**Capitolul IX. RADIOACTIVITATEA MEDIULUI**

**IX.1. Monitorizarea radioactivității factorilor de mediu**

Monitorizarea radioactivității mediului se face prin supravegherea radioactivității componentelor mediului, prin măsurarea concentrației radioactive a substanțelor care conțin radionuclizi și care produc expunerea externă și internă a organismului : solul, aerul, apa și o mulțime de componente ale biosferei (flora și fauna). Pentru urmărirea variației în timp a concentrațiilor radioactive a substanțelor de interes pentru radioprotecție și pentru anunțarea unor creșteri semnificative, este necesară cunoaşterea valorilor acestor concentrații radioactive care asigură fondul natural.

Principalele obiective urmărite prin monitorizarea radioactivităţii mediului sunt:

* detectarea rapidă a oricăror creşteri cu semnificaţie radiologică ale nivelelor de radioactivitate a mediului pe teritoriul monitorizat;
* notificarea rapidă a factorilor de decizie în situaţie de urgenţă radiologică şi susţinerea cu date din teren a deciziilor de implementare a măsurilor de protecţie în timp real;
* controlul funcţionării surselor de poluare radioactivă cu impact asupra mediului în acord cu cerinţele legale şi limitele autorizate la nivel naţional;
* urmărirea continuă a nivelelor de radioactivitate naturală, importante în evaluarea consecinţelor unei situaţii de urgenţă radiologică;
* furnizarea de informaţii către public.

Supravegherea radioactivităţii mediului în judeţul Constanţa se realizează de către Staţiile de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului (SSRM) Constanţa și Cernavodă care funcționează în subordinea Agenţiei pentru Protecţia Mediului Constanţa și sunt componente ale Reţelei Naţionale de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului .

Reţeaua Naţională de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului (RNSRM) face parte din sistemul integrat de supraveghere a poluării mediului pe teritoriul României şi se află în subordinea Ministerului Mediului. RNSRM a fost înfiinţată în anul 1962 şi constituie o componentă specializată a sistemului naţional de radioprotecţie care realizează supravegherea şi controlul respectării prevederilor legale privind radioprotecţia mediului şi asigură îndeplinirea responsabilităţilor Ministerului Mediului privind detectarea unor niveluri crescute de radioactivitate, avertizarea şi alarmarea factorilor de decizie în cazul unor evenimente cu impact radiologic asupra mediului.

Pentru îndeplinirea obiectivelor sale, Staţia de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului Constanţa execută măsurători ale debitului dozei gama în aer, măsurători beta globale pe probe de mediu colectate într-o zonă reprezentativă pentru oraşul Constanţa şi efectuează în mod constant determinări gama spectrometrice pentru identificarea radioizotopilor gama emiţători pe probe colectate din zona oraşului Constanţa , din zona de influenţă a CNE Cernavodă, din zonele aferente localitătilor Năvodari şi Vadu, precum şi pe probe colectate de SSRM Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe situate în Regiunea de dezvoltare Sud-Est a României.

**Programele de monitorizare desfăşurate de SSRM Constanţa** în anul 2017 au fost:

* **Program standard de monitorizare** a radioactivităţii mediului corespunzător staţiilor cu program de funcţionare de 24 h, constând în măsurători beta globale pe probe de: aerosoli atmosferici (4 aspiraţii/zi), depuneri atmosferice totale şi precipitaţii (1 probă/zi), apă de suprafaţă (1 probă/zi), sol necultivat (1 probă/săptămână), vegetaţie spontană (1 probă/săptămână în perioada aprilie-octombrie);
* **Program de monitorizare în zone cu fondul natural modificat antropic** care a cuprins monitorizarea factorilor de mediuîn localitatea Constanţa, supravegherea zonei Năvodari-Lumina-Mamaia Sat, urmărindu-se o eventuală influenţă asupra factorilor de mediu pe care ar putea-o avea existenţa haldelor de fosfogips aflate în proprietatea S.C. Marway Fertilchim S.A, precum şi a zonei Vadu unde se află fosta întreprindere de metale rare. Programul a constat în:

1. măsurători beta globale pe probe de: apă de suprafaţă din Marea Neagră (1 probă/săptămână), apă de foraj Constanţa (1 probă/semestru) şi de apă de suprafaţă Canal Poarta Albă-Midia Năvodari (1 probă/semestru),
2. măsurători gama spectrometrice pe probe de: apă de suprafaţă din Marea Neagră, apă de foraj din Constanţa, apă de suprafaţă din Canal Poarta Albă-Midia Năvodari, vegetaţie spontană din Constanţa, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu, sol necultivat şi arabil din Constanţa, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu.
3. măsurători gama spectrometrice pe toate probele colectate de SSRM Constanţa şi Cernavodă în cadrul programelor standard şi speciale, precum şi pe probele colectate în cadrul programelor standard şi speciale de către SSRM Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe, situate în Regiunea de dezvoltare Sud-Est a României.
4. colectări si pregătiri ale probelor de apă şi precipitaţii în vederea determinării concentraţiei de tritiu.

În cursul anului 2017, la SSRM Constanţa au fost efectuate 7318 analize beta globale pe probe de mediu, 365 etalonari şi 1460 măsuratori ale fondului aparatelor de măsurare.

Distribuţia procentuală a analizelor beta globale, în funcţie de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.1.

De asemenea, la SSRM Constanţa au fost efectuate 495 analize gama spectrometrice pe probe colectate în cadrul programelor standard şi speciale ale staţiilor din Regiunea de dezvoltare Sud-Est, 2 măsurări ale fondului de radiaţii şi 39 de etalonări ale sistemului de măsurare.

Distribuţia procentuală a analizelor gama spectrometrice, în funcţie de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.2.



În anul 2017 SSRM Constanţa a participat la exerciţiul de intercomparare organizat de International Atomic Energy Agency – World-Wide Open Proficiency Test IAEA-TEL-2017-03. Exerciţiul a constat în determinarea, prin analize gama spectrometrice, a concentraţiior radionuclizilor antropogenici şi naturali din două probe de apă, una de lapte praf şi una de Carbonat de Ca. Rezultatele obţinute au fost foarte bune, toate îndeplinind criteriul de acceptare, practic unele fiind identice cu rezultatele de referinţă.

Deasemeni, tot în anul 2017 SSRM Constanţa a participat şi la exerciţiul de intercomparare organizat de Comisia Europeana prin Joint Research Centre (JRC) Standards for Nuclear Safety, Security & Safeguards care a constat în determinarea, prin analize gama spectrometrice, a concentraţiior radionuclizilor de Cs-134, Cs-137, I-131 şi K-40 pentru o probă de mălai. Rezultatele obţinute şi la această intercomparare au fost foarte bune.

Staţia de Supraveghere a Radioactivităţii Mediului Cernavodă execută măsurători beta globale pe probe de mediu colectate într-o zonă largă din jurul CNE Cernavodă precum şi măsurători ale probelor de apǎ şi precipitaţii în vederea determinǎrii activităţii volumice a tritiului .

Programele de monitorizare desfăşurate de SSRM Cernavodă în anul 2017 au fost:

* **Program standard** de monitorizare a radioactivităţii mediului pentru staţie cu program de funcţionare de 24 h, constând în măsurători beta globale pe probe de : aerosoli atmosferici (4 aspiraţii/zi), depuneri atmosferice totale şi precipitaţii (1 probă/zi), apă de suprafaţă (1 probă/zi), sol necultivat (1 probă/săptămână), vegetaţie spontană (1 probă/săptămână în perioada aprilie-octombrie);
* **Program de monitorizare în zonă cu fond modificat antropic** - zona de influenţă a CNE Cernavodă - constând în:

1. măsurători beta globale pe probe de: apă de suprafaţă din Canal Seimeni, Canal Ecluză (câte 1 probă/zi), din Braţul Borcea al Dunării la Feteşti, din Dunăre la Cochirleni şi Capidava, din Canal Dunăre-Marea Neagră la Medgidia (câte 1 probă/lună), din Lac Baciu (1 probă/an), apă de foraj la Faclia (1 probă/zi), vegetaţie spontană din 9 locaţii situate în jurul CNE Cernavodă (câte 1probă/semestru), sol necultivat din 9 locaţii situate în jurul CNE Cernavodă (câte 1probă/semestru);
2. colectări şi pregătiri, în vederea efectuării măsurătorilor gama spectrometrice la SSRM Constanţa, ale probelor de apă de suprafaţă (8 locaţii), apă de foraj (1 locaţie), vegetaţie spontană (10 locaţii), sol necultivat (10 locaţii), sol arabil (3 locaţii)
3. măsurători ale conţinutului de tritiu în probe de apă de suprafaţă (10 locaţii), apă de foraj (1 locaţie), precipitaţii ( 1 locaţie), vegetaţie spontană (10 locaţii), sol necultivat (10 locaţii), sol arabil (3 locaţii).

În cursul anului 2017, la SSRM Cernavodă au fost efectuate 8457 analize beta globale.

Distribuţia procentuală a analizelor beta globale, în funcţie de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.3.

Deasemeni, la SSRM Cernavodă au fost efectuate 1515 analize beta spectrometrice pentru determinări de tritiu pe probe colectate în cadrul programului de monitorizare a funcţionării CNE Cernavodă.

Distribuţia procentuală a analizelor beta spectrometrice pentru determinări de tritiu, în funcţie de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.4.



**Aparatura utilizată**

Sistemele de detecţie utilizate în vederea efectuării măsurătorilor beta globale sunt alcătuite din detectori de radiaţii beta cu scintilator din plastic şi din sisteme electronice de numărare pentru prelucrarea semnalelor obţinute la interacţia radiaţiilor beta cu volumul sensibil al detectorului. În cursul anului 2017, la SSRM Constanţa a fost utilizat un sistem de numărare tip Bicron, iar la SSRM Cernavodă sisteme de numărare tip Bicron şi Thermo.

Etalonarea aparaturii de măsurare beta globală a fost efectuată cu surse de etalonare de (Sr – Y) 90 de activitate cunoscută.

Determinarea concentraţiilor radionuclizilor gama emiţători (naturali si artificiali) în probele de mediu se realizează prin spectrometrie gama de înaltă rezoluţie. Pentru măsurarea gama spectrometrică a probelor s-au utilizat două sisteme de masură:

- analizor multicanal DSA 1000 împreună cu un detector BeGe cu rezoluţia de 2.1 keV la energia de 1332 keV şi eficacitatea relativă de 35%. Etalonarea s-a efectuat cu o sursă de etalonare conţinând un amestec de: Cd-109, Ce-139, Co-57, Co-60, Cs-137, Sn-113, Sr-85, Y-88, Hg-203.

- analizor multicanal Spectrum Master 92X împreună cu un detector HPGe cu rezoluţia de 1,8 keV la energia de 1332 keV şi eficacitatea relativă de 13%. Etalonarea s-a efectuat cu surse de etalonare de activitate cunoscută conţinând: Am- 241, Co-60, Ba-133, Cs-137 şi Eu-152.

Determinarea concentraţiilor tritiului în probe s-a realizat prin analiză beta spectrometrică, utilizându-se un contor cu scintilatori lichizi de fond scăzut, prevăzut cu unitate automată de schimbare a probelor, Tri-Carb 2770TR/SL.

***IX.1.1. RADIOACTIVITATEA AERULUI***

Monitorizarea radioactivității aerului este calea cea mai rapidă de identificare a prezenței radionuclizilor naturali și artificiali în atmosferă, peste limitele fondului natural de radiații.

In acest scop sunt efectuate determinări ale debitului dozei gama în aer, determinări beta globale și gama spectrometrice asupra aerosolilor atmosferici, precum și asupra depunerilor atmosferice totale ( umede și uscate) .

* **Debitul dozei gama absorbite în aer**

Determinarea debitului dozei gama se realizează continuu cu ajutorul staţiilor automate de determinare a debitului dozei gama ambientală, valorile obținute dau o primă indicație asupra radioactivității din atmosferă. Acestea sunt alcătuite din doi detectori Geiger Muller, care măsoară şi mediază echivalentul debitului dozei gama din 10 în 10 secunde. În județul Constanța există 27 stații automate, 23 fiind amplasate în jurul CNE Cernavodă și câte una în localităţile Constanța, Mangalia, Mihail Kogălniceanu și Medgidia.

Debitul dozei gama s-a situat în limita de variaţie a fondului natural. La SSRM Constanţa valorile debitului dozei gama au variat în intervalul 0.08 - 0.14 µSv/h, media anuală fiind 0.096 µSv/h, iar la SSRM Cernavodă intervalul de variaţie a fost 0.06 - 0.15 µSv/h, media anuală fiind 0.098 µSv/h.

Evoluţia debitului dozei gama, înregistrată în ultimii ani la SSRM Constanța și Cernavodă, este prezentată în figura IX.5.

*Notă: Limitele de notificare operaţionala pentru valorile debitului dozei gama în aer (conform O.M. nr. 1978/2010 ) sunt: 0.250 µSv/h - atenţionare, 1µSv/h - avertizare, 10* *µSv/h - alarmare.*

* **Aerosoli atmosferici**

Procedura de determinare a radioactivităţii atmosferei constă în aspirarea pe filtre a aerosolilor atmosferici şi măsurarea activităţii filtrelor la diferite intervale de timp. Volumele de aer aspirate sunt de 25-30 mc, iar intervalele de aspiraţie de 5 ore. În cazul staţiilor cu program continuu, aspirările se efectuează în intervalele orare : 02 - 07(03 - 08), 08 - 13 (09 - 14), 14 - 19 (15 - 20) şi 20 - 01(21 - 02).

Numărul total al analizelor beta globale efectuate în anul 2017 la SSRM Constanţa, pe filtrele de aerosoli atmosferici, a fost de 5826, iar la SSRM Cernavodă de 5817.

Rezultatele măsurătorilor beta globale imediate ale radioactivităţii aerosolilor atmosferici în anul 2017, mediate lunar pe intervale de aspirație, sunt prezentate în figura IX.6. Media anuală a fost de 1.36 Bq/mc la SSRM Constanţa şi de 3.34 Bq/mc la SSRM Cernavodă.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globală la măsurarea imediată (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 10 Bq/mc.*

Evoluția activității medii beta globale la măsurare imediată a probelor de aerosoli atmosferici, în perioada 2010 – 2017, la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.7.

Concentraţiile descendenţilor gazelor radioactive Radon (Rn-222) şi Toron (Rn-220) în atmosfera liberă (stratul superficial de aer, 2 m înălţime de la sol) sunt calculate la SSRM prin aplicarea unei metode care presupune filtrarea aerului şi măsurarea beta globală a filtrelor la anumite intervale de timp de la încetarea aspiraţiei. Radonul şi Toronul sunt produşi de filiaţie ai U-238 şi Th-232, aflaţi în stare gazoasă. Ei ajung în atmosferă în urma difuziei din sol şi roci, unde sunt supuşi fenomenelor de dispersie atmosferică. Concentraţiile de Rn-222 şi Rn-220 în atmosferă variază sezonier, depinzând de condiţiile meteorologice care influenţează atât viteza de emanaţie a gazelor din sol, cât şi diluţia/dispersia acestora în atmosferă. Dispersia radonului şi toronului în atmosferă este puternic influenţată de variaţia diurnă a curenţilor de aer (figurile IX.8. şi IX.9.). Astfel, cele mai mari concentraţii în atmosferă se înregistrează în perioada de noapte, în intervalele de aspiraţie 20 - 01 şi, respectiv 02 - 07, valorile maxime fiind atinse spre dimineată, când apare o perioadă de acalmie a curenţilor de aer. Odată cu creşterea temperaturii, pe timpul zilei, apar curenţii de convecţie, care contribuie la dispersia radonului şi toronului acumulat peste noapte în păturile inferioare ale atmosferei. Valorile minime s-au înregistrat în intervalul de aspiraţie 14-19.

În anul 2017, concentraţiile Radonului au variat în intervalul 0.33 - 17.54 Bq/mc la SSRM Constanţa şi 0.90 - 48.76 Bq/mc la SSRM Cernavodă, maximele s-au înregistrat în data de 03.02.2017, pe intervalul de aspiraţie 02-07 la SSRM Constanţa, respectiv în data de 12.11.2017, pe intervalul 02-07 la SSRM Cernavodă. Concentraţiile Toronului au variat în intervalul 0.007- 0.716 Bq/mc la SSRM Constanţa şi 0.024-2.033 Bq/mc la SSRM Cernavodă; maximele s-au înregistrat în data de 06.08.2017, în perioada de aspiraţie 02-07 în Constanţa, respectiv data de 11.09.2017, pe intervalul 02-07 în Cernavodă.

Radioactivitatea artificială a aerosolilor atmosferici se determină prin măsurători beta globale ale filtrelor aspirate, după 5 zile de la prelevare. Variația mediei anuale a activității beta globale artificiale înregistrate la SSRM Constanţa şi Cernavodă este reprezentată grafic, pe intervale de aspirație, în figura IX.10.

*Notă:1) limita de avertizare pentru activitatea beta globala la 5 zile (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 0.2 Bq/mc.*

*2)Valorile obţinute la SSRM Cernavodă nu au fost reprezentate grafic deoarece majoritatea acestora s-au situat sub limita de detecţie a aparaturii şi metodei utilizate.Valorile semnificative au variat în intervalul 0.016-0.020 Bq/mc, exceptând pe cele obţinute în perioada 29.09-03.10.2017.*

În perioada 29.09-03.10.2017, teritoriul României a fost traversat de un front de aer ce a purtat urme ale radionuclidului artificial Ru-106, sursa, detectata ulterior, fiind obiectivul nuclear de prelucrare a combustibilului nuclear ars de la Mayak, Rusia, în sudul Munţilor Ural. SSRM Constanţa a fost prima staţie din ţară care a detectat prin măsurători beta globale prezenţa radioactivităţii artificiale în probele de aerosoli atmosferici şi a identificat radionuclidul răspunzător. În perioada menţionată s-au înregistrat valori ale activităţii specifice artificiale în aerosoli atmosferici peste cele normale, intervalul de variaţie fiind 0.0027-0.1654 Bq/mc la SSRM Constanţa şi 0.0095-0.3467 Bq/mc la SSRM Cernavodă.

Filtrele aspirate şi măsurate beta global la SSRM Constanţa, Cernavodă, Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au fost cumulate lunar şi măsurate gama spectrometric la SSRM Constanţa . În urma analizelor gama spectrometrice efectuate în cursul anului 2017, s-a pus în evidenţă prezenţa radionuclizilor naturali Be-7, K-40, precum şi a unor radionuclizi din seriile radioactive naturale.

Un radionuclid de interes detectat a fost Be-7, care este natural şi se formează în straturile superioare ale atmosferei terestre. El s-a aflat în concentraţii relativ mari în atmosferă (0.514-7.561 mBq/mc) şi a fost determinat în toate probele măsurate (figura IX11).

Radionuclidul artificial Cs-137 a fost determinat într-o probă de aerosoli atmosferici din luna noiembrie la SSRM Galaţi (valoarea 0.01 mBq/mc). Sursa actuală pentru Cs-137 din atmosferă este solul contaminat ca urmare a accidentului de la CNE Cernobâl. Mecanismul prin care radionuclizii din sol ajung în atmosferă este resuspensia particulelor fine din stratul superficial de sol.



Pentru perioada 29.09 - 03.10.2017, în care s-a semnalat prezenţa radioizotopului artificial Ru-106 pe teritoriul României, SSRM Constanţa a efectuat analize gama spectrometrice suplimentare asupra filtrelor de aer, colectate de toate SSRM-urile din zona de Sud-Est a României. Rezultatele măsurătorilor realizate sunt prezentate în tabelul următor:

**Valori ale activităţii specifice a radionuclidului artificial Ru-106 în probe de aerosoli atmosferici:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Locul prelevării | Minima (mBq/mc) | Maxima  (mBq/mc) | Data maximei |
| Constanţa | 0.40 | 88.10 | 29.09 aspiraţiile 3-8, 9-14-cumulat |
| Cernavodă | 47.23 | 87.16 | 29.09 aspiraţiile 3-8, 9-14, 15-20, 21-2-cumulat |
| Tulcea | 50.01 | 82.57 | 30.09 aspiraţiile 3-8, 9-14-cumulat |
| Sfântu Gheoghe | 34.45 | 69.55 | 29.09 aspiraţiile 3-8, 9-14-cumulat |
| Galaţi | 8.34 | 37.38 | 30.09 aspiraţiile 3-8, 9-14-cumulat |
| Buzău | 14.75 | 120.45 | 30.09 aspiraţiile 3-8, 9-14-cumulat |

* **Depuneri atmosferice totale**

Prelevarea probelor de depuneri atmosferice totale (pulberi sedimentabile şi precipitaţii) se face zilnic de pe o suprafaţă de 0.3 mp, durata de prelevare fiind de 24 h. Nivelul radioactivităţii beta globale la măsurarea imediată a probelor de depuneri atmosferice pentru anul 2017 este prezentat în figura IX.12.

Maxima anuală a fost de 33.89 Bq/mp\*zi la SSRM Constanţa, înregistrată în data de 28.08.2017, iar la SSRM Cernavodă valoarea maximă a fost de 24.60 Bq/mp\*zi, înregistrată în data de 28.07.2017. Nu au fost depăşiri ale nivelului de atenţionare.

**** *Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată a depunerilor atmosferice (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 200 Bq/mp\*zi*

Variaţia mediilor şi maximelor anuale ale activităţii beta globale la măsurarea imediată pentru depuneri atmosferice totale înregistrate în perioada 2010 - 2017 la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.13.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată a depunerilor atmosferice (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 200 Bq/mp\*zi*

După măsurarea beta globală, probele zilnice colectate de SSRM Cernavodă, Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe aflate în Regiunea de dezvoltare Sud-Est au fost cumulate lunar şi măsurate gama spectrometric la SSRM Constanţa.

Radionuclidul natural de origine cosmogenică Be-7 a fost detectat şi măsurat în aproape toate probele de depuneri atmosferice totale cumulate lunar (figura IX.14). Concentraţia acestuia a variat între 0.11 Bq/mp\*zi (SSRM Galaţi şi Buzău în luna ianuarie) şi 3.94 Bq/mp\*zi (SSRM Galaţi în luna iulie).



Deasemeni, a fost pusă în evidenţă prezența radionuclidului natural Pb-210 în toate probele de depuneri atmosferice totale cumulate lunar. Concentrația acestuia s-a situat între 0.027 Bq/mp\*zi (SSRM Sfântu Gheorghe în luna februarie) şi 0.496Bq/mp\*zi (SSRM Galaţi în iulie). (figura IX.15.)



Radionuclidul artificial Cs-137 a fost determinat în probele de depuneri atmosferice din luna iulie la SSRM Cernavodă (valoarea 0.002 Bq/mp\*zi), din luna aprilie la SSRM Buzău (valoarea 0.002 Bq/mp\*zi), din luna aprilie la SSRM Tulcea (valoarea 0.002 Bq/mp\*zi) şi la SSRM Sfântu Gheorghe în luna iulie (valoarea 0.003 Bq/mp\*zi). Sursa actuală pentru Cs-137 din atmosferă este solul contaminat ca urmare a accidentului de la CNE Cernobâl. Mecanismul prin care radionuclizii din sol ajung în atmosferă este resuspensia particulelor fine din stratul superficial de sol.

Pentru perioada din lunile septembrie şi octombrie 2017, în care s-a semnalat prezenţa Ru-106 pe teritoriul României, SSRM Constanţa a efectuat analize gama spectrometrice asupra probelor de depuneri atmosferice colectate de catre toate SSRM din zona de Sud-Est a României. Rezultatele măsurătorilor realizate sunt prezentate în tabelul următor:

**Valori ale activităţii specifice a radionuclidului artificial Ru-106 în probe de depuneri atmosferice totale cumulate lunar:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Locul prelevării | Septembrie 2017 (Bq/mp\*zi) | Octombrie 2017  (Bq/mp\*zi) |
| Constanţa | 0.190 | 0.175 |
| Cernavodă | 0.023 | <0.046 |
| Tulcea | 0.025 | 0.057 |
| Sfântu Gheoghe | <0.045 | 0.070 |
| Galaţi | <0.051 | <0.052 |
| Buzău | <0.049 | <0.052 |

Pentru determinarea conţinutului de tritiu în atmosferă au fost prelevate probe de precipitaţii atmosferice. Probele au fost măsurate beta spectrometric cu analizorul cu scintilator lichid . Valorile medii şi maxime ale activităţii tritiului în probele de precipitaţii atmosferice, colectate şi măsurate la SSRM Cernavodă în anul 2017 sunt prezentate grafic în figura IX.16.

***IX 1.2. RADIOACTIVITATEA APELOR***

* **Apă de suprafaţă colectată în cadrul Programului standard**

În cursul anului 2017 au fost prelevate zilnic, în cadrul **Programului standard**, probe de apă de suprafaţă din Lac Tăbăcărie de către SSRM Constanţa, respectiv din Dunăre (punct de prelevare Gara fluvială) de către SSRM Cernavodă. Rezultatele analizelor beta globale sunt prezentate în figura IX.17.

Maxima anuală la SSRM Constanţa a fost de 0.56 Bq/l şi s-a înregistrat în data de 22.12.2017, iar la SSRM Cernavodă maxima anuală a fost de 0.55 Bq/l, înregistrată în data de 26.12.2017.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată pentru apă de suprafaţă (conform O.M. nr.1978/2010 ) este de 2 Bq/l*

Evoluția activității beta globale la măsurarea imediată a probelor de probe de apă de suprafaţă prelevate din Lac Tăbăcărie, respectiv din Dunăre Cernavodă (Gara fluvială), în perioada 2010 – 2017, este prezentată în figura IX.18.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată pentru apă de suprafaţă (conform O.M. nr.1978/2010 ) este de 2 Bq/l*

După măsurarea beta globală, probele zilnice de apă de suprafaţă colectate de SSRM Cernavodă, Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe sunt cumulate lunar şi măsurate gama spectrometric la SSRM Constanţa. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluţie indică accidentul de la Cernobâl ca principala sursă de radioactivitate artificială pentru probele studiate. Radionuclidul artificial identificat a fost

Cs-137, produs de fisiune eliberat în mediu pe timpul accidentului. Un alt radionuclid artificial detectat a fost Ru-106 (valoare 0.005 Bq/l) în proba cumulată din luna octombrie corespunzătoare Lacului Tăbăcărie (SSRM Constanţa), prezenţa acestuia datorându-se poluării accidentale de la obiectivul nuclear rusesc de la Mayak.

În figurile IX.19. şi IX.20. sunt prezentate nivelul şi distribuţia concentraţiilor radionuclizilor Cs-137 şi K-40, radionuclizi cu contribuţie majoră la radioactivitatea probelor de apă, pentru Dunăre, Râu Buzău, Lac Tăbăcărie.





* **Apă de suprafaţă colectată în cadrul Programelor de monitorizare în zone cu fond natural modificat antropic**

În cadrul Programului de supraveghere a radioactivităţii mediului **în zona de influenţă a CNE Cernavodă** s-au prelevat probe de apă de suprafaţă din Canalele de deversare Seimeni şi Ecluză, din Canalul Dunăre-Marea Neagră (la Medgidia şi Saligny), din Dunăre (puncte de colectare Gara fluvială Cernavodă, Cochirleni, Capidava, Feteşti-Braţul Borcea), din Lac Baciu şi Lac Domneasca. Probele au fost supuse analizelor beta globale, beta şi gama spectrometrice, pentru determinarea concentraţiei de tritiu şi radionuclizilor artificiali gama emiţători.

* **Apă de suprafaţă din canalele de deversare ale CNE Cernavodă**

Probele de apă din Canal deversare Seimeni şi din Canal deversare Ecluză se prelevează zilnic. Un litru se evaporă pentru măsurători beta globale, doi litri se evaporă pentru analize gama spectrometrice şi 250 ml se pregătesc pentru determinări de tritiu. Numărul probelor colectate din Canal deversare Seimeni şi măsurate beta global a fost de 354, din care au evidenţiat valori semnificative 171 probe. Valorile activităţilor specifice obţinute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.122 – 0.413 Bq/l, media anuală fiind de 0.179 Bq/l. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 24.01.2017.

De-a lungul anului 2017, au fost colectate 320 de probe din Canal deversare Ecluză, din care au evidenţiat valori semnificative 190. Valorile activităţilor specifice obţinute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.126 – 0.494 Bq/l. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 20.10.2017.

Nu s-au înregistrat depăşiri ale limitei de atenţionare de 2 Bq/l.

Analizele gama spectrometrice au evidențiat prezența radioizotopului artificial Cs-137, în concentrație foarte mică, în probele cumulate în lunile mai şi august din Canal deversare Seimeni (0.0015 Bq/l, respectiv 0.0005Bq/l). Sursa actuală pentru Cs-137 din apă este solul contaminat ca urmare a accidentului de la CNE Cernobâl. Radionuclidul natural K-40 a avut concentraţii cuprinse în intervalul 0.0492 – 0.0796 Bq/l pentru probele din Canal de deversare Seimeni, cu incertitudini statistice asociate de 6 -15 % şi concentraţii de 0.0502 – 0.0847 Bq/l pentru probele din Canalul de deversare Ecluză, cu incertitudini asociate de 9 -46 % (figura IX.21.).

În cele două canale de deversare a fost determinat conţinutul de tritiu prin spectrometrie beta cu scintilator lichid. Valorile concentraţiei volumice - medii lunare pentru Canal Ecluză și pentru Canal Seimeni sunt ilustrate în figura IX.22.

## Apă Canal Dunăre- Marea Neagră

Din Canalul Dunăre-Marea Neagră, în localitatea Medgidia, SSRM Cernavodă a colectat probe de apă de suprafaţă cu frecvenţă lunară. Activităţile specifice obţinute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.140 – 0.244 Bq/l.

Valoarea de atenţionare pentru acest indicator este de 2 Bq/l.

Analizele gama spectrometrice nu au pus în evidenţă prezenţa unor radionuclizi artificiali. Radionuclidul natural K-40, determinat în toate probele analizate, a avut concentraţii cuprinse în intervalul 0.015 – 0.160 Bq/l, incertitudinile statistice asociate fiind de 17-78 % .

În ceea ce priveşte analizele de tritiu, valorile activităţilor specifice obţinute în urma măsurătorilor s-au situat peste limita de detecţie a aparaturii şi metodei utilizate în 8 din cele 12 probe analizate, variind în intervalul 3.95-9.40 Bq/l.

Tot din Canal Dunăre-Marea Neagră, dar din dreptul localităţii Saligny, s-au făcut prelevări zilnice de probe pentru determinări de tritiu. Valorile concentraţiei volumice obţinute în urma măsurătorilor s-au situat în intervalul 3.39 – 94.5 Bq/l; numărul probelor care au prezentat valori semnificative a fost de 203, dintr-un total de 320. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 26.03.2017.

În figura următoare sunt prezentate rezultatele obţinute:

În lunile iunie şi octombrie 2017, SSRM Constanţa a prelevat probe de apă de suprafaţă din Canalul Poarta Albă-Midia Năvodari, locaţia Mamaia Sat. Din fiecare probă, 1 litru a fost prelucrat şi măsurat beta global după 5 zile de la prelevare, iar alţi 20 l au fost evaporaţi pentru măsurători gama spectrometrice.

Ambele valori obţinute pentru activitatea specifică beta globală s-au situat peste limita de detecţie aferentă metodei şi aparaturii utilizate ( 0.178 Bq/l şi 0.174 Bq/l). Limita de atenţionare pentru acest indicator este de 2 Bq/l.

Reziduurile obţinute în urma evaporării s-au măsurat gama spectrometric. Radionuclizii identificaţi au fost cei naturali: K-40 (0.143 Bq/l , respectiv 0.151 Bq/l), Th-234 (0.058 Bq/l, respectiv 0.032 Bq/l), U-235 (0.004 Bq/l, respectiv 0.003 Bq/l). Impreciziile statistice au fost urmatoarele: 20%, respectiv 19% pentru K-40, 18%, respectiv 25% pentru Th-234, 28%, respectiv 33% pentru U-235.

* **Apă de suprafaţă Dunăre**

Probele deapă de suprafaţă din Dunăre au avut următoarele frecvenţe de colectare:

* zilnică pentru punctul de prelevare Gara fluvială Cernavodă
* lunară pentru punctele de colectare Cochirleni, Capidava, Feteşti .

De-a lungul anului 2017 au fost colectate 339 probe de la Gara fluvială‚ câte 11 probe de la Cochirleni, Capidava şi Feteşti. Rezultatele analizelor beta globale sunt prezentate în figura IX.24, prin ilustrarea valorilor semnificative.

Nu au fost depăşiri ale nivelului de atenţionare.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată pentru apă (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 2 Bq/l*

Evoluția activității beta globale (medie și maximă anuală – măsurare imediată) a probelor de apă de suprafaţă din Dunăre prelevate de la Gara fluvială Cernavodă, Cochirleni, Capidava și Feteşti în perioada 2010 - 2017 este prezentată în figura IX.25.

*Notă: limita de atenţionare pentru activitatea beta globala imediată pentru apă (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 2 Bq/l*

Analizele gama spectrometrice au pus în evidenţă prezenţa radionuclidului artificial Cs-137 în apa de suprafaţă prelevată din Dunăre. Concentraţiile acestuia au variat între 0.0009 – 0.0013 Bq/l. În figura IX.26. sunt reprezentate valorile semnificative obţinute pentru concentraţiile Cs-137. Maxima s-a înregistrat pentru proba corespunzătoare lunii noiembrie, punct de colectare Capidava. Sursa actuală pentru Cs-137 din apă este solul contaminat ca urmare a accidentului de la CNE Cernobâl.

Radionuclidul natural K-40 a avut concentraţii cuprinse în intervalul 0.0310 – 0.1664 Bq/l, incertitudinile statistice asociate au fost de 9 - 83 %. Maxima s-a înregistrat pentru proba prelevată la data de 07.04.2017 la Capidava (figura IX.27).

În probele de apă colectate din Dunăre a fost determinat conţinutul de tritiu prin spectrometrie beta cu scintilator lichid. Din totalul probelor colectate au prezentat valori semnificative un număr de 177 probe din Dunăre de la Gara fluvială, 6 probe de la Cochirleni, 8 probe de la Capidava şi 4 probe de la Feteşti. În figura IX.28. sunt prezentate mediile valorilor semnificative înregistrate pentru fiecare punct de colectare în parte. Valoarea maximă a concentraţiei volumice a tritiului în apa de suprafaţă a Dunării (16.69 Bq/l) s-a obţinut în data de 06.02.2017 pentru o probă colectată la Gara fluvială.

* **Apă de suprafaţă Lac Baciu şi Lac Domneasca**

În luna iunie 2017 a fost colectată o probă de apă de suprafaţă din Lac Baciu, iar în lunile februarie, mai, august şi noiembrie 2017 au fost recoltate probe de apă de suprafaţă din Lac Domneasca . Analiza gama spectrometrică a probei colectate din Lac Baciu a pus în evidenţă prezenţa unor radionuclizi din seriile radioactive naturale precum Th-234,U-235, Ac-228 şi K-40 . Nu s-a determinat vreun radionuclid artificial.

Rezultatele obţinute la analiza concentraţiei volumice a tritiului pentru probele de apă de suprafaţă colectate s-au situat între 11.57- 18.52 Bq/l.

* **Radioactivitatea Mării Negre**

Probele de apă de suprafaţă din Marea Neagră au fost prelevate sistematic de către SSRM Constanţa şi SSRM Sfântu Gheorghe, în cadrul programului special de lucru. Radioactivitatea artificială beta globală a probelor de apă din Marea Neagră la Constanţa este prezentată grafic în figura IX.29. Datorită conţinutului bogat în săruri, reziduurile obţinute la prelucrarea probelor au masa cu un ordin de mărime mai mare decât reziduurile probelor de apă dulce, la acelaşi volum prelevat, şi implicit valorile înregistrate sunt cu un ordin de mărime mai mari decât cele obţinute pe probe de apă dulce. În cursul anului 2017, la SSRM Constanţa au fost prelevate 52 de probe de apă de suprafaţă din Marea Neagră, cu frecvenţă săptămânală. Toate probele au înregistrat valori semnificative. Incertitudinile asociate procesului de măsurare au variat între 11-17%. Cea mai mare valoare s-a înregistrat în luna septembrie ( 4.562 Bq/l).



După măsurarea beta globală, probele de apă de suprafaţă din Marea Neagră, colectate de SSRM Constanţa şi Sfântu Gheorghe, sunt cumulate lunar şi măsurate gama spectrometric. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluţie indică accidentul de la Cernobâl ca principala sursă de radioactivitate artificială pentru probele studiate. Radionuclidul artificial identificat a fost Cs-137, produs de fisiune eliberat în mediu pe timpul accidentului.

În figurile IX.30. şi IX.31. sunt prezentate nivelul şi distribuţia concentraţiilor radionuclizilor Cs-137 şi K-40, radionuclizi cu contribuţie majoră la radioactivitatea probelor studiate.



Variaţia multianuală a concentraţiei radionuclidului Cs-137 în probele de apă de suprafaţă colectate din Marea Neagră este prezentată în figura IX.32.

* **Apă de foraj**

În cursul anului 2017, SSRM Cernavodă a prelevat zilnic probe de apă de foraj din zona localităţii Faclia. Probele au fost evaporate şi măsurate imediat beta global. Au fost colectate 354 probe dintre care doar 3 au evidenţiat valori semnificative ale activităţii specifice imediate. Media anuală a fost de 0.255 Bq/l, valoarea maximă (0.326 Bq/l ) s-a înregistrat pentru proba colectată la data de 02.02.2017. Nu s-au înregistrat depăşiri ale nivelului de atenţionare de 1 Bq/l stabilit pentru apa potabilă.

După evaporarea la sec, reziduurile probelor au fost cumulate lunar şi măsurate gama spectrometric la SSRM Constanţa. În urma analizelor gama spectrometrice efectuate nu s-a constatat prezenţa vreunui radionuclid artificial. Radionuclidul natural K-40 s-a găsit în concentraţii cuprinse între 0.025 – 0.096 Bq/l, valoarea maximă înregistrându-se pentru proba din luna august. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au variat între 13-55%.

În ceea ce priveşte determinarea concentraţiei tritiului, săptămânal s-au analizat probe de apă foraj Faclia. Din cele 51 de probe măsurate pe parcursul anului 2017, doar 16 au evidenţiat valori peste limita de detectie a aparaturii de măsură pentru concentraţia volumică a tritiului, intervalul de variaţie a acesteia fiind 3.37 – 16.87 Bq/l.

În lunile iunie şi octombrie 2017 s-au prelevat probe de apă de foraj din Constanţa. Din fiecare probă, 1 litru a fost prelucrat şi măsurat beta global după 5 zile de la prelevare, alţi 20 l au fost evaporaţi pentru măsurători gama spectrometrice. Valorile obţinute pentru activitatea specifică beta globală s-au situat sub limita de detecţie aferentă metodei şi aparaturii utilizate.

Reziduurile obţinute în urma evaporării s-au măsurat gama spectrometric. Radionuclizii identificaţi au fost: Th-234 (0.042 - 0.097 Bq/l) , U-235 (0.003 - 0.006 Bq/l) şi alţii aparţinând seriilor radioactive naturale.

***IX.1.3 RADIOACTIVITATEA SOLULUI***

* **Sol necultivat colectat în cadrul Programului standard**

Probele de sol necultivat, prevăzute în Programul standard, au fost prelevate cu frecvenţă săptămânală, din perimetrul amplasamentului fiecărei SSRM. Probele au fost prelucrate şi măsurate beta global la 5 zile de la colectare. Rezultatele obţinute la SSRM Constanţa şi Cernavodă sunt prezentate în figura IX.33. Activitatea artificială beta globală în probele de sol necultivat a variat în intervalul 262.50 - 846.87 Bq/kg, masă uscată (m.u.). Incertitudinile asociate procesului de măsurare s-au situat între 6-16%. Maxima anuală a fost de 846.87 Bq/kg m.u. la SSRM Cernavodă şi s-a înregistrat în data de 29.12.2017, iar la SSRM Constanţa maxima anuală a fost de 433.40 Bq/kg m.u. şi s-a înregistrat în data de 29.12.2017.

Variaţia multianuală a mediilor şi maximelor anuale ale activităţii beta globale a probelor de sol necultivat, înregistrate la SSRM Constanţa şi Cernavodă este prezentată în figura IX.34.

* **Sol necultivat colectat în cadrul Programelor speciale de monitorizare**

Pentru analiza gama spectrometrică SSRM Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au prelevat câte o probă anuală de sol necultivat, de pe o suprafaţă de 10x10 cm2, adâncime 5 cm. SSRM Constanţa şi SSRM Cernavodă au prelevat probe semestriale de sol necultivat. Probele au fost expediate la sediul SSRM Constanţa pentru măsurare. Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată (m.u.).

În probele de sol au fost identificaţi radionuclizi naturali precum Pb-214, Bi-214, Ra-226 (din seria U-238), Ac-228, Pb-212, Bi-212 (din seria Th-232), U-235, K-40 şi radionuclidul artificial Cs-137. Concentraţiile de K-40 variază între 237.50 Bq/kg (SSRM Sfântu Gheorghe) şi 503.28 Bq/kg (SSRM Galaţi), impreciziile statistice asociate fiind de 3-4% (figura IX.35.). Concentraţiile de Cs-137 în solul necultivat (figura IX.36.) au variat între 2,15 Bq/kg (SSRM Sfântu Gheorghe) şi 42.415 Bq/kg (SSRM Buzău), cu imprecizii statistice asociate de 2-16%. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluţie indică accidentul de la Cernobâl ca sursă de radioactivitate artificială în probele investigate.



În cursul anului 2017, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvenţă semestrială, în cadrul **programului de monitorizare a funcţionării CNE**, probe de sol necultivat din: Seimeni, Capidava, Medgidia, Tortomanu, Cochirleni, zona Ecluză Cernavodă, Feteşti, Rasova şi Mircea Vodă. Probele au fost prelucrate şi analizate beta global şi gama spectrometric.

Măsurarea beta globală s-a făcut la cinci zile de la colectare. Toate valorile activităţilor specifice obţinute au fost semnificative şi au variat în intervalul 381.90 – 675.98 Bq/kg m.u. Maxima anuală s-a înregistrat pentru proba colectată în data de 07.05.2017 de la Capidava. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au fost cuprinse în intervalul 8-12%. Rezultatele sunt prezentate în tabelul următor:

**Valorile activităţilor specifice beta globale ale solului necultivat (Bq/kg m.u.) colectat din zona de influenţă a CNE Cernavodă în 2017**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Locul prelevării | Minima anuală | Media anuală | Maxima anuală | Data maximei | Nr.val | Nr.val  semnificative | εΛ  (%) |
| Seimeni | 381.90 | 434.83 | 487.76 | 17.10.2017 | 2 | 2 | 9-12 |
| Capidava | 389.55 | 532.77 | 675.98 | 07.05.2017 | 2 | 2 | 8-11 |
| Tortomanu | 475.48 | 528.44 | 581.40 | 21.10.2017 | 2 | 2 | 9-10 |
| Ecluza | 411.98 | 426.55 | 441.11 | 26.05.2017 | 2 | 2 | 10-11 |
| Mircea Voda | 452.56 | 478.34 | 504.12 | 12.10.2017 | 2 | 2 | 10 |
| Medgidia | 406.73 | 425.03 | 443.33 | 02.10.2017 | 2 | 2 | 10-11 |
| Cochirleni | 492.66 | 510.27 | 527.88 | 16.10.2017 | 2 | 2 | 9-10 |
| Rasova | 452.56 | 459.34 | 466.11 | 16.10.2017 | 2 | 2 | 10-11 |
| Fetesti | 453.73 | 478.93 | 504.12 | 12.05.2017 | 2 | 2 | 10 |

În urma analizelor gama spectrometrice au fost identificaţi radionuclizi din seriile radioactive naturale şi K-40.

Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată. Nivelul concentraţiilor radionuclidului natural K-40, cel care are contribuţia cea mai mare la iradierea externă, a fost între 375.22–513.06 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 3-5%. În toate probele a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezenţă în sol se datorează accidentului de la Cernobâl. Concentraţiile de Cs-137 din sol s-au situat între 0.96 – 19.93 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 3-36%.

În figurile IX.37. şi IX.38. sunt prezentate grafic concentraţiile radionuclidului natural K-40 şi ale radionuclidului artificial Cs-137 .





În cadrul **programului de monitorizare a zonelor Năvodari şi Vadu**, SSRM Constanţa a prelevat anual probe de sol necultivat din locaţiile Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, respectiv Vadu (în zona de influenţă a fostei întreprinderi de metale rare). Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emiţători, iar rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată.

În probele analizate au fost identificaţi radionuclizi din seriile radioactive naturale, K-40 şi Cs-137. Nivelul concentraţiilor radionuclidului natural K-40 este cuprins in intervalul 171.69 - 527.12 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 3-5%. În aproape toate probele a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezenţă în sol se datorează accidentului de la Cernobâl. Concentraţiile de Cs-137 din sol s-au situat între 0.49 – 16.54 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 3- 38%.

Alţi radionuclizi urmăriţi, având în vedere vecinătatea cu haldele de fosfogips, respectiv steril, au fost Ra-226 (concentraţii de 19.43–140.36 Bq/kg), Th-234 (concentraţii de 30.04–200.49 Bq/kg), U-235 (concentraţii de 1.48–7.54 Bq/kg),

În figurile IX.39. – IX.41. sunt prezentate grafic concentraţiile radionuclizilor naturali Ra-226 ,Th-234 şi U-235 în probe din locaţiile amintite, comparativ cu locaţia Constanţa.

* **Sol arabil**

În cursul anului 2017, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvenţă semestrială, în cadrul **programului de monitorizare a funcţionării CNE,** probe de sol arabil de pe o suprafaţă de 10x10 cm2, adâncime 5 cm, din următoarele locaţii: Seimeni, Tortomanu, Mircea Vodă. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emiţători, iar rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată.

În probele analizate au fost identificaţi radionuclizi naturali din seriile radioactive naturale şi K-40. Nivelul concentraţiilor radionuclidului natural K-40, cel care are contribuţia cea mai mare la iradierea externă, a fost între 440.78 – 572.98 Bq/kg, cu incertitudini asociate procesului de măsurare de 3%. În toate probele analizate a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezenţă în sol se datorează accidentului de la Cernobâl. Concentraţiile de Cs-137 din sol s-au situat între 3.71 – 5.81 Bq/kg, cu incertitudini asociate de 5-10%.

În figura IX.42. şi IX.43. sunt prezentate grafic concentraţiile radionuclidului natural K-40 şi ale radionuclidului artificial Cs-137 în probele de sol arabil colectate din zona de influenţă a CNE Cernavodă.





În cadrul **programului de monitorizare în zone cu fond modificat antropic,** SSRM Constanţa a prelevat anual probe de sol arabil din locaţiile Constanţa, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina şi Vadu. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emiţători, iar rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată. În probele analizate au fost identificaţi radionuclizi din seriile radioactive naturale şi K-40. Nivelul concentraţiilor radionuclidului natural K-40 , cel care are contribuţia cea mai mare la iradierea externă, a fost între 457.95 – 520.42 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 3%.În toate probele a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezenţă în sol se datorează accidentului de la Cernobâl. Concentraţiile de Cs-137 din sol s-au situat între 1.68 – 10.76 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 4-20% . Alţi radionuclizi urmăriţi , având în vedere vecinătatea cu haldele de fosfogips, au fost Ra-226 (concentraţii de 31.14–35.96 Bq/kg), Th-234 (concentraţii de 39.79 – 55.22 Bq/kg), U-235 (concentraţii de 1.66 – 2.82 Bq/kg).

***IX.1.4 RADIOACTIVITATEA VEGETAŢIEI***

* **Vegetaţie spontană colectată în cadrul Programului standard**

Probele de vegetaţie spontană au fost prelevate în cursul anului 2017 cu frecvenţă săptămânală, în perioada aprilie-octombrie, din perimetrul amplasamentului fiecărei SSRM. Probele au fost prelucrate şi măsurate beta global. Rezultatele obţinute la SSRM din judeţul Constanţa sunt prezentate în figura IX.44. Radioactivitatea artificială beta globală în probele de vegetaţie spontană a variat în intervalul 95.98 – 335.30 Bq/kg masă verde (m.v.). Maxima anuală la SSRM Constanţa a fost de 335.30 Bq/kg m.v., înregistrată în data de 26.10.2017, iar la SSRM Cernavodă de 276.64 Bq/ kg m.v., înregistrată în data de 29.06.2017

Variaţia multianuală a mediilor şi maximelor anuale ale activităţii beta globale a probelor de vegetaţie spontană, înregistrate la SSRM Constanţa şi Cernavodă este prezentată în figura IX.45.

* **Vegetaţie spontană colectată în cadrul Programelor speciale de monitorizare**

Pentru analiza gama spectrometrică SSRM Galaţi, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au prelevat câte o probă anuală de vegetaţie spontană, de pe o suprafaţă de 1 mp. SSRM Constanţa şi SSRM Cernavodă au prelevat probe semestriale de vegetaţie spontană. Probele au fost expediate la sediul SSRM Constanţa pentru măsurare. Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă verde. Radionuclizii cu ponderea cea mai mare in radioactivitatea probelor de vegetaţie au fost K-40 şi Be-7. Radionuclidul K-40, de origine terestră, poate fi identificat în toate probele măsurate, în cantităţi mari, ca urmare a migrării acestuia din sol în plante prin procese de absorbţie radiculară. Concentraţiile de K-40 variază între 132.42 Bq/kg ( SSRM Cernavoda) şi 393.54 Bq/kg ( SSRM Constanţa), impreciziile statistice fiind de 3-4%. Radionuclidul Be-7, de origine cosmogenică, a putut fi identificat în toate probele de vegetaţie spontană prelevate, prezenţa acestuia datorându-se proceselor de depunere directă a radionuclidului pe suprafaţa aeriană a plantelor. Concentraţiile de Be-7 variază între 16.93 Bq/kg ( SSRM Cernavoda) şi 63.37 Bq/kg (SSRM Buzau), impreciziile statistice variind între 3% si 18% (figura IX.46.)



În proba colectată în semestrul II (luna octombrie) de către SSRM Constanţa, având în vedere prezenţa pentru o perioadă scurtă a unui nor slab radioactiv, a fost pusă în evidenţă prezenţa radionuclidului artificial Ru-106 ca urmare a depunerii directe pe suprafaţa aeriană a plantelor. Valoarea activităţii specifice a fost de 7.15 Bq/kg, masă verde.

În cadrul **programului de monitorizare a funcţionării CNE**, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvenţă semestrială, probe de vegetaţie spontană din: Seimeni, Capidava, Medgidia, Tortomanu, Cochirleni, zona Ecluză Cernavodă, Feteşti, Rasova şi Mircea Vodă.

Probele au fost prelucrate şi măsurate beta global la cinci zile de la colectare. Toate valorile activităţilor specifice obţinute au fost semnificative şi au variat în intervalul 79.01-295.03 Bq/kg m.v. Maxima anuală s-a înregistrat pentru proba colectată în data de 16.05.2017 de la Rasova. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au fost cuprinse în intervalul 8-18%. Rezultatele sunt prezentate în tabelul următor:

**Valorile activităţilor specifice beta globale (Bq/kg masă verde) pentru vegetaţia spontană colectată din zona de influenţă a CNE Cernavodă în 2017**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Locul prelevării | Minima anuală | Media anuală | Maxima anuală | Data maximei | Nr.val | Nr.val  semnificative | εΛ  (%) |
| Seimeni | 119.70 | 147.76 | 175.82 | 17.10 | 2 | 2 | 10-13 |
| Capidava | 83.07 | 94.53 | 105.98 | 07.05 | 2 | 2 | 14-17 |
| Tortomanu | 85.50 | 141.57 | 197.64 | 17.05 | 2 | 2 | 10-18 |
| Ecluza | 79.01 | 131.17 | 183.32 | 26.05 | 2 | 2 | 10-18 |
| Mircea Voda | 114.57 | 137.49 | 160.40 | 12.10 | 2 | 2 | 11-13 |
| Medgidia | 166.13 | 175.19 | 184.24 | 02.10 | 2 | 2 | 10-11 |
| Cochirleni | 166.13 | 178.54 | 190.94 | 16.10 | 2 | 2 | 9-10 |
| Rasova | 224.63 | 259.83 | 295.03 | 16.05 | 2 | 2 | 8-9 |
| Feteşti | 128.89 | 166.54 | 204.18 | 18.10 | 2 | 2 | 9-12 |

În urma măsurătorilor gama spectrometrice efectuate, radionuclizii mai importanţi identificaţi în probele de vegetaţie au fost K-40 şi Be-7. Radionuclidul K-40 , de origine terestră, poate fi identificat în toate probele măsurate, în cantităţi mari, ca urmare a migrării acestuia din sol în plante prin procese de absorbţie radiculară. Concentraţiile de K-40 variază între 66.19 Bq/kg (vegetaţie spontană Tortomanu colectată în 21.10.2017) şi 221.19 Bq/kg (vegetaţie spontană Rasova colectată în 16.10.2017), impreciziile statistice fiind cuprinse între 3-11%. Radionuclidul Be-7, de origine cosmogenică, a putut fi identificat în toate probele de vegetaţie spontană prelevate, prezenţa acestuia datorându-se proceselor de depunere directă a radionuclidului pe suprafaţa aeriană a plantelor. Concentraţiile de Be-7 variază între 8.14 Bq/kg (vegetaţie spontană Capidava colectată în 07.05.2017) şi 156.08 Bq/kg (vegetaţie spontană Ecluză Cernavodă colectată în 13.10.2017), impreciziile statistice fiind de 4-25% ( figura IX.47.). Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă verde.

Nu au fost identificaţi radionuclizi artificiali.



Programul special pentru anul 2017 al SSRM Constanţa a prevăzut colectarea anuală a probelor de vegetaţie spontană din locaţiile Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu şi semestrială din Constanţa. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emiţători, iar rezultatele au fost raportate în Bq/kg, masă verde. Au fost identificaţi, în probele măsurate, radionuclizi din seriile radioactive naturale, K-40 şi Be-7. Concentraţile au variat între 62.206 Bq/kg şi 393.54 Bq/kg pentru K-40, respectiv 36.348 Bq/kg şi 239.211 Bq/kg pentru Be-7, după cum se poate observa şi în figurile IX.48. – IX.49. Impreciziile statistice au variat între 3 – 19% pentru K-40, respectiv 4 – 6 % în cazul Be-7.

Nu au fost identificaţi radionuclizi artificiali.

***CONCLUZII***

Radioactivitatea naturală a mediului înconjurător este sursa majoră de iradiere internă şi externă a organismului uman. Radioactivitatea naturală este determinată de prezenţa în aer, apă, sol, vegetaţie, organisme animale a substanţelor radioactive de origine terestră, existente în mod natural din cele mai vechi timpuri, la care se adaugă radiaţia cosmică. Expunerea naturală de referinţă este de 2.4 mSv/an, admisă la nivel internaţional. Cele două componente ale expunerii naturale sunt: expunerea externă, 0.85 mSv/an şi expunerea internă, 1.55 mSv/an. Factorul principal şi constant de iradiere a organismului uman îl constituie prezenţa în atmosfera liberă a gazelor radioactive Radon (Rn-220) şi Toron (Rn-222), precum şi a descendenţilor acestora.

Ca şi în anii anteriori, radionuclidul artificial prezent în mediu a fost Cs-137 (identificat în probele de depuneri atmosferice, ape brute, vegetaţii spontane, soluri necultivate şi arabile). Acesta a fost eliberat în atmosferă în timpul accidentului de la Cernobâl, s-a depus pe sol şi rezidă în acesta incă din anul 1986.

Măsurătorile beta globale si gama spectrometrice au pus în evidenţă prezenţa radionuclidul artificial Ruteniu-106 pe teritoriul României, în perioada 29 septembrie - 3 octombrie 2017. Acesta a fost identificat în probe de aerosoli atmosferici, depuneri atmosferice şi precipitaţii, apă de suprafaţă şi vegetaţie spontană. Nivelul concentraţiei acestuia nu a pus în pericol sănătatea populaţiei sau mediul.

Programul standard şi programul suplimentar/special de supraveghere în zona de influenţă a CNE Cernavodă au avut ca scop principal estimarea, pe baza măsurătorilor, a expunerii suplimentare a populaţiei ca urmare a funcţionării obiectivului nuclear. Analizele efectuate relevă faptul că în mediu nu se observă prezenţa unor radionuclizi artificiali gama emiţători avand ca sursă emisii de la centrala nuclearo-electrică.

Un radionuclid de interes este tritiul, detectat în probe de precipitaţii, apepotabile şi ape de suprafaţă. Tritiul (H-3) este un izotop instabil al Hidrogenului, beta emiţător (energia medie a radiaţiilor beta emise este de 5.7 keV şi energia maximă de 18.6 keV) cu timp de înjumătăţire fizic de 12.3 ani şi timp de înjumătăţire biologic de 10 zile.

Tritiul există în mediu ca radionuclid natural. Acesta se formează în atmosfera înaltă, prin interacţiile radiaţiei cosmice cu elemente din straturile superioare ale atmosferei.

Ca radionuclid artificial, H-3 este prezent în mediu ca urmare a funcţionării centralelor nuclearo-electrice, fiind unul din produşii de activare rezultaţi în procesele nucleare.

Principalele căi de expunere la tritiu sunt încorporarea de apă tritiată prin ingestie şi prin inhalare/absorbţie prin piele şi încorporarea de tritiu legat organic prin ingestia de hrană.

Expunerea suplimentară a populaţiei din zonă ca urmare a funcţionării CNE Cernavodă este nesemnificativă comparativ cu expunerea naturală şi conforme cu reglementările naţionale şi internaţionale privind expunerea populaţiei ca urmare a practicilor nucleare.