



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2012 00219

(22) Data de depozit: 27.03.2012

(41) Data publicării cererii:  
30.10.2013 BOPI nr. 10/2013

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE  
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICĂ ȘI  
INGINERIE NUCLEARĂ  
"HORIA HULUBEI", STR. REACTORULUI  
NR. 30, P.O. BOX MG-6, MĂGURELE, IF,  
RO

(72) Inventatori:  
• CĂLIN MARIAN ROMEO,  
ALEEA ATOMIȘTILOR NR.5, BL.6, SC.2,  
PARTER, AP.18, MĂGURELE, IF, RO

(54) METODĂ DE CARACTERIZARE RADIOMETRICĂ A  
FACTORILOR SPELEOTERAPEUTICI ÎN MINE SALINE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de caracterizare radiometrică a factorilor speleoterapeutici într-o mină salină, în vederea utilizării factorilor naturali de mediu subteran, salin, deținători de proprietăți curative pentru prevenția, tratamentul și recuperarea pacienților cu unele patologii, și în turism balneoclimateric. Metoda conform invenției constă în măsurarea de activitate volumică a radonului atmosferic, intervalul de concentrații de Radon fiind de  $7 + 0,39...95 + 4,76 \text{ Bq/m}^3$ , în măsurarea și analiza spectrometrică și pe probe de sare neprelucrată, cu masa de 100 g și timp de măsură de 86400 s, rezultând activități totale de 20...25 Bq/kg pentru sare albă, și, respectiv, de 50...65 Bq/kg, pentru sare neagră, în măsurarea de activitate volumică alfa-beta globală, pe probe de sare cu masa de 1...2 g, intervalele de concentrații de radioactivitate fiind de 2...8 Bq/kg la radiația alfa și, respectiv, de 10...15 Bq/kg la radiația beta, și, respectiv, în măsurarea fondului natural de radiații din mina salină, rezultând un fond natural de radiații dată de relația  $(0,002... 0,006) \mu\text{Sv/h}$  ( $2...6 \text{ nSv}$ ).

Revendicări: 1  
Figuri: 4

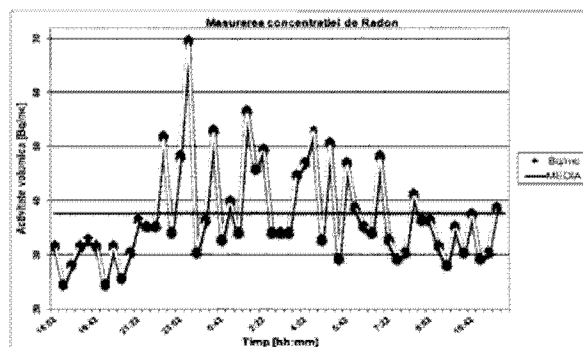


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## **Metoda de caracterizare radiometrica a factorilor speleoterapeutici in mine saline**

### **Descrierea invenției**

Invenția se refera la o metoda complexa de caracterizare radiometrica a factorilor speleoterapeutici in mine saline din Romania, in vederea utilizarii inovative a acestora, in sanatate, tratament si turism balneoclimateric.

Invenția prezinta metoda si rezultatele ce caracterizeaza masurarile radioactive ale fondului natural de radiatii din mai multe mine saline (Cacica, Ocna Dej, Turda, Praid, Slanic-Prahova, Pestera Fundata Rasnov, etc.), in scopuri speleoterapeutice, medicale si de turism balneoclimateric.

Metoda prezinta masurari de radiatii: masurarea concentrațiilor de Radon, analize spectrometrice gamma, masurari alfa-beta globale si masurari ale dozei gama, fiind efectuate atat *in situ*, cat si in laborator, pe probe prelevate, de apa si de sare neprelucrate. Pentru efectuarea masurarilor si analizelor s-au folosit echipamente si sisteme de masura specializate, cum ar fi: Monitor universal/Contaminometru UMO LB 123-Berthold Technologies; Sistem de masurare alfa-beta global de fond scazut, model ORTEC PROTEAN MPC-2000-DP; Sistem spectrometric gama cu detector de GeHP, pentru masurarea activitatii radionuclizilor gama emitori continuti in probe, model ORTEC; Sistem/monitor portabil pentru masurarea concentratiei de radon atmosferic, model PYLON AB-5, Pylon Electronics Inc.; Deumidificator de aer TROTEC, etc.

Utilizarea factorilor naturali de mediu subtearan salin, detinatori de proprietati curative pentru preventia, tratamentul și recuperarea pacientilor cu unele patologii, adesea cronice si severe (astmul bronic, complicații post arsuri), reprezinta un potențial de solutii pentru optimizarea serviciilor de sanatate si pentru cresterea nivelului calitatii vietii. Metoda este relativ noua, de medicina complementara, fiindui acceptat numele „speleoterapie” ceea ce ar insemna din limba greaca "*Spelaion*" - pestera, groapa si "*terapie*" – tratament.

Masurarile efectuate au tinut cont de variatiile locale ale distributiei de radionuclizi naturali si au fost mediate, rezultatul obtinut fiind mult mai apropiat de activitatea specifica a arealului de masurare ales.

### **Conditii de mediu**

Condițiile de mediu din minele saline in care s-au efectuat studiile, masurarile si analizele radiometrice pe mai multi ani, au fost:

- temperatura: intre 10 °C si 14.5 °C;
- presiunea: intre 1008 hPa si 1022 hPa;
- umiditate: intre 65 % - 80 %;
- adancimea: intre: 32 m si 240 m;
- viteza vantului: 0.2 m/s si 1.6 m/s;
- prezenta aerosolilor salini;
- iluminare: artificiala;
- sisteme proprii de ventilatie,

iar metodele de lucru, de calibrare si etalonare a aparaturii s-au realizat in conformitate cu procedurile de lucru ale laboratorului.

Metoda conform inventiei contine mai multe procedee de caracterizare radiometrica a factorilor speleoterapeutici din mediul salin.

Director General IFIN-HH  
Nicolae Victor ZAMFIR



### Procedeeul masurarii concentratiei de Radon

Procedeeul de masurare de activitate volumica a radonului atmosferic, conform inventiei, s-a realizat cu sistemul portabil Pylon AB 5, cu ajutorul dispozitivului unui dispozitiv specializat - CPRD, in mai multe areale/locatii din interiorul fiecarei mine saline in parte.

Dupa efectuarea masurarilor, stocarea automata a datelor experimentale si transferarea lor pe un laptop (interfata de legatura), cu ajutorul unor software-uri specializate, s-a folosit fisierul EXCEL de lucru: *run#. (cod/no.)*, care prezinta rezultatele masurarii tabelate si calculul erorilor/abaterilor.

Intervalul de concentratii de Radon masurate si mediate in minele saline, pe un interval de trei ani, in diverse anotimpuri, in conditiile de mediu precizate, este cuprins intre:  $7 \pm 0.39 \text{ Bq/m}^3 \div 95 \pm 4.76 \text{ Bq/m}^3$ .

Un exemplu de spectru al concentratiei de Radon (activitate volumica) masurat intr-o mina salina, este prezentat in Figura 1.

### Procedeeul masurarii spectrometrice gamma cu detector de GeHP

Inventia se refera de asemenea la procedeeul de masurare si analiza spectrometrica gama pe probe de sare. Masurarile au fost efectuate utilizand un detector ORTEC cu GeHP, cu urmatorii parametri de instalatie: constanta de timp de  $6 \mu\text{s}$  cu eficienta relativa de 30 % la 1332 keV pentru 60-Co si o rezolutie de 1.85 keV, la 1332 keV (60-Co), si 0.85 keV la 122 keV (57-Co), tensiunea de lucru + 4400 V si un lant spectrometric DigiDART. Spectrele au fost achizitionate in domeniul energetic cuprins intre 40 si 2670 keV, pe 16384 de canale, astfel incat energetic, un canal corespunde la aprox. 6,21 keV.

Datele experimentale de masurare s-au prelucrat cu ajutorul *software*-lui specializat *Gamma Vision-32 (ORTEC)* al sistemului de masura, pe probe de sare neprelucrata cu masa de aprox. 100 g. si timp de masura (time live) de 86 400 s, prelevate din minele saline monitorizate, iar datele de masurare sunt prezentate in tabelul 1. Sunt prezentati principalii radionuclizi naturali continuti in probele de sara alba si neagra analizate, in raport cu o referinta aleasa si anume media pe 50 de probe de sol din mai multe zone ale tarii. Masurarile eu fost efectuate si mediate pe timp de trei ani in diverse perioade ale anului.

Principalii radionuclizi naturali care apar in probele de sare analizate, in conditiile de mediu precizate, in mici urme, sunt: 228-Ac (liniile de 911.07, 964.6, 968.9, 1587.9, 1630.4), 212-Bi (linia de 1620.56), 214-Bi (liniile de 609.32, 1120.28, 1155.19, 1238.11, 40-K (1460.75), 212-Pb, 214-Pb (241.92, 295.22, 351.99), 177-Rn, 226-Ra (185.99), 234-Th (63.2, 92.38), 208-Tl (510.72, 583.14, 1592.47, etc. in conformitate cu Tabelul 1, toate la nivelul fondului natural de radiatii. Pentru aplicarea mediului salin in speleoterapie si tratament balnear, studiul spectrometric de radioactivitate prezinta activitati masice de radionuclizi naturali, cu activitati totale cuprinse intre 20-25 Bq/kg pentru sare alba si de 50-65 Bq/kg pentru sare care contine incluziuni in continut (sare neagra).

### Procedeeul masurarii alfa-beta globale

Procedeeul de masurare de activitate volumica alfa-beta globala, conform metodei inventiei, pe probe de sare, consta din analiza probelor de sare prelevate din minele

Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR



saline, cu mase de aprox. 1-2 g, care s-au supus masurarilor alfa-beta globale, in geometria <ALFA+BETA SUS>, cu sistemul MPC 2000 DP. Datele experimentale de masurare, inregistrate automat de sistem, sunt prelucrate cu scaderea automata a fondului natural de radiatii.

Activitatile minim detectabile ale sistemului pentru masurarile pe probe de sare sunt:

AMD la radiatia alfa = 0.0174 Bq/proba; respectiv 2.88 Bq/kg;

AMD la radiatia beta = 0.193 Bq/proba; respectiv 11.61 Bq/kg.

Astfel, intervalul de concentratii de radioactivitate masurate prin analize alfa-beta globale pe probe de sare sunt cuprinse intre: 2-8 Bq/kg la radiatia alfa si 10-15 Bq/kg la radiatia beta.

Datele experimentale furnizate de sistemul de masura alfa-beta global MPC 2000 si apoi prelucrate, pe probele masurate la radiatiile alfa si beta, nu prezinta practic radioactivitate.

### Procedeeul masurarii fondului natural de radiatii –doza gama

Procedeeul masurarii fondului natural de radiatii, conform inventiei, din minele saline s-a efectuat cu sistemul portabil Berthold Umo LB 123, care este si dozimetru/debitmetru si contaminometru. Masurarile din minele saline s-au realizat ca debitmetru cu integrare de impulsuri folosind sonda gamma - *Counter-timer* (numarator-timer) pentru timpi de integrare de 3600 de secunde/masurare.

Din analizele efectuate rezulta ca in minele saline exista un fond natural de radiatii de: (0.002 – 0.006)  $\mu\text{Sv/h}$  (2 - 6 nSv), cu erori cuprinse intre (5.34 – 10.50) %, in raport cu fondul natural (doza gama) de la suprafata minelor saline - masurari martor si putem concluziona ca in saline fondul natural de radiatii este de cateva zeci de ori mai mic decat la suprafata.

Pentru toate masurarile si analizele radiometrice precizate in prezenta inventie sunt caracterizate locatiile de masura si cu valorile masurate ale concentratiilor de Radon si activitatilor masice si volumice, cu erorile aferente calculate. S-au calculat astfel: S(n-1) - abaterea standard experimentală; S(n-1) (%) - abaterea standard experimentală relativă; S(med) - abaterea standard experimentală a mediei; S(med) (%) - abaterea standard experimentală relativă; S(Poisson) – eroarea relativă Poisson; eroarea globală absolută, etc., care sunt calculate pentru fiecare punct de masura in parte. S(Poisson) este data pentru compararea cu valoarea abaterii standard asupra mediei in scopul aprecierii statistice a valorilor medii fata de numarul total de impulsuri achizitionat.

### Aplicatii

Metoda are caracter de noutate si originalitate venind sa acopere un foarte mare numar de aspecte cu caracter aplicativ, cu mare impact economic si social in competitie cu studiile stiintifice din alte tari europene cu experienta in domeniu.

Metoda conform inventiei propune abordarea problematicii efectului terapeutic al factorilor de mediu subteran din saline si pesteri asupra organismului uman (astmul bronic, bronsite cronice, rani cronice, inflamatii ale tegumentului, arsuri, deficiente ale sistemului imunitar, etc.)

Metoda propusa conform inventiei de caracterizare radiometrica a mediului salin, asociata si cu studii complexe medico-biologice, clinico-functionale, de imunologie

Director General IEN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR



17

celulara, biologie celulara, biochimie, ionizare, concentratia de aeroioni, dispersia aerosolului salin, concentratia de microorganisme, concentratia de diferite gaze in mediul subteran salin, etc. pot reprezenta o alternativa complementara in cura speleoterapeutica in mediul minelor saline.

Rezultatele aplicarii metodei propuse poate avea un impact pozitiv asupra dezvoltarii unor noi directii de cercetare, diminuarea tratamentelor medicamentoase costisitoare, micșorarea frecventei și duratei de spitalizare, ridicarea calitatii vietii bolnavilor, marirea posibilitatii incadrării și reabilitării acestora in activitatea profesionala și sociala, etc..

In conformitate cu metoda de caracterizare radiometrica propusa, conform inventiei, se prezinta mai jos un exemplu de realizare a procedeelor, in legatura cu: Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4 și Tabelul 1, care reprezinta:

- Figura 1 - Concentratia de Radon intr-o locatie anume dintr-o mina salina;
- Figura 2 - Activitatea totala a probelor de sare in raport cu media a 50 de probe de sol;
- Figura 3 – Activitatea de 226-Ra (Seria URANIU) in raport cu media a 50 de probe de sol;
- Figura 4 - Activitatea de 235-U (Seria ACTINIU) in raport cu media a 50 de probe de sol;
- Tabelul 1 - Radionuclizi naturali continuti in probe de sare prelevate din mine saline analizati prin spectrometrie gama cu detector de HPGe.

Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR



## Revendicare

Metoda complexa de caracterizare radiometrica a factorilor speleoterapeutici in mine saline, in vederea utilizarii inovative a acestora in sanatate, tratament si turism balneoclimateric, **caracterizata prin aceea ca**, prezinta urmatoarele componente: Procedeu de masurare a concentratiilor de activitate a Radonului cu intervalul de valori caracteristice; Procedeu de masurare prin analiza de spectrometrie gama in care sunt prezentati principalii radionuclizi naturali emittori gama care fac parte din probele de sare neprelucrate cu ponderea lor; Procedeu de analiza alfa-beta globala prin care se analizeaza contributia alfa si beta din probele de sare cu ponderile lor si procedeul masurarii fondului natural de radiatii (doza gama) caracteristice mediului minelor saline studiate.

Aplicarea rezultatelor obtinute prin aceste procedee conduce la o alternativa complementara in cura speleoterapeutica in mediul salin din punct de vedere radiometric.



Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR

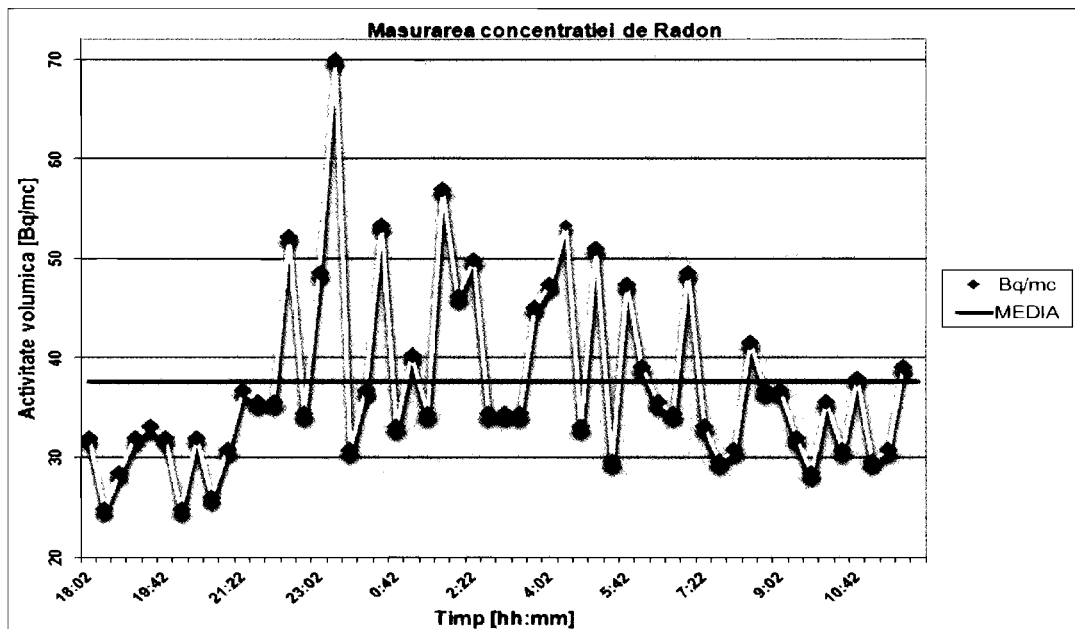
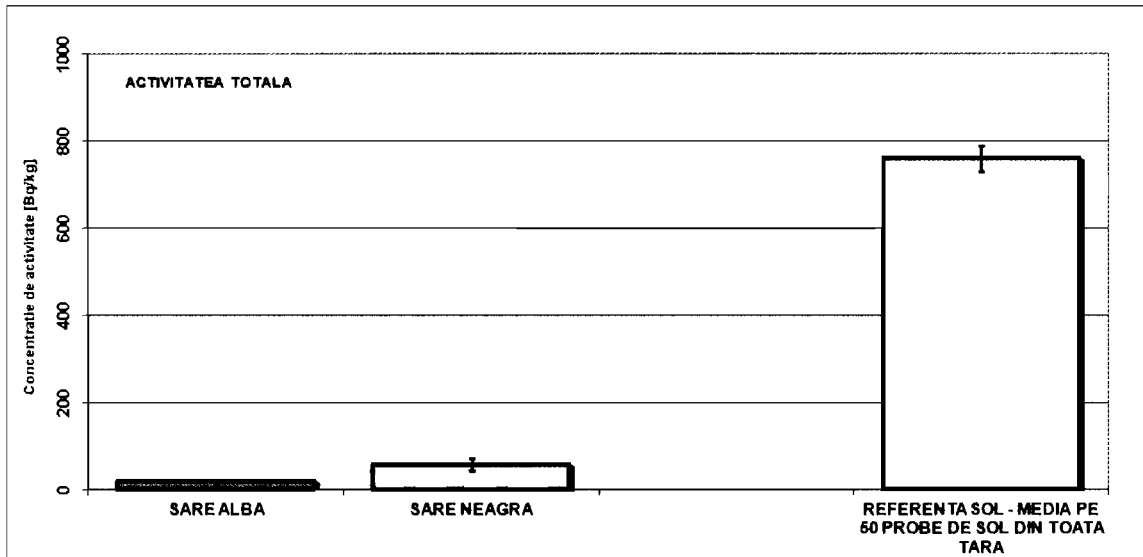
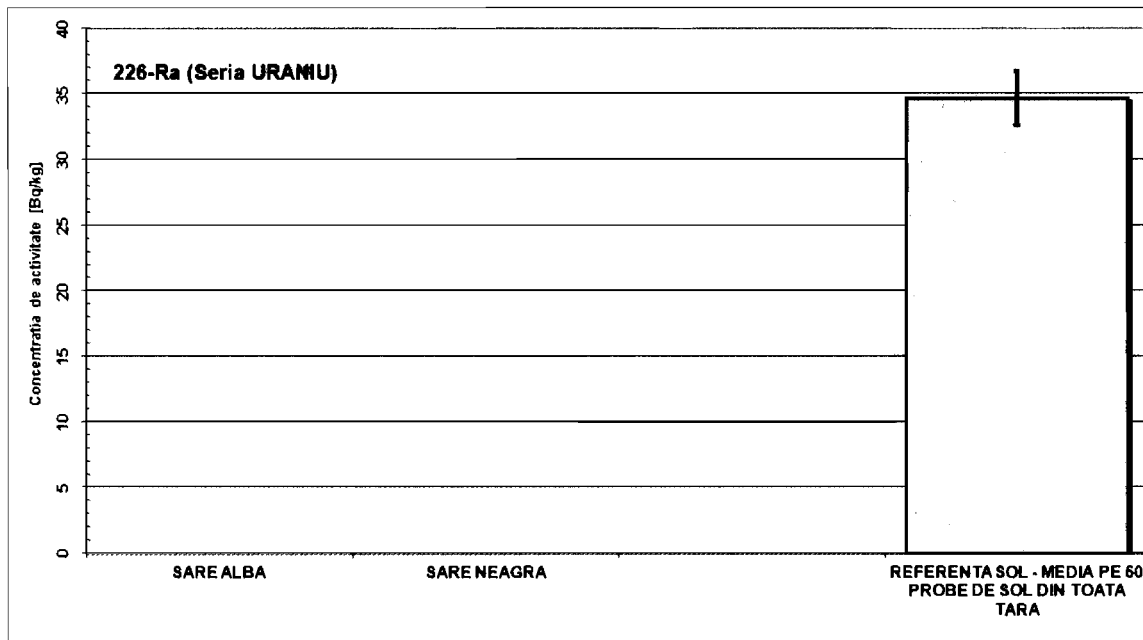


Figura 1 - Concentratia de Radon intr-o locatie dintr-o mina salina

Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR



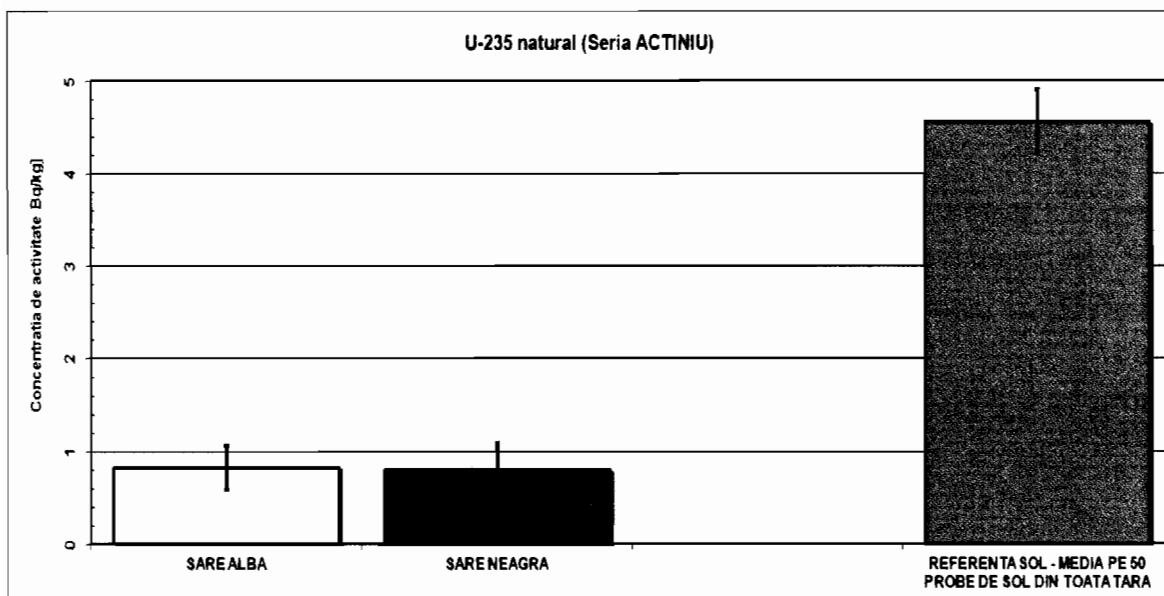
**Figura 2 – Activitatea totala a probelor de sare in raport cu media a 50 de probe de sol**



**Figura 3 – Activitatea de 226-Ra (Seria URANIU) in raport cu media a 50 de probe de sol**

Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR





**Figura 4** – Activitatea de 235-U (Seria ACTINIU) in raport cu media a 50 de probe de sol



Director General IFIN-HH  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR

**Tabelul 1 – Radionuclizi naturali continuti in probe de sare prelevate din mine saline analizati prin spectrometrie gama cu detector de HPGe**

PROBA		SARE ALBA		SARE NEAGRA	
		Activitate	Incertitudine	Activitate	Incertitudine
Radionuclid		[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]	[Bq/kg]
K-40	89,33%BET&GAM	<AMD		<AMD	
CS-137	BET&GAM	<AMD		0.278	0.134
TL-208	36%BET&GAM	<AMD		<AMD	
PB-210	BET&GAM	<AMD		<AMD	
PB-212	BET&GAM	1.226	0.266	<AMD	
PB-214	BET&GAM	<AMD		<AMD	
BI-212	64%BET&GAM	9.069	2.271	11.368	3.084
BI-214	BET&GAM	<AMD		<AMD	
RA-226	ALF&GAM	<AMD		<AMD	
AC-228	BET&GAM	7.749	1.415	<AMD	
TH-228	ALF&GAM	<AMD		45.303	11.135
TH-234	BET&GAM	<AMD		<AMD	
U-235	ALF&GAM	0.830	0.239	0.806	0.286
RA-224	ALF&GAM	<AMD		<AMD	
RA-223	ALF&GAM	<AMD		<AMD	
ACTIVITATE TOTALA		18.874	4.191	57.756	14.639
TOTAL BETA		14.779		7.554	
TOTAL ALFA		0.000		45.303	
238-U + 234-U		0.00	0.00	0.00	0.00
U-235 + 235-Th (Beta Activitate)		0.83	0.24	0.81	0.28

AMD-Activitatea Minima Detectabila

Director General IFIN-HP  
Dr. Nicolae Victor ZAMFIR