

**ZVD**

**LMSAR 101/05-PJ**

**Ljubljana, november 2005**

## **Radioaktivna kontaminacija gozdnega ekosistema v Sloveniji II**



**ZVD ZAVOD ZA VARSTVO PRI DELU D.D., LJUBLJANA**

Center za fizikalne meritve

Št. poročila: **LMSAR-101/2005-PJ**

Laboratorij za merjenje specifičnih aktivnosti radionuklidov

Datum: 14.11.2005

## Radioaktivna kontaminacija gozdnega ekosistema v Sloveniji II

Naročnik / uporabnik (koda):

Ministrstvo za okolje in prostor

Uprava RS za jedrsko varnost

Železna cesta 16

1001 Ljubljana

Lokacija meritev

Pohorje

Kočevski Rog

Trnovski gozd

Dolenjski gozdovi

Bloško notranjski gozdovi

Udinboršt

Številka in datum pogodbe:

2513-05-397070, 20.2.2005

Datum meritve:

april – oktober 2005

Poročilo sestavil:

Peter Jovanovič, inž. fiz.

Poročilo odobril:

Dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.

Poročilo pregledal:

Dr. Gregor Omahen, univ. dipl. fiz.

*Poročilo vsebuje skupaj 45 strani, prilogi A in B in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti*

## Radioaktivna kontaminacija gozdnega ekosistema v Sloveniji

Peter Jovanovič, inž. fiz.

Ključne besede: gozdni ekosistem, kontaminacija,  $^{137}\text{Cs}$

### Povzetek

V obdobju od 1945 do 1980 je bilo opravljenih 423 zračnih jedrskih poskusov, ki so kontaminirali zlasti severno zemeljsko poloblo. Dolgoživa radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  in  $^{90}\text{Sr}$  sta kot posledica tega v okolju prisotna še danes. Ob eksploziji jedrskega reaktorja v Černobilu 26. aprila 1986 je bila v zrak sproščena skupna radioaktivnost  $10^{18}$  Bq. Ena od šestih poti razširjanja radioaktivnega oblaka je zajela tudi naše kraje.

Za geografsko območje raziskave smo izbrali lokacijo na tipičnih gozdnih površinah v Sloveniji, ki so bile v času nezgode različno kontaminirane. Vzorčili smo na gozdnih površinah na Pohorju, v Kočevskem Rogu, dolenjskih gozdovih, bloško notranjskih gozdovih, v Trnovskem gozdu in Udinborštu.

Iz rezultatov meritev je razvidna zelo nehomogena kontaminacija gozdnih površin, obenem pa je opazna dobra korelacija med padavinsko karto v času černobilske nezgode in kontaminacijo gozdnih površin.

Rezultati meritev kažejo, da so gozdne površine približno dvakrat bolj kontaminirane s  $^{137}\text{Cs}$  kot travnate površine, ki se vzorčijo v okviru rednega nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji.

### Abstract

The total radioactivity released after explosion of nuclear reactor in the Chernobyl NPP was in the order of  $10^{18}$  Bq. Approximately 37 % of this radioactive was distributed over Europe. According to the respective meteorological conditions six directions of spreading of radioactive material were defined. Through one of them radioactive material reached Slovenia.

Surface contamination of forest areas in Slovenia from  $\text{Cs}^{137}$  ranged from 3 kBq/m<sup>2</sup> up to 26 kBq/m<sup>2</sup>. Results show nonhomogeneous contamination. Northern and western part of Slovenia are more contaminated than southern part what is in good correlation with amount of rain in time of Chernobyl accident.

**Vsebina**

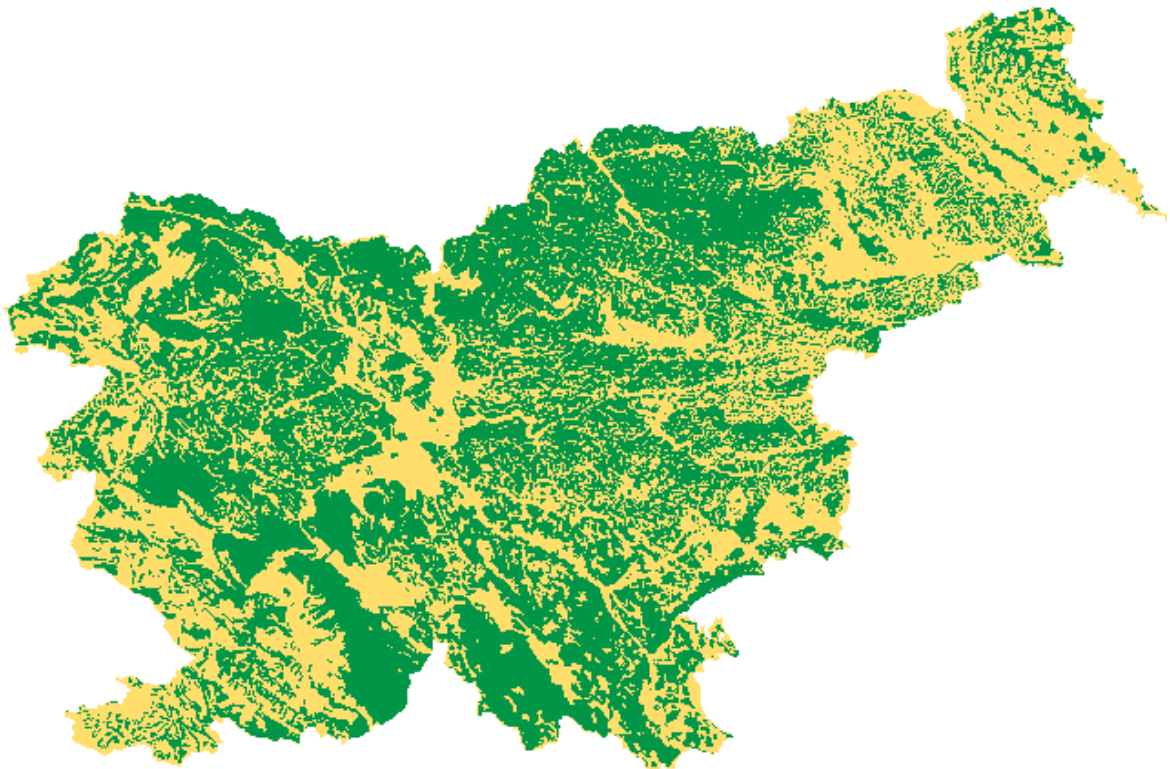
1. Uvod	4
2. Namen in cilji naloge	5
3. Program meritev	6
4. Metodologija vzorčenja in priprave vzorcev	7
4.1. QA/QC	7
4.2. Vzorčenje	7
4.3. Priprava vzorcev	7
5. Metodologija merjenja	12
5.1. Določanje specifičnih aktivnosti sevalcev gama v vzorcih	12
6. Rezultati meritev	12
7. Zaključki	15
8. Reference	16
Priloga A. Izbrane lokacije vzorčenja (slike 15 - 30)	17
Priloga B. Rezultati meritev specifičnih aktivnosti v vzorcih (tabele 4-15)	34



## 1. Uvod

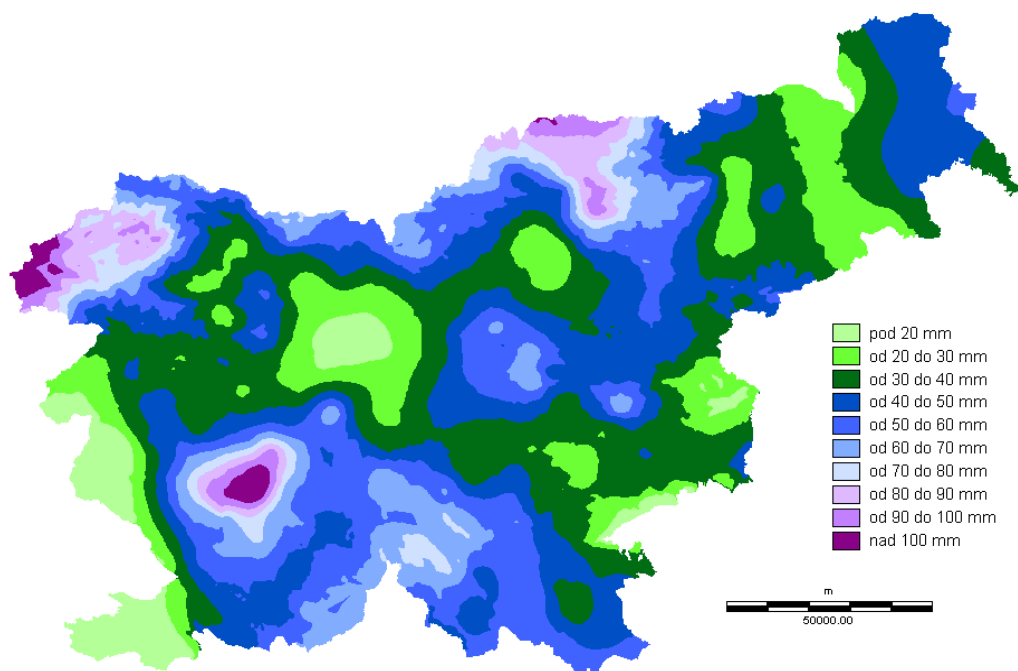
V obdobju od 1945 do 1980 je bilo opravljenih 423 zračnih jedrskih poskusov, ki so kontaminirali zlasti severno zemeljsko poloblo. Dolgoživa radionuklida  $^{137}\text{Cs}$  in  $^{90}\text{Sr}$  sta v okolju prisotna kot posledica tega še danes. Ob eksploziji jedrskega reaktorja v Černobilu 26. aprila 1986 je bila v zrak sproščena skupna radioaktivnost  $10^{18}$  Bq (IAEA 1986), od česar se je približno 37 % radioaktivnega materiala se je razpršilo po Evropi izven tedanje Sovjetske zveze. Ena od šestih poti razširjanja radioaktivnega oblaka je zajela tudi naše kraje (1). Radioaktivni oblak je na svoji poti kontaminiral obdelovalne, travnate in gozdne površine. Daleč najbolj je kontaminirana vrhnja plast tal v gozdu, po eni strani zaradi visoke vsebnosti organskih snovi, na katere se vežeta oba radioaktivna kontaminanta, po drugi strani pa zaradi tega, ker človek ni posegel v obdelovanje površine gozdnih tal. Čeprav zavzemajo gozdne površine preko 50 % ozemlja naše države (slika 1), so podatki o radioaktivnosti v tem ekosistemu prej izjema kot pravilo.

Slika 1. Gozdne površine v Sloveniji



Količina padavin na območju Slovenije v času nezgode je prikazana na sliki 2. Na nekaterih območjih je padlo preko 80 mm padavin na m<sup>2</sup> (2), kar je povzročilo površinsko specifično aktivnost s <sup>137</sup>Cs preko 30 kBq/m<sup>2</sup>.

Slika 2. Padavinska karta v času černobilske nezgode v Sloveniji



Porazdelitev padavin, ki so padle med 8. uro 29. aprila 1986 in 8. uro 16. maja 1986

## 2. Namen in cilji naloge

Namen projektne raziskave je zapolniti vrzel manjkajočih podatkov o radioaktivnosti gozdnega ekosistema v Sloveniji. V raziskavo smo zajeli gozdna tla, travo in praprot, gozdne sadeže (borovnice, gobe) in divjačinsko meso ter določili specifične aktivnosti naravnih radionuklidov ter <sup>137</sup>Cs in <sup>134</sup>Cs v izbranih vzorcih. Vzorčili smo tudi nekatere bio-indikatorje kot so lišaji, mah, smrekove iglice, drevesno lubje in žaganje ter določili vsebnosti naravnih radionuklidov ter <sup>137</sup>Cs v vzorcih.

Osnovni cilj študije je dobiti primerjavo med radioaktivno kontaminacijo v odprtem življenjskem okolju (travniki, polje – podatki so na voljo iz drugih programov monitoringa radioaktivnosti) in kontaminacijo v gozdnih predelih. Na osnovi teh podatkov smo določili dodatno sevalno obremenjenost prebivalcev, ki uživajo gozdne sadeže in meso divjadi iz tega področja.

Za geografsko območje raziskave smo izbrali lokacijo na tipičnih gozdnih površinah v Sloveniji, ki so bile v času nezgode različno kontaminirane. Vzorčili smo na

gozdnih površin na Pohorju, v Kočevskem Rogu, dolenskih gozdovih, bloško notranjskih gozdovih in v Trnovskem gozdu (slika 30).

### 3. Program meritev

Tabela 1. Program meritev

Vrsta vzorca	Število vzorcev in analiz $^{137}\text{Cs}$	
<b>Zemlja – ceveni vzorčevalnik</b>		
0 – 5 cm	5	
5 - 10 cm	5	
10 – 20 cm	5	
<i>Zemlja – lopata</i>		
0 – 10 cm	3	
10 – 20 cm	3	
<b>Trava</b>	5	
<b>Gozdni sadeži</b>		
Borovnice, kostanj	6	
Gobe	15	
<b>Divjačinsko meso</b>	1	
<b>Bioindikatorji</b>		
Lišaj, mah	4	
Igljice, listje	13	
<b>Skupaj</b>	65	

## 4. Metodologija vzorčenja in priprave vzorcev

### 4.1. QA/QC

Metodologija vzorčenja, priprave in izvajanje meritev poteka v skladu s Poslovníkom ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d. o zagotavljanju kakovosti (3) in odobrenimi delovnimi postopki za vzorčenje, pripravo vzorcev in izvajanje meritev specifičnih aktivnosti beta in gama sevalcev v vzorcih iz življenjskega okolja, OP-LMSAR-01, DP-LMSAR-01 do DP-LMSAR-9. Poslovník kakovosti je narejen na podlagi priporočil standardov SIST ISO 9001:2000 in SIST EN ISO/IEC 17025. Na podlagi navedenih standardov zagotavljamo izvajanje kvalitetnega vzorčenja, pripravo vzorcev in izvajanje kvalitetnih meritev specifičnih aktivnosti beta in gama sevalcev v vzorcih iz okolja.

Stalno izvajanje kontrolnih meritev v laboratoriju po definiranih programih, udeležba na interkomparacijskih meritvah doma in v tujini, uporaba standardnih virov radioaktivnosti s certifikati, zagotavljajo kvaliteto meritev, zanesljivost rezultatov in sledljivost do mednarodnih etalonov za merila.

### 4.2. Vzorčenje

Vzorčili smo na listnatih in iglastih gozdnih površinah (slika 3, 4) na Pohorju, v Kočevskem Rogu, v dolenskih gozdovih, v bloško notranjskih gozdovih, v Trnovskem gozdu in Udinborštu (slike 15, Priloga A).

Na Pohorju smo vzorčili na treh lokacijah Ribnica na Pohorju, Rogla in Ledinek. Vzorčili smo zemljo, lišaje, mah, smrekove iglice, listje, kostanj in borovnice.

V gozdovih Kočevskega Roga smo vzorčili na treh lokacijah, Smuka, Podstenice in Kren. Odvzeli smo vzorce zemlje, gob, listja in mahu.

V dolenskih gozdovih smo vzorčili na treh lokacijah, Višnja gora, Mirna peč in Trebnje. Odvzeli smo vzorce zemlje, gob, listja in kostanja.

Na področju bloško notranjskih gozdov smo vzorčili na lokacijah Knežak- Sviščaki, Planina in Sodražica. Odvzeli smo vzorce zemlje, gob, trave, listja in iglic.

Na področju Trnovskega gozda smo vzorčili na lokacijah Čaven in Kalce. Odvzeli smo vzorce zemlje, trave, listja in iglic.

Na področju Udinboršta smo vzorčili gobe, kostanj in borovnice.



Slika 3. Listnati gozd



Slika 4. Iglasti gozd



Zemljo smo vzorčili na dva načina (slika 5, 6) do globine 20 cm na gozdnih humusnih tleh (v plasteh 0 - 5, 5 - 10, 10 - 20 cm) in zemljo/travo na gozdnih jasah na istih lokacijah do globine 20 cm v plasteh od 0 - 10 in 10 - 20 cm.

Slika 5. Vzorčenje zemlje, prva metoda



Slika 6. Vzorčenje zemlje, druga metoda





Pri prvem načinu vzorčenja smo izbrali šestnajst lokacij na površini 100-200 m<sup>2</sup>. Najprej smo odstranili zgornjo plast iglic ali listja in vzorčili zemljo na treh globinah ter tako dobili kompozitni vzorec za določeno globino 0-5 cm, 5-10 cm in 10-20 cm.

Pri drugem načinu smo vzorčili z lopato na površini 20 cm x 20 cm in vzeli dva vzorca, prvega na globini 0-10 cm ter drugega na globini 0-20 cm. Drugi način vzorčenja je bil izbran zaradi primerjave z rezultati meritev specifičnih aktivnosti <sup>137</sup>Cs v tleh v dveh predhodnih nalogah (1,2), kjer se je vzorčilo na tak način.

Vzorce trave in praproti smo vzorčili na gozdnih površinah nekaj 100 m<sup>2</sup> tako da smo na več lokacijah pokosili travo na površini od enega kvadratnega metra do nekaj kvadratnih metrov in dobili kompozitni vzorec.

Lišaj (slika 7), mah (slika 8), listje (slika 9) in suhe smrekove iglice (slika 10) smo vzorčili na tleh pod drevesi tako, da smo pobrali iglice in listje na različnih lokacijah in sestavili kompozitni vzorec.

Na večjih površinah v gozdu smo vzorčili tudi borovnice, kostanj in gobe (slike 10 - 14).

Slika 7. Vzorčenje lišajev



Slika 8. Vzorčenje mahu



Slika 9. Vzorčenje listja



Slika 10. Vzorčenje iglic



Slika 11. Vzorčenje gob



Slika 12. Vzorčenje gob





Slika 13. Vzorčenje gob



Slika 14. Vzorčenje gob



#### 4.3. Priprava vzorcev

Vzorci zemlje pripravimo tako, da iz zemlje najprej odstranimo travo, nato ročno zdrobimo grude zemlje, razprostremo na primerne pladnje in sušimo v sušilniku do 250°C. Nato vzorec zdrobimo v krogličnem mlinu in presejemo skozi sito (2 mm). Tehtamo presejani vzorec.

Travo pripravimo tako, da pred obdelavo vzorcu trave odstranimo zemljo, tehtamo, sušimo pri temperaturi do 250°C, ostanek sežgemo v žarilni peči  $T < 450^{\circ}\text{C}$ .

Priprava in sežig za posamezne vrste vzorcev živil sta različni. Za analizo pripravimo samo tiste dele živil, ki so namenjeni prehrani, ostalo odstranimo. Vzorce živil sušimo v sušilniku do temperature 250°C. Nato vzorce sežigamo tako, da temperaturo žarilne peči postopoma zvišujemo do maksimalne temperature 450°C, dokler se ne upepeli. Pepel v ahatni tarilnici zdrobimo, homogeniziramo in tehtamo. V PVC posodi ga shranimo do analize.

Za analizo mesa potrebujemo najmanj 1-2 kg svežega vzorca mesa. Vzorce pripravimo tako, da odstranimo kožo, vezna tkiva, mastne dele in kosti in nato tehtamo. Narežemo na koščke in sušimo v sušilniku do temperature 250°C. Suhi vzorec prenesemo v izparilnico, žarimo postopno do temperature 450°C, pepel tehtamo in shranimo v PVC posodo.

## 5. Metodologija merjenja

### 5.1. Določanje specifičnih aktivnosti sevalcev gama v vzorcih

Specifične aktivnosti  $^{134}\text{Cs}$  v vzorcih smo določali iz energijskih črt 604.7 keV in 795.8 keV, specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  pa iz energijske črte 661.6 keV.

Izotop urana,  $^{238}\text{U}$ , smo določali iz energijskih črt  $^{234}\text{Th}$ , 63.3 keV in 92.4 keV, izotop radija,  $^{226}\text{Ra}$ , iz energijskih črt  $^{214}\text{Pb}$  in  $^{214}\text{Bi}$ , 295.4 keV, 352 keV in 609.4 keV, ki so v sekularnem ravnovesju s svojimi predhodniki. Izotop svinca  $^{210}\text{Pb}$  smo določali iz energijske črte 46.5 keV. Izotop radija,  $^{228}\text{Ra}$  (torijeva razpadna vrsta), smo določali iz energijske črte aktinija,  $^{228}\text{Ac}$ , z energijo 911.4 keV, ki sta v sekularnem ravnovesju. Izotop torija,  $^{228}\text{Th}$ , smo določali iz energijske črte talija,  $^{208}\text{Tl}$ , z energijo 583 keV, ki sta v sekularnem ravnovesju.

## 6. Rezultati meritev

V tabeli 2 so prikazane vsednosti  $^{137}\text{Cs}$  v  $\text{Bq/m}^2$  v plasteh 0-10 cm, 10-20 cm in 0-20 cm za posamezne lokacije in metode vzorčenja, povprečne vrednosti in vrednosti, preračunane na leto 1986.

Tabela 2. Skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$  (v  $\text{Bq/m}^2$ ) za različne lokacije, globine in metode vzorčenja

Metoda	cevni vzor.	lopata	cevni vzor.	lopata
Lokacija	0-10 cm	0-10 cm	0-20cm	0-20cm
Knežak - Sviščaki	3692	2528	4333	3325
Caven	15011	10560	16962	13899
Ribnica na Pohorju	25743	36996	29593	45332
Kocevski Rog	6632		7645	
Trebnje	4143		4348	
Povprecje	11044	16695	12576	20852
Leto 1986	16740	25305	19062	31606

Največja skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$  po nezgodi v Černobilu v globini od 0-20 cm je bila na lokaciji Ribnica na Pohorju,  $29.6 \text{ kBq/m}^2$  (vzorčeno s cevnim vzorčevalnikom). Na isti lokaciji, vendar vzorčeno z drugo metodo (lopata), je znašala skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$   $45.3 \text{ kBq/m}^2$ ; razlika je nedvomno posledica metode vzorčenja. Visoka je tudi skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$  na lokaciji Čaven – Trnovski gozd, na ostalih lokacijah so vrednosti nižje.

Povprečna skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$  v plasti od 0 – 20 cm, izračunana iz rezultatov meritev na vseh lokacijah, vzorčenih po prvi metodi, je  $12.6 \text{ kBq/m}^2$ .

Povprečne vrednosti in vrednosti, preračunane na leto 1986 niso ravno merodajne, ker niso utežene po količini padavin na površino posameznih področij v Sloveniji, vendar dajo jasno sliko o tem, da so severni in zahodni predeli Slovenije, kjer je v času nezgode padlo več padavin, bolj kontaminirani kot osrednji in južni predeli z manjšo količino padavin.

Iz tabele 2 je razvidno, da se je površinska kontaminacija tal gozdnih površin s  $^{137}\text{Cs}$  v času nezgode gibala med 7 – 45 kBq/m<sup>2</sup> (cevno vzorčevalnik, 0 – 20 cm), kar je podobno kot na Švedskem, 20 – 40 kBq/m<sup>2</sup> (7), v Nemčiji 20 – 50 kBq/m<sup>2</sup> (8) in Angliji 3 – 53 kBq/m<sup>2</sup> (9).

Rezultati meritev kažejo, da so gozdne površine približno dvakrat bolj kontaminirane s  $^{137}\text{Cs}$  kot travnate površine, ki se vzorčijo v okviru rednega nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji (6).

Skupna depozicija  $^{137}\text{Cs}$  v letih od 1960 do 1980 zaradi testiranj atomskih bomb v atmosferi je bila 5 kBq/m<sup>2</sup> (4, 5). Več kot polovica tega cezija je že razpadla, ostali je migriral v globine pod 20 cm, zato njegov prispevek k skupni depoziciji ni pomemben.

V tabeli 3 so prikazane povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih trave, iglic, listja, lišajev, mahov in gozdnih sadežev, preračunane na svežo maso. V prvi vrsti je prikazana depozicija  $^{137}\text{Cs}$  v tleh do globine 20 cm, v drugih dveh vrsticah sta prikazani vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih zemlje od 0 – 10 cm in od 0 – 20 cm, v spodnji vrstici pa je prikazana vsota povprečnih vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vseh merjenih vzorcih razen v zemlji.

Tabela 3. Povprečne vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih gozdnega ekosistema

Vzorec	Bq/m <sup>2</sup>		
Zemlja 0-20cm	12576	±	12,8
	Bq/kg		
Zemlja 0-20cm	438,7	±	12,8
Zemlja 0-10 cm	393,4	±	14,9
	Bq/kg		
<i>Trava</i>	4,3	±	0,2
<i>Lišaj</i>	120,6	±	4,4
<i>Mah</i>	138,2	±	5,8
<i>Iglice</i>	45,0	±	2,0
<i>Listje</i>	13,2	±	0,6
<i>Borovnice</i>	24,9	±	1,6
<i>Kostanj</i>	7,9	±	0,4
<i>Gobe</i>	30,5	±	3,6

Iz tabele 3 je razvidno, da se  $^{137}\text{Cs}$  najbolj nabira v lišajih in mahovih, manj v iglicah in listju ter najmanj v travi. Za gobe in borovnice je znano, da vsebujejo več  $^{137}\text{Cs}$ , vrednosti v vzorcih kostanja pa so nekaj desetkrat višje od vrednosti v sadju, ki se vzorčuje v okviru rednega nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji (6).

V tabelah 4, 4.a, 5, 5.a, 6, 6.a, 7, 7.a, 8 in 8.a (Priloga B) so prikazani rezultati meritev specifičnih aktivnosti naravnih in umetnih radionuklidov v vzorcih zemlje, vzorčenih z obema metodama na lokacijah Knežak – Sviščaki, Trebnje, Čaven, Ribnica na Pohorju in Kočevski Rog. Najvišja vrednost specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  je bila izmerjena na lokaciji Ribnica na Pohorju v plasti 0-5 cm in sicer 509 Bq/kg, vsota vseh treh plasti skupaj pa je 673 Bq/kg.

V tabeli 9 (Priloga B) so prikazani rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih trave in praproti, vzorčenih na petih različnih lokacijah, Knežak – Sviščaki, Planina, Kalce, Čaven in Mirna peč. Vrednosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih trave se gibajo med 2.3 Bq/kg in 4.8 Bq/kg, v vzorcih praproti pa med 4.6 Bq/kg in 5.8 Bq/kg.

V tabelah 10, 11 in 12 (Priloga B) so prikazani rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih kostanja, borovnic in gob, zapovrstjo. Vsebnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih kostanja se gibajo med 7.3 Bq/kg in 8.9 Bq/kg, v vzorcih borovnic pa se gibajo med 10 Bq/kg in 35.7 Bq/kg. Rezultati specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih gob se gibajo med 0.22 Bq/kg in 200 Bq/kg. Najvišja vrednost je bila izmerjena v vzorcu žoltavega gobana.

V tabelah 13 (Priloga B) so predstavljeni rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih smrekovih in borovih iglic in listja, v tabeli 14 pa rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcih mahov in lišajev. Specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih lišajev in mahov se gibajo med 38 Bq/kg in 238.6 Bq/kg. Vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih suhih iglic se gibajo med 4.5 Bq/kg in 86.5 Bq/kg. V vzorcih listja so bile izmerjene vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  med 3.7 Bq/kg in 29.3 Bq/kg.

V tabeli 15 so predstavljeni rezultati meritev specifičnih aktivnosti radionuklidov v vzorcu mesa divjačine. Izmerjena specifična aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  je 6 Bq/kg, in je nekajkrat višji kot v vzorcih mesa domačih živali (perutnina, goveje in svinjsko meso), izmejenih v okviru rednega nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji v letu 2004 (6).

Ob upoštevanju povprečnih specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v izmerjenih vzorcih borovnic, kostanja in gob, prejmejo otroci od 7 – 12 let efektivno dozo 0.6  $\mu\text{Sv}$ , odrasli pa 0.8  $\mu\text{Sv}$ . V pogovoru s slučajnimi nabiralci gozdnih sadežev smo izvedeli, da pojedjo na leto od 5 –10 kg svežih gob, kostanja in pol manj borovnic, je letna prejeta efektivna doza samo zaradi uživanja gozdnih sadežev višja od vse ostale konzumirane hrane.

## 7. Zaključki

Rezultati meritev kažejo na zelo nehomogeno kontaminacijo gozdnih tal, obenem pa je opazna dobra korelacija med padavinsko karto v času černobilske nezgode in kontaminacijo gozdnih površin.

Specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih zemlje v plasti od 0-5 cm (tabele 4, 5, 6, 7, 8) na vzorčenih lokacijah, preračunane na kvadratni meter, so na lokaciji Ribnica na Pohorju in Čaven nekajkrat višje od vrednosti na lokacijah, ki se vzorčijo v okviru rednega programa nadzora življenjskega okolja Republike Slovenije na neobdelani travnati površini. Na ostalih izbranih lokacijah so vrednosti istega velikostnega reda. Najvišja izmerjena vrednost je bila  $12.3 \text{ kBq/m}^2$ .

Specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih trave (tabela 8) so podobne vrednostim na lokacijah, ki se vzorčijo v okviru rednega programa nadzora življenjskega okolja Republike Slovenije (6).

Specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih borovnic (tabela 11) kažejo na to, da so nižje ležeči predeli manj kontaminirani kot višje ležeči. Izmerjene specifične aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v vzorcih listja so nekajkrat nižje od vrednosti v vzorcih iglic.

Zgoraj omenjeni rezultati kažejo nekajkrat višje vrednosti specifičnih aktivnosti  $^{137}\text{Cs}$  v gozdnih sadežih kot v vzorcih hrane iz rednega programa nadzora radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji. Vse večja uporaba gozdnih sadežev v prehranjevalni verigi kaže potrebnost nadaljevanja s podobnimi lokalnimi programi meritev, kajti le na ta način bomo lahko natančneje ocenili sevalno obremenjenost prebivalstva zaradi vnosa radioaktivnih snovi v telo s hrano.

S podobnim, malo razširjenim programom, bi lahko opazovali tudi faktorje prenosa tla-tla, tla-rastlina, rastlina-žival na različnih tipih tal, kar bi posredno tudi pripomoglo k realnejši oceni prejete doze za prebivalce.

## 8. Reference

1. L. G. Biazrov: Gamma activity of lichen thalli and their substrata collected in 1987 in various regions of former USSR, Proc. International symposium on ionising radiation, Stockholm, may 20-24, 1996;
2. S. Ambrož, P. Jovanovič: Radioaktivna kontaminacija tal s  $^{90}\text{Sr}$ , ZVD, 2002;
3. ZVD: Poslovník ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d. o zagotavljanju kakovosti, ZVD, 2002;
4. ZVD: Poročilo o meritvah radioaktivnosti življenjskega okolja po jedrski nesreči v Černobilu, ZVD, 1987;
5. Martinčič: Poročilo o meritvah radioaktivnega onesnaženja in ocena doz prebivalstva SR Slovenije v letu 1986 po jedrski katastrofi v Černobilu, SSSR, IJS Delovno poročilo DP-4343;
6. ZVD: Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije za leto 2004, ZVD, 2005;
7. L. Moberg (editor): The Chernobyl fallout in Sweden, SSI, Sundt Artprint, 1991 pp. 425-256, (R. Bergman: The behaviour of radioactive cesium in a boreal forest ecosystem);
8. J. Drissner: Transfer of radiocesium in prealpine forest ecosystems, Proc. of Int. Symp. on Ionising radiation, Stockholm, May 20-24, 1996, pp. 218-224;
9. S. R. Jones: Radionuclide behavior in a coniferous woodland ecosystem in Cumbria, UK, Proc. of Int. Symp. on Ionising radiation, Stockholm, May 20-24, 1996, pp. 252-257;

## **Priloga A. Izbrane lokacije vzorčenja (slike 15 - 309)**

Slika 15. Ribnica na Pohorju

Slika 16. Pohorje – Ledinek

Slika 17. Rogla

Slika 18. Udinboršt

Slika 19. Višnja gora

Slika 20. Mirna peč

Slika 21. Trebnje

Slika 22. Kočevski Rog – Kren

Slika 23. Kočevski Rog – Podstenice

Slika 24. Kočevski Rog - Smuka

Slika 25. Snežnik – Sviščaki

Slika 26. Planina

Slika 27. Sodražica

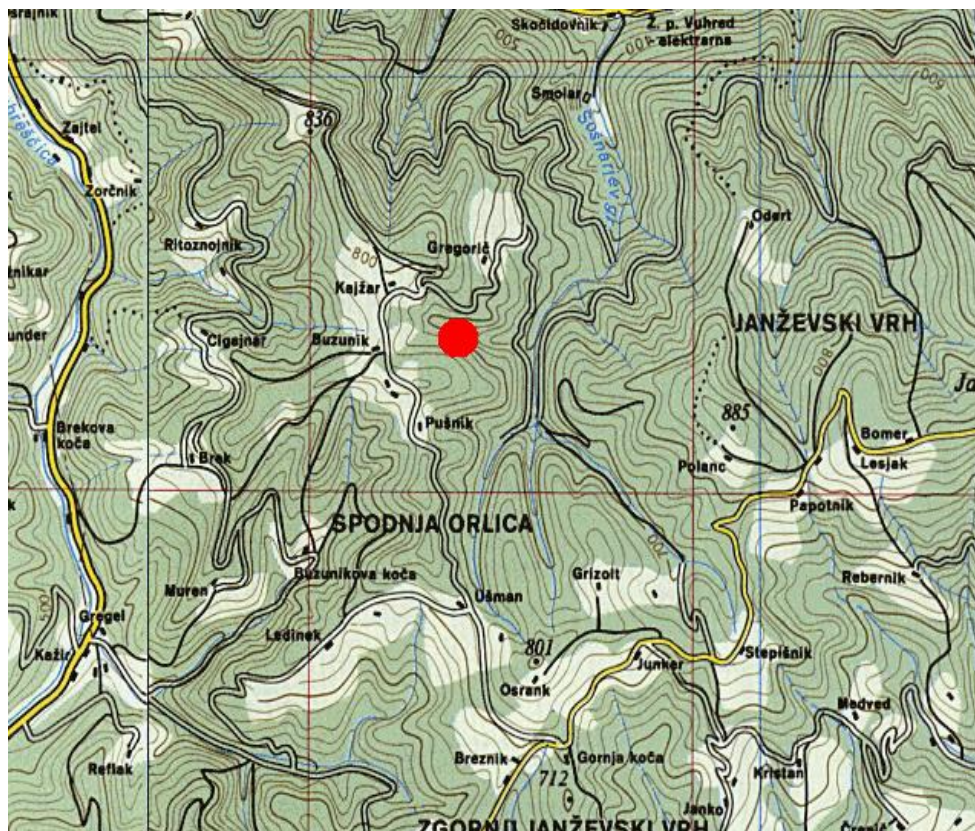
Slika 28. Kalce

Slika 29. Čaven

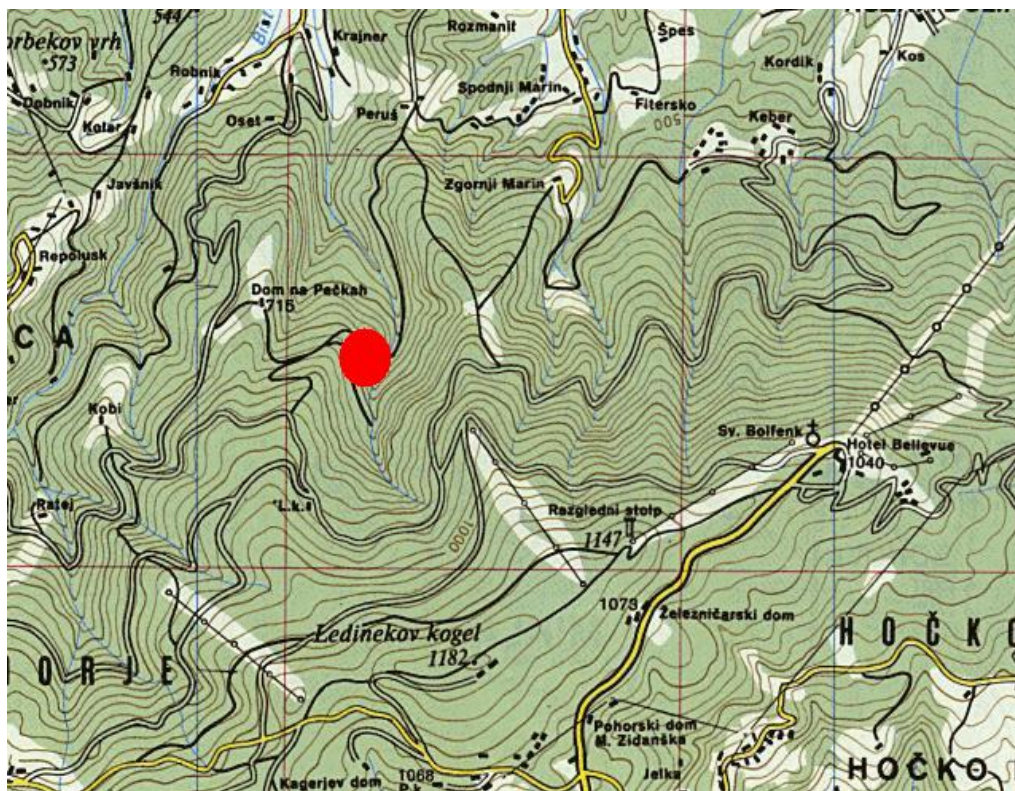
Slika 30. Gozdna karta Slovenije z vrisanimi lokacijami vzorčenja



Slika 15. Ribnica na Pohorju

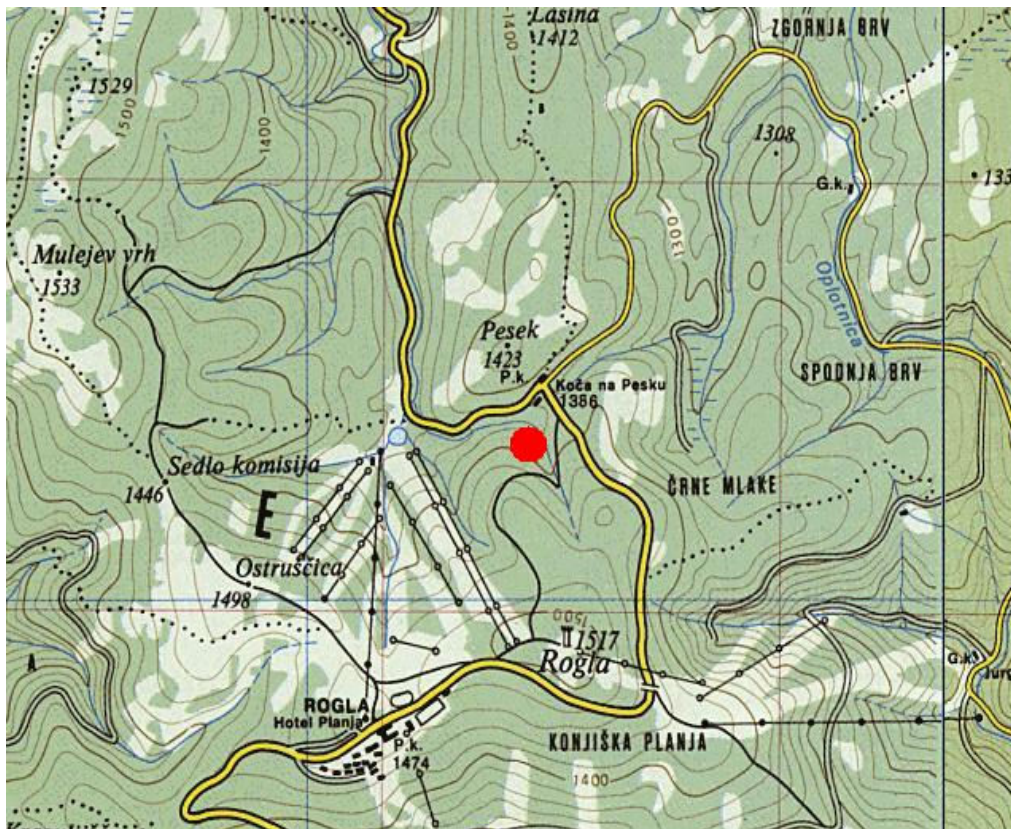


Slika 16. Pohorje – Ledinek

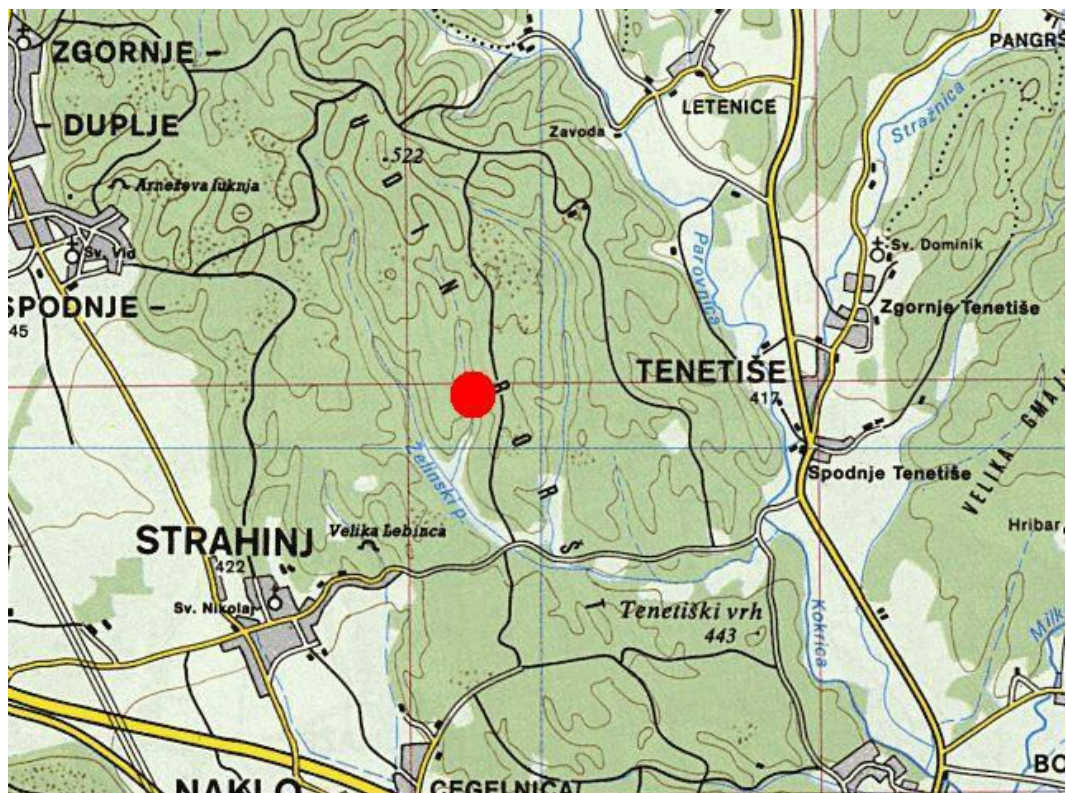




Slika 17. Rogla



Slika 18. Udinboršt





Slika 19. Višnja gora

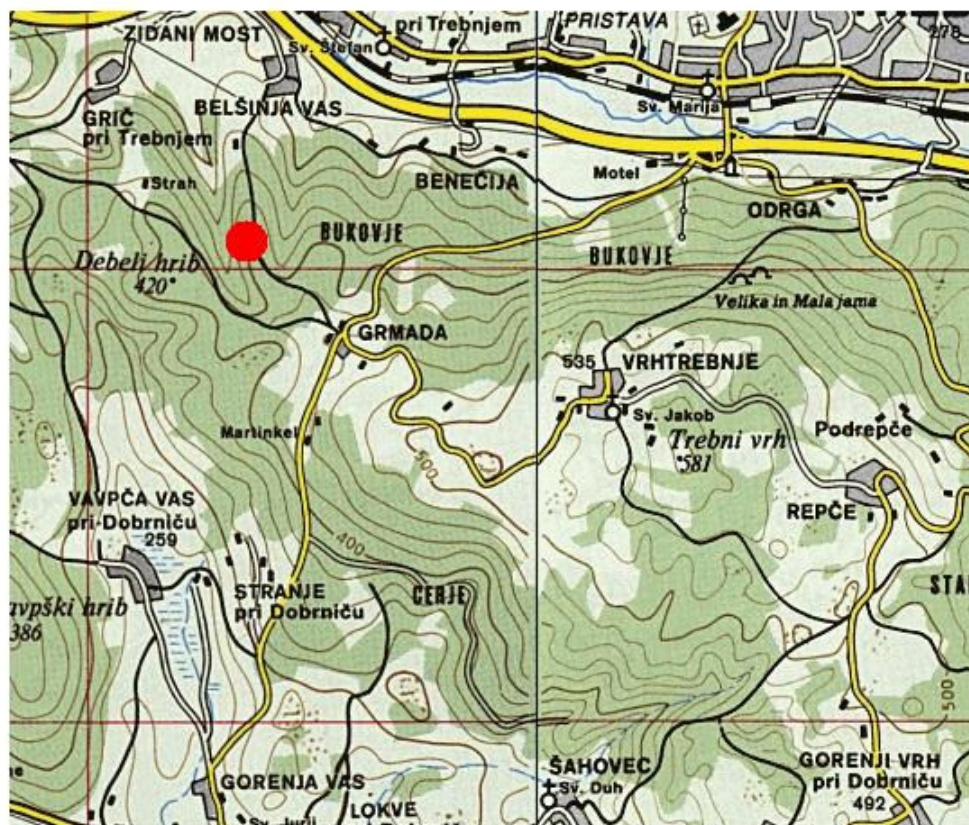


Slika 20. Mirna peč



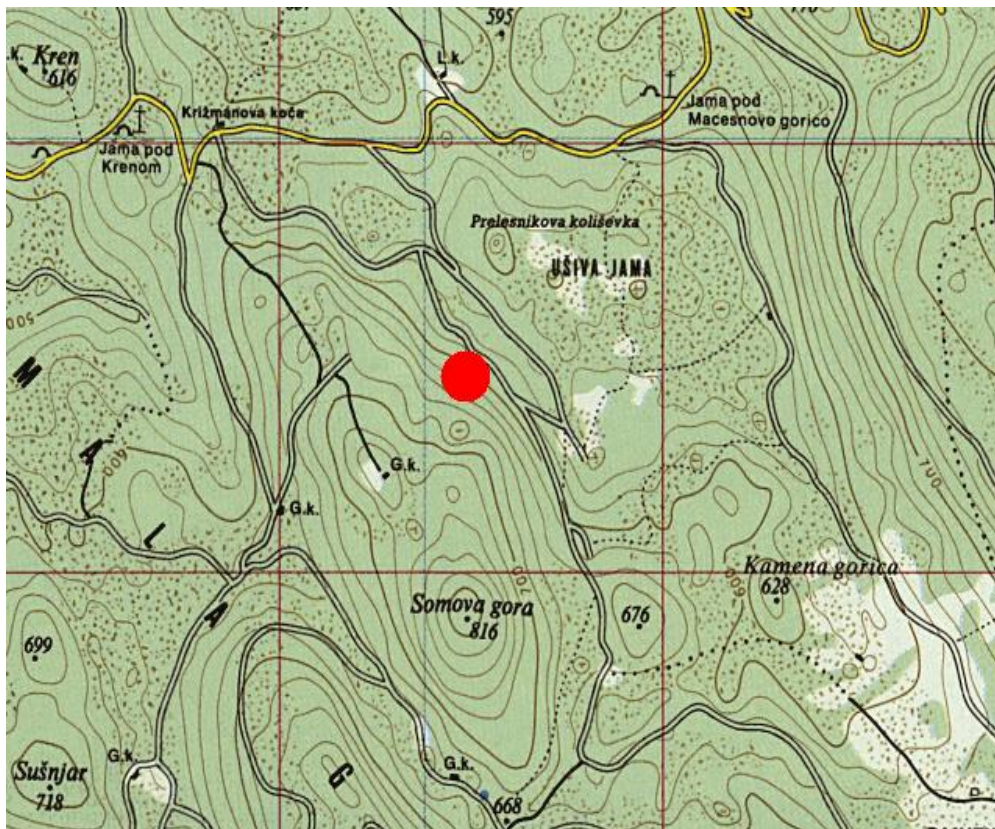


Slika 21. Trebnje

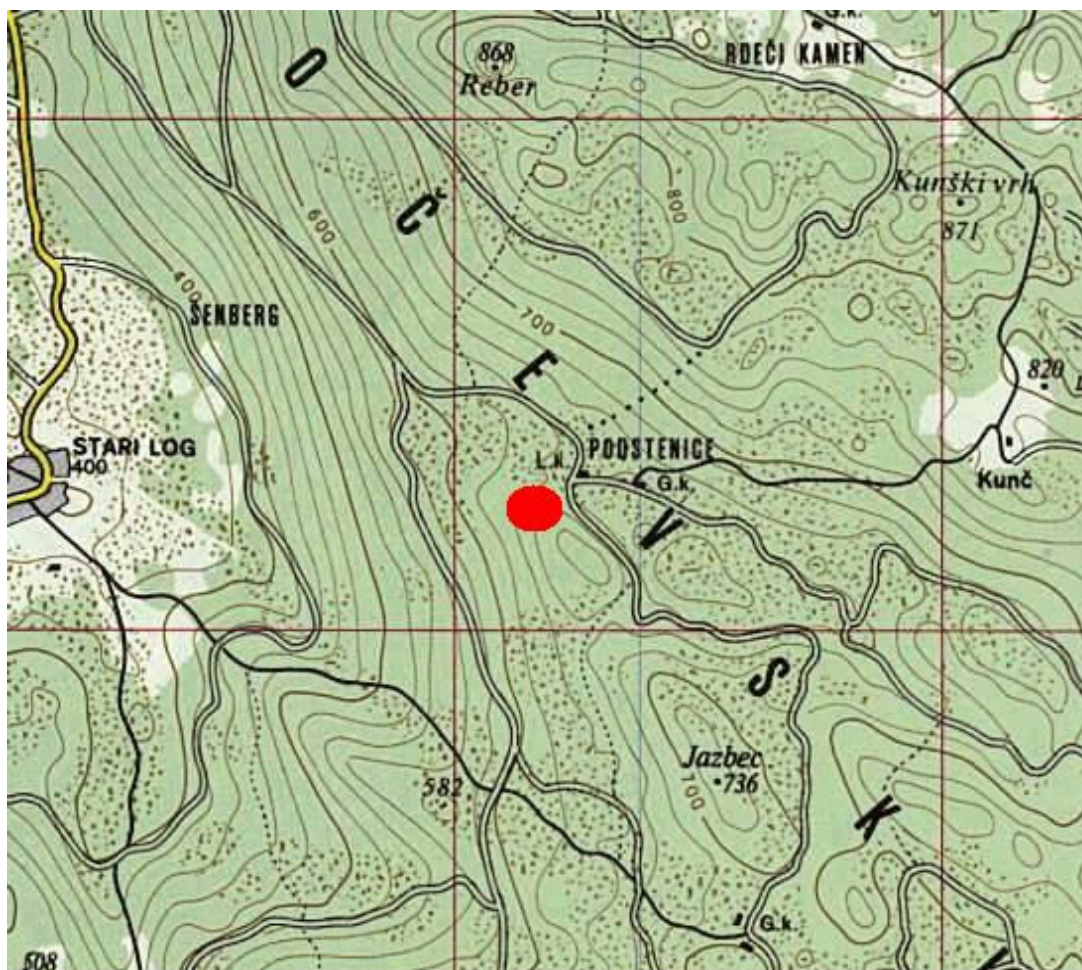




Slika 22. Kočevski Rog – Kren

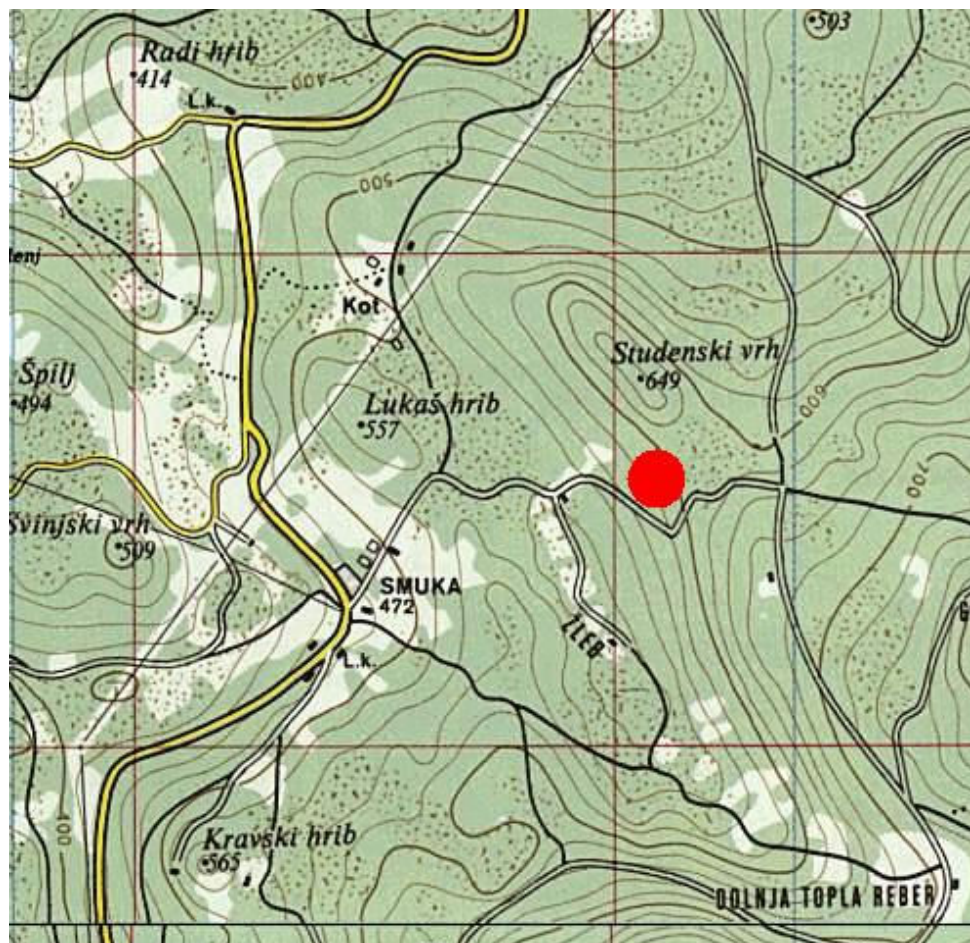


Slika 23. Kočevski Rog – Podstenice

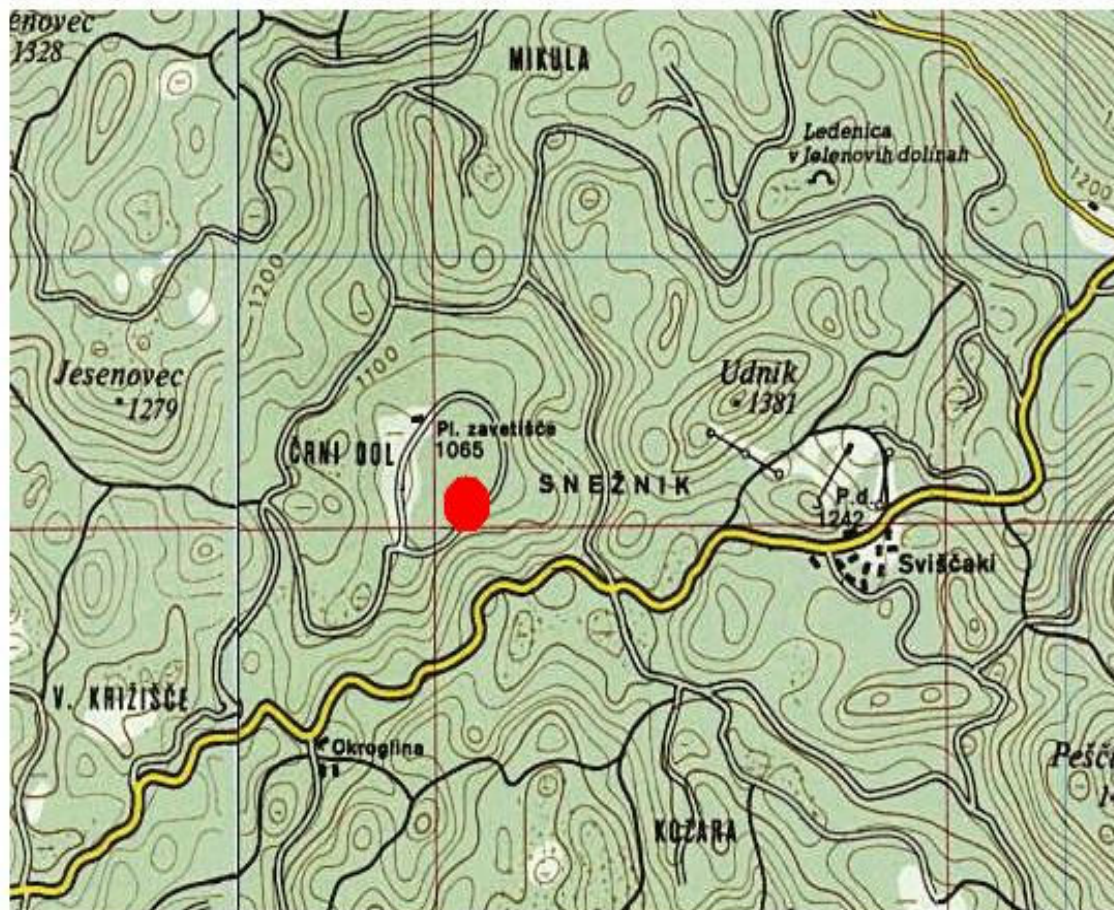




Slika 24. Kočevski Rog - Smuka

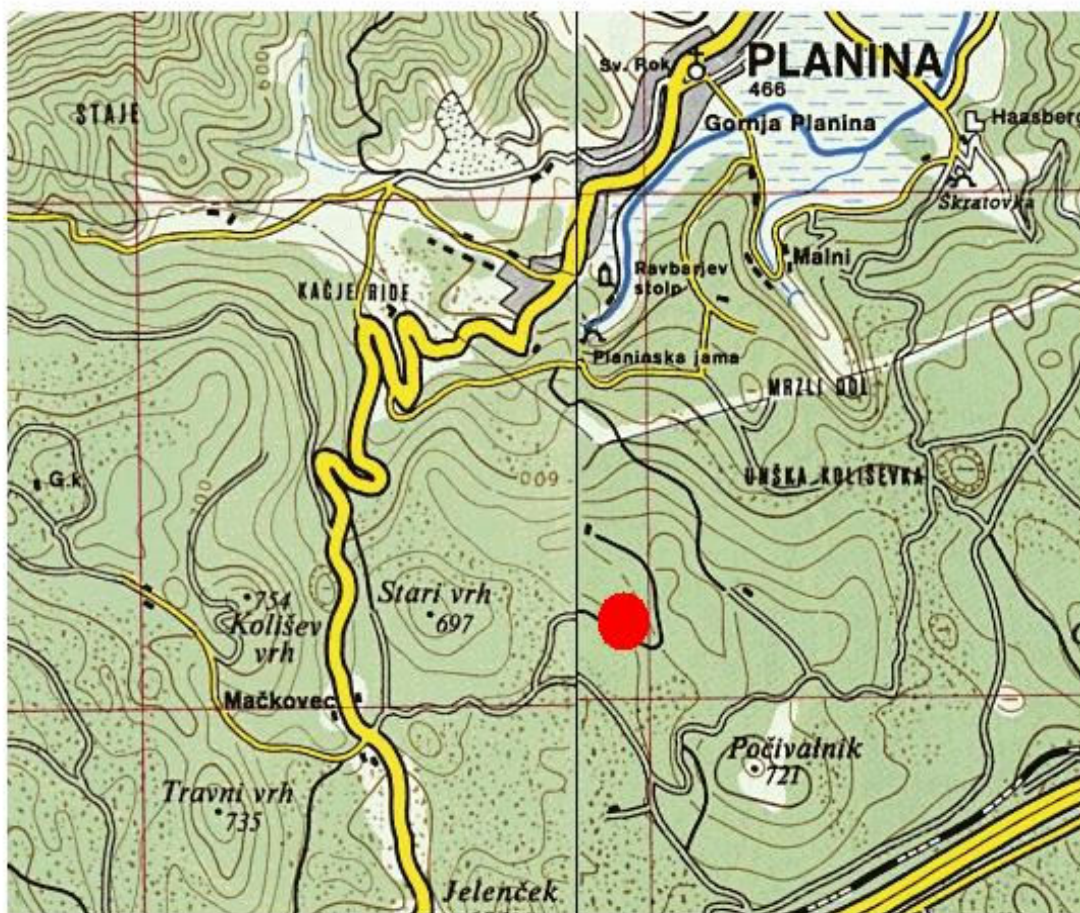


Slika 25. Snežnik – Sviščaki

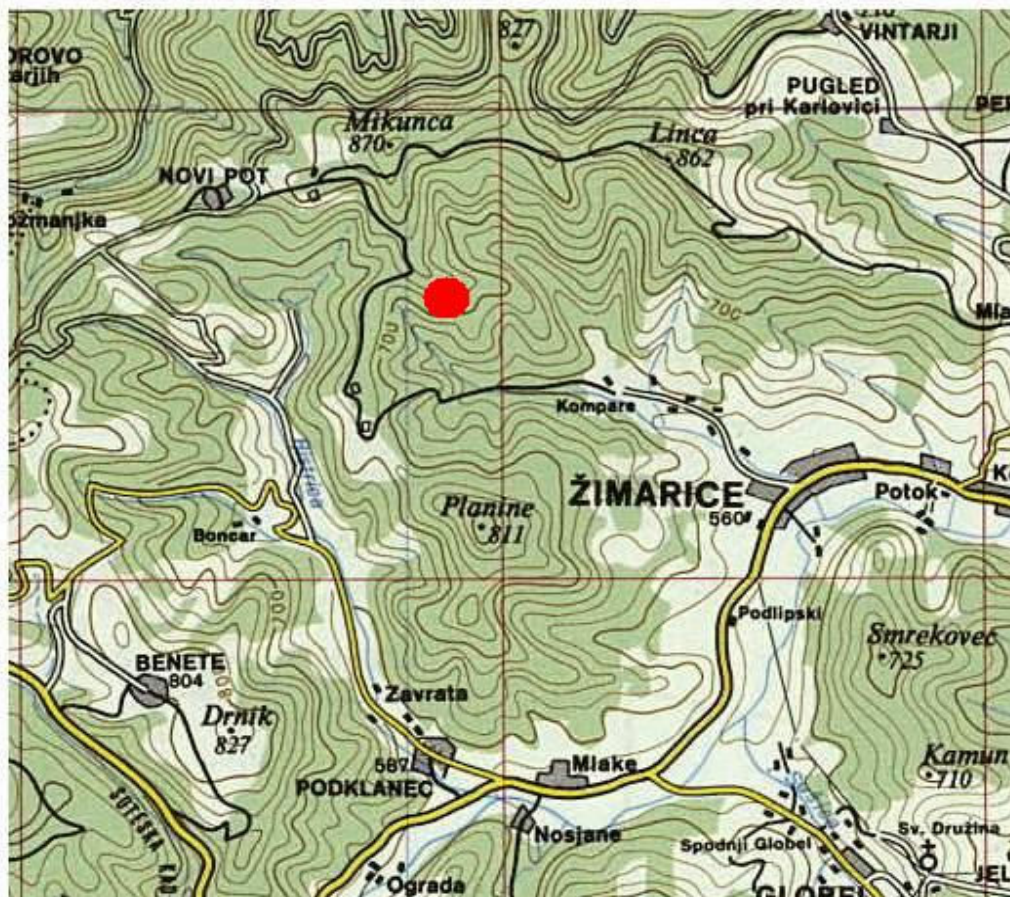




Slika 26. Planina



Slika 27. Sodražica





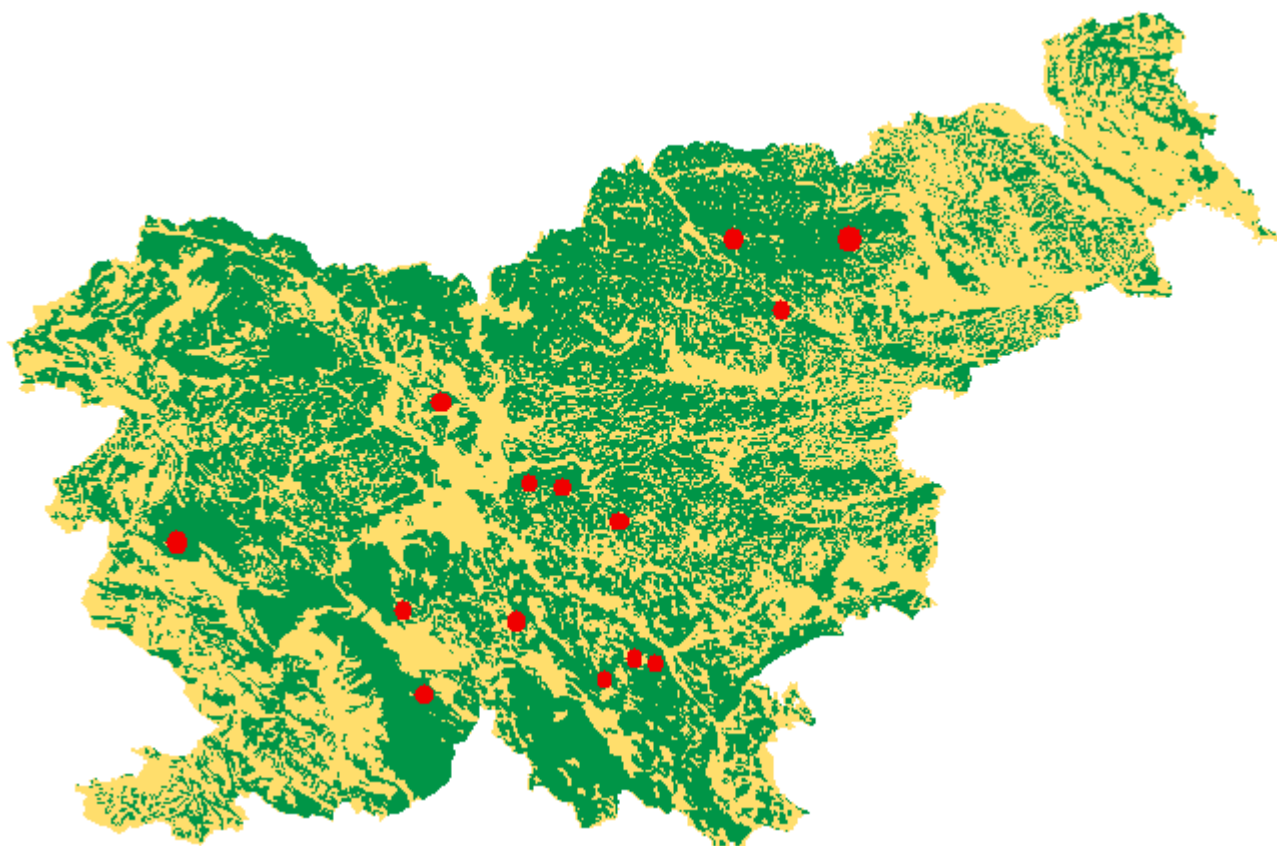




Slika 29. Čaven



Slika 30. Gozdna karta Slovenije z vrisanimi lokacijami vzorčenja



**Priloga B. Rezultati meritev specifičnih aktivnosti v vzorcih (tabele 4-15)**

Tabela 4: Zemlja Knežak - Sviščaki (v Bq/kg)  
Tabela 4.a: Zemlja Knežak - Sviščaki (v Bq/m<sup>2</sup>)

Tabela 5: Zemlja Trebnje (v Bq/kg)  
Tabela 5.a: Zemlja Trebnje (v Bq/m<sup>2</sup>)

Tabela 6: Zemlja Čaven (v Bq/kg)  
Tabela 6.a: Zemlja Čaven (v Bq/m<sup>2</sup>)

Tabela 7: Zemlja Ribnica na Pohorju (v Bq/kg)  
Tabela 7.a: Zemlja Ribnica na Pohorju (v Bq/m<sup>2</sup>)

Tabela 8: Zemlja Kočevski Rog - Kren (v Bq/kg)  
Tabela 8.a: Zemlja Kočevski Rog - Kren (v Bq/m<sup>2</sup>)

Tabela 9: Trava, praprot (v Bq/kg)

Tabela 10: Kostanj (v Bq/kg)

Tabela 11: Borovnice (v Bq/kg)

Tabela 12: Gobe (v Bq/kg)

Tabela 13: Igljice in listje (v Bq/kg)

Tabela 14: Lišaj, mah (v Bq/kg)

Tabela 15: Divjačina (v Bq/kg)

Tabela 4. Zemlja

Lokacija: Knežak - Sviščaki

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Knežak - Sviščaki				
Zemlj. širina:	45° 34' 51"					
Zemlj. dolžina:	14° 23' 43"					
Oznaka vzorca	RV1450605	RV1470605	RV1480605	RV1490605	RV1500605	
Datum vz.	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	
Datum mer.	23.6.2005	26.6.2005	24.6.2005	23.6.2005	24.6.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / kg )						
U ( <sup>234</sup> Th )	5,7E+1 ± 7E+0	4,9E+1 ± 6E+0	6,4E+1 ± 8E+0	5,1E+1 ± 6E+0	5,6E+1 ± 7E+0	
<sup>226</sup> Ra	8,6E+1 ± 2E+0	1,0E+2 ± 3E+0	9,2E+1 ± 3E+0	8,3E+1 ± 2E+0	5,2E+1 ± 3E+0	
<sup>210</sup> Pb	2,5E+2 ± 3E+1	1,1E+2 ± 2E+1	1,1E+2 ± 2E+1	1,2E+2 ± 2E+1	9,1E+1 ± 1E+1	
Th ( <sup>228</sup> Ra )	4,9E+1 ± 2E+0	5,5E+1 ± 2E+0	5,5E+1 ± 2E+0	5,2E+1 ± 2E+0	5,9E+1 ± 2E+0	
<sup>228</sup> Th	5,0E+1 ± 2E+0	5,2E+1 ± 2E+0	5,0E+1 ± 3E+0	4,9E+1 ± 2E+0	5,7E+1 ± 3E+0	
<sup>40</sup> K	2,6E+2 ± 1E+1	2,9E+2 ± 1E+1	2,9E+2 ± 2E+1	2,7E+2 ± 1E+1	2,8E+2 ± 1E+1	
<sup>134</sup> Cs						
<sup>137</sup> Cs	2,1E+2 ± 8E+0	6,3E+1 ± 3E+0	2,3E+1 ± 1E+0	7,5E+1 ± 3E+0	2,1E+1 ± 1E+0	

Tabela 4.a. Zemlja

Lokacija: Knežak - Sviščaki

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Knežak - Sviščaki				
Zemlj. širina:	45° 34' 51"					
Zemlj. dolžina:	14° 23' 43"					
Oznaka vzorca	RV1460605	RV1450605	RV1470605	RV1480605	RV1490605	
Datum vz.	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	
Datum mer.	22.6.2005	23.6.2005	26.6.2005	24.6.2005	23.6.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / m <sup>2</sup> )						
U ( <sup>234</sup> Th )	5,0E+2 ± 6E+1	1,4E+3 ± 2E+2	1,8E+3 ± 2E+2	1,7E+3 ± 2E+2	2,2E+3 ± 3E+2	
<sup>226</sup> Ra	7,6E+2 ± 2E+1	2,9E+3 ± 7E+1	2,6E+3 ± 8E+1	2,8E+3 ± 8E+1	2,0E+3 ± 1E+2	
<sup>210</sup> Pb	2,2E+3 ± 3E+2	3,3E+3 ± 5E+2	3,0E+3 ± 5E+2	4,0E+3 ± 6E+2	3,5E+3 ± 5E+2	
Th ( <sup>228</sup> Ra )	4,4E+2 ± 1E+1	1,6E+3 ± 5E+1	1,5E+3 ± 7E+1	1,7E+3 ± 5E+1	2,3E+3 ± 9E+1	
<sup>228</sup> Th	4,4E+2 ± 2E+1	1,5E+3 ± 6E+1	1,4E+3 ± 8E+1	1,7E+3 ± 7E+1	2,2E+3 ± 1E+2	
<sup>40</sup> K	2,3E+3 ± 1E+2	8,3E+3 ± 4E+2	8,2E+3 ± 5E+2	9,3E+3 ± 4E+2	1,1E+4 ± 6E+2	
<sup>134</sup> Cs						
<sup>137</sup> Cs	1,8E+3 ± 7E+1	1,8E+3 ± 7E+1	6,4E+2 ± 4E+1	2,5E+3 ± 1E+2	8,0E+2 ± 4E+1	

Tabela 5. Zemlja

Lokacija: Trebnje

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Trebnje		
Zemlj. širina:	45° 53' 26"			
Zemlj. dolžina:	14° 59' 49"			
Oznaka vzorca	RV1590605	RV1600605	RV1610605	
Datum vz.	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	
Datum mer.	21.7.2005	21.7.2005	21.7.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / kg )				
U ( <sup>234</sup> Th)	7,0E+1 ± 9E+0	1,1E+2 ± 1E+1	9,4E+1 ± 1E+1	
<sup>226</sup> Ra	7,9E+1 ± 2E+0	7,9E+1 ± 2E+0	7,6E+1 ± 2E+0	
<sup>210</sup> Pb	1,6E+2 ± 2E+1	9,4E+1 ± 1E+1	7,6E+1 ± 1E+1	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	7,9E+1 ± 3E+0	8,2E+1 ± 3E+0	7,8E+1 ± 3E+0	
<sup>228</sup> Th	7,8E+1 ± 4E+0	7,8E+1 ± 4E+0	7,8E+1 ± 4E+0	
<sup>40</sup> K	4,7E+2 ± 2E+1	5,1E+2 ± 2E+1	4,9E+2 ± 2E+1	
<sup>134</sup> Cs				
<sup>137</sup> Cs	7,5E+1 ± 3E+0	1,1E+1 ± 6E-1	3,3E+0 ± 4E-1	

Tabela 5.a. Zemlja

Lokacija: Trebnje

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Trebnje		
Zemlj. širina:	45° 53' 26"			
Zemlj. dolžina:	14° 59' 49"			
Oznaka vzorca	RV1590605	RV1600605	RV1610605	
Datum vz.	15.6.2005	15.6.2005	15.6.2005	
Datum mer.	21.7.2005	21.7.2005	21.7.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / m <sup>2</sup> )				
U ( <sup>234</sup> Th)	3,0E+3 ± 4E+2	8,9E+3 ± 1E+3	5,9E+3 ± 7E+2	
<sup>226</sup> Ra	3,5E+3 ± 1E+2	6,5E+3 ± 2E+2	4,7E+3 ± 1E+2	
<sup>210</sup> Pb	6,9E+3 ± 1E+3	7,7E+3 ± 1E+3	4,7E+3 ± 7E+2	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	3,5E+3 ± 1E+2	6,7E+3 ± 2E+2	4,9E+3 ± 2E+2	
<sup>228</sup> Th	3,4E+3 ± 2E+2	6,3E+3 ± 3E+2	4,8E+3 ± 2E+2	
<sup>40</sup> K	2,0E+4 ± 1E+3	4,2E+4 ± 2E+3	3,0E+4 ± 1E+3	
<sup>134</sup> Cs				
<sup>137</sup> Cs	3,3E+3 ± 1E+2	8,6E+2 ± 5E+1	2,1E+2 ± 2E+1	

Tabela 6. Zemlja

Lokacija: Caven

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorčno mesto: Caven						
Zemlj. širina:	45° 59' 49"					
Zemlj. dolžina:	13° 49' 16"					
Oznaka vzorca	RV2330705	RV2350705	RV2360705	RV2320705	RV2370705	
Datum vz.	14.7.2005		14.7.2005	14.7.2005	14.7.2005	
Datum mer.	12.8.2005		10.8.2005	16.8.2005	11.8.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm		5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / kg )						
U ( <sup>234</sup> Th)	4,4E+1 ± 5E+0	5,3E+1 ± 7E+0	6,1E+1 ± 7E+0	5,6E+1 ± 8E+0	6,3E+1 ± 8E+0	
<sup>226</sup> Ra	8,2E+1 ± 2E+0	8,1E+1 ± 2E+0	9,7E+1 ± 3E+0	6,9E+1 ± 2E+0	1,1E+2 ± 3E+0	
<sup>210</sup> Pb	1,1E+3 ± 2E+2	3,1E+2 ± 4E+1	2,9E+2 ± 4E+1	1,0E+3 ± 1E+2	2,1E+2 ± 3E+1	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	4,4E+1 ± 1E+0	6,4E+1 ± 2E+0	5,8E+1 ± 2E+0	4,7E+1 ± 3E+0	6,6E+1 ± 2E+0	
<sup>228</sup> Th	4,2E+1 ± 2E+0	5,7E+1 ± 3E+0	5,6E+1 ± 3E+0	4,4E+1 ± 3E+0	6,2E+1 ± 3E+0	
<sup>40</sup> K	3,1E+2 ± 1E+1	4,3E+2 ± 2E+1	4,6E+2 ± 2E+1	3,5E+2 ± 2E+1	4,9E+2 ± 2E+1	
<sup>134</sup> Cs	5,0E+0 ± 1E+0		2,9E+0 ± 3E-1			
<sup>137</sup> Cs	7,1E+2 ± 3E+1	1,3E+2 ± 5E+0	1,3E+2 ± 5E+0	5,3E+2 ± 2E+1	1,0E+2 ± 4E+0	

Tabela 6.a. Zemlja

Lokacija: Caven

## Vzorčeni 2 globini

Vzorčno mesto: Caven						
Zemlj. širina:	45° 59' 49"					
Zemlj. dolžina:	13° 49' 16"					
Oznaka vzorca	RV2330705	RV2350705	RV2360705	RV2320705	RV2370705	
Datum vz.	14.7.2005		14.7.2005	14.7.2005	14.7.2005	
Datum mer.	12.8.2005		10.8.2005	16.8.2005	11.8.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm		5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / m <sup>2</sup> )						
U ( <sup>234</sup> Th)	7,6E+2 ± 9E+1	1,1E+3 ± 1E+2	9,1E+2 ± 1E+2	1,1E+3 ± 2E+2	2,0E+3 ± 2E+2	
<sup>226</sup> Ra	1,4E+3 ± 3E+1	1,7E+3 ± 5E+1	1,5E+3 ± 4E+1	1,4E+3 ± 4E+1	3,4E+3 ± 9E+1	
<sup>210</sup> Pb	1,9E+4 ± 3E+3	6,6E+3 ± 9E+2	4,3E+3 ± 6E+2	2,1E+4 ± 3E+3	6,8E+3 ± 1E+3	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	7,6E+2 ± 2E+1	1,4E+3 ± 5E+1	8,7E+2 ± 3E+1	9,3E+2 ± 5E+1	2,2E+3 ± 7E+1	
<sup>228</sup> Th	7,3E+2 ± 3E+1	1,2E+3 ± 6E+1	8,4E+2 ± 4E+1	8,8E+2 ± 6E+1	2,0E+3 ± 1E+2	
<sup>40</sup> K	5,5E+3 ± 2E+2	9,2E+3 ± 4E+2	6,9E+3 ± 3E+2	7,0E+3 ± 4E+2	1,6E+4 ± 6E+2	
<sup>134</sup> Cs	8,7E+1 ± 2E+1		4,3E+1 ± 4E+0			
<sup>137</sup> Cs	1,2E+4 ± 4E+2	2,7E+3 ± 1E+2	2,0E+3 ± 8E+1	1,1E+4 ± 4E+2	3,3E+3 ± 1E+2	

Tabela 7. Zemlja

Lokacija: Pohorje

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Ribnica na Pohorju				
Zemlj. širina:	46° 34' 14"					
Zemlj. dolžina:	15°16' 31"					
Oznaka vzorca	RV720405	RV730405	RV710405	RV740405	RV750405	
Datum vz.	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	
Datum mer.	5.5.2005	5.5.2005	10.5.2005	25.4.2005	25.4.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / kg )						
U ( <sup>234</sup> Th)	5,9E+1 ± 8E+0	5,9E+1 ± 7E+0	6,0E+1 ± 7E+0	5,9E+1 ± 7E+0	5,5E+1 ± 6E+0	
<sup>226</sup> Ra	4,3E+1 ± 1E+0	3,9E+1 ± 1E+0	4,5E+1 ± 1E+0	3,7E+1 ± 1E+0	4,0E+1 ± 9E-1	
<sup>210</sup> Pb	1,3E+2 ± 2E+1	6,2E+1 ± 9E+0	4,7E+1 ± 7E+0	8,2E+1 ± 1E+1	4,8E+1 ± 7E+0	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	5,1E+1 ± 3E+0	4,9E+1 ± 2E+0	5,3E+1 ± 2E+0	5,0E+1 ± 2E+0	5,0E+1 ± 1E+0	
<sup>228</sup> Th	4,9E+1 ± 3E+0	4,9E+1 ± 2E+0	5,1E+1 ± 2E+0	4,5E+1 ± 2E+0	5,2E+1 ± 2E+0	
<sup>40</sup> K	5,7E+2 ± 2E+1	6,0E+2 ± 2E+1	6,1E+2 ± 2E+1	5,8E+2 ± 2E+1	6,0E+2 ± 2E+1	
<sup>134</sup> Cs				3,4E-1 ± 5E-2		
<sup>137</sup> Cs	5,1E+2 ± 2E+1	1,3E+2 ± 5E+0	3,7E+1 ± 1E+0	4,1E+2 ± 2E+1	6,4E+1 ± 2E+0	

Tabela 7.a. Zemlja

Lokacija: Pohorje

## Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Ribnica na Pohorju				
Zemlj. širina:	46° 34' 14"					
Zemlj. dolžina:	15°16' 31"					
Oznaka vzorca	RV720405	RV730405	RV710405	RV740405	RV750405	
Datum vz.	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	14.4.2005	
Datum mer.	5.5.2005	5.5.2005	10.5.2005	25.4.2005	25.4.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm	
SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / m <sup>2</sup> )						
U ( <sup>234</sup> Th)	2,3E+3 ± 3E+2	2,9E+3 ± 3E+2	6,3E+3 ± 7E+2	5,3E+3 ± 6E+2	7,2E+3 ± 8E+2	
<sup>226</sup> Ra	1,6E+3 ± 5E+1	1,9E+3 ± 5E+1	4,7E+3 ± 1E+2	3,3E+3 ± 1E+2	5,2E+3 ± 1E+2	
<sup>210</sup> Pb	5,2E+3 ± 7E+2	3,0E+3 ± 4E+2	5,0E+3 ± 7E+2	7,3E+3 ± 1E+3	6,2E+3 ± 9E+2	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	2,0E+3 ± 1E+2	2,4E+3 ± 7E+1	5,6E+3 ± 2E+2	4,5E+3 ± 2E+2	6,4E+3 ± 2E+2	
<sup>228</sup> Th	1,9E+3 ± 1E+2	2,4E+3 ± 1E+2	5,4E+3 ± 2E+2	4,0E+3 ± 2E+2	6,7E+3 ± 2E+2	
<sup>40</sup> K	2,2E+4 ± 1E+3	2,9E+4 ± 1E+3	6,4E+4 ± 2E+3	5,2E+4 ± 2E+3	7,8E+4 ± 3E+3	
<sup>134</sup> Cs				3,0E+1 ± 4E+0		
<sup>137</sup> Cs	2,0E+4 ± 7E+2	6,2E+3 ± 2E+2	3,9E+3 ± 1E+2	3,7E+4 ± 1E+3	8,3E+3 ± 3E+2	

Tabela 8. Zemlja  
Lokacija: Kocevski Rog  
Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Kocevski Rog - Smuka		
Zemlj. širina:	45° 45' 52"			
Zemlj. dolžina:	14° 57' 07"			
Oznaka vzorca	RV3080905	RV3090905	RV3100905	
Datum vz.	7.9.2005	7.9.2005	7.9.2005	
Datum mer.	22.9.2005	22.9.2005	22.9.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	
		SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / kg )		
U ( <sup>234</sup> Th)	9,7E+1 ± 1E+1	1,1E+2 ± 2E+1	8,6E+1 ± 1E+1	
<sup>226</sup> Ra	7,7E+1 ± 2E+0	7,9E+1 ± 2E+0	7,9E+1 ± 3E+0	
<sup>210</sup> Pb	1,8E+2 ± 3E+1	1,1E+2 ± 1E+1	8,3E+1 ± 1E+1	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	7,3E+1 ± 3E+0	7,8E+1 ± 3E+0	8,2E+1 ± 4E+0	
<sup>228</sup> Th	6,8E+1 ± 4E+0	7,6E+1 ± 4E+0	7,2E+1 ± 4E+0	
<sup>40</sup> K	5,1E+2 ± 3E+1	5,0E+2 ± 3E+1	5,1E+2 ± 3E+1	
<sup>134</sup> Cs				
<sup>137</sup> Cs	1,1E+2 ± 4E+0	3,3E+1 ± 2E+0	1,6E+1 ± 1E+0	

Tabela 8.a. Zemlja  
Lokacija: Kocevski Rog  
Izotopska analiza sevalcev gama

Vzorcno mesto:		Kocevski Rog - Smuka		
Zemlj. širina:	45° 45' 52"			
Zemlj. dolžina:	14° 57' 07"			
Oznaka vzorca	RV780405	RV790405	RV800405	
Datum vz.	15.4.2005	15.4.2005	15.4.2005	
Datum mer.	4.5.2005	9.5.2005	10.5.2005	
Globina vz.	0 - 5 cm	5 - 10 cm	10 - 20 cm	
		SPECIFICNA AKTIVNOST ( Bq / m <sup>2</sup> )		
U ( <sup>234</sup> Th)	4,6E+3 ± 6E+2	5,4E+3 ± 8E+2	5,4E+3 ± 7E+2	
<sup>226</sup> Ra	3,7E+3 ± 1E+2	3,8E+3 ± 1E+2	5,0E+3 ± 2E+2	
<sup>210</sup> Pb	8,6E+3 ± 1E+3	5,0E+3 ± 5E+2	5,2E+3 ± 9E+2	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	3,5E+3 ± 1E+2	3,7E+3 ± 1E+2	5,1E+3 ± 2E+2	
<sup>228</sup> Th	3,2E+3 ± 2E+2	3,6E+3 ± 2E+2	4,5E+3 ± 3E+2	
<sup>40</sup> K	2,5E+4 ± 1E+3	2,4E+4 ± 1E+3	3,2E+4 ± 2E+3	
<sup>134</sup> Cs				
<sup>137</sup> Cs	5,1E+3 ± 2E+2	1,6E+3 ± 8E+1	1,0E+3 ± 8E+1	



Tabela 9. Trava, praprot

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	trava	praprot	trava	praprot	trava
Oznaka vzorca	RV1510605	RV1580605	RV2160057	RV2020705	RV2290705
Kraj vz.:	Knežak-Sviščaki	Planina	Kalce	Mirna pec	Caven
Zemlj. širina:	45° 34' 51"	45° 48' 54"	45° 50' 40"	45° 51' 54"	45° 59' 49"
Zemlj. dolžina:	14° 23' 43"	14° 15' 25"	14° 06' 55"	15° 03' 35"	13° 49' 16"
Datum vz.:	17.6.2005	15.6.2005	15.7.2005	12.7.2005	14.7.2005
Datum mer.:	26.6.2005	22.6.2005	2.8.2005	3.8.2005	2.8.2005
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)	7,6E+0 ± 2E+0		1,4E-1 ± 1E-1		
<sup>226</sup> Ra	1,2E+0 ± 2E-1	2,4E-1 ± 3E-2	3,0E-1 ± 5E-2	7,3E-1 ± 4E-2	1,5E-1 ± 3E-2
<sup>210</sup> Pb	7,0E+1 ± 1E+1	5,2E+0 ± 8E-1	2,2E+1 ± 3E+0	2,3E+1 ± 3E+0	2,5E+1 ± 4E+0
Th ( <sup>228</sup> Ra)		2,7E-1 ± 6E-2	1,9E-1 ± 1E-1	1,6E+0 ± 9E-2	1,3E-1 ± 9E-2
<sup>228</sup> Th		4,4E-2 ± 4E-2	6,0E-2 ± 5E-2	1,3E+0 ± 4E-1	
<sup>40</sup> K	4,5E+2 ± 4E+1	1,1E+2 ± 5E+0	1,1E+2 ± 5E+0	1,3E+2 ± 5E+0	1,6E+2 ± 7E+0
<sup>7</sup> Be	2,0E+2 ± 2E+1	2,1E+1 ± 1E+0	1,1E+2 ± 5E+0	1,2E+2 ± 5E+0	1,0E+2 ± 5E+0
<sup>134</sup> Cs					
<sup>137</sup> Cs	2,3E+0 ± 3E-1	4,6E+0 ± 2E-1	4,0E+0 ± 2E-1	5,8E+0 ± 2E-1	4,8E+0 ± 2E-1

Tabela 10. Kostanj

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	kostanj	kostanj	kostanj
Oznaka vzorca	RV3861005	RV3931005	RV3841005
Kraj vz.:	Rogla	Trebnje	Udinboršt
Zemlj. širina:	46° 28' 07"	45° 53' 26"	46° 17' 44"
Zemlj. dolžina:	15° 20' 55"	14° 59' 49"	14° 19' 51"
Datum vz.:	14.10.2005	14.10.2005	14.10.2004
Datum mer.:	25.10.2005	20.10.2005	28.10.2005
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST		( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)			
<sup>226</sup> Ra	8,7E-1 ± 8E-2	1,0E+0 ± 9E-2	1,3E+0 ± 7E-2
<sup>210</sup> Pb		3,8E-1 ± 3E-1	
Th ( <sup>228</sup> Ra)	2,0E-1 ± 1E-1		2,7E-1 ± 9E-2
<sup>228</sup> Th	2,3E-1 ± 1E-1		9,5E-2 ± 9E-2
<sup>40</sup> K	1,1E+2 ± 5E+0	1,3E+2 ± 6E+0	105,4 ± 5E+0
<sup>7</sup> Be	7,3E-1 ± 3E-1	2,2E+0 ± 4E-1	2,0E+0 ± 3E-1
<sup>134</sup> Cs			
<sup>137</sup> Cs	7,3E+0 ± 3E-1	8,9E+0 ± 4E-1	7,5E+0 ± 3E-1

Tabela 11. Borovnice

**Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90**

Vzorec	borovnice		borovnice		borovnice	
Oznaka vzorca	RV2170705		RV1800605		RV2140705	
Kraj vz.:	Udinboršt		Pohorje Ribnica		Rogla	
Zemlj. širina:	46° 17' 44"		46° 34' 14"		46° 28' 07"	
Zemlj. dolžina:	14° 19' 51"		15° 16' 31"		15° 20' 55"	
Datum vz.:	20.7.2005		29.6.2005		20.7.2005	
Datum mer.:	1.8.2005		30.6.2005		22.7.2005	
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )	
U ( <sup>234</sup> Th)			5,8E+0 ± 3E+0			
<sup>226</sup> Ra	3,2E+0 ±	7E-1			1,0E+0 ±	8E-1
<sup>210</sup> Pb						
Th ( <sup>228</sup> Ra)						
<sup>228</sup> Th						
<sup>40</sup> K	3,2E+1 ±	6E+0	4,2E+1 ±	5E+0	1,9E+1 ±	8E+0
<sup>7</sup> Be	2,9E+0 ±	8E-1				
<sup>134</sup> Cs						
<sup>137</sup> Cs	1,0E+1 ±	2E+0	2,9E+1 ±	1E+0	3,6E+1 ±	2E+0

Tabela 12. Gobe

**Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90**

Vzorec	golobice		sirovke		kravjace		koprenke		golobice	
Oznaka vzorca	RV1950705		RV2950905		RV3000905		RV2930905		RV2940905	
Kraj vz.:	Mirna pec		Sodražica		Sodražica		Sodražica		Sodražica	
Zemlj. širina:	45° 51' 54"		45° 47' 05"		45° 47' 05"		45° 47' 05"		45° 47' 05"	
Zemlj. dolžina:	15° 03' 35"		14° 35' 16"		14° 35' 16"		14° 35' 16"		14° 35' 16"	
Datum vz.:	12.7.2005		6.9.2005		6.9.2005		6.9.2005		6.9.2005	
Datum mer.:	20.7.2005		14.9.2005		14.9.2005		14.9.2005		13.9.2005	
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )					
U ( <sup>234</sup> Th)	3,9E+0 ±	2E+0	3,4E-1 ±	2E-1	2,6E+0 ±	2E+0	4,0E-1 ±	3E-1	7,0E-1 ±	5E-1
<sup>226</sup> Ra	2,0E-1 ±	1E-1	2,6E-1 ±	2E-1						
<sup>210</sup> Pb	4,0E+0 ±	2E+0			2,1E+0 ±	2E+0	1,0E+0 ±	6E-1		
Th ( <sup>228</sup> Ra)	4,6E-1 ±	3E-1	3,0E-1 ±	2E-1	3,3E+0 ±	3E+0	1,8E-1 ±	8E-2	1,9E+0 ±	1E+0
<sup>228</sup> Th							2,8E-1 ±	2E-1		
<sup>40</sup> K	9,2E+1 ±	1E+1	7,3E+1 ±	6E+0 #	6,3E+1 ±	2E+1	9,6E+1 ±	6E+0	1,5E+2 ±	1E+1
<sup>7</sup> Be										
<sup>134</sup> Cs										
<sup>137</sup> Cs	2,6E+0 ±	4E-1	3,4E+0 ±	3E-1	3,2E+0 ±	8E-1	1,0E+1 ±	6E-1	2,2E-1 ±	1E-1

Tabela 12. Gobe (nadaljevanje)

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	brezovcki	rjavi zajcki	brezov goban	remena griva	leponogi goban
Oznaka vzorca	RV2810805	RV2960905	RV2910905	RV2920905	RV2980905
Kraj vz.:	Višnja gora	Kocevski rog	Kocevski rog	Kocevski rog	Kocevski rog
Zemlj. širina:	45° 57' 14"	45° 43'49"	45° 43'49"	45° 43'49"	45° 43'49"
Zemlj. dolžina:	14° 42' 38"	14° 57 01"	14° 57 01"	14° 57 01"	14° 57 01"
Datum vz.:	7.9.2005	6.9.2005	6.9.2005	6.9.2005	6.9.2005
Datum mer.:	7.9.2005	13.9.2005	14.9.2005	14.9.2005	12.9.2005
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)					1,4E+0 ± 1E+0
<sup>226</sup> Ra	2,5E-1 ± 8E-2	5,6E-1 ± 2E-1		5,0E-1 ± 2E-1	2,0E-1 ± 1E-1
<sup>210</sup> Pb	8,7E+0 ± 4E+0	7,0E-1 ± 5E-1			
Th ( <sup>228</sup> Ra)	9,0E-2 ± 7E-2	7,5E-1 ± 5E-1			
<sup>228</sup> Th		5,0E-1 ± 4E-1			2,0E-1 ± 1E-1
<sup>40</sup> K	8,2E+1 ± 5E+0	1,1E+2 ± 8E+0 #	5,2E+1 ± 5E+0	2,3E+1 ± 2E+1	6,0E+1 ± 4E+0
<sup>7</sup> Be					
<sup>134</sup> Cs					
<sup>137</sup> Cs	4,6E+1 ± 3E+0	2,1E+1 ± 1E+0 <	7,0E-1	6,9E+1 ± 5E+0	1,3E+1 ± 8E-1

Tabela 12. Gobe (nadaljevanje)

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	žoltavi goban	marele	rumeni jezek	medvedove tacke	crnonoge
Oznaka vzorca	RV2840805	RV2990905	RV3050905	RV3811005	RV2180705
Kraj vz.:	Udinboršt	Višnja gora	Višnja gora	Udinboršt	Udinboršt
Zemlj. širina:	46° 17' 44"	45° 57' 14"	45° 57' 14"	46° 17' 44"	46° 17' 44"
Zemlj. dolžina:	14° 19' 51"	14° 42' 38"	14° 42' 38"	14° 19' 51"	14° 19' 51"
Datum vz.:	5.9.2005	6.9.2005	7.9.2005	10.10.2005	20.7.2005
Datum mer.:	14.9.2005	14.9.2005	13.9.2005	13.10.2005	3.8.2005
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)		3,5E+0 ± 3E+0	2,3E-1 ± 2E-1	2,2E+0 ± 1E+0	
<sup>226</sup> Ra		5,5E-1 ± 5E-1	1,5E-1 ± 8E-2	7,9E-1 ± 1E-1	
<sup>210</sup> Pb		1,1E+1 ± 4E+0	1,6E+0 ± 7E-1		
Th ( <sup>228</sup> Ra)			1,0E-1 ± 7E-2		
<sup>228</sup> Th				2,9E-1 ± 2E-1	
<sup>40</sup> K		1,7E+2 ± 1E+1	1,2E+2 ± 1E+1	5,7E+1 ± 7E+0	6,3E+1 ± 1E+1
<sup>7</sup> Be			4,3E+0 ± 6E-1		
<sup>134</sup> Cs					
<sup>137</sup> Cs	2,0E+2 ± 3E+1	8,3E-1 ± 3E-1	9,9E+0 ± 9E-1	1,9E+1 ± 2E+0	5,8E+1 ± 1E+1

Tabela 13. Igljice in listje

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	bukovo listje	bukovo listje	bukovo listje	bukovo listje	kostanjevo listje
Oznaka vzorca	RV2380705	RV3060905	RV2300705	RV2030705	RV690405
Kraj vz.:	Kalce	Kocevski rog - Kren	Caven	Mirna pec	Pohorje Ledinek
Zemlj. širina:	45° 50' 40"	45° 39' 27"	45° 59' 49"	45° 51' 54"	46° 31' 22"
Zemlj. dolžina:	14° 06' 55"	14° 57' 43"	13° 49' 16"	15° 03' 35"	15° 33' 29"
Datum vz.:	15.7.2005	6.9.2005	14.7.2005	20.7.2005	14.4.2005
Datum mer.:	8.8.2005	15.9.2005	2.8.2005	26.7.2005	28.4.2005
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)	4,4E+0 ± 2E+0	2,9E-1 ± 1E-1		7,5E-1 ± 3E-1	7,3E+0 ± 2E+0
<sup>226</sup> Ra	3,8E+0 ± 2E-1	5,6E-1 ± 3E-2	1,8E+0 ± 1E-1	2,4E+0 ± 8E-2	1,6E+0 ± 1E-1
<sup>210</sup> Pb	1,5E+2 ± 2E+1	6,4E+0 ± 9E-2	1,2E+2 ± 2E+1	4,2E+1 ± 6E+0	2,6E+2 ± 4E+1
Th ( <sup>228</sup> Ra)	1,6E+0 ± 3E-1	4,0E-1 ± 4E-2	6,9E-1 ± 2E-1	2,3E+0 ± 1E-1	1,3E+0 ± 3E-1
<sup>228</sup> Th	1,0E+0 ± 3E-1	3,6E-1 ± 4E-2	1,5E-1 ± 1E-1	1,9E+0 ± 1E-1	2,3E+0 ± 4E-1
<sup>40</sup> K	2,1E+1 ± 2E+0	1,4E+1 ± 7E-1	1,1E+1 ± 2E+0	1,7E+1 ± 9E-1	3,4E+1 ± 3E+0
<sup>7</sup> Be	4,0E+2 ± 2E+1	8,8E+0 ± 4E-1	3,6E+2 ± 2E+1	1,0E+2 ± 4E+0	3,2E+2 ± 1E+1
<sup>134</sup> Cs					
<sup>137</sup> Cs	1,5E+1 ± 7E-1	3,7E+0 ± 2E-1	4,8E+0 ± 2E-1	6,7E+0 ± 3E-1	2,9E+1 ± 1E+0

Tabela 13. Igljice in listje (nadaljevanje)

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	smrekove iglice	borove iglice	smrekove iglice	smrekove iglice	smrekove iglice
Oznaka vzorca	RV2310705	RV1520605	RV840405	RV680405	RV2280705
Kraj vz.:	Caven	Knežak-Sviščaki	Pohorje Ribnica	Pohorje Ledinek	Kalce
Zemlj. širina:	45° 59' 49"	45° 34' 51"	46° 34' 14"	46° 31' 22"	45° 50' 40"
Zemlj. dolžina:	13° 49' 16"	14° 23' 43"	15° 16' 31"	15° 33' 29"	14° 06' 55"
Datum vz.:	14.7.2005	15.6.2005	15.4.2005	14.4.2005	19.7.2004
Datum mer.:	3.8.2005	22.7.2005	4.5.2005	28.4.2005	26.7.2004
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )
U ( <sup>234</sup> Th)		1,9E+0 ± 1E+0	2,8E+0 ± 1E+0	1,9E+0 ± 3E-1	3,4E+0 ± 2E+0
<sup>226</sup> Ra	3,9E+0 ± 2E-1	1,5E+0 ± 2E-1	2,1E+0 ± 2E-1	1,4E+0 ± 6E-2	4,7E+0 ± 3E-1
<sup>210</sup> Pb	4,7E+2 ± 7E+1	1,2E+2 ± 2E+1	1,6E+2 ± 2E+1	5,0E+1 ± 7E+0	4,2E+2 ± 6E+1
Th ( <sup>228</sup> Ra)	1,8E+0 ± 3E-1		1,8E+0 ± 4E-1	1,7E+0 ± 1E-1	2,9E+0 ± 2E-1
<sup>228</sup> Th	2,6E+0 ± 3E-1		1,8E+0 ± 4E-1	1,7E+0 ± 1E-1	3,1E+0 ± 5E-1
<sup>40</sup> K	2,7E+1 ± 2E+0	1,8E+1 ± 3E+0	3,1E+1 ± 3E+0	2,7E+1 ± 1E+0	2,6E+1 ± 3E+0
<sup>7</sup> Be	5,4E+1 ± 3E+0	2,5E+2 ± 1E+1	2,8E+1 ± 2E+0	3,0E+0 ± 3E-1	6,8E+1 ± 4E+0
<sup>134</sup> Cs					
<sup>137</sup> Cs	3,7E+1 ± 2E+0	4,5E+0 ± 4E-1	4,6E+1 ± 2E+0	2,6E+1 ± 1E+0	8,7E+1 ± 4E+0



Tabela 13. Igllice in listje (nadaljevanje)

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	bukovo listje		bukovo listje		smrekove iglice	
Oznaka vzorca	RV830405		RV3070905		RV3030905	
Kraj vz.:	Pohorje Ribnica		Višnja gora		Sodražica	
Zemlj. širina:	46° 34' 14"		45° 57' 14"		45° 47' 05"	
Zemlj. dolžina:	15° 16' 31"		14° 42' 38"		14° 35' 16"	
Datum vz.:	18.4.2005		7.9.2005		6.9.2005	
Datum mer.:	22.5.2005		21.9.2005		19.9.2005	
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )	
U ( <sup>234</sup> Th )	1,0E+1 ±	3E+0	9,7E-1 ±	7E-1	3,0E+0 ±	9E-1
<sup>226</sup> Ra	1,9E+0 ±	3E-1	2,6E+0 ±	1E-1	3,8E+0 ±	2E-1
<sup>210</sup> Pb	2,4E+2 ±	3E+1	9,2E+1 ±	1E+1	2,2E+2 ±	3E+1
Th ( <sup>228</sup> Ra )	1,3E+0 ±	8E-1	2,5E+0 ±	2E-1	1,1E+0 ±	3E-1
<sup>228</sup> Th	1,7E+0 ±	7E-1	1,9E+0 ±	2E-1	1,1E+0 ±	3E-1
<sup>40</sup> K	5,1E+1 ±	6E+0	2,6E+1 ±	2E+0 #	2,0E+1 ±	2E+0
<sup>7</sup> Be	3,5E+2 ±	2E+1	2,1E+2 ±	9E+0	6,1E+1 ±	3E+0
<sup>134</sup> Cs						
<sup>137</sup> Cs	2,6E+1 ±	1E+0	6,7E+0 ±	3E-1	7,0E+1 ±	3E+0

Tabela 14. Lišaj, mah

## Izotopska analiza sevalcev gama in specifična analiza Sr89/90

Vzorec	lišaj		lišaj		mah		mah	
Oznaka vzorca	RV700405		RV770405		RV3020905		RV670405	
Kraj vz.:	Pohorje Ledinek		Pohorje Ribnica		Kocevski rog		Pohorje Ledinek	
Zemlj. širina:	46° 31' 22"		46° 34' 14"		45° 43' 49"		46° 31' 22"	
Zemlj. dolžina:	15° 33' 29"		15° 16' 31"		14° 57' 01"		15° 33' 29"	
Datum vz.:	14.4.2005		14.4.2005		6.9.2005		14.4.2005	
Datum mer.:	21.4.2005		22.4.2005		16.9.2005		22.5.2005	
Izotop	SPECIFICNA AKTIVNOST				( Bq / kg )			
U ( <sup>234</sup> Th )	1,7E+0 ±	6E-1	1,1E+1 ±	3E+0	1,7E+0 ±	1E+0	4,9E+0 ±	8E-1
<sup>226</sup> Ra	8,0E-1 ±	9E-2	2,6E+0 ±	4E-1	4,3E+0 ±	3E-1	3,3E+0 ±	1E-1
<sup>210</sup> Pb	3,4E+2 ±	5E+1	2,1E+2 ±	3E+1	3,8E+2 ±	5E+1	1,7E+2 ±	2E+1
Th ( <sup>228</sup> Ra )	7,3E-1 ±	2E-1	3,1E+0 ±	8E-1			3,0E+0 ±	2E-1
<sup>228</sup> Th	8,9E-1 ±	2E-1			1,5E+0 ±	4E-1	2,4E+0 ±	2E-1
<sup>40</sup> K	7,4E+1 ±	3E+0	1,8E+2 ±	1E+1	3,2E+1 ±	3E+0	9,0E+1 ±	4E+0
<sup>7</sup> Be	8,6E+1 ±	4E+0	1,9E+2 ±	9E+0	1,6E+2 ±	8E+0	5,4E+1 ±	3E+0
<sup>134</sup> Cs								
<sup>137</sup> Cs	1,7E+2 ±	6E+0	6,7E+1 ±	3E+0	2,4E+2 ±	1E+1	3,8E+1 ±	1E+0

Tabela 15. Divjacina

**Izotopska analiza sevalcev gama**

<b>Vzorec</b>	<b>divjacina</b>	
Oznaka vzorca	MS110905	
Kraj vz.:	Gorenjska	
Zemlj. širina:	46° 17' 44"	
Zemlj. dolžina:	14° 19' 51"	
Datum vz.:	14.9.2005	
Datum mer.:	28.9.2005	
Izotop	( Bq / kg )	
U ( <sup>234</sup> Th)	1,5E+0 ±	6E-1
<sup>226</sup> Ra	1,7E-1 ±	9E-2
<sup>210</sup> Pb	1,1E+0 ±	7E-1
Th ( <sup>228</sup> Ra)		
<sup>228</sup> Th		
<sup>40</sup> K	8,8E+1 ±	4E+0
<sup>7</sup> Be		
<sup>134</sup> Cs		
<sup>137</sup> Cs	6,0E+0 ±	3E-1