

## **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 cunoașterea valorilor acestor concentrații radioactive care asigură fondul natural.

Principalele obiective urmărite prin monitorizarea radioactivității mediului sunt:

- ✓ detectarea rapidă a oricăror creșteri cu semnificație radiologică ale nivelelor de radioactivitate a mediului pe teritoriul monitorizat;
- ✓ notificarea rapidă a factorilor de decizie în situație de urgență radiologică și susținerea cu date din teren a deciziilor de implementare a măsurilor de protecție în timp real;
- ✓ controlul funcționării surselor de poluare radioactivă cu impact asupra mediului în acord cu cerințele legale și limitele autorizate la nivel național;
- ✓ urmărirea continuă a nivelelor de radioactivitate naturală, importante în evaluarea consecințelor unei situații de urgență radiologică;
- ✓ furnizarea de informații către public.

Supravegherea radioactivității mediului în județul Constanța se realizează de către Stațiile de Supraveghere a Radioactivității Mediului (SSRM) Constanța și Cernavodă care funcționează în subordinea Agenției pentru Protecția Mediului Constanța și sunt componente ale Rețelei Naționale de Supraveghere a Radioactivității Mediului .

Rețeaua Națională de Supraveghere a Radioactivității Mediului (RNSRM) face parte din sistemul integrat de supraveghere a poluării mediului pe teritoriul României și se află în subordinea Ministerului Mediului. RNSRM a fost înființată în anul 1962 și constituie o componentă specializată a sistemului național de radioprotecție care realizează supravegherea și controlul respectării prevederilor legale privind radioprotecția mediului și asigură îndeplinirea responsabilităților Ministerului Mediului privind detectarea unor niveluri crescute de radioactivitate, avertizarea și alarmarea factorilor de decizie în cazul unor evenimente cu impact radiologic asupra mediului.

Pentru îndeplinirea obiectivelor sale, Stația de Supraveghere a Radioactivității Mediului Constanța execută măsurători ale debitului dozei gama în aer, măsurători beta globale pe probe de mediu colectate într-o zonă reprezentativă pentru orașul Constanța și efectuează în mod constant determinări gama spectrometrice pentru identificarea radioizotopilor gama emițători pe probe colectate din zona orașului Constanța , din zona de influență a CNE Cernavodă, din zonele aferente localităților Năvodari și Vadu, precum și pe probe colectate de SSRM Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe situate în Regiunea de dezvoltare Sud - Est a României.

**Programele de monitorizare desfășurate de SSRM Constanța** în anul 2021 au fost:

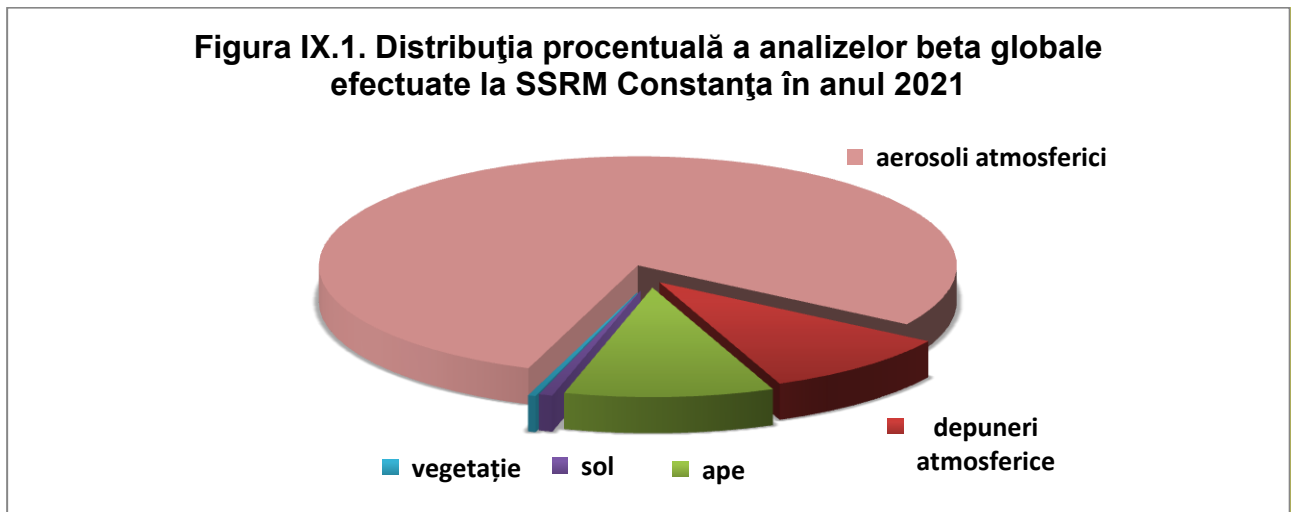
- **Program standard de monitorizare** a radioactivității mediului corespunzător stațiilor cu program de funcționare de 24 h, constând în măsurători beta globale pe probe de: aerosoli atmosferici (4 aspirații/zi), depuneri atmosferice totale și precipitații (1 probă/zi),

apă de suprafață (1 probă/zi), sol necultivat (1 probă/săptămână), vegetație spontană (1 probă/săptămână în perioada aprilie-octombrie);

- **Program de monitorizare în zone cu fondul natural modificat antropic** care a cuprins monitorizarea factorilor de mediu în localitatea Constanța, supravegherea zonei Năvodari – Lumina - Mamaia Sat, urmărindu-se o eventuală influență asupra factorilor de mediu pe care ar putea-o avea existența haldelor de fosfogips aflate în proprietatea S.C. Marway Fertilchim S.A, precum și a zonei Vadu unde se află fosta întreprindere de metale rare. Programul a constat în:
  - a) măsurători beta globale pe probe de: apă de suprafață din Marea Neagră (1 probă/săptămână), apă de foraj Constanța (1 probă/semestru) și de apă de suprafață Canal Poarta Albă - Midia Năvodari (1 probă/semestru),
  - b) măsurători gama spectrometrice pe probe de: apă de suprafață din Marea Neagră, apă de foraj din Constanța, apă de suprafață din Canal Poarta Albă - Midia Năvodari, vegetație spontană din Constanța, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu, sol necultivat și arabil din Constanța, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu.
  - c) măsurători gama spectrometrice pe toate probele colectate de SSRM Constanța și Cernavodă în cadrul programelor standard și speciale, precum și pe probele colectate în cadrul programelor standard și speciale de către SSRM Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe, situate în Regiunea de dezvoltare Sud - Est a României.
  - d) colectări și pregătiri ale probelor de apă și precipitații în vederea determinării concentrației de tritiu.

În cursul anului 2021, la SSRM Constanța au fost efectuate 7431 analize beta globale pe probe de mediu, 730 etalonări, respectiv 2920 măsurători ale fondului aparatelor de măsurare.

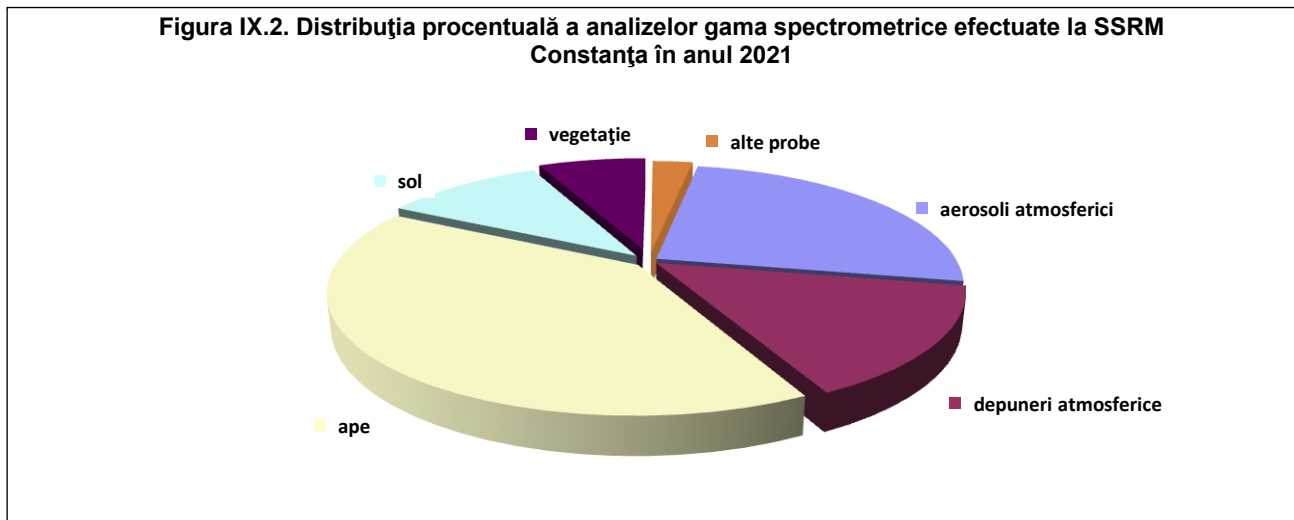
Distribuția procentuală a analizelor beta globale, în funcție de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.1.



De asemenea, la SSRM Constanța au fost efectuate 492 analize gama spectrometrice pe probe colectate în cadrul programelor standard și speciale ale stațiilor din Regiunea de dezvoltare Sud - Est, 2 măsurări ale fondului de radiații și 26 de etalonări ale sistemului de măsurare.

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

**Figura IX.2. Distribuția procentuală a analizelor gama spectrometrice efectuate la SSRM Constanța în anul 2021**



În anul 2021 SSRM Constanța a participat la exercițiile de intercomparare organizate de International Atomic Energy Agency: IAEA-TEL-2021-03 WorldWide Open Proficiency Test Exercise, precum și de EUROPEAN COMMISSION REM 2020 PT on Naturally Occurring Radionuclides in Building Materials.

Primul exercițiu a constat în determinarea, prin analize gama spectrometrice, a concentrațiilor radionuclizilor antropogenici și naturali din trei probe de apă, una de bambus japonez și două filtre de aerosoli, precum și determinarea activităților alfa globale și beta globale pentru cele două filtre de aerosoli. Rezultatele obținute au fost foarte bune, toate îndeplinind criteriul de acceptare. Al doilea exercițiu a constat în determinarea, prin analize gama spectrometrice, a concentrațiilor radionuclizilor naturali dintr-o probă de ciment și din două probe de argilă tip pulbere și bloc.

Stația de Supraveghere a Radioactivității Mediului Cernavodă execută măsurători beta globale pe probe de mediu colectate într-o zonă largă din jurul CNE Cernavodă precum și măsurători ale probelor de apă și precipitații în vederea determinării activității volumice a tritiului .

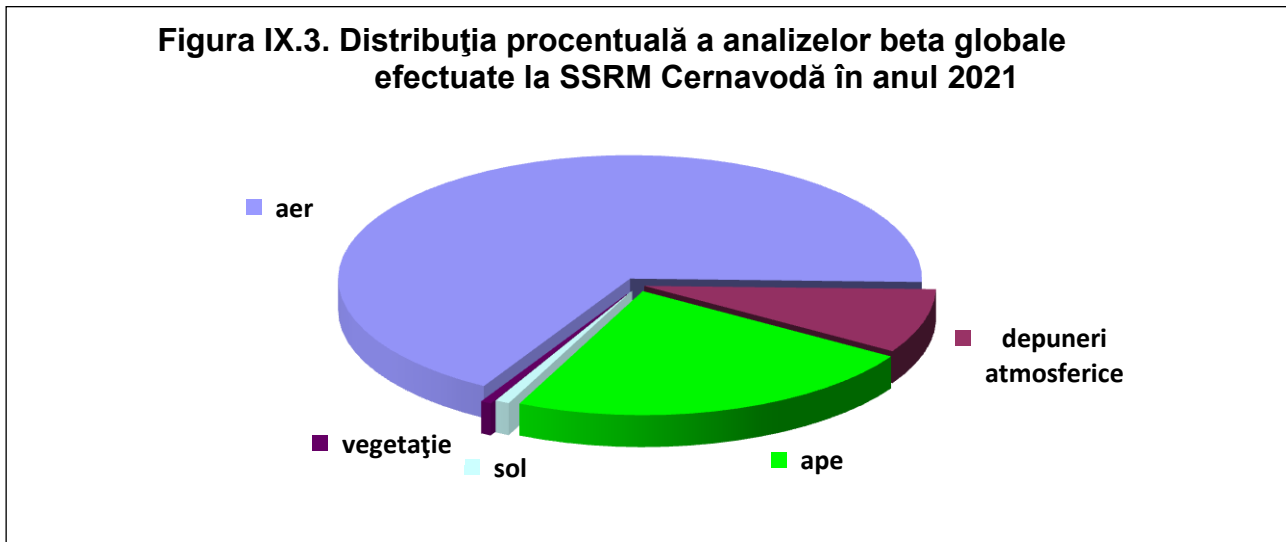
Programele de monitorizare desfășurate de SSRM Cernavodă în anul 2021 au fost:

- **Program standard** de monitorizare a radioactivității mediului pentru stație cu program de funcționare de 24 h, constând în măsurători beta globale pe probe de : aerosoli atmosferici (4 aspirații/zi), depuneri atmosferice totale și precipitații (1 probă/zi), apă de suprafață (1 probă/zi), sol necultivat (1 probă/săptămână), vegetație spontană (1 probă/ săptămână în perioada aprilie-octombrie);
- **Program de monitorizare în zonă cu fond modificat antropic** - zona de influență a CNE Cernavodă - constând în:
  - a) măsurători beta globale pe probe de: apă de suprafață din Canal Seimeni, Canal Ecluză (câte 1 probă/zi), din Brațul Borcea al Dunării la Fetești, din Dunăre la Cochirleni, Capidava și Seimeni, din Canal Dunăre - Marea Neagră la Medgidia (câte 1 probă/lună), apă de foraj la Faclia (1 probă/zi), vegetație spontană din 9 locații situate în jurul CNE Cernavodă (câte 1 probă/semestru), sol necultivat din 9 locații situate în jurul CNE Cernavodă (câte 1 probă/semestru);

- b) colectări și pregătiri, în vederea efectuării măsurătorilor gama spectrometrice la SSRM Constanța, ale probelor de apă de suprafață (8 locații), apă de foraj (1 locație), vegetație spontană (10 locații), sol necultivat (10 locații), sol arabil (3 locații)
- c) măsurători ale conținutului de tritium în probe de apă de suprafață (11 locații), apă de foraj (1 locație), precipitații ( 1 locație), vegetație spontană (10 locații), sol necultivat (10 locații), sol arabil (3 locații).

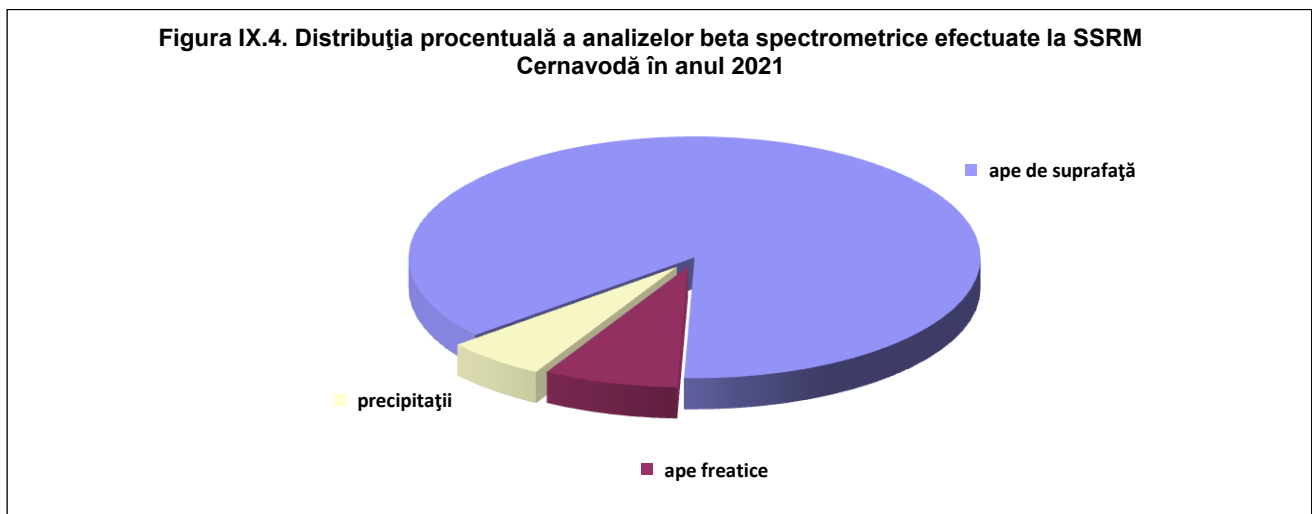
În cursul anului 2021, la SSRM Cernavodă au fost efectuate 8694 analize beta globale.

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



De asemenea, la SSRM Cernavodă au fost efectuate 1801 analize beta spectrometrice pentru determinări de tritium pe probe colectate în cadrul programului de monitorizare a funcționării CNE Cernavodă.

Distribuția procentuală a analizelor beta spectrometrice pentru determinări de tritium, în funcție de tipul de probă investigat, este prezentată în figura IX.4.



### **Aparatura utilizată**

Sistemele de detecție utilizate în vederea efectuării măsurătorilor beta globale sunt alcătuite din detectori de radiații beta cu scintilator din plastic sau cu semiconductori și din sisteme electronice de numărare pentru prelucrarea semnalelor obținute la interacția radiațiilor beta cu volumul sensibil al detectorului. În cursul anului 2021, la SSRM Constanța au fost utilizate sisteme de numărare tip Bicron și ISolo, iar la SSRM Cernavodă sisteme de numărare tip Bicron și Thermo.

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

Determinarea concentrațiilor radionuclizilor gama emițători (naturali și artificiali) în probele de mediu se realizează prin spectrometrie gama de înaltă rezoluție. Pentru măsurarea gama spectrometrică a probelor s-au utilizat două sisteme de măsură:

- analizor multicanal DSA 1000 împreună cu un detector BeGe cu rezoluția de 2.1 keV la energia de 1332 keV și eficacitatea relativă de 20%. Etalonarea s-a efectuat cu o sursă de etalonare conținând 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 rezoluția de 1,8 keV la energia de 1332 keV și eficacitatea relativă de 13%. Etalonarea s-a efectuat cu surse de etalonare de activitate cunoscută conținând: Am- 241, Co-60, Ba-133, Cs-137 și Eu-152.

Determinarea concentrațiilor tritiului în probe s-a realizat prin analiză beta spectrometrică, utilizându-se analizoare cu scintilator lichid, Tri-Carb 2900 TR și Tri-Carb 4910 TR.

### **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.

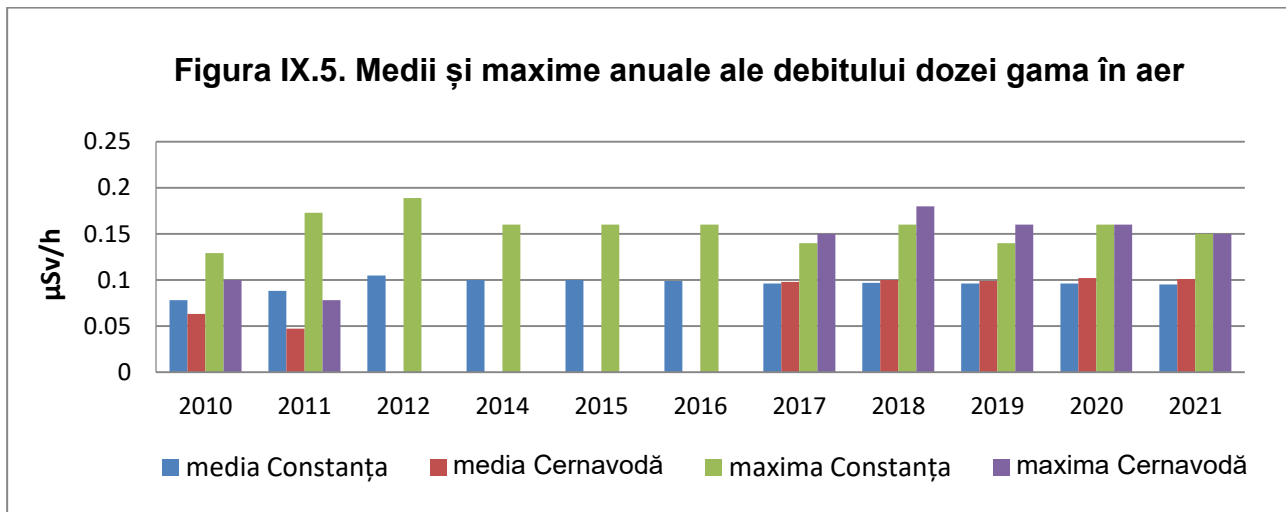
În acest scop sunt efectuate determinări ale debitului dozei gama în aer, determinări beta globale și gama spectrometrice asupra aerosolilor atmosferici, precum și asupra depunerilor atmosferice totale (umede și uscate).

#### **➤ Debitul dozei gama absorbite în aer**

Determinarea debitului dozei gama se realizează continuu cu ajutorul stațiilor 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 și 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 localitățile Constanța, Mangalia, Mihail Kogălniceanu și Medgidia.

Debitul dozei gama s-a situat în limita de variație a fondului natural. La SSRM Constanța valorile debitului dozei gama au variat în intervalul 0.080 - 0.150  $\mu$ Sv/h, media anuală fiind 0.095  $\mu$ Sv/h, iar la SSRM Cernavodă intervalul de variație a fost 0.060-0.150  $\mu$ Sv/h, media anuală fiind 0.101  $\mu$ Sv/h.

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



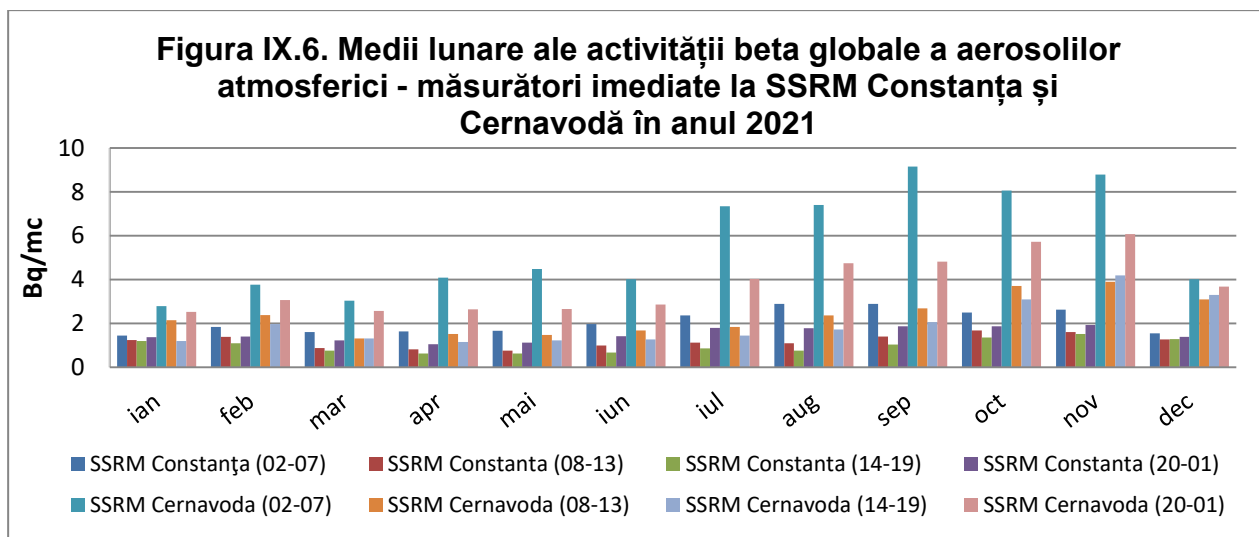
Notă: Limitele de notificare operaționala pentru valorile debitului dozei gama în aer (conform O.M. nr. 1978/2010) sunt: 0.250 μSv/h - atenționare, 1 μSv/h - avertizare, 10 μSv/h - alarmare.

➤ **Aerosoli atmosferici**

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

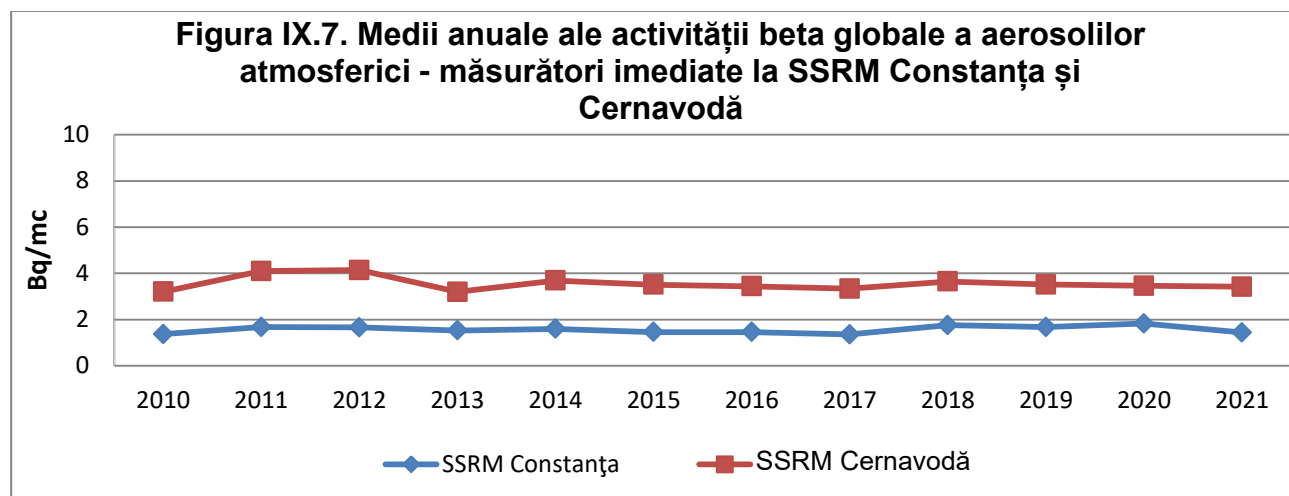
Numărul total al analizelor beta globale efectuate în anul 2021 la SSRM Constanța, pe filtrele de aerosoli atmosferici, a fost de 5830, iar la SSRM Cernavodă de 5835.

Rezultatele măsurătorilor beta globale imediate ale radioactivității aerosolilor atmosferici în anul 2021, mediate lunar pe intervale de aspirație, sunt prezentate în figura IX.6. Media anuală a fost de 1.44 Bq/mc la SSRM Constanța și de 3.42 Bq/mc la SSRM Cernavodă.



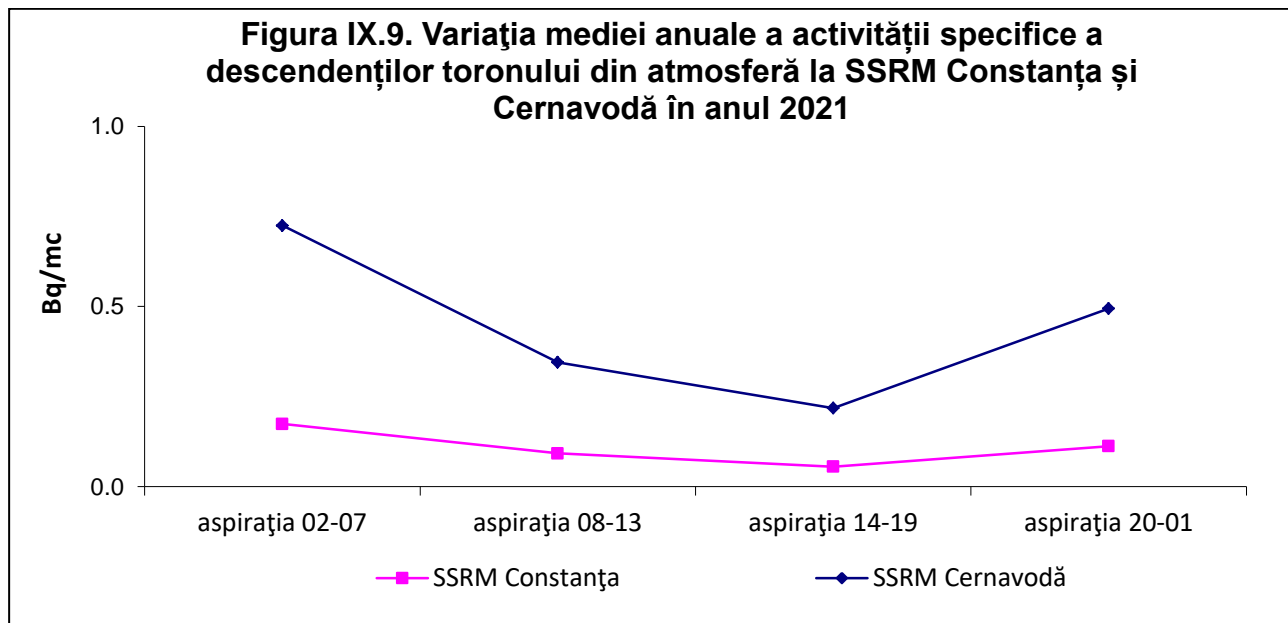
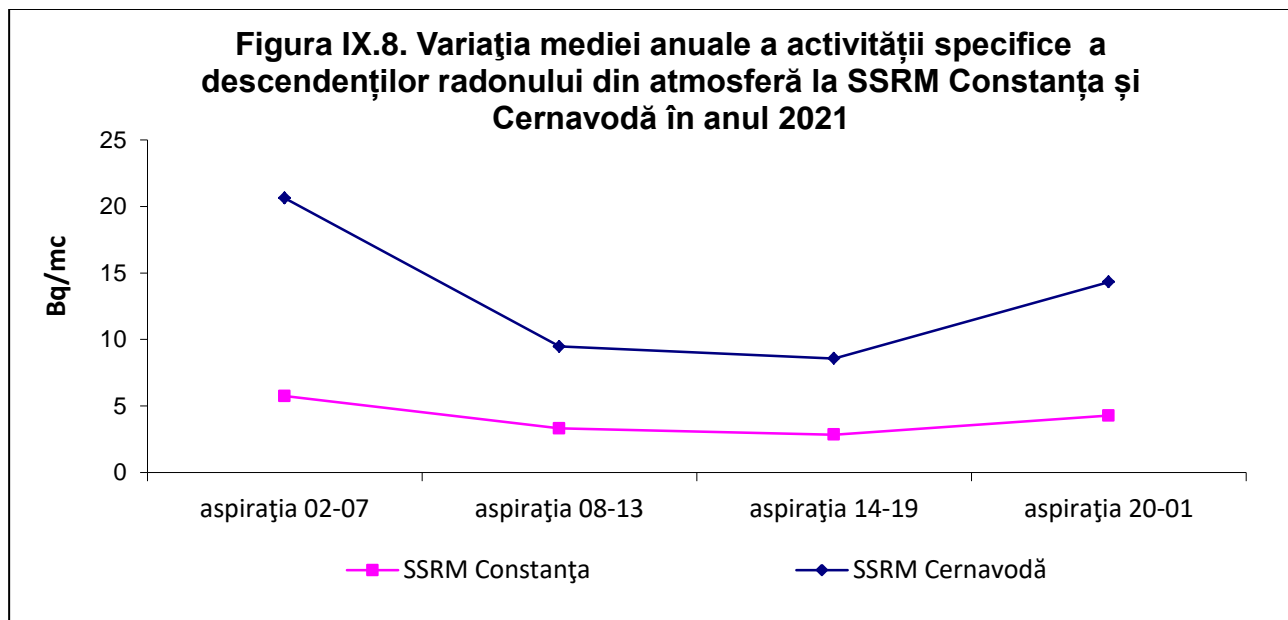
Notă: limita de atenționare pentru activitatea beta globală la măsurarea imediată (conform O.M. nr. 1978/2010 ) este de 10 Bq/mc.

Evoluția activității medii beta globale la măsurare imediată a probelor de aerosoli atmosferici, în perioada 2010 – 2021, la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.7.



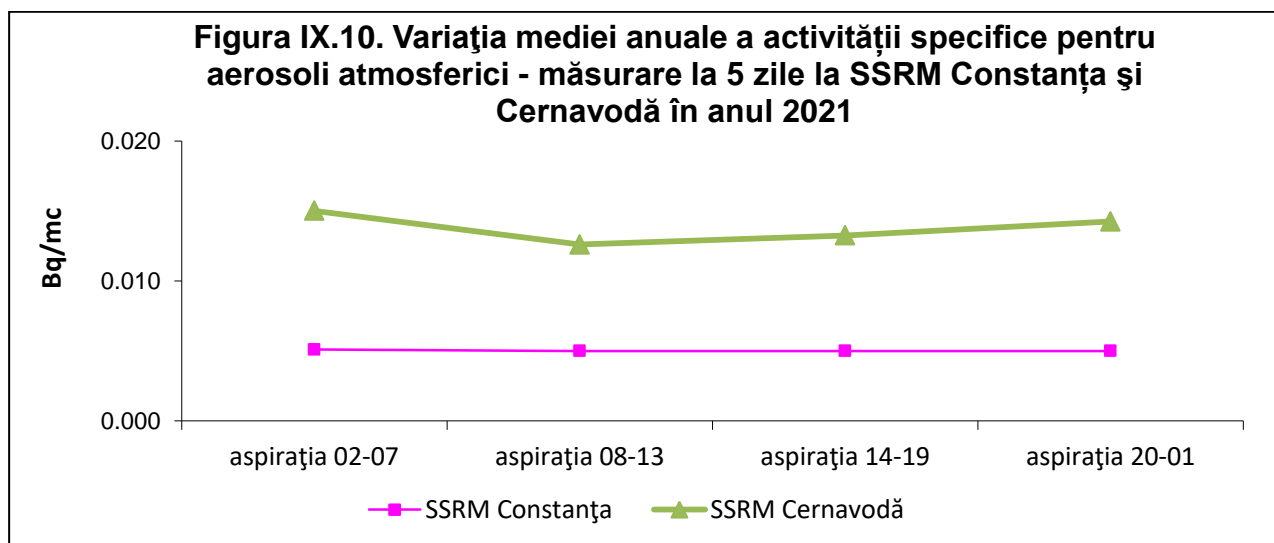
Concentrațiile descendenților gazelor radioactive Radon (Rn-222) și Toron (Rn-220) în atmosfera liberă (stratul superficial de aer, 2 m înălțime de la sol) sunt calculate la SSRM prin aplicarea unei metode care presupune filtrarea aerului și măsurarea beta globală a filtrelor la anumite intervale de timp de la încetarea aspirației. Radonul și Toronul sunt produși de filiație ai U-238 și Th-232, aflați în stare gazoasă. Ei ajung în atmosferă în urma difuziei din sol și roci, unde sunt supuși fenomenelor de dispersie atmosferică. Concentrațiile de Rn-222 și Rn-220 în atmosferă variază sezonier, depinzând de condițiile meteorologice care influențează atât viteza de emanație a gazelor din sol, cât și diluția/dispersia acestora în atmosferă. Dispersia radonului și toronului în atmosferă este puternic influențată de variația diurnă a curenților de aer (figurile IX.8. și IX.9.). Astfel, cele mai mari concentrații în atmosferă se înregistrează în perioada de noapte, în intervalele de aspirație 20 - 01 și, respectiv 02 - 07, valorile maxime fiind atinse spre dimineață, când apare o perioadă de acalmie a curenților de aer. Odată cu creșterea temperaturii, pe timpul zilei, apar curenții de convecție, care contribuie la dispersia radonului și toronului acumulat peste noapte în păturile inferioare ale atmosferei. Valorile minime se înregistrează în intervalul de aspirație 14-19.

În anul 2021, concentrațiile Radonului au variat în intervalul 0.558 – 19.477 Bq/mc la SSRM Constanța și 0.611 – 53.141 Bq/mc la SSRM Cernavodă, maximele s-au înregistrat în data de 14.09.2021, pe intervalul de aspirație 02-07 la SSRM Constanța, respectiv în data de 23.11.2021, pe intervalul 02-07 la SSRM Cernavodă. Concentrațiile Toronului au variat în intervalul 0.009- 0.867 Bq/mc la SSRM Constanța și 0.024 – 2.551 Bq/mc la SSRM Cernavodă; maximele s-au înregistrat în data de 16.09.2021, în perioada de aspirație 02-07 în Constanța, respectiv data de 23.11.2021, 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 Constanța și Cernavodă este reprezentată grafic, pe intervale de aspirație, în figura IX.10.



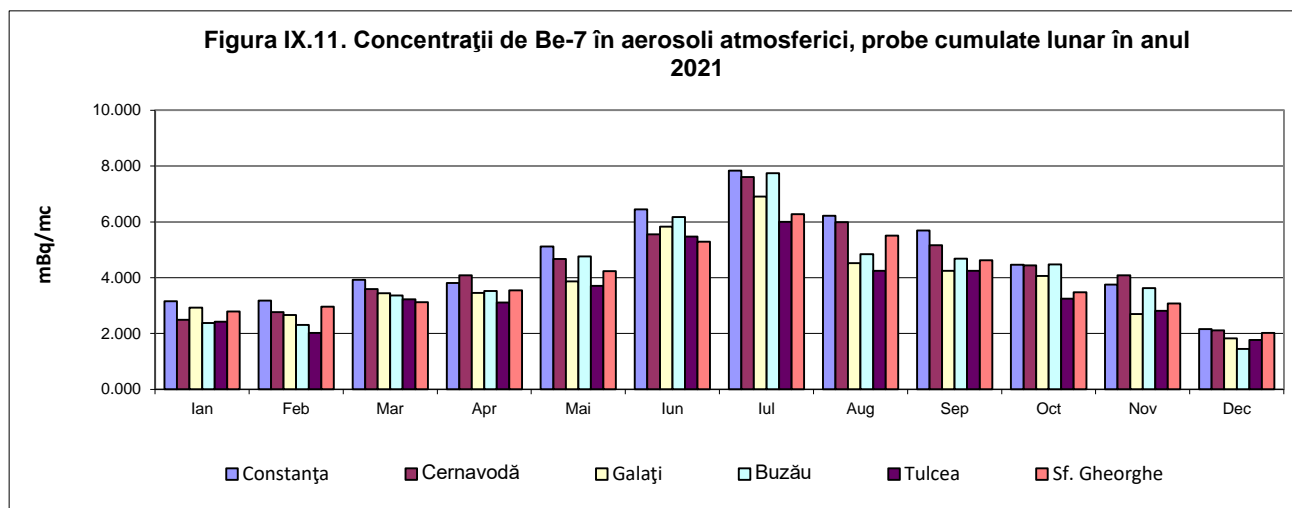


Notă:1) limita de avertizare pentru activitatea beta globala la 5 zile (conform O.M. nr. 1978/2010) este de 0.2 Bq/mc.

Filtrele aspirate și măsurate beta global la SSRM Constanța, Cernavodă, Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au fost cumulate lunar și măsurate gama spectrometric la SSRM Constanța. În urma analizelor gama spectrometrice efectuate în cursul anului 2021, s-a pus în evidență prezența radionuclizilor naturali Be-7, K-40, precum și a unor radionuclizi din seriile radioactive naturale.

Un radionuclid de interes detectat a fost Be-7, care este natural și se formează în straturile superioare ale atmosferei terestre. El s-a aflat în concentrații relativ mari în atmosferă (1.441 – 7.837 mBq/mc) și a fost determinat în toate probele măsurate (figura IX.11).

Nu au fost identificați radionuclizi artificiali.

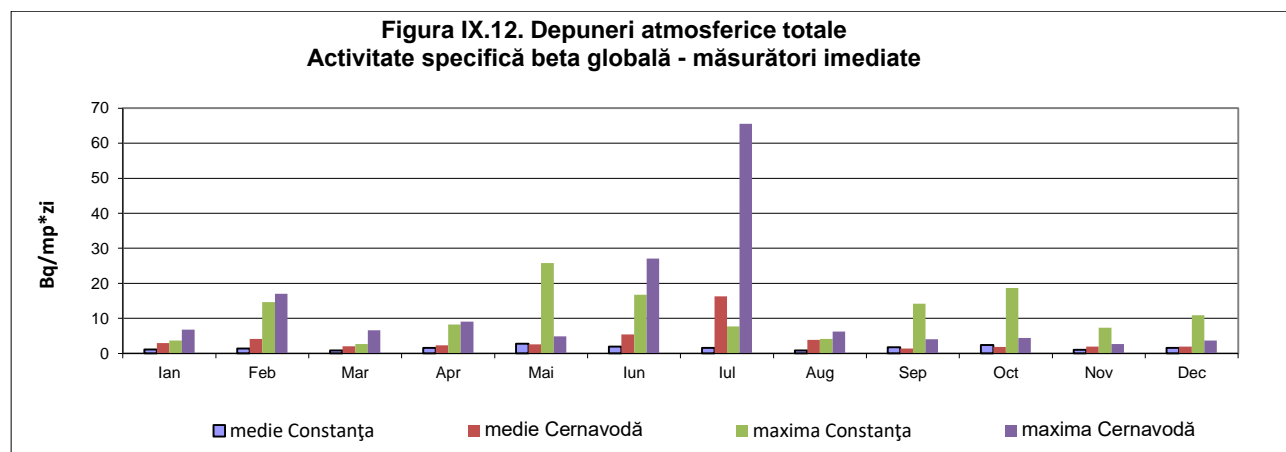


Începând cu anul 2021, SSRM Constanța a efectuat măsurători cu frecvență ridicată pe filtre de aer aspirate la sediul stației, pentru a determina în stadiu precoce eventuala prezență a radionuclizilor artificiali în atmosferă. Au fost analizate un număr de 52 de probe cumulate săptămânal, rezultatele obținute confirmând absența radionuclizilor artificiali.

➤ **Depuneri atmosferice totale**

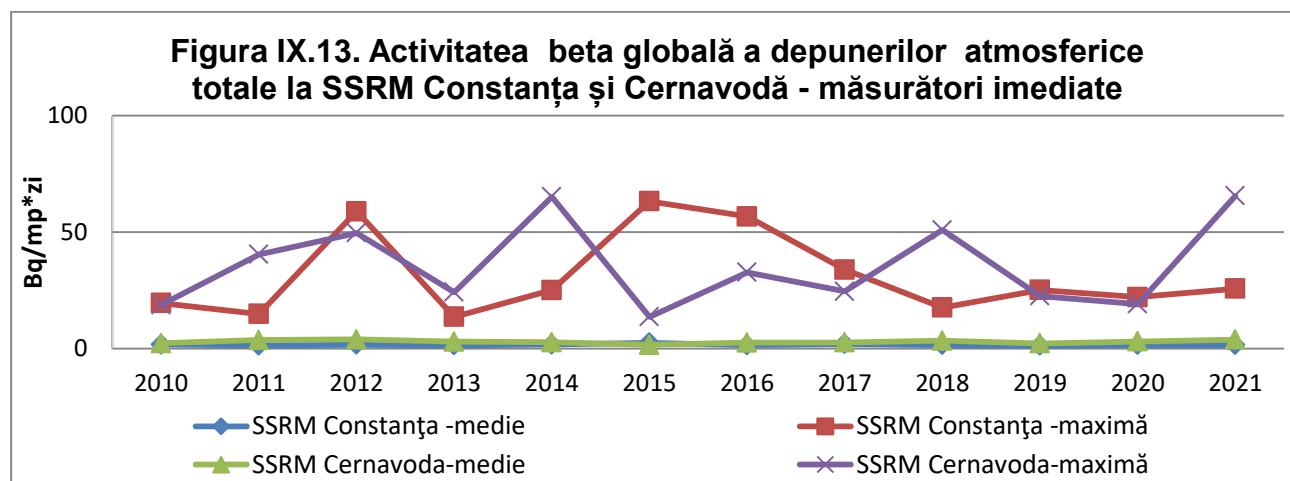
Prelevarea probelor de depuneri atmosferice totale (pulberi sedimentabile și precipitații) se face zilnic de pe o suprafață de 0.3 mp, durata de prelevare fiind de 24 h. Nivelul radioactivității beta globale la măsurarea imediată a probelor de depuneri atmosferice pentru anul 2021 este prezentat în figura IX.12.

Maxima anuală a fost de 25.75 Bq/mp\*zi la SSRM Constanța, înregistrată în data de 28.05.2021, iar la SSRM Cernavodă valoarea maximă a fost de 65.55 Bq/mp\*zi, înregistrată în data de 02.07.2021. Nu au fost depășiri ale nivelului de atenționare.



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

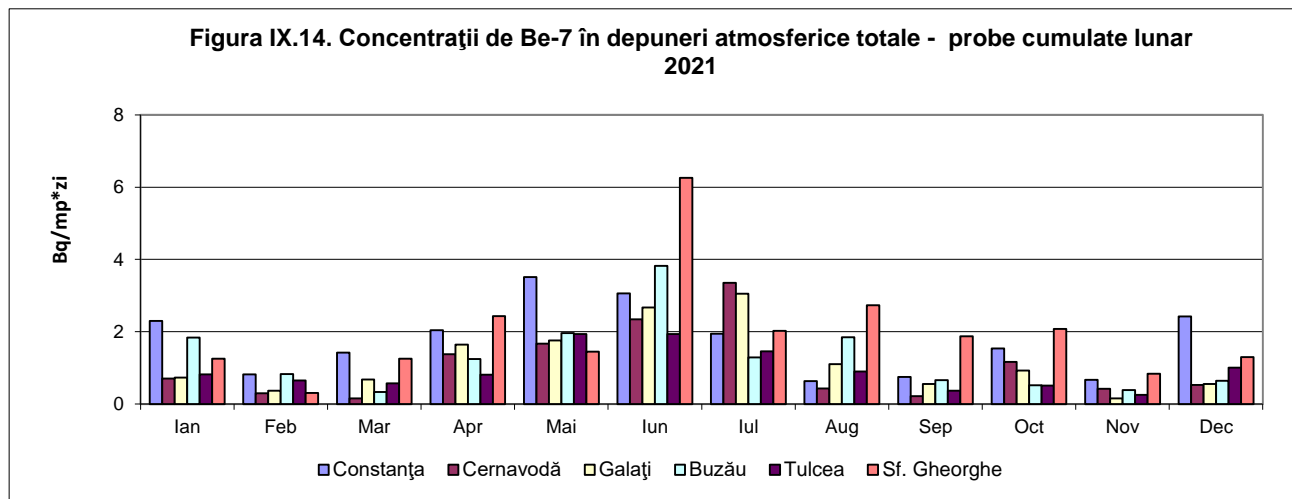
Variația mediilor și maximelor anuale ale activității beta globale la măsurarea imediată pentru depuneri atmosferice totale înregistrate în perioada 2010 - 2021 la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.13.



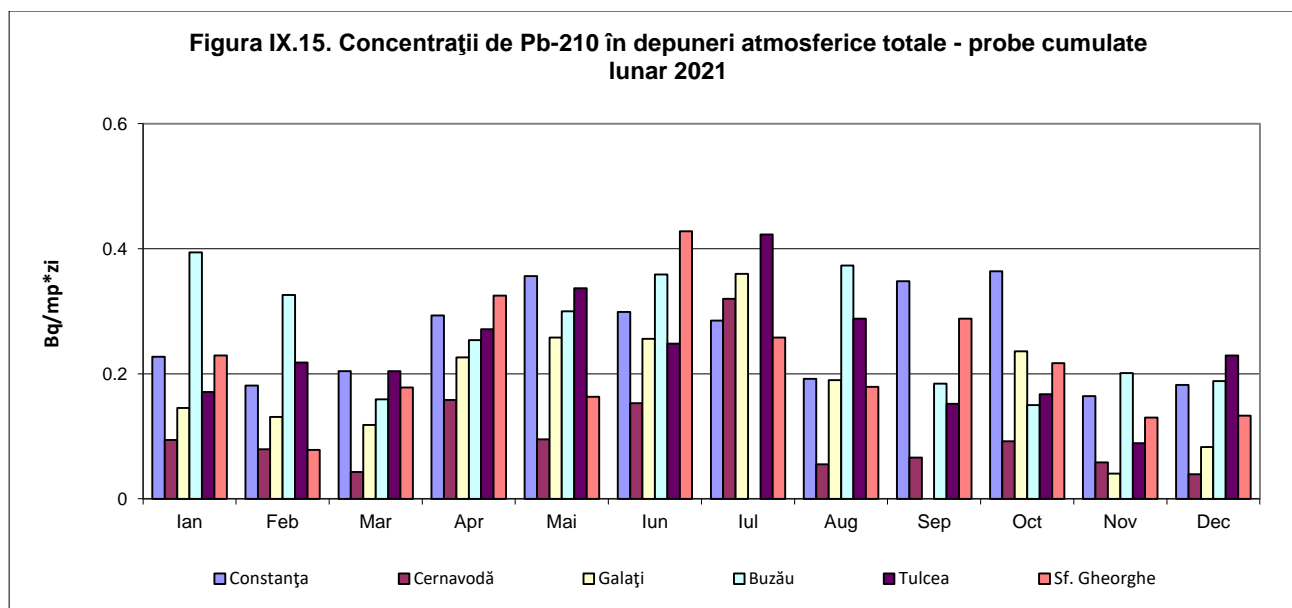
Notă: limita de atenționare pentru activitatea beta globală imediată a depunerilor atmosferice (conform O.M. nr. 1978/2010) este de 200 Bq/mp\*zi

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

Radionuclidul natural de origine cosmogenică Be-7 a fost detectat și măsurat în toate probele de depuneri atmosferice totale cumulate lunar (figura IX.14). Concentrația acestuia a variat între 0.156 Bq/mp\*zi (SSRM Cernavodă, în luna martie și SSRM Galați, în luna noiembrie) și 6.256 Bq/mp\*zi (SSRM Sfântu Gheorghe, în luna iunie).



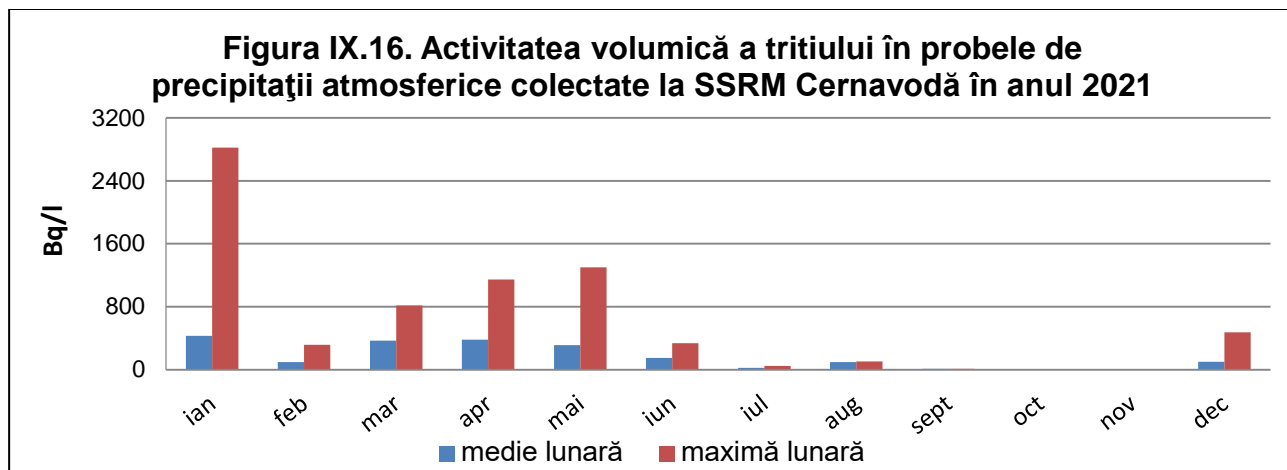
De asemenea, a fost pusă în evidență prezența radionuclidului natural Pb-210 în aproape toate probele de depuneri atmosferice totale cumulate lunar. Concentrația acestuia s-a situat între 0.039 Bq/mp\*zi (SSRM Cernavodă, în luna decembrie) și 0.428 Bq/mp\*zi (SSRM Sfântu Gheorghe, în luna iunie). (figura IX.15.)



Radionuclidul artificial Cs-137 a fost determinat în probele de depuneri atmosferice din luna mai la SSRM Tulcea ( 0.003 Bq/mp\*zi) și la SSRM Galați în lunile iunie și iulie (0.005 Bq/mp\*zi, respectiv 0.007 Bq/mp\*zi). Sursa actuală pentru Cs-137 din atmosferă este solul contaminat ca urmare a accidentului de la CNE Cernobîl. Mecanismul prin care radionuclizii din sol ajung în atmosferă este resuspensia particulelor fine din stratul superficial de sol.

Pentru determinarea conținutului de tritiu în atmosferă au fost prelevate probe de precipitații atmosferice. Probele au fost măsurate beta spectrometric cu analizorul cu

scintilator lichid . Valorile medii și maxime ale activității tritiului în probele de precipitații atmosferice, colectate și măsurate la SSRM Cernavodă în anul 2021 sunt prezentate grafic în figura IX.16.



*Notă: Valorile obținute în luna ianuarie nu au fost reprezentate grafic deoarece s-au situat sub limita de detecție a aparaturii și metodei utilizate.*

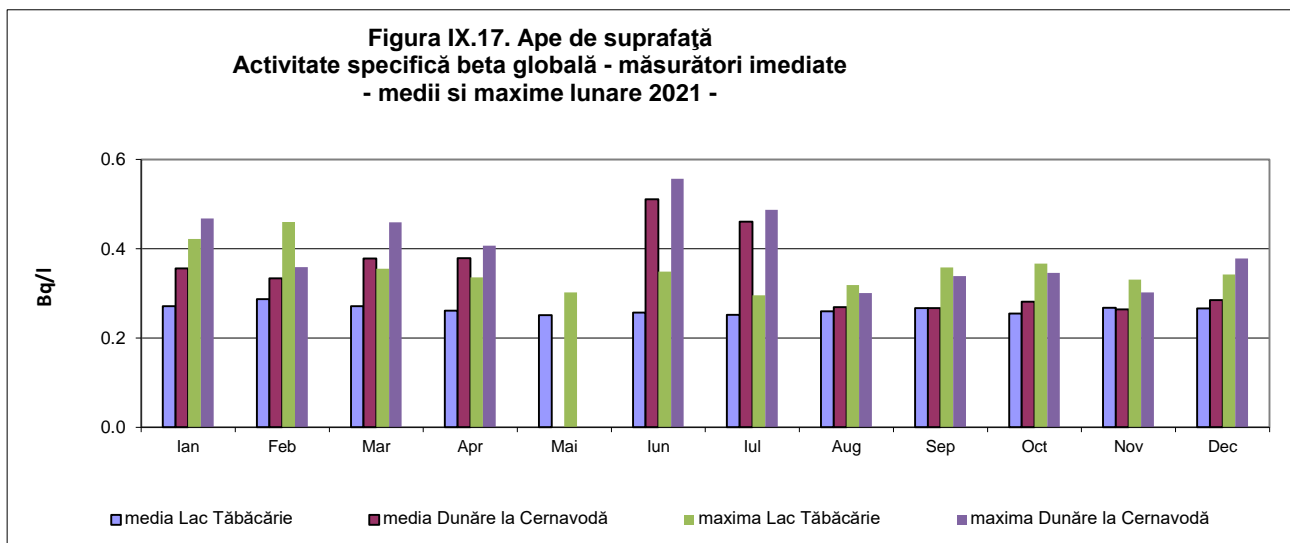
### **IX.1.2. RADIOACTIVITATEA APELOR**

#### **➤ Apă de suprafață colectată în cadrul Programului standard**

În cursul anului 2021 au fost prelevate zilnic, în cadrul **Programului standard**, probe de apă de suprafață din Lac Tăbăcărie de către SSRM Constanța, respectiv din Dunăre (punct de prelevare Gara fluvială) de către SSRM Cernavodă.

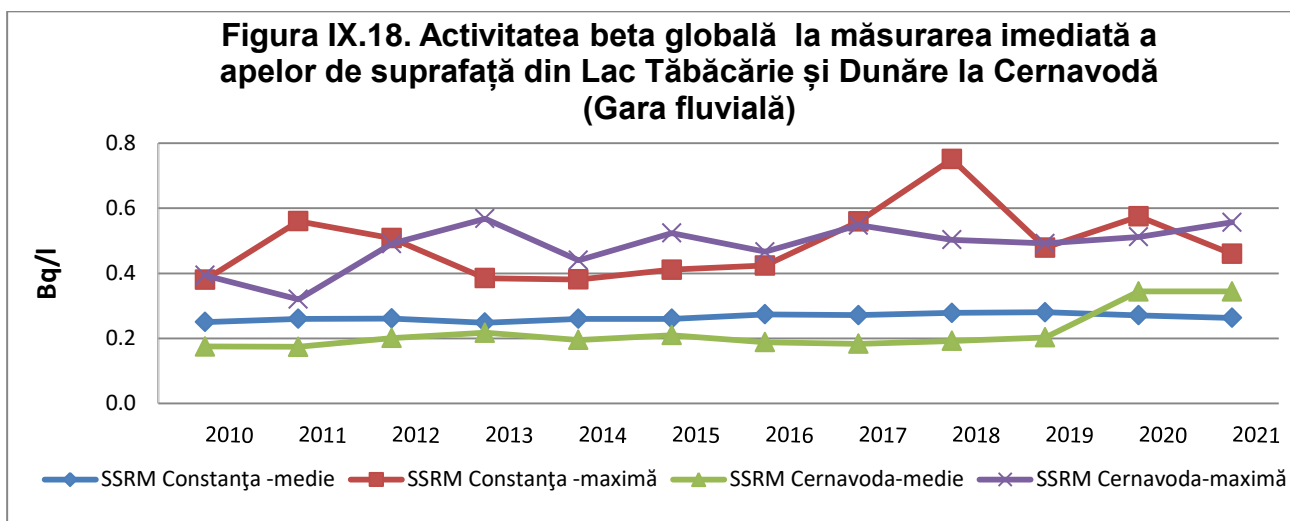
Rezultatele analizelor beta globale sunt arătate în figura IX.17, prin reprezentarea valorilor semnificative (situat peste limita de detecție a aparaturii și metodei utilizate).

Maxima anuală la SSRM Constanța a fost de 0.460 Bq/l și s-a înregistrat în data de 21.02.2021, iar la SSRM Cernavodă maxima anuală a fost de 0.557 Bq/l, înregistrată în data de 06.06.2021.



Notă: limita de atenționare pentru activitatea beta globală imediată pentru apă de suprafață (conform O.M. nr.1978/2010) este de 2 Bq/l

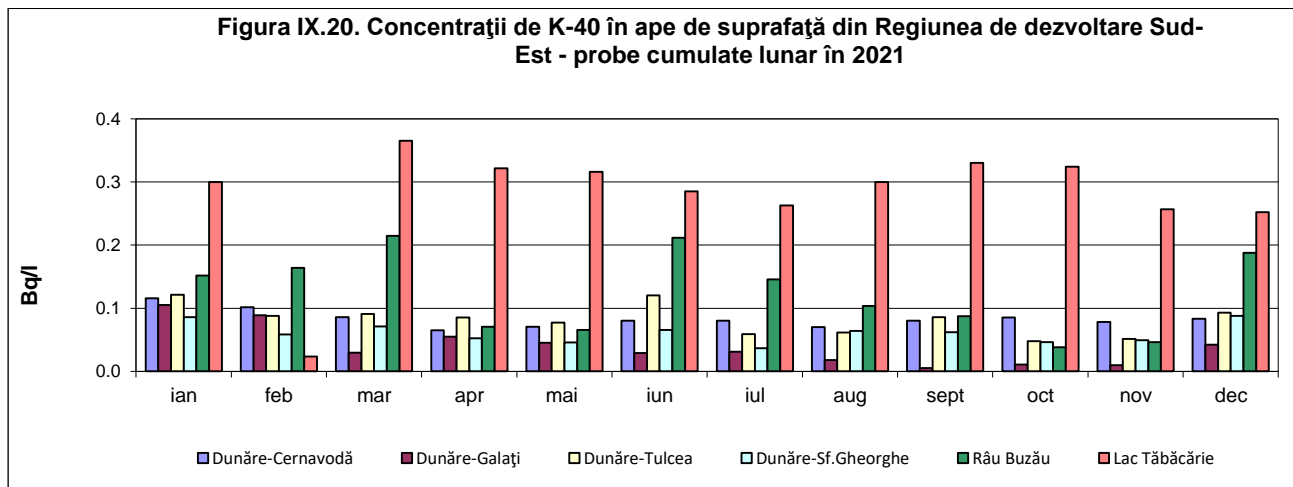
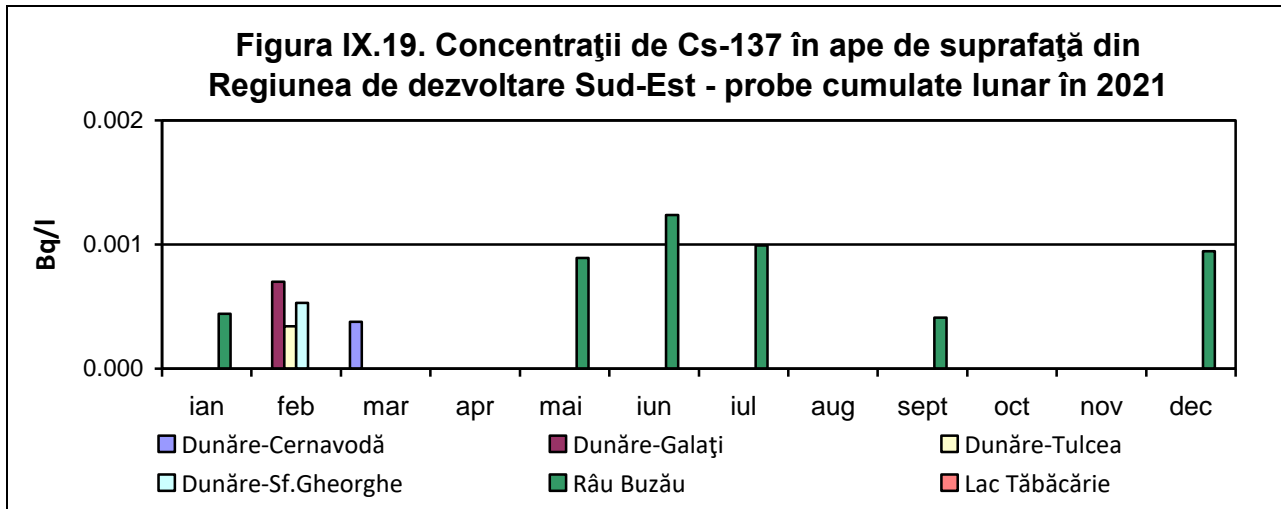
Evoluția activității beta globale la măsurarea imediată a probelor de probe de apă de suprafață prelevate din Lac Tăbăcărie, respectiv din Dunăre Cernavodă (Gara fluvială), în perioada 2010 – 2021, este prezentată în figura IX.18.



Notă: limita de atenționare pentru activitatea beta globală imediată pentru apă de suprafață (conform O.M. nr.1978/2010) este de 2 Bq/l

După măsurarea beta globală, probe zilnice de apă de suprafață colectate de SSRM Constanța, Cernavodă, Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe sunt cumulate lunar și măsurate gama spectrometric la SSRM Constanța. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluție indică accidentul de la Cernobîl ca principala sursă de radioactivitate artificială pentru probele studiate, fiind identificat în unele probe radionuclidul Cs-137, produs de fisiune eliberat în mediu pe timpul accidentului.

În figurile IX.19. și IX.20. sunt prezentate nivelul și distribuția concentrațiilor radionuclizilor Cs-137 și K-40, radionuclizi cu contribuție importantă la radioactivitatea probelor de apă, pentru Dunăre, Râu Buzău, Lac Tăbăcărie.



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

În cadrul Programului de supraveghere a radioactivității mediului în zona de influență a CNE Cernavodă s-au prelevat probe de apă de suprafață din Canalele de deversare Seimeni și Ecluză, din Canalul Dunăre - Marea Neagră (la Medgidia și Saligny), din Dunăre (puncte de colectare Gara fluvială Cernavodă, Cochirleni, Capidava, Fetești - Brațul Borcea), Lac Baci și Lac Domneasca. Probele au fost supuse analizelor beta globale, beta și gama spectrometrice, pentru determinarea concentrației de tritium și radionuclizilor artificiali gama emițători.

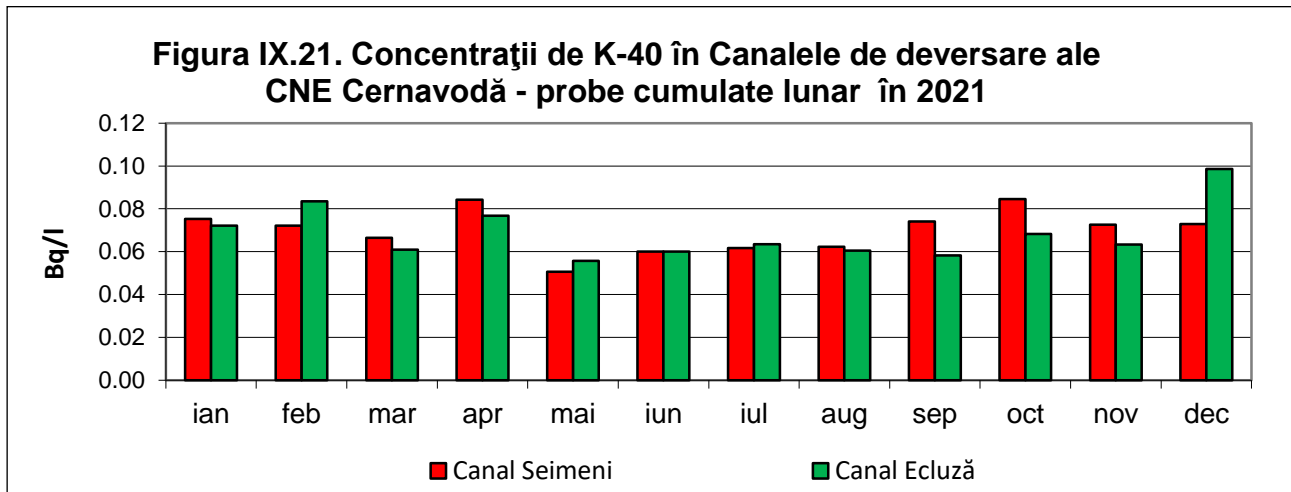
• **Apă de suprafață din canalele de deversare ale CNE Cernavodă**

Probele de apă din Canal deversare Seimeni și din Canal deversare Ecluză se prelevează zilnic. Un litru se evaporă pentru măsurători beta globale, doi litri se evaporă pentru analize gama spectrometrice și 250 ml se pregătesc pentru determinări de tritium. Numărul probelor colectate din Canal deversare Seimeni și măsurate beta global a fost de 362, din care au evidențiat valori semnificative 63 probe. Valorile activităților specifice obținute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.219 – 0.457 Bq/l, media anuală fiind de 0.308 Bq/l. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 27.12.2021.

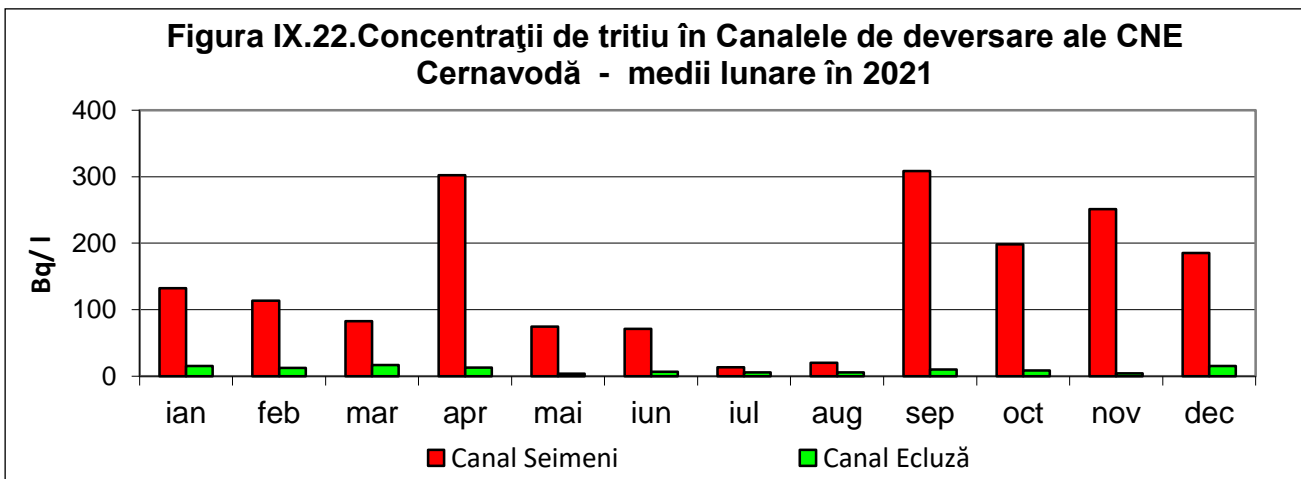
De-a lungul anului 2021, au fost colectate 362 de probe din Canal deversare Ecluză, din care au evidențiat valori semnificative 46. Valorile activităților specifice obținute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.214 – 0.502 Bq/l. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 17.01.2021.

Nu s-au înregistrat depășiri ale limitei de atenționare de 2 Bq/l.

Analizele gama spectrometrice nu au evidențiat prezența radioizotopilor artificiali. Radionuclidul natural K-40, cu contribuție importantă la radioactivitatea probelor de apă, a avut concentrații cuprinse în intervalul 0.051 – 0.085 Bq/l pentru probele din Canal de deversare Seimeni și concentrații de 0.056 – 0.099 Bq/l pentru probele din Canalul de deversare Ecluză, (figura IX.21.).



În cele două canale de deversare a fost determinat conținutul de tritium prin spectrometrie beta cu scintilator lichid. Valorile concentrației 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 suprafață cu frecvență lunară. Activitățile specifice obținute în urma măsurătorilor beta globale imediate s-au situat în intervalul 0.250 – 0.258 Bq/l.

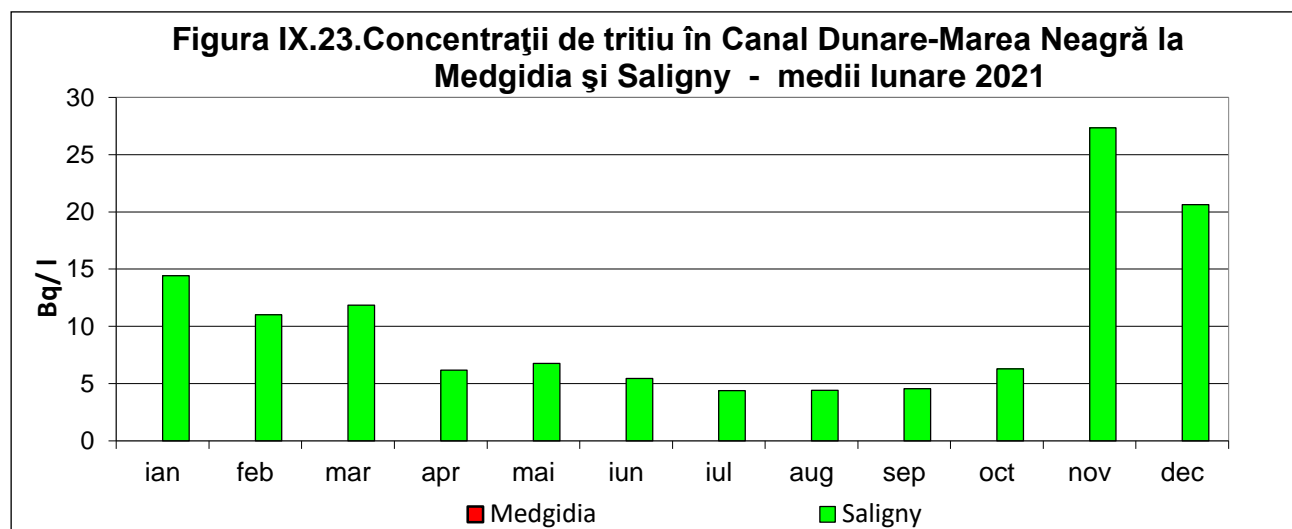
Valoarea de atenționare pentru acest indicator este de 2 Bq/l.

Analizele gama spectrometrice nu au pus în evidență prezența vreunui radionuclid artificial. Radionuclidul natural K-40, determinat în toate probele analizate, a avut concentrații cuprinse în intervalul 0.030 – 0.119 Bq/l, incertitudinile statistice asociate fiind de 23-68 % .

În ceea ce privește analizele de tritiiu, valorile activităților specifice obținute în urma măsurătorilor s-au situat sub limita de detecție a aparaturii și metodei utilizate în probele analizate.

Tot din Canal Dunăre - Marea Neagră, dar din dreptul localității Saligny, s-au făcut prelevări zilnice de probe pentru determinări de tritiiu. Valorile concentrației volumice obținute în urma măsurătorilor s-au situat în intervalul 3.32 – 157.71 Bq/l; numărul probelor care au prezentat valori semnificative a fost de 106, dintr-un total de 365. Valoarea maximă s-a înregistrat la data de 19.11.2021.

În figura următoare sunt prezentate rezultatele obținute, prin ilustrarea valorilor semnificative:



*Notă: Valorile activităților specifice obținute în urma măsurătorilor, pentru locația Medgidia, s-au situat sub limita de detecție a aparaturii și metodei utilizate în probele analizate.*

În lunile mai și noiembrie 2021, SSRM Constanța a prelevat probe de apă de suprafață din Canalul Poarta Albă - Midia Năvodari, locația Mamaia Sat. Din fiecare probă, 1 litru a fost prelucrat și măsurat beta global după 5 zile de la prelevare, iar alți 20 l au fost evaporati pentru măsurători gama spectrometrice.

Pentru activitatea specifică beta globală s-au obținut valori semnificative (peste limita de detecție aferentă metodei și aparaturii utilizate) pentru ambele probe (0.145 Bq/l pentru proba colectată în data de 13.05.2021 și 0.163 Bq/l pentru proba colectată în data de 11.11.2021). Nu au fost depășiri ale nivelului de atenționare.

Reziduurile obținute în urma evaporării s-au măsurat gama spectrometric. Radionuclizii identificați au fost cei naturali: K-40 (0.181 Bq/l , respectiv 0.086 Bq/l), Th-234 (0.025 Bq/l), U-235 (0.0032 Bq/l, respectiv 0.0028 Bq/l). Impreciziile statistice au fost următoarele: 16%, respectiv 33 % pentru K-40, 33 %, respectiv 25% pentru Th-234, 28%, respectiv 33 % pentru U-235.

#### • Apă de suprafață Dunăre

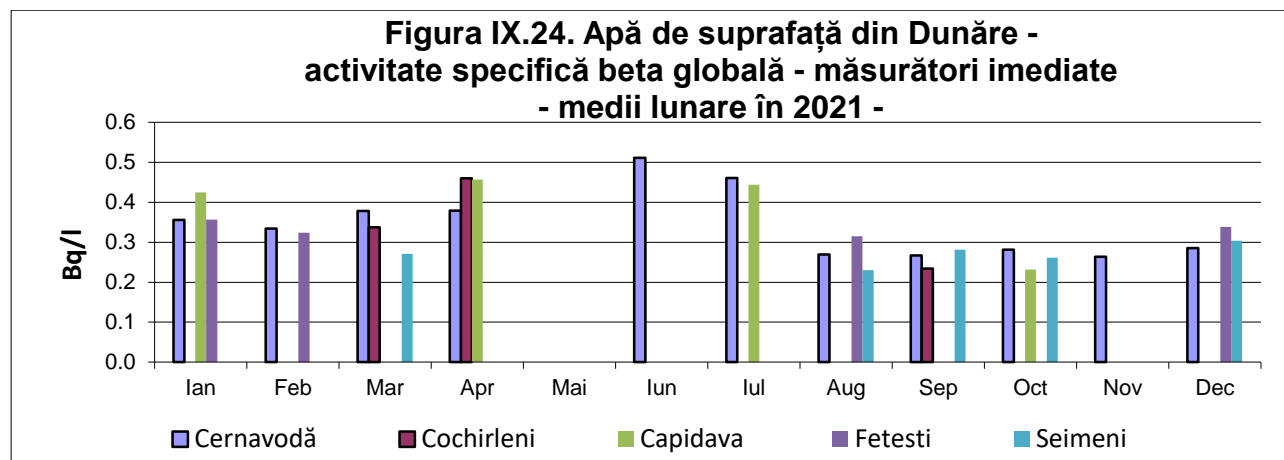
Probele de apă de suprafață din Dunăre au avut următoarele frecvențe de colectare:



- zilnică pentru punctul de prelevare Gara fluvială Cernavodă
- săptămânală pentru punctul de colectare Seimeni,
- lunară pentru punctele de colectare Cochirleni, Capidava, Fetești .

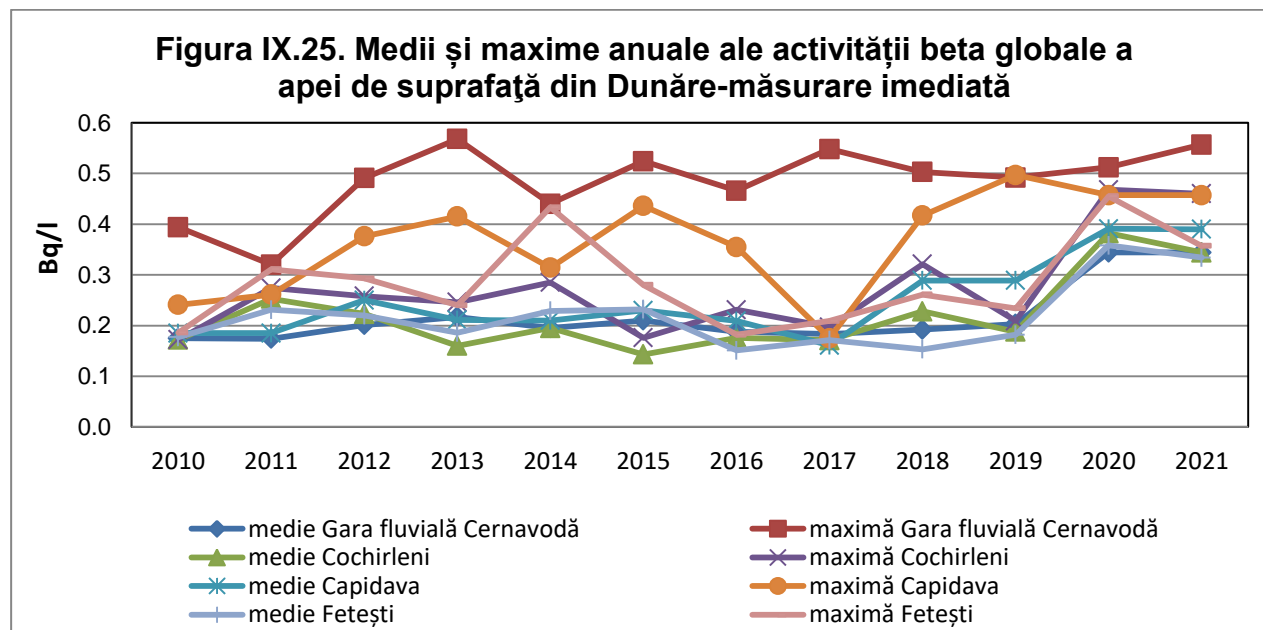
De-a lungul anului 2021 au fost colectate 365 probe de la Gara fluvială, 47 probe de la Seimeni, câte 12 probe de la Cochirleni, Capidava și Fetești. Rezultatele analizelor beta globale sunt prezentate în figura IX.24, prin ilustrarea valorilor semnificative.

Nu au fost depășiri ale nivelului de atenționare.



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

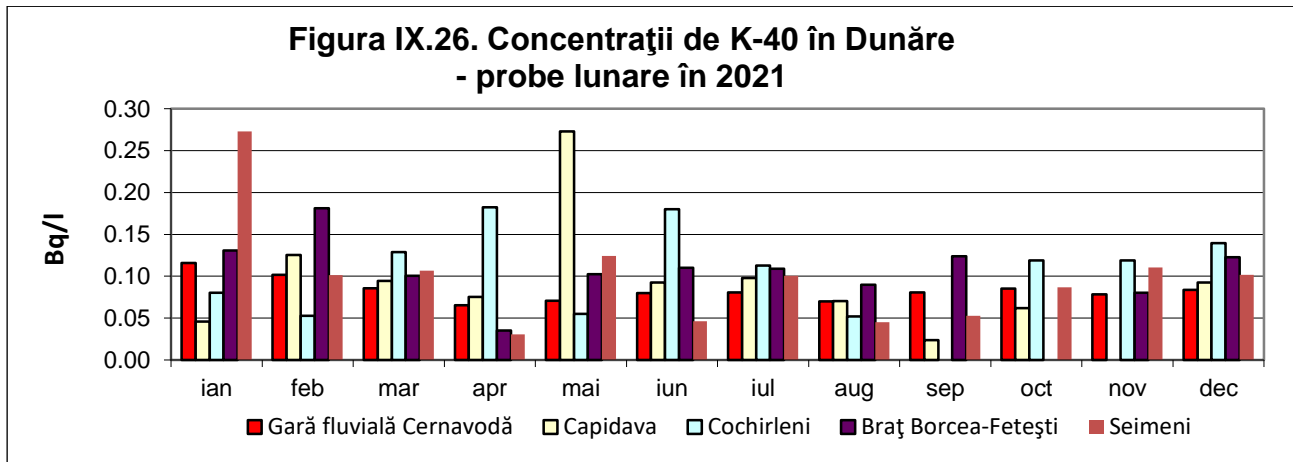
Evoluția activității beta globale (medie și maximă anuală – măsurare imediată) a probelor de apă de suprafață din Dunăre prelevate de la Gara fluvială Cernavodă, Cochirleni, Capidava și Fetești în perioada 2010 - 2021 este prezentată în figura IX.25.



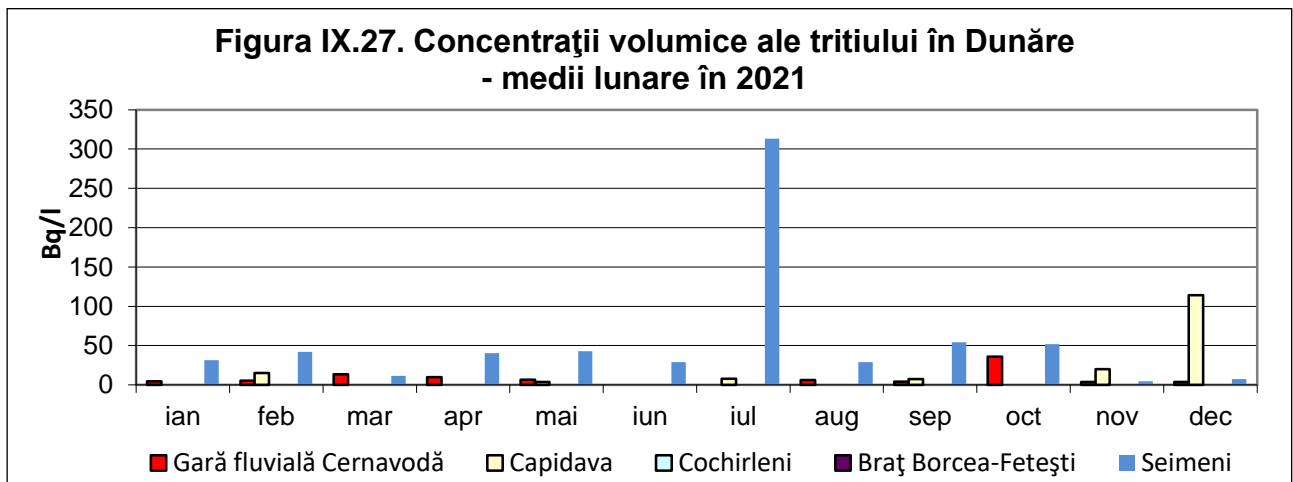
Notă: limita de atenționare pentru activitatea beta globală imediată pentru apă (conform O.M. nr. 1978/2010) este de 2 Bq/l

Analizele gama spectrometrice au pus în evidență prezența radionuclidului artificial Cs-137, în proba de apă Dunăre, la Cernavodă (Gară fluvială) colectată în luna martie, având o concentrație de 0.0004 Bq/l și la Cochirleni în luna iunie, cu concentrația de 0.003 Bq/l.

Radionuclidul natural K-40 a avut concentrații cuprinse în intervalul 0.024 – 0.273Bq/l, incertitudinile statistice asociate au fost de 7 - 61 %. Maxima s-a înregistrat pentru proba prelevată în luna mai din Dunăre la Capidava (figura IX.26).



În probele de apă colectate din Dunăre a fost determinat conținutul de tritium prin spectrometrie beta cu scintilator lichid. Din totalul probelor colectate au prezentat valori semnificative un număr de 22 probe de la Gara fluvială și 6 probe de la Capidava. În figura IX.27. sunt prezentate mediile valorilor semnificative înregistrate pentru fiecare punct de colectare în parte. Valoarea maximă a concentrației volumice a tritiului în apa de suprafață a Dunării (519.80 Bq/l) s-a obținut în data de 20.07.2021 pentru o probă colectată la Seimeni.



Notă: Valorile concentrațiilor volumice ale tritiului obținute în urma măsurătorilor, pentru locațiile Cochirleni și Fețești, s-au situat sub limita de detecție a aparatului și metodei utilizate în probele analizate.

• **Apă de suprafață Lac Baci și Lac Domneasca**

În luna februarie 2021 a fost colectată o probă de apă de suprafață din Lac Baci. Analiza gama spectrometrică a probei a pus în evidență prezența unor radionuclizi din

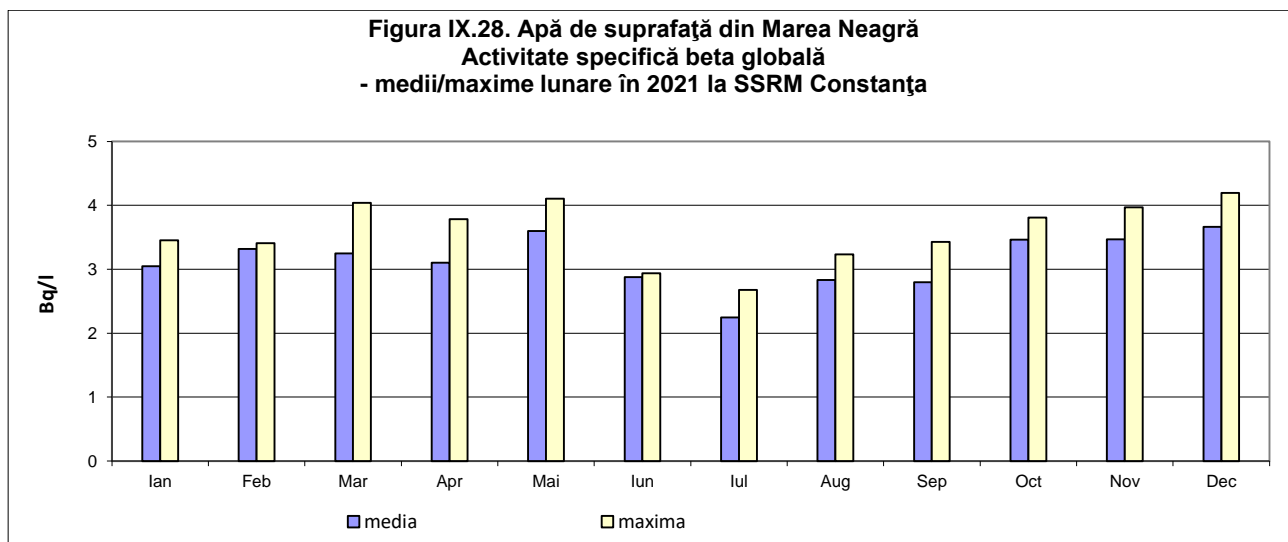
seriile radioactive naturale precum Th-234 și K-40. Nu s-a determinat prezenta vreunui radionuclid artificial.

Rezultatele obținute la analiza concentrației volumice a tritiului pentru probele de apă de suprafață colectate din Lac Baciul s-au situat sub limita de detecție.

În lunile februarie, iunie, august și decembrie au fost colectate probe de apă de suprafață din Lac Domneasca, valorile concentrației de tritiu au variat în intervalul 4.80 – 12.86 Bq/l, maxima înregistrându-se pentru proba colectată în data de 12.08.2021.

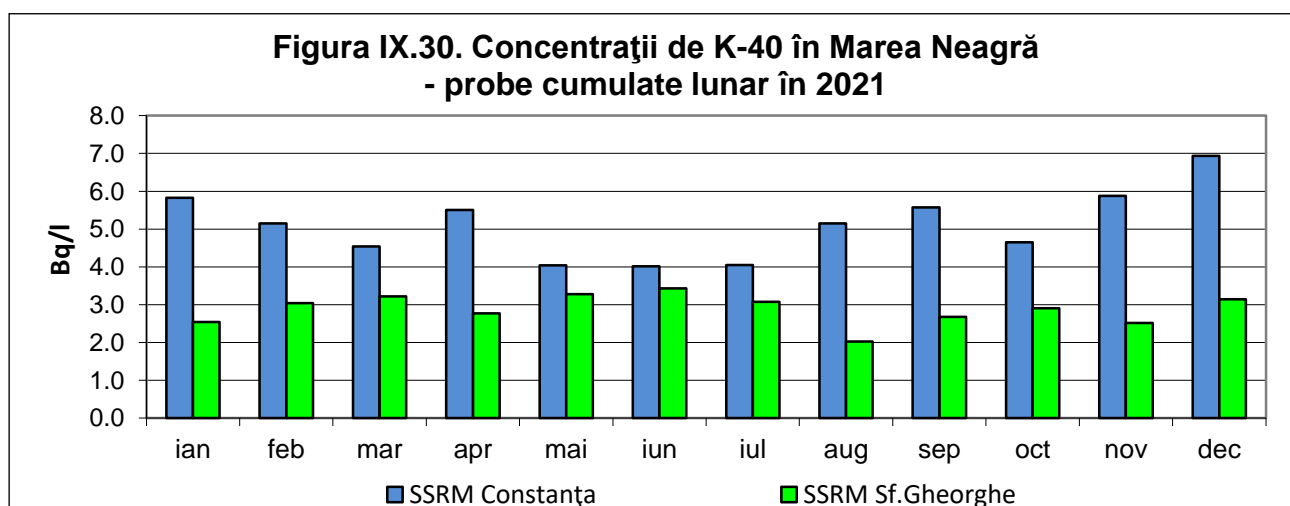
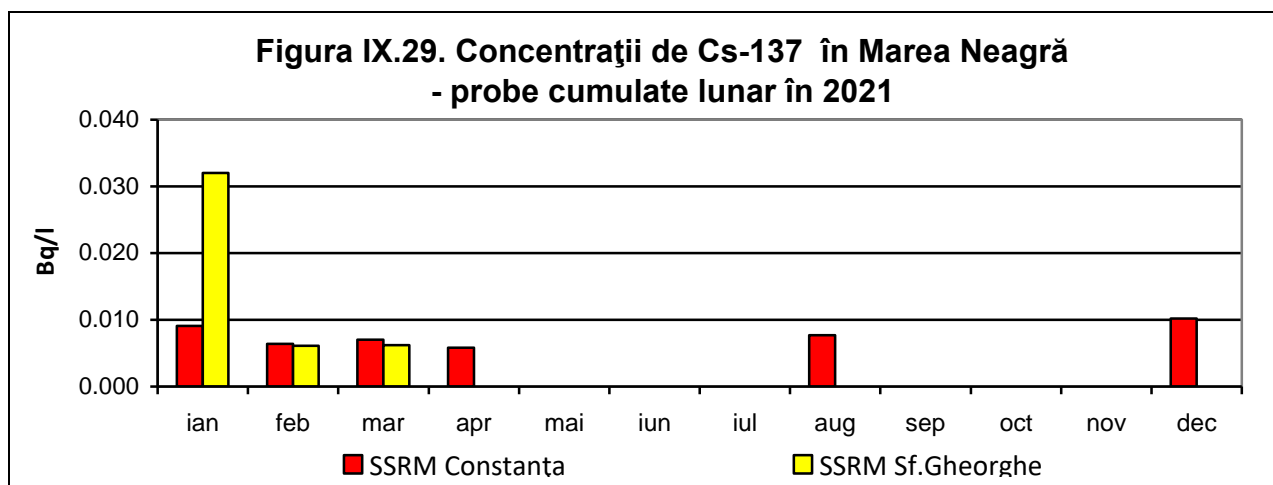
### ➤ Radioactivitatea Mării Negre

Probele de apă de suprafață din Marea Neagră au fost prelevate săptămânal de către SSRM Constanța și lunar de către SSRM Sfântu Gheorghe, în cadrul programului special de lucru. Radioactivitatea artificială beta globală a probelor de apă din Marea Neagră la Constanța este prezentată grafic în figura IX.28. Datorită conținutului bogat în săruri, reziduurile obținute la prelucrarea probelor au masa cu un ordin de mărime mai mare decât reziduurile probelor de apă dulce la același volum prelevat și de aceea valorile înregistrate sunt cu un ordin de mărime mai mari decât cele obținute pe probe de apă dulce. În cursul anului 2021, la SSRM Constanța au fost prelevate 53 de probe de apă de suprafață din Marea Neagră. Toate probele au înregistrat valori semnificative. Incertitudinile asociate procesului de măsurare au variat între 11 și 20%. Cea mai mare valoare s-a înregistrat în luna decembrie (4.19 Bq/l).

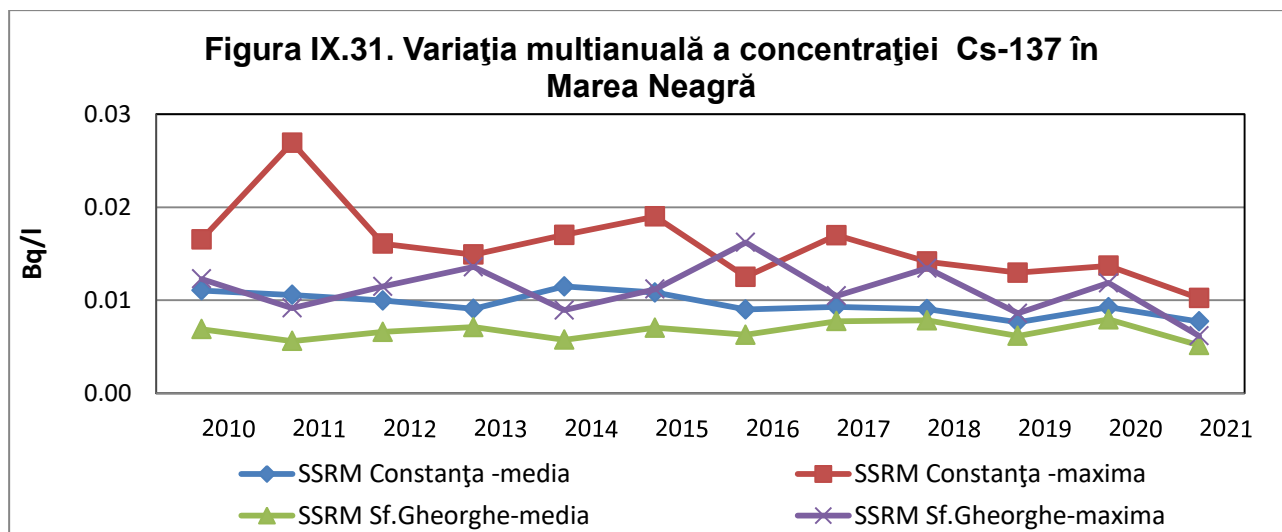


După măsurarea beta globală, probele de apă de suprafață din Marea Neagră, colectate de SSRM Constanța și Sfântu Gheorghe, sunt cumulate lunar și măsurate gama spectrometric. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluție indică accidentul de la Cernobîl ca principala sursă de radioactivitate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

În figurile IX.29. și IX.30. sunt prezentate nivelul și distribuția concentrațiilor radionuclizilor Cs-137 și K-40, radionuclizi cu contribuție importantă la radioactivitatea probelor studiate.



Variația multianuală a concentrației radionuclidului Cs-137 în probele de apă de suprafață colectate din Marea Neagră este prezentată în figura IX.31.



➤ **Apă de foraj**

În cursul anului 2021, SSRM Cernavodă a prelevat zilnic probe de apă de foraj din zona localității Faclia. Probele au fost evaporate și măsurate imediat beta global.

Au fost colectate 365 probe dintre care doar 21 au evidențiat valori semnificative ale activității specifice imediate. Media anuală a fost de 0.447 Bq/l, valoarea maximă (0.596 Bq/l) s-a înregistrat pentru proba colectată la data de 20.04.2021. Nu s-au înregistrat depășiri ale nivelului de atenționare de 1 Bq/l stabilit pentru apa potabilă.

După evaporarea la sec, reziduurile probelor au fost cumulate lunar și măsurate gama spectrometric la SSRM Constanța. În urma analizelor gama spectrometrice efectuate nu s-a constatat prezența vreunui radionuclid artificial. Radionuclidul natural K-40 s-a găsit în concentrații cuprinse între 0.018 – 0.072 Bq/l, valoarea maximă înregistrându-se pentru proba din luna octombrie. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au variat între 19 și 54%.

În ceea ce privește determinarea concentrației tritiului, zilnic sau săptămânal s-au analizat probe de apă foraj Faclia. Din cele 103 de probe măsurate pe parcursul anului 2021, doar una a evidențiat valori peste limita de detecție a aparatului de măsură pentru concentrația volumică a tritiului, valoarea acesteia fiind de 3.56 Bq/l.

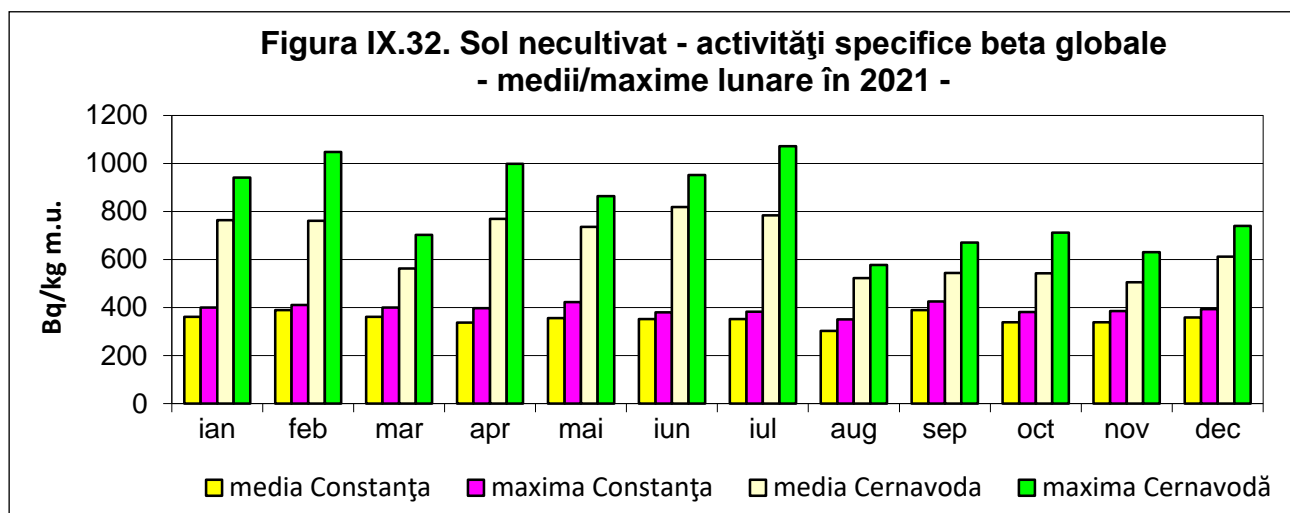
În lunile iunie și noiembrie 2021 s-au prelevat probe de apă de foraj din Constanța. Din fiecare probă, 1 litru a fost prelucrat și măsurat beta global după 5 zile de la prelevare, alți 20 l au fost evaporați pentru măsurători gama spectrometrice. Valorile obținute pentru activitatea specifică beta globală s-au situat sub limita de detecție aferentă metodei și aparatului utilizate.

Reziduurile obținute în urma evaporării s-au măsurat gama spectrometric. Radionuclizii identificați au fost: Th-234 (0.086 – 0.104 Bq/l), U-235 (0.008 – 0.0083 Bq/l), K-40 (0.026 – 0.031 Bq/l) și alții aparținând seriilor radioactive naturale.

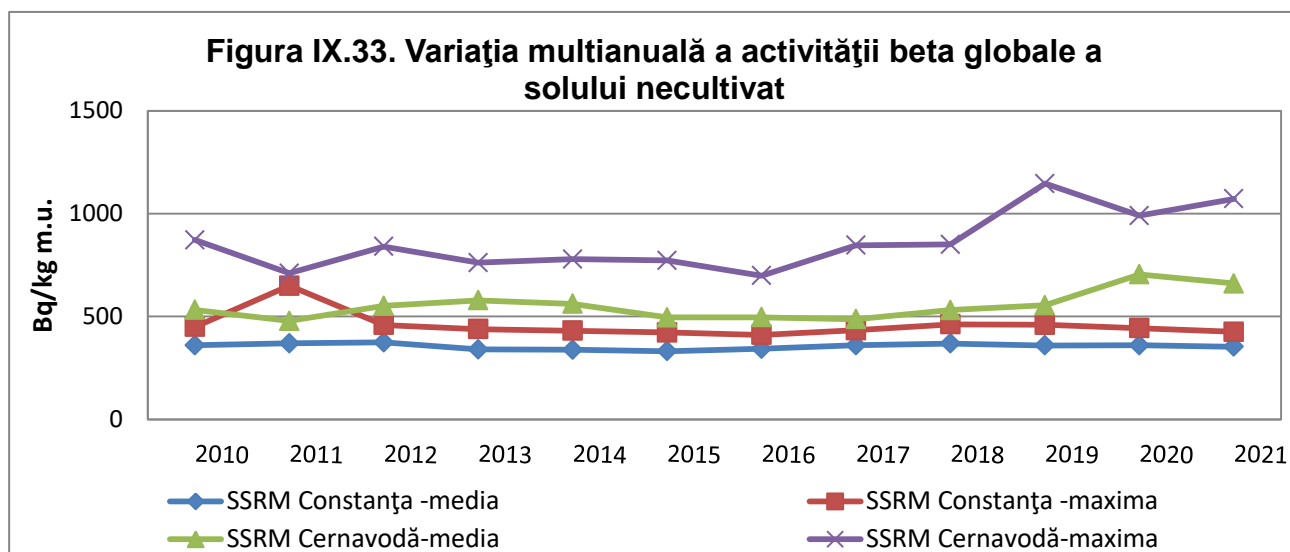
### **IX.1.3 RADIOACTIVITATEA SOLULUI**

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

Probele de sol necultivat, prevăzute în Programul standard, au fost prelevate cu frecvență săptămânală, din perimetrul amplasamentului fiecărei SSRM. Probele au fost prelucrate și măsurate beta global la 5 zile de la colectare. Rezultatele obținute la SSRM Constanța și Cernavodă sunt prezentate în figura IX.32. Activitatea artificială beta globală în probele de sol necultivat a variat în intervalul 262.80- 1072.5 Bq/kg, masă uscată (m.u.). Incertitudinile asociate procesului de măsurare s-au situat între 10 și 23%. Maxima anuală a fost de 1072.5 Bq/kg m.u. la SSRM Cernavodă și s-a înregistrat în data de 30.07.2021, iar la SSRM Constanța maxima anuală a fost de 425.3 Bq/kg m.u. și s-a înregistrat în data de 10.09.2021.



Variația multianuală a mediilor și maximelor anuale ale activității beta globale a probelor de sol necultivat, înregistrate la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.33.

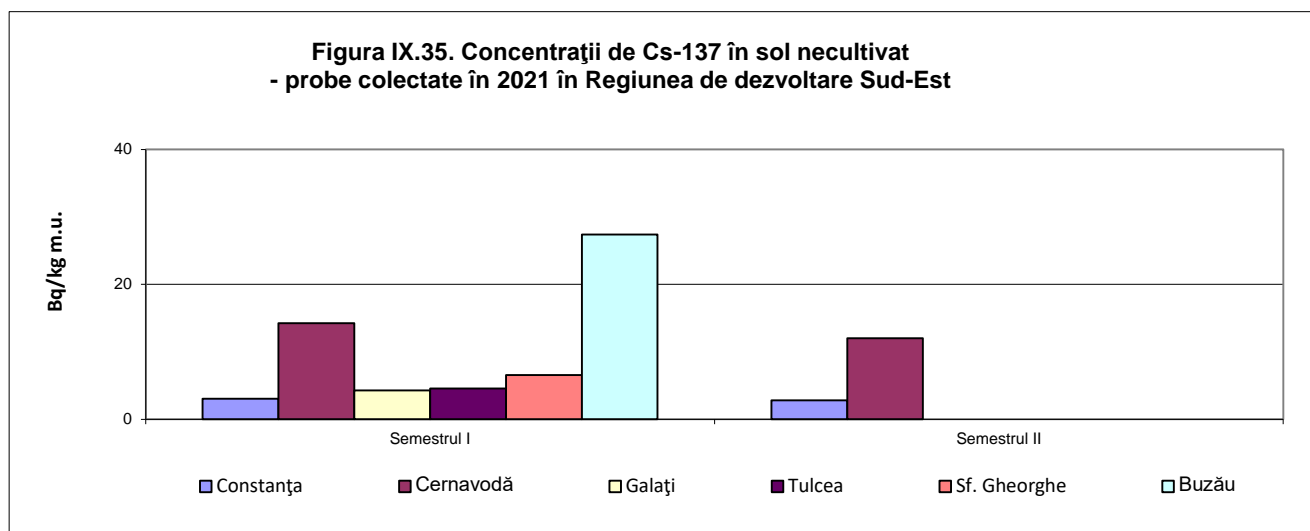
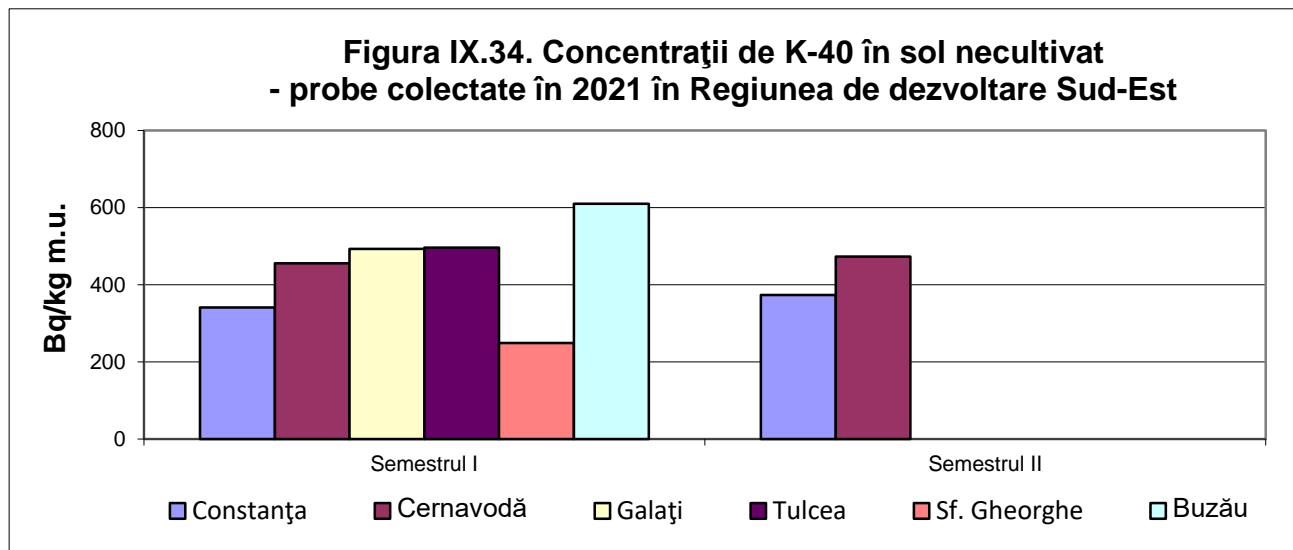


### ➤ Sol necultivat colectat în cadrul Programelor speciale de monitorizare

Pentru analiza gama spectrometrică SSRM Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au prelevat câte o probă anuală de sol necultivat, de pe o suprafață de 10x10 cm<sup>2</sup>, adâncime 5 cm. SSRM Constanța și SSRM Cernavodă au prelevat probe semestriale de sol necultivat. Probele au fost expediate la sediul SSRM Constanța pentru măsurare. Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată (m.u.).

În probele de sol au fost identificați 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 și radionuclidul artificial Cs-137. Concentrațiile de K-40 variază între 249.26 Bq/kg (SSRM Sfântu Gheorghe) și 610.16 Bq/kg (SSRM Buzău), impreciziile statistice asociate fiind de

2-4% (figura IX.34.). Concentrațiile de Cs-137 în sol necultivat (figura IX.35) au variat între 2.82 Bq/kg (SSRM Constanța) și 27.39 Bq/kg (SSRM Buzău), cu imprecizii statistice asociate de 3-12%. Rezultatele analizelor gama spectrometrice de înaltă rezoluție indică accidentul de la Cernobîl ca sursă de radioactivitate artificială în probele investigate.



În cursul anului 2021, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvență semestrială, în cadrul **programului de monitorizare a funcționării CNE**, probe de sol necultivat din: Seimeni, Capidava, Medgidia, Tortomanu, Cochirleni, zona Ecluză Cernavodă, Fetești, Rasova și Mircea Vodă. Probele au fost prelucrate și analizate beta global și gama spectrometric.

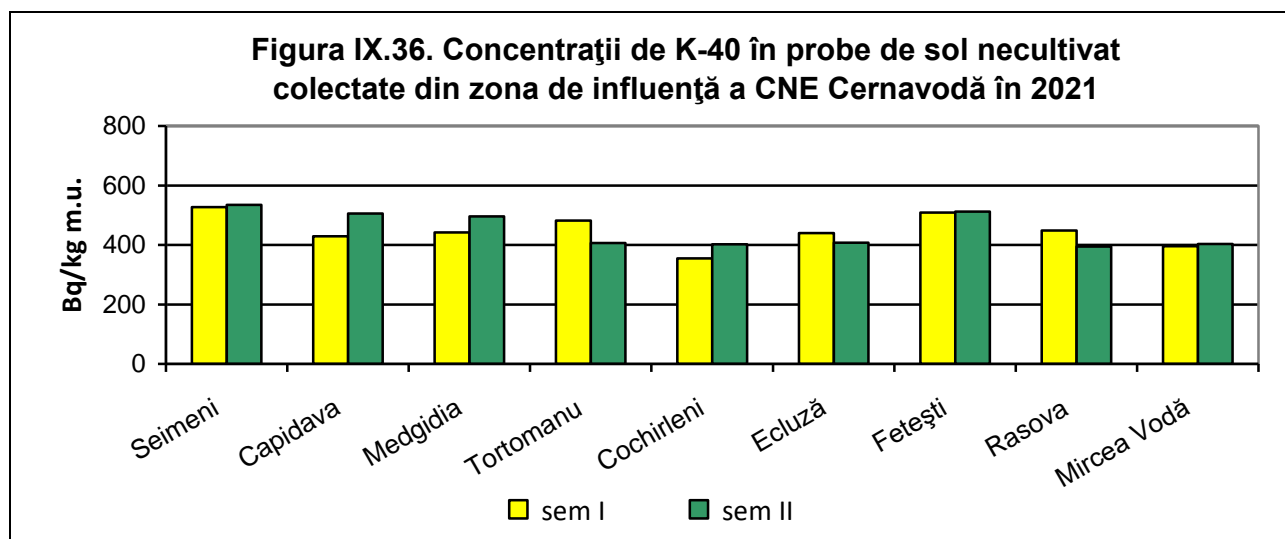
Măsurarea beta globală s-a făcut la cinci zile de la colectare. Toate valorile activităților specifice obținute au fost semnificative și au variat în intervalul 310.80 – 1782.73 Bq/kg m.u. Maxima anuală s-a înregistrat pentru proba colectată în data de 10.05.2021 de la Ecluză Cernavodă. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au fost cuprinse în intervalul 10-37%. Rezultatele sunt prezentate în tabelul următor:

**Valorile activităților specifice beta globale ale solului necultivat (Bq/kg m.u.) colectat din zona de influență a CNE Cernavodă în 2021**

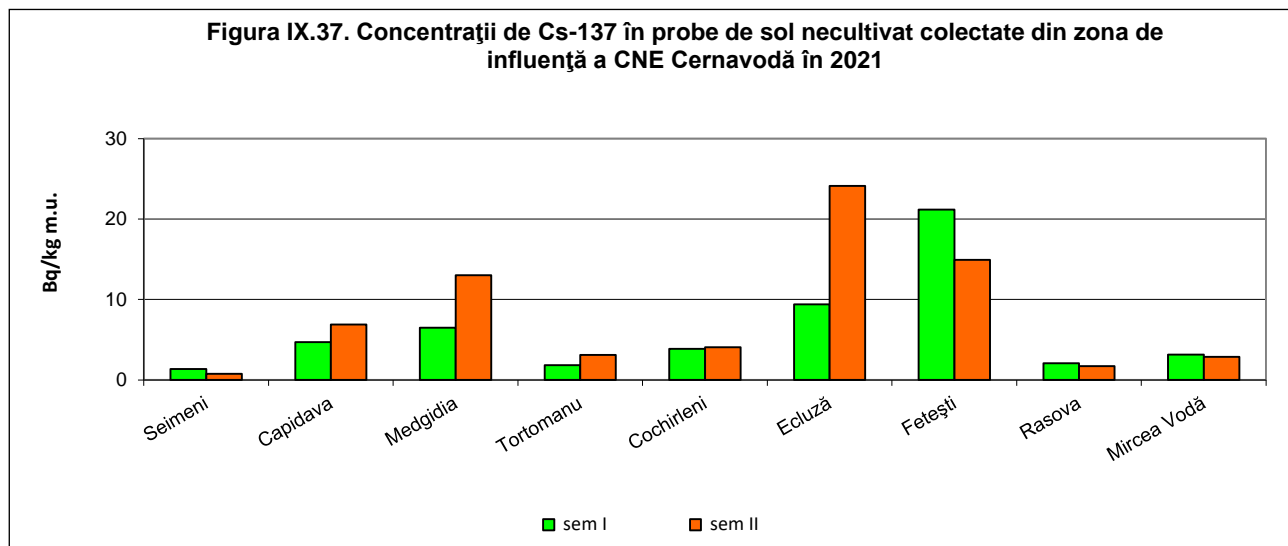
| Locul prelevării | Minima anuală | Media anuală | Maxima anuală | Data maximei | Nr.val I | Nr.val semnificative | $\epsilon_A$ (%) |
|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|----------|----------------------|------------------|
| Seimeni          | 724.58        | 737.29       | 750.00        | 17.05.2021   | 2        | 2                    | 11-17            |
| Capidava         | 589.66        | 666.98       | 744.30        | 05.05.2021   | 2        | 2                    | 12-13            |
| Tortomanu        | 471.72        | 482.35       | 492.97        | 18.05.2021   | 2        | 2                    | 15-25            |
| Ecluza           | 570.42        | 1176.58      | 1782.73       | 10.05.2021   | 2        | 2                    | 10-12            |
| Mircea Voda      | 448.56        | 741.27       | 1033.97       | 24.05.2021   | 2        | 2                    | 13-15            |
| Medgidia         | 310.80        | 408.02       | 505.24        | 07.09.2021   | 2        | 2                    | 14-37            |
| Cochirleni       | 501.78        | 503.51       | 505.24        | 08.09.2021   | 2        | 2                    | 13-24            |
| Rasova           | 421.03        | 476.61       | 532.19        | 19.05.2021   | 2        | 2                    | 16-23            |
| Fetești          | 555.00        | 741.72       | 927.53        | 26.05.2021   | 2        | 2                    | 13-14            |

În urma analizelor gama spectrometrice au fost identificați radionuclizi din seriile radioactive naturale și K-40. Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată. Nivelul concentrațiilor radionuclidului natural K-40, cel care are contribuția cea mai mare la iradierea externă, a fost între 354.89–534.89 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 2-3%. În toate probele a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezență în sol se datorează accidentului de la Cernobîl. Concentrațiile de Cs-137 din sol s-au situat între 0.79 – 24.12 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 2-39%.

În figurile IX.36. și IX.37. sunt prezentate grafic concentrațiile radionuclidului natural K-40 și ale radionuclidului artificial Cs-137 .





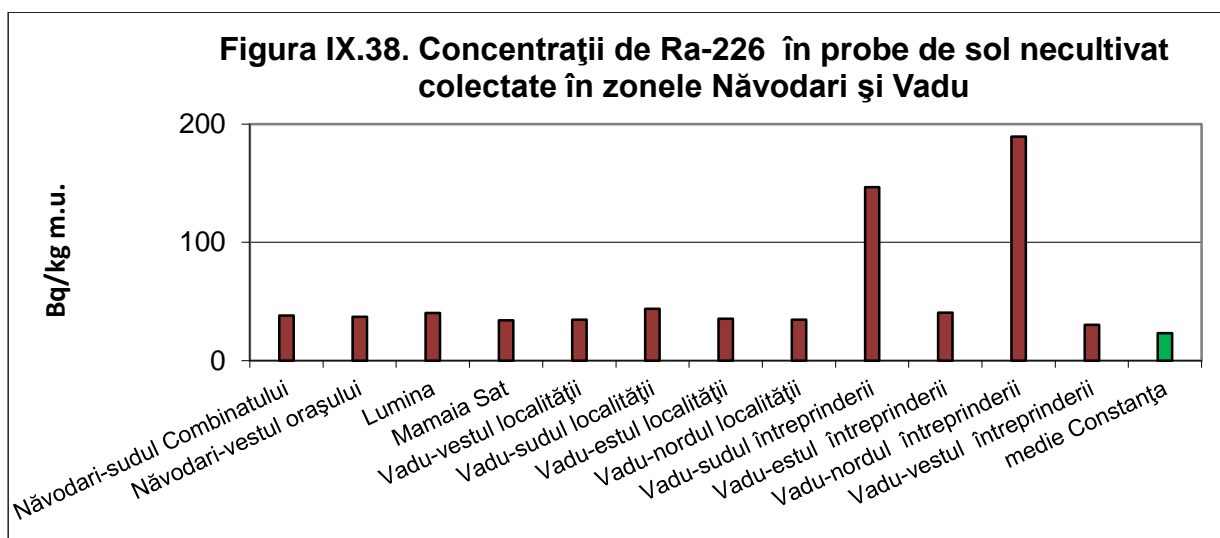


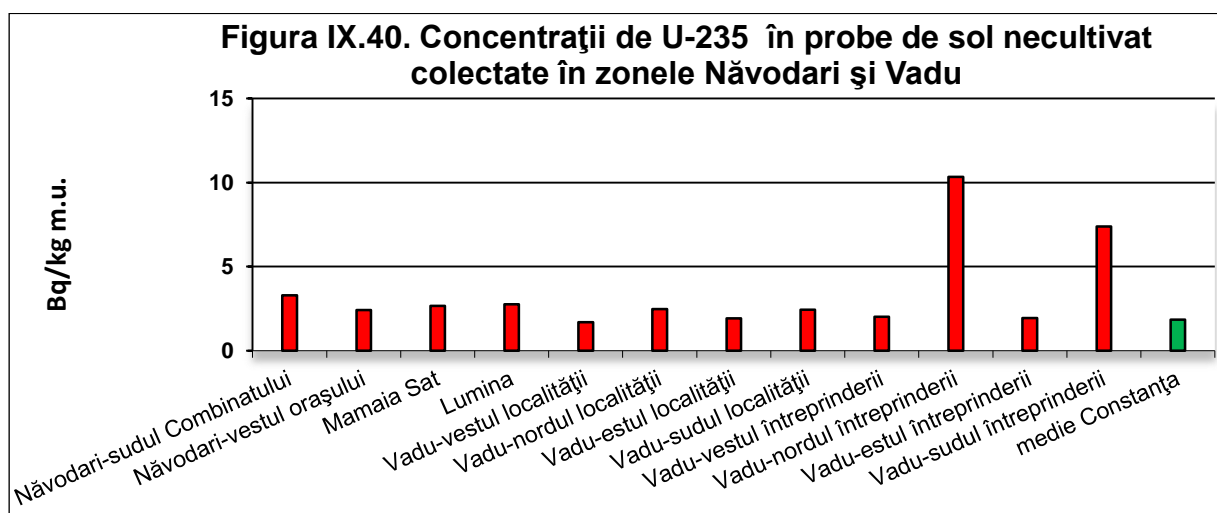
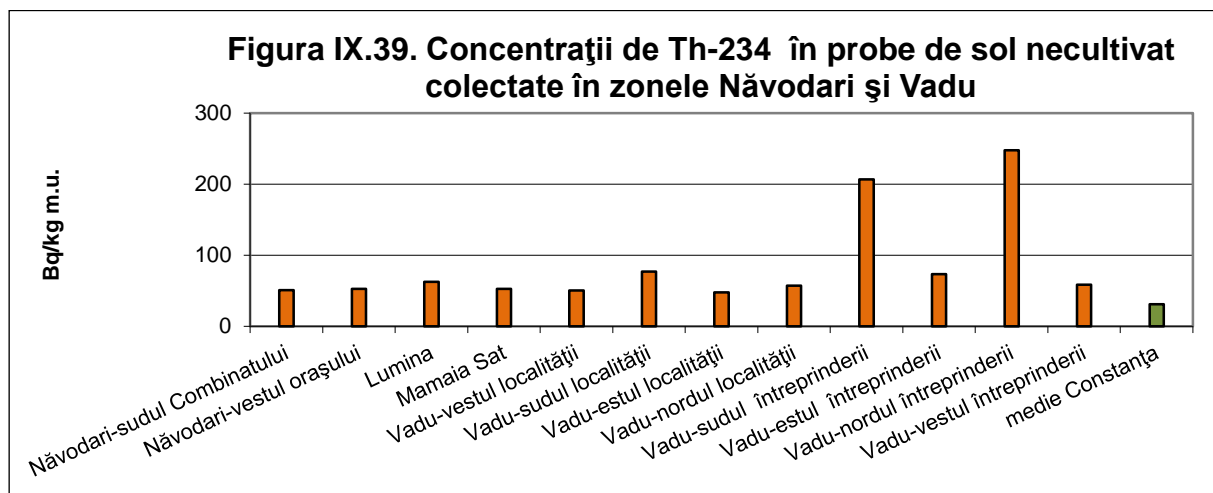
În cadrul **programului de monitorizare a zonelor Năvodari și Vadu**, SSRM Constanța a prelevat anual probe de sol necultivat din locațiile Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, respectiv Vadu (în zona de influență a fostei întreprinderi de metale rare). Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea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

În probele analizate au fost identificați radionuclizi din seriile radioactive naturale, K-40 și Cs-137. Nivelul concentrațiilor radionuclidului natural K-40 este cuprins în intervalul 82.21 – 565.36 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 3-9%. În aproape toate probele a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezență în sol se datorează accidentului de la Cernobîl. Concentrațiile de Cs-137 din sol s-au situat între 0.37 – 16.65 Bq/kg, cu incertitudini asociate măsurării variind între 4- 35%.

Alți radionuclizi urmăriți, având în vedere vecinătatea cu haldele de fosfogips, respectiv steril, au fost Ra-226 (concentrații de 30.19–189.46 Bq/kg), Th-234 (concentrații de 47.62–247.90 Bq/kg), U-235 (concentrații de 1.70–10.34 Bq/kg),

În figurile IX.38. – IX.40. sunt prezentate grafic concentrațiile radionuclizilor naturali Ra-226 ,Th-234 și U-235 în probe din locațiile amintite, comparativ cu locația Constanța.



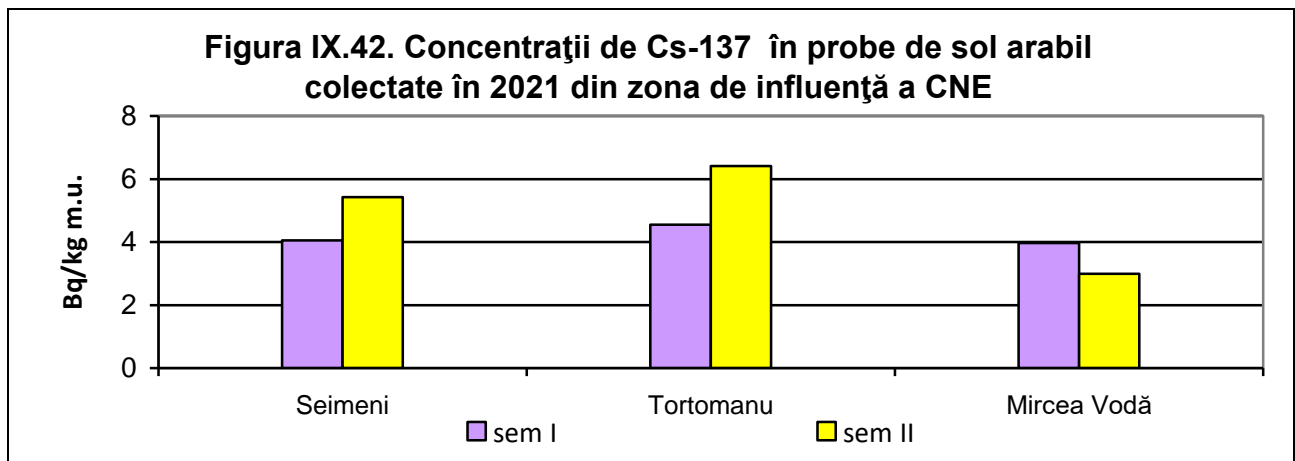
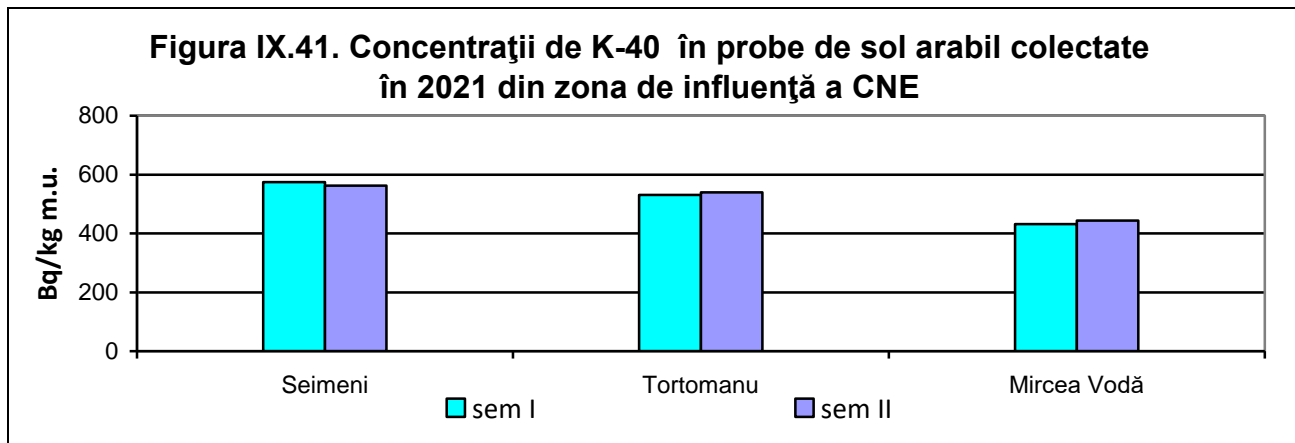


➤ **Sol arabil**

În cursul anului 2021, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvență semestrială, în cadrul **programului de monitorizare a funcționării CNE**, probe de sol arabil de pe o suprafață de 10x10 cm<sup>2</sup>, adâncime 5 cm, din următoarele locații: Seimeni, Tortomanu, Mircea Vodă. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emițători, iar rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată.

În probele analizate au fost identificați radionuclizi naturali din seriile radioactive naturale, K-40 și Cs-137. Nivelul concentrațiilor radionuclidului natural K-40, cel care are contribuția cea mai mare la iradierea externă, a fost între 431.45 – 574.56 Bq/kg, cu incertitudini asociate procesului de măsurare de 3%. În toate probele analizate a fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezență în sol se datorează accidentului de la Cernobîl. Concentrațiile de Cs-137 din sol s-au situat între 2.99 – 6.41 Bq/kg, cu incertitudini asociate de 5-10%.

În figurile IX.41 și IX.42. sunt prezentate grafic concentrațiile radionuclidului natural K-40 și ale radionuclidului artificial Cs-137 în probele de sol arabil colectate din zona de influență a CNE Cernavodă.



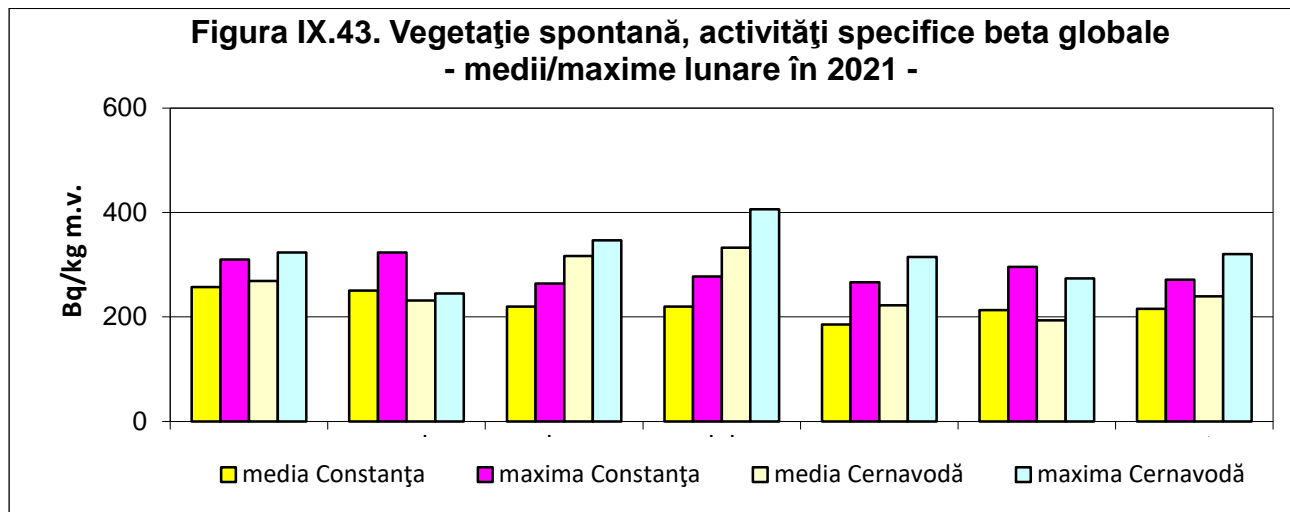
În cadrul **programului de monitorizare în zone cu fond modificat antropic**, SSRM Constanța a prelevat anual probe de sol arabil din locațiile Constanța, Mamaia Sat, Năvodari, Lumina și Vadu. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emițători, iar rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă uscată. În probele analizate au fost identificați radionuclizi din seriile radioactive naturale și K-40. Nivelul concentrațiilor radionuclidului natural K-40, cel care are contribuția cea mai mare la iradierea externă, a fost între 446.86 și 534.18 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 3%. În probele de sol fost identificat radionuclidul artificial Cs-137, a cărui prezență în sol se datorează accidentului de la Cernobîl. Concentrațiile de Cs-137 din sol s-au situat între 1.64 și 8.98 Bq/kg, cu incertitudini de măsurare de 5-22%. Alți radionuclizi urmăriți, având în vedere vecinătatea cu haldele de fosfogips, au fost Ra-226 (concentrații de 28.44–36.64 Bq/kg), Th-234 (concentrații de 40.91 – 56.31 Bq/kg), U-235 (concentrații de 1.46 – 3.00 Bq/kg).

#### IX.1.4 RADIOACTIVITATEA VEGETAȚIEI

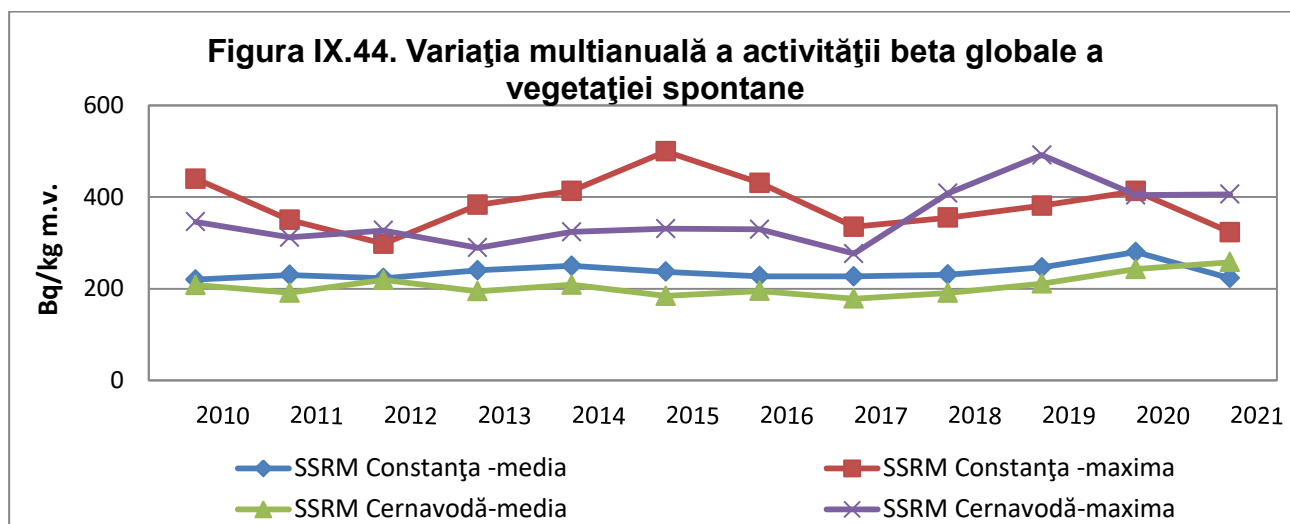
##### ➤ Vegetație spontană colectată în cadrul Programului standard

Probele de vegetație spontană au fost prelevate în cursul anului 2021 cu frecvență săptămânală, în perioada aprilie-octombrie, din perimetrul amplasamentului fiecărei SSRM.

Probele au fost prelucrate și măsurate beta global. Rezultatele obținute la SSRM din județul Constanța sunt prezentate în figura IX.43. Radioactivitatea artificială beta globală în probele de vegetație spontană a variat în intervalul 103.24 – 405.91 Bq/kg masă verde (m.v.). Maxima anuală la SSRM Constanța a fost de 323.40 Bq/kg m.v., înregistrată în data de 13.05.2021, iar la SSRM Cernavodă de 405.91 Bq/ kg m.v., înregistrată în data de 15.07.2021



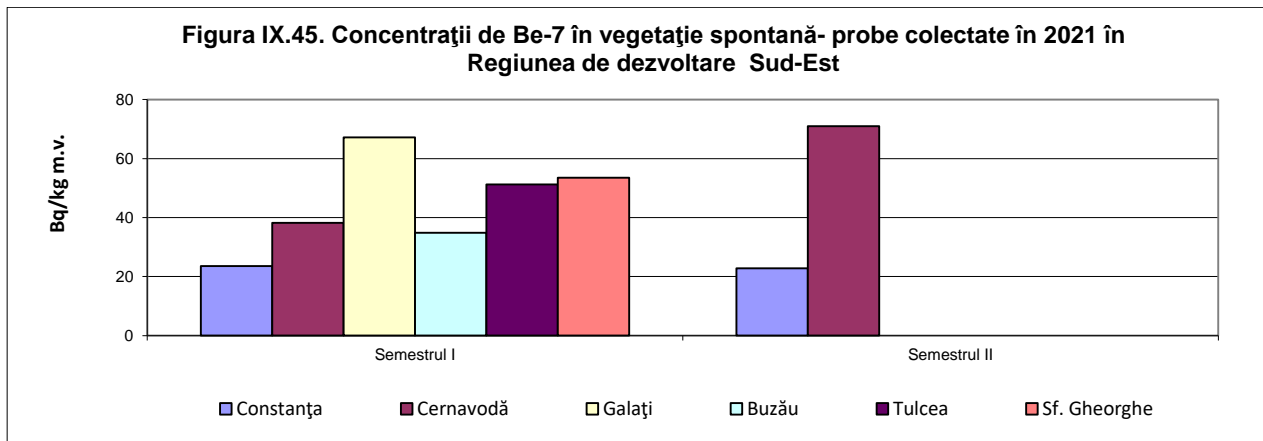
Variația multianuală a mediilor și maximelor anuale ale activității beta globale a probelor de vegetație spontană, înregistrate la SSRM Constanța și Cernavodă este prezentată în figura IX.44.



➤ **Vegetație spontană colectată în cadrul Programelor speciale de monitorizare**

Pentru analiza gama spectrometrică SSRM Galați, Buzău, Tulcea, Sfântu Gheorghe au prelevat câte o probă anuală de vegetație spontană, de pe o suprafață de 1 mp. SSRM Constanța și SSRM Cernavodă au prelevat probe semestriale de vegetație spontană. Probele au fost expediate la sediul SSRM Constanța pentru măsurare gama

spectrometrică. Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă verde. Radionuclizii cu ponderea cea mai mare în radioactivitatea probelor de vegetație au fost K-40 și Be-7. Radionuclidul K-40, de origine terestră, poate fi identificat în toate probele măsurate, în cantități mari, ca urmare a migrării acestuia din sol în plante prin procese de absorbție radiculară. Concentrațiile de K-40 variază între 152.66 Bq/kg (SSRM Cernavodă) și 344.05 Bq/kg (SSRM Sfântu Gheorghe), impreciziile statistice fiind de 3%. Radionuclidul Be-7, de origine cosmogenică, a putut fi identificat în toate probele de vegetație spontană prelevate, prezența acestuia datorându-se proceselor de depunere directă a radionuclidului pe suprafața aeriană a plantelor. Concentrațiile de Be-7 variază între 22.80 Bq/kg (SSRM Constanța) și 70.99 Bq/kg (SSRM Cernavodă), impreciziile statistice variind între 3% și 8% (figura IX.45.)



În cadrul **programului de monitorizare a funcționării CNE**, SSRM Cernavodă a prelevat cu frecvență semestrială, probe de vegetație spontană din: Seimeni, Capidava, Medgidia, Tortomanu, Cochirleni, zona Ecluză Cernavodă, Fetești, Rasova și Mircea Vodă.

Probele au fost prelucrate și măsurate beta global la cinci zile de la colectare. Toate valorile activităților specifice obținute au fost semnificative și au variat în intervalul 150.0-457.5 Bq/kg m.v. Maxima anuală s-a înregistrat pentru proba colectată în data de 18.05.2021 de la Capidava. Incertitudinile statistice asociate procesului de măsurare au fost cuprinse în intervalul 10-29%. Rezultatele sunt prezentate în tabelul următor:

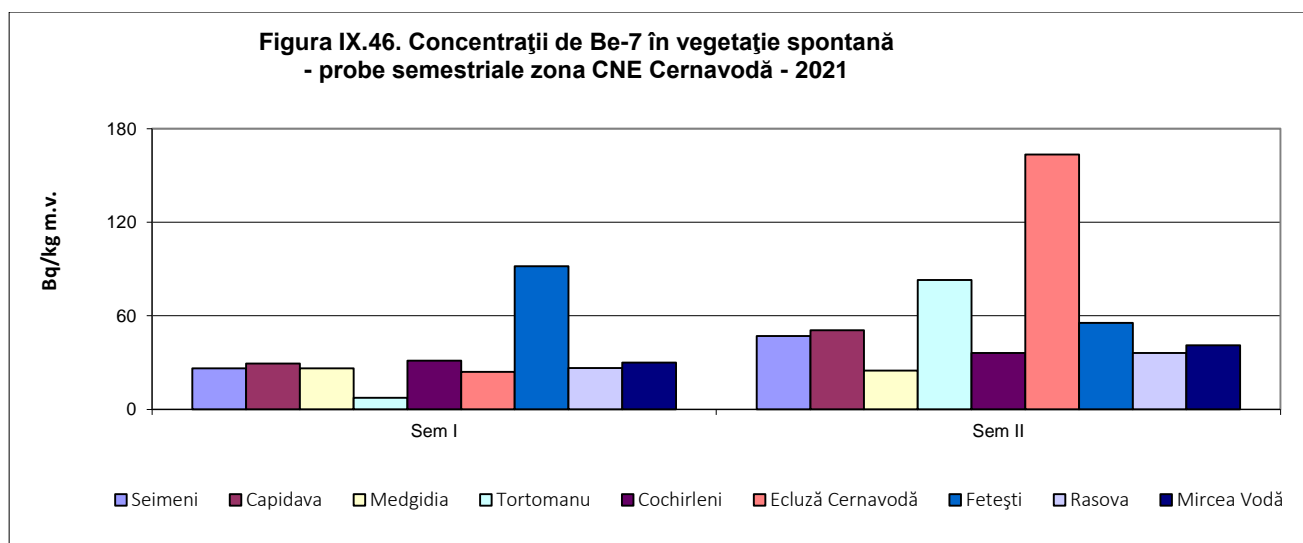
**Valorile activităților specifice beta globale (Bq/kg, masă verde) pentru vegetația spontană colectată din zona de influență a CNE Cernavodă în 2021**

| Locul prelevării | Minima anuală | Media anuală | Maxima anuală | Data maximei | Nr.val | Nr.val semnificative | $\epsilon_{\Lambda}$ (%) |
|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------|----------------------|--------------------------|
| Seimeni          | 150.42        | 293.85       | 437.27        | 10.05.2021   | 2      | 2                    | 13-17                    |
| Capidava         | 231.93        | 344.72       | 457.50        | 18.05.2021   | 2      | 2                    | 12                       |
| Tortomanu        | 150.00        | 183.11       | 216.21        | 07.09.2021   | 2      | 2                    | 13-29                    |
| Ecluză           | 172.50        | 181.25       | 190.00        | 03.09.2021   | 2      | 2                    | 14-25                    |
| Mircea Vodă      | 226.44        | 250.07       | 273.70        | 24.05.2021   | 2      | 2                    | 12-17                    |
| Medgidia         | 225.00        | 228.47       | 231.93        | 07.09.2021   | 2      | 2                    | 12-20                    |

**RAPORT JUDETEAN PRIVIND STAREA MEDIULUI, ANUL 2021**

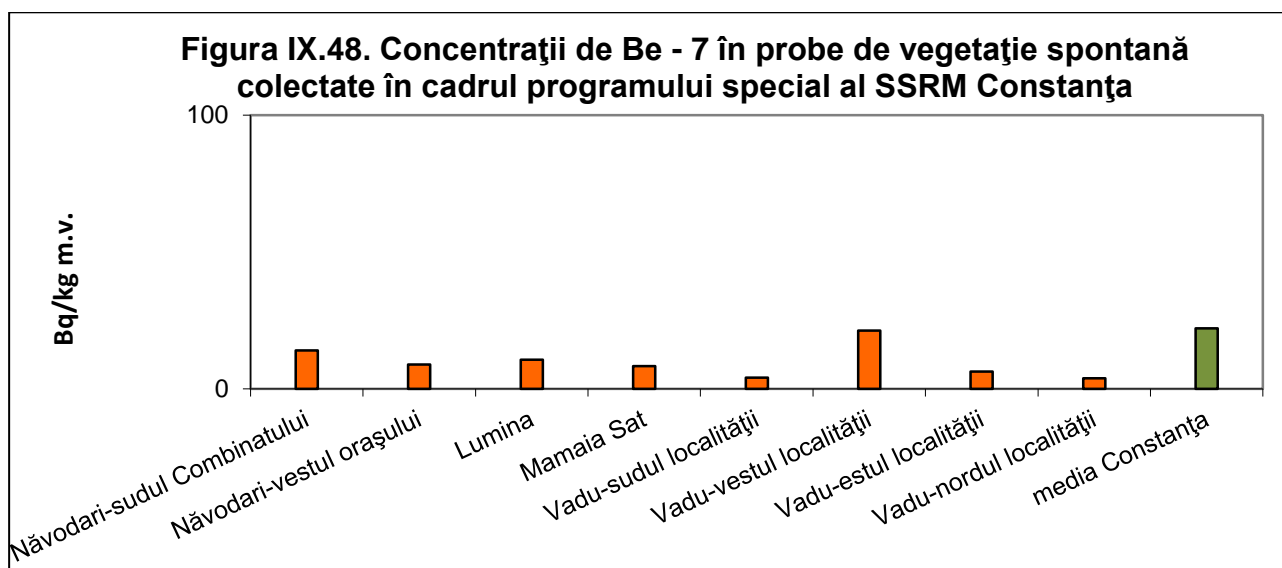
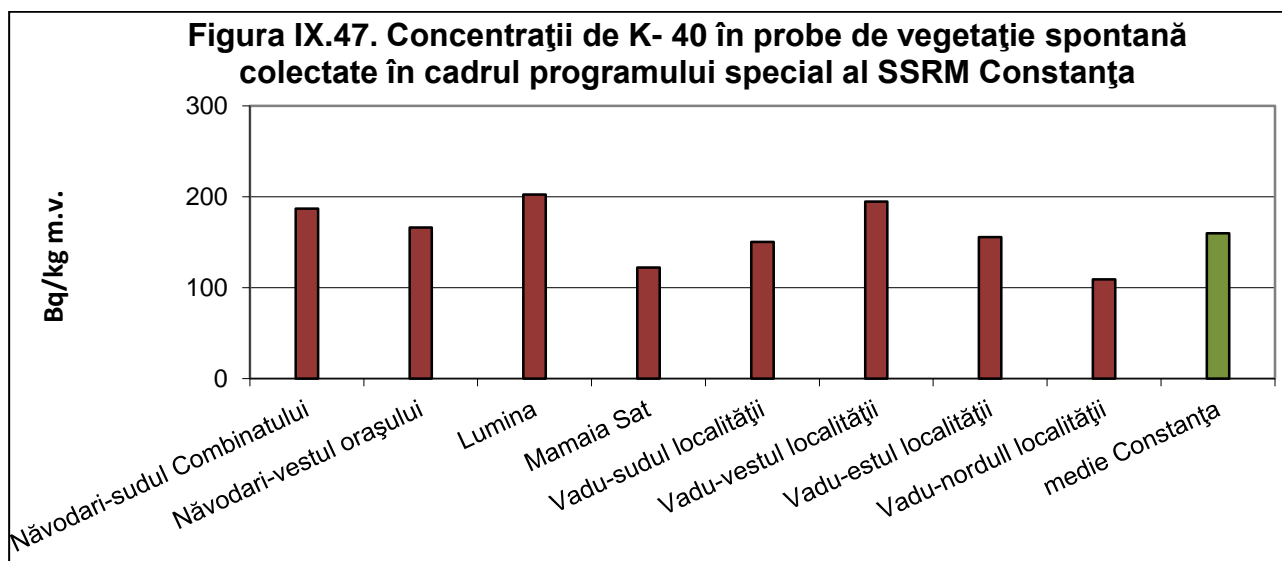
|            |        |        |        |            |   |   |       |
|------------|--------|--------|--------|------------|---|---|-------|
| Cochirleni | 318.41 | 345.47 | 372.53 | 19.05.2021 | 2 | 2 | 10-14 |
| Rasova     | 239.79 | 241.54 | 243.29 | 19.05.2021 | 2 | 2 | 12-19 |
| Fetești    | 187.40 | 219.15 | 250.89 | 26.05.2021 | 2 | 2 | 14-19 |

În urma măsurătorilor gama spectrometrice efectuate, radionuclizii mai importanți identificați în probele de vegetație au fost K-40 și Be-7. Radionuclidul K-40, de origine terestră, poate fi identificat în toate probele măsurate, în cantități mari, ca urmare a migrării acestuia din sol în plante prin procese de absorbție radiculară. Concentrațiile de K-40 variază între 132.52 Bq/kg (vegetație spontană Seimeni, colectată în 17.05.2021) și 435.05 Bq/kg (vegetație spontană Tortomanu, colectată în 07.09.2021), impreciziile statistice fiind cuprinse între 3-6%. Radionuclidul Be-7, de origine cosmogenică, a putut fi identificat în toate probele de vegetație spontană prelevate, prezența acestuia datorându-se proceselor de depunere directă a radionuclidului pe suprafața aeriană a plantelor. Concentrațiile de Be-7 variază între 7.44 Bq/kg (vegetație spontană Tortomanu, colectată în 18.05.2021) și 163.42 Bq/kg (vegetație spontană Ecluză Cernavodă, colectată în 03.09.2021), impreciziile statistice fiind de 4-14% ( figura IX.46.). Rezultatele sunt raportate în Bq/kg masă verde. Nu au fost identificați radionuclizi artificiali.



Programul special pentru anul 2021 al SSRM Constanța a prevăzut colectarea anuală a probelor de vegetație spontană din locațiile Mamaia Sat, Năvodari, Lumina, Vadu și semestrială din Constanța. Probele au fost analizate gama spectrometric pentru identificarea radionuclizilor gama emițători, iar rezultatele au fost raportate în Bq/kg, masă verde. Au fost identificați, în probele măsurate, radionuclizi din seriile radioactive naturale, K-40 și Be-7. Concentrațiile au variat între 109.22 Bq/kg și 202.72 Bq/kg pentru K-40, respectiv între 3.88 Bq/kg și 21.22 Bq/kg pentru Be-7, după cum se poate observa și în figurile IX.47. – IX.48. Impreciziile statistice au variat în intervalul 3 – 4% pentru K-40, respectiv 7 –25 % în cazul Be-7.

Nu a fost identificată prezența radionuclidului artificial Cs-137 în probele de vegetație spontană din aceste locații.



## CONCLUZII

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

Ca și în anii anteriori, radionuclidul artificial prezent în mediu a fost Cs-137 (identificat în probele de depuneri atmosferice, ape brute, vegetații spontane, soluri

necultivate și arabile). Acesta a fost eliberat în atmosferă în timpul accidentului de la Cernobâl, s-a depus pe sol și rezidă în acesta încă din anul 1986.

Programul standard și programul suplimentar/special de supraveghere în zona de influență a CNE Cernavodă au avut ca scop principal estimarea, pe baza măsurărilor, a expunerii suplimentare a populației ca urmare a funcționării obiectivului nuclear. Analizele efectuate relevă faptul că în mediu nu se observă prezența unor radionuclizi artificiali gama emițători având ca sursă emisii de la centrala nucleare-electrică.

Un radionuclid de interes este tritiul, detectat în probe de precipitații, ape potabile și ape de suprafață. Tritiul (H-3) este un izotop instabil al Hidrogenului, beta emițător (energia medie a radiațiilor beta emise este de 5.7 keV și energia maximă de 18.6 keV) cu timp de înjumătățire fizic de 12.3 ani și timp de înjumătățire biologic de 10 zile.

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

Ca radionuclid artificial, H-3 este prezent în mediu ca urmare a funcționării centralelor nucleare-electrice, fiind unul din produșii de activare rezultați în procesele nucleare.

Principalele căi de expunere la tritium sunt încorporarea de apă tritiată prin ingestie și prin inhalare/absorbție prin piele și încorporarea de tritium legat organic prin ingestia de hrană.

Expunerea suplimentară a populației din zonă ca urmare a funcționării CNE Cernavodă este nesemnificativă comparativ cu expunerea naturală și conformă cu reglementările naționale și internaționale privind expunerea populației ca urmare a practicilor nucleare.