133,7            |
| 20.9.  | janska           | 140           | 1,74          | 68,4             | 177,5           | 121,6            |
|        | Breb.pred        | 7             | 0,04          | 1,5              | 0,3             | 89,4             |
|        | Breb.po          | 4             | 0,04          | 3,2              | 2,8             | 89,8             |
|        | Sora-Gorenja vas | 10            | 0,08          | 2,1              | 0,4             | 121,5            |
|        | Sora-Poljane     | 11            | 0,05          | 2,5              | 0,7             | 106,8            |
| 11.10. | janska           | 25            | 0,92          | 25,6             | 109,8           | 81,2             |
|        | Breb.pred        | 19            | 0,03          | 1,4              | 0,3             | 103,2            |
|        | Breb.po          | 5             | 0,21          | 4,2              | 8,5             | 98,2             |
|        | Sora-Gorenja vas | 7             | 0,08          | 2,3              | 0,7             | 129,1            |
|        | Sora-Poljane     | 17            | 0,06          | 1,4              | 0,9             | 127,5            |
| 8.11.  | janska           | 230           | 2,54          | 41,4             |                 | 182,0            |
|        | Breb.pred        | 11            | 0,07          | 2,2              |                 | 93,9             |
|        | Breb.po          | 8             | 0,24          | 5,1              |                 | 94,3             |
|        | Sora-Gorenja vas | 10            | 0,05          | 1,9              |                 | 133,6            |
|        | Sora-Poljane     | 25            | 0,53          | 0,3              |                 | 131,0            |

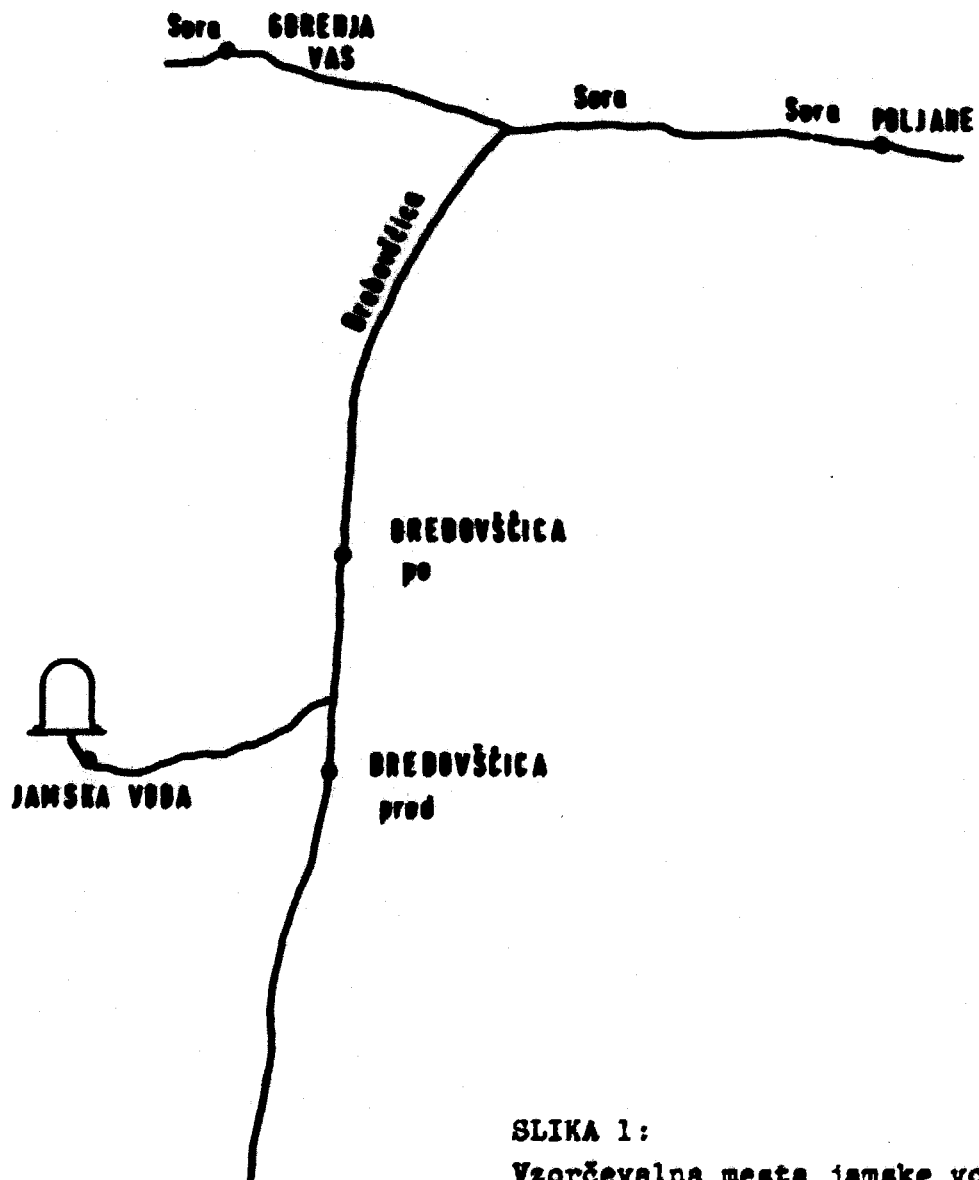


Tabela 1: Nadaljevanje

| Datum | Voda | Rn<br>(pCi/l) | Re<br>(pCi/l) | Cel.β<br>(pCi/l) | Nar.Č<br>(μg/l) | Sušina<br>(mg/l) |
|-------|------|---------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|
|-------|------|---------------|---------------|------------------|-----------------|------------------|

Povprečja od januarja do  
vključno novembra 1977

|                  |       |      |       |       |       |
|------------------|-------|------|-------|-------|-------|
| janska           | 153,4 | 1,28 | 46,56 | 140,1 | 101,5 |
| Breb.pred        | 10,4  | 0,06 | 1,3   | 0,5   | 84,3  |
| Breb.po          | 5,9   | 0,17 | 3,9   | 2,9   | 84,9  |
| Sora-Gorenja vas | 9,6   | 0,06 | 1,6   | 0,35  | 109,8 |
| Sora-Poljane     | 16,0  | 0,06 | 1,7   | 0,6   | 102,5 |



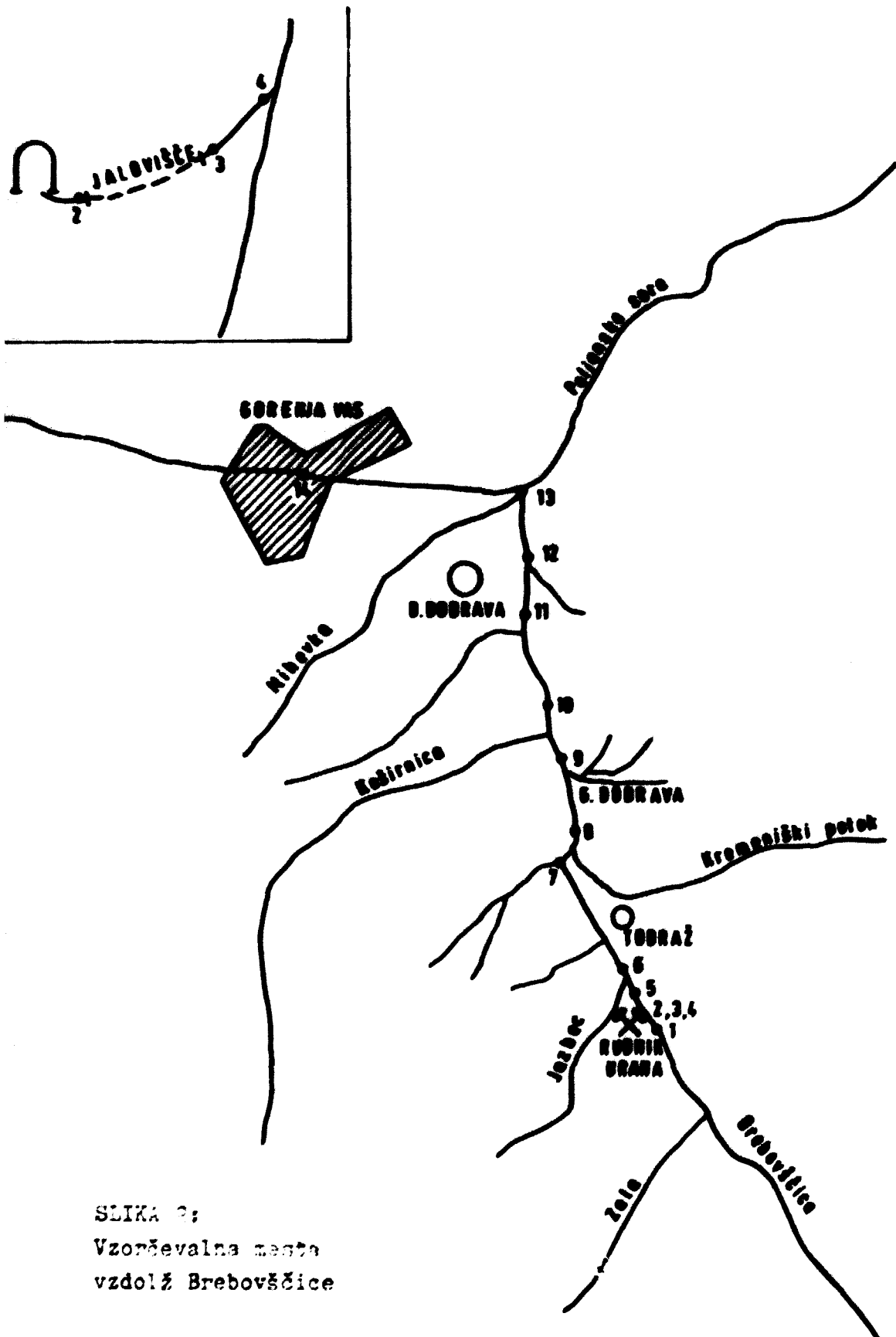
SLIKA 1:  
 Vzorčevalna mesta jamske vode  
 iz rudnika urana Žirovski vrh,  
 Brebovščice in Poljanske Sore

Tabela 2: Radionaktivnost Erebovščice vsdolž njenega toka

| Št. | R <sub>m</sub><br>(pCi/l) | R <sub>a</sub><br>(pCi/l) | cel. β<br>(pCi/l) | nar. U<br>(pCi/l) | Substana<br>(mg/l) | K-40<br>(pCi/l) |       |       |       |      |
|-----|---------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------|-------|-------|------|
|     | 27.9.                     | 8.11.                     | 27.9.             | 8.11.             | 27.9.              | 8.11.           |       |       |       |      |
| 1   | 6,7                       | 11,0                      | 0,06              | 0,07              | 1,3                | 2,2             | 0,14  | 87,0  | 93,9  | 0,36 |
| 2   | 37,8                      | 230,8                     | 1,29              | 2,54              | 32,6               | 41,4            | 203,0 | 86,1  | 182,0 | 3,4  |
| 3   | 1,2                       | 174,4                     | 2,99              | 2,34              | 34,1               | 38,6            | 201,5 | 89,5  | 99,9  | 0,70 |
| 4   | 17,0                      | 53,5                      | 1,44              | 2,64              | 31,4               | 41,0            | 214,0 | 93,2  | 124,9 | 1,26 |
| 5   | 13,8                      | 9,0                       | 0,85              | 0,05              | 2,8                | 4,0             | 9,0   | 87,0  | 97,2  | 0,42 |
| 6   | 10,4                      | 9,5                       | 0,83              | 0,08              | 3,0                | 5,0             | 9,8   | 89,2  | 90,4  | 0,41 |
| 7   | 5,9                       | 7,5                       | 0,55              | 0,24              | 3,6                | 5,1             | 11,6  | 87,7  | 94,2  | 0,45 |
| 8   | 4,3                       | 2,7                       | 0,14              | 0,06              | 2,7                | 4,6             | 10,0  | 71,6  | 87,0  | 0,45 |
| 9   | 1,1                       | 2,6                       | 0,11              | 0,26              | 3,4                | 7,3             | 9,6   | 84,7  | 96,3  | 0,44 |
| 10  | 0,2                       | 2,1                       | 0,15              | 0,26              | 3,0                | 6,0             | 7,8   | 82,1  | 97,1  | 0,44 |
| 11  | 1,9                       | 4,0                       | 0,12              | 0,15              | 4,2                | 4,8             | 8,2   | 83,1  | 95,4  | 0,47 |
| 12  | 56,6                      | 102,1                     | 0,13              | 0,20              | 2,5                | 3,3             | 8,5   | 80,4  | 95,5  | 0,42 |
| 13  | 44,95                     | 92,4                      | 0,10              | 0,34              | 1,7                | 3,3             | 6,3   | 73,7  | 94,5  | 0,45 |
| 14  | 14,2                      | 10,2                      | 0,03              | 0,05              | 1,4                | 1,9             | 0,3   | 105,2 | 133,6 | 0,60 |
| 15  | 29,0                      | 24,7                      | 0,05              | 0,50              | 2,0                | 0,9             | 1,3   | 113,3 | 131,8 | 0,60 |

Opis odzemnih mest k Tabeli 2

1. Brebovščica, pred
2. Jamska
3. Jamska, z jalovišča
4. Jamska, pred izlivom v Brebovščico
5. Brebovščica, pred pritokom Jazbec, desni breg
6. Brebovščica, po pritoku Jazbec, desni breg
7. Brebovščica, pred pritokom Todraž, levi breg
8. Brebovščica, po pritoku Todraž, levi breg
9. Brebovščica, pred pritokom Potočka, G.Dobrava, levi breg
10. Brebovščica, po pritoku Potočka, G.Dobrava, levi breg
11. Brebovščica, po pritoku Potočka, G.Dobrava, desni breg
12. Brebovščica, nad mostom, Dol. Dobrava
13. Brebovščica, pred izlivom
14. Sora, Gor. vas
15. Sora, Poljane



SLIKA 2:  
 Vzorčevalna mesta  
 vzdolž Brebovščice



Tabela 3: Radioaktivnost Save v Šentjakobu pri Ljubljani in v Krškem

| Obdobje     | Ra<br>(pCi/l) |       | cel.<br>(pCi/l) |       | Sušina<br>(mg/l) |       |
|-------------|---------------|-------|-----------------|-------|------------------|-------|
|             | Šentj.        | Krško | Šentj.          | Krško | Šentj.           | Krško |
| 20.4.-30.4. | 0,06          | 0,03  | 0,4             | 0,5   | 160,9            | 171,9 |
| 30.4.- 9.5. | 0,08          | 0,08  | 2,2             | 1,6   | 141,8            | 112,2 |
| 10.5.-19.5. | 0,05          | 0,09  | 3,9             | 1,8   | 131,5            | 131,8 |
| 20.5.-30.5. | 0,13          | 0,06  | 1,2             | 1,3   | 137,3            | 162,7 |
| 30.5.- 9.6. | 0,02          | 0,06  | 1,6             | 1,3   | 136,0            | 190,9 |
| 10.6.-19.6. | 0,02          | 0,20  | 1,5             | 1,5   | 138,3            | 171,8 |
| 20.6.-29.6. | 0,05          | 0,50  | 1,0             | 2,0   | 152,8            | 192,2 |
| 30.6.- 9.7. | 0,05          | 0,13  | 2,0             | 7,7   | 161,2            |       |
| 10.7.-19.7. | 0,04          | 0,40  | 2,1             | 1,6   | 178,7            | 177,2 |
| 21.7.-30.7. | 0,05          | 0,11  | 3,3             | 1,8   | 153,6            | 176,0 |
| 31.7.- 9.8. | 0,04          | 0,07  | 4,1             | 1,7   | 159,5            | 185,0 |
| povprečje   | 0,05          | 0,16  | 2,1             | 2,1   | 150,2            | 167,2 |

Tabela 4: Radioaktivnost Jave v Zasavju

| Št. | Rn<br>(pCi/l) | Ra<br>(pCi/l) | cel.β<br>(pCi/l) | sušina<br>(mg/l) |
|-----|---------------|---------------|------------------|------------------|
| 1   | 6,1           | 0,055         | 4,5              | 179,8            |
| 2   | 2,8           | 0,1           | 5,8              | 420,0            |
| 3   | 4,8           | 0,14          | 5,7              | 272,9            |
| 4   | 26,3          | 1,01          | 0,7              | 2884,4           |
| 5   | 11,8          | 0,71          | 2,6              | 239,9            |
| 6   | 2,6           | 1,0           | 2,2              | 236,4            |
| 7   | 15,3          | 0,05          | 1,2              | 190,7            |
| 8   | 7,5           | 0,13          | 4,3              | 235,5            |
| 9   | 10,3          | 0,08          | 2,0              | 225,3            |
| 10  | 15,7          | 0,06          | 1,4              | 170,7            |



**Opis odvzemnih mest k Tabeli 4**

1. Gabersko 31, pod mostom
2. Trbovlje, pred izlivom v Savo
3. Hrastnik, pred KIH, c. l. maj 38
4. Hrastnik, pred izlivom v Savo
5. Sava Zid. most, nasproti železniške postaje
6. Radeče, pred izlivom v Savo
7. Na Radeči, Jagnjenica I
8. Sava, Krško pri skali
9. Sava, Brežice, nad starim mostom
10. Sava, Brežice

Tabela 5: Celokupna aktivnost beta v deževnici na petih meteoroloških postajah na Krasu

| Datum odvzema | BILJE       |             | BRANIK      |             | NOVA GORICA |             | OFANJE SELO |             | SANOŽEČE    |             |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|               | cel.β PCI/l | sušina mg/l | cel.β PCI/l | sušina mg/l | cel.β PCI/l | sušina mg/l | cel.β PCI/l | sušina mg/l | cel.β PCI/l | sušina mg/l |
| 24.8.         | 15,9        | 6,5         | 15,8        | 10,6        | 17,0        | 4,6         | 32,0        | 4,9         | 21,5        | 4,4         |
| 7.9.          | 12,0        | 12,6        | 10,0        | 16,9        | 21,3        | 15,8        | 10,7        | 12,6        | 13,0        | 17,6        |
| 21.9.         | 28,9        | 14,0        | 19,3        | 21,4        | 26,8        | 22,6        | 11,2        | 15,8        | 13,2        | 41,8        |
| 5.10.         | 83,4        | 41,7        | 71,2        | 167,0       | 34,3        | 54,9        | 60,9        | 44,7        | 169,8       | 107,5       |
| 19.10.        | 59,6        | 33,6        | 56,4        | 130,3       | 51,6        | 37,6        | 42,6        | 14,3        | 56,8        | 25,1        |
| 2.11.         | 28,0        | 10,0        | 17,6        | 52,8        | 20,8        | 17,4        | 22,4        | 11,1        | 30,4        | 13,3        |
| 16.11.        | 42,9        | 24,3        | 17,9        | 44,6        | 23,1        | 32,6        | 67,7        | 30,7        | 24,5        | 22,5        |
| 30.11.        |             |             |             |             |             |             | 25,4        | 28,1        | 21,3        | 23,2        |