

RAPORT cu privire la Bilanțul de mediu nivel II pentru CNE Cernavodă

CUPRINS

I. DESCRIEREA ȘI REZULTATELE INVESTIGAȚIILOR.....	3
A. Probe de SOL	3
1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora.....	3
2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru	3
3. Rezultatele analizelor efectuate.....	5
3.1 Rezultatele determinărilor pentru concentrații de poluanți convenționali – concentrația de hidrocarburi din petrol în sol	5
3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate	6
3.2.1 Activitatea beta globală în probe de sol	6
3.2.2 Activitatea specifică a tritiului în probe de sol	7
3.2.3 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de sol.....	10
B. Probe de VEGETAȚIE SPONTANĂ ȘI ALIMENTE	11
1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora.....	11
2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru	12
3. Rezultatele analizelor efectuate.....	12
3.1 Rezultatele determinărilor de radioactivitate	13
3.1.1 Activitatea beta globală în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește).....	13
3.1.2 Activitatea tritiului în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește).....	16
3.1.3 Activitatea C-14 în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește).....	21
3.1.4 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește).....	24
C. Probe de APĂ ȘI SEDIMENTE.....	25
1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora.....	25
2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru	26
3. Rezultatele analizelor efectuate.....	28
3.1 Rezultatele determinărilor pentru poluanții convenționali	28
3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate	29
3.2.1 Activitatea beta globală în probe de apă și sedimente	29
3.2.2 Activitatea specifică a tritiului și activitatea C-14 în probe de apă și sedimente	31
3.2.3 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de apă și sedimente.....	33
D. Probe de AER	34
1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora.....	34
2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru	35
3. Rezultatele analizelor efectuate.....	45
3.1 Rezultatele modelării matematice a dispersiei în atmosferă a poluanților convenționali	45
3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate în probe de aer și precipitații	47
3.2.1 Activitatea beta globală în probe de aer	47
3.2.2 Activitatea specifică a tritiului în probe de aer și precipitații.....	48
3.2.3 Activitatea specifică a C-14 în probe de aer	51
3.2.4 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de aer	52
3.3 Rezultatele calculului de doză pentru tritiu (HTO și OBT)	52
E. Evaluare ZGOMOT	55
1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora.....	55
2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru	56
3. Rezultatele determinărilor efectuate	59

II. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI	62
A. Rezumatul neconformării cuantificate.....	62
B. Rezumatul obligațiilor necuantificate și al obligațiilor condiționate de un eveniment viitor și incert, inclusiv recomandări pentru studii de urmărire, pentru cuantificarea acestora, când este posibil	63
B.1 Rezumatul obligațiilor necuantificate și al obligațiilor condiționate de un eveniment viitor și incert	63
B.2 Recomandări pentru studii de urmărire	66
C. Recomandări pentru elementele programului de conformare sau pentru obiectivele de mediu minim acceptate, în cazul privatizării - Nu este cazul.....	67
Anexe (rapoarte de analiză și alte documente relevante)	67
BIBLIOGRAFIE	68

RAPORT cu privire la Bilanțul de mediu nivel II pentru CNE Cernavodă

Raportul este întocmit pe baza planului de investigații și a informațiilor furnizate de Bilanțul de mediu nivel II – care a constatat în investigații asupra amplasamentului CNE Cernavodă și a zonei de influență a centralei în scopul determinării intensității poluării prin prelevări de probe și analize fizico-chimice și radiologice.

Bilanțul de mediu de nivel II a fost întocmit ca urmare a cerinței formulate de autoritatea competentă de mediu – Ministerul Mediului – având în vedere complexitatea și importanța obiectivului investigat.

Prezentul Raport cu privire la Bilanțul de mediu nivel II respectă conținutul cadru din Anexa A.3 secțiunea 4 la *OM nr. 184/1997 pentru aprobarea Procedurii de realizare a bilanțurilor de mediu*, cuprinzând Partea I cu descrierea și rezultatele investigațiilor prezentate individual pentru fiecare dintre factorii de mediu investigați și Partea II cu concluzii și recomandări privind acțiunile necesare de realizat.

Determinările indicatorilor de interes – prelevare, pregătire probe, analize și elaborarea rapoartelor de analiză – au fost efectuate de către laboratoare specializate.

Investigațiile radiologice au fost realizate de laboratoarele INCDTCI-ICSI Rm. Vâlcea, instituție ce deține Notificări CNCAN pentru laboratoarele de încercări și Certificat CNCAN pentru desfășurarea de activități în zona controlată a întreprinderilor operatoare (conform documentelor atașate în Anexa 1).

Exceptând determinările de zgomot, determinările neradiologice, au fost efectuate de către Laboratorul Încercări din cadrul INCDTCI-ICSI Rm. Vâlcea, acreditat conform SR EN ISO 17025:2005 pentru multiple determinări de mediu (conform documentelor atașate în Anexa 1).

De asemenea, acest institut este înscris în Registrul Național al Elaboratorilor de Studii Pentru Protecția Mediului – poziția 316 pentru realizarea RIM, BM, RA.

Măsurările nivelurilor de zgomot au fost realizate de Laboratorul de Mediu din cadrul SC CEPSTRA GRUP SRL, acreditat conform SR EN ISO 17025:2005 pentru determinări de zgomot în mediu și la locul de muncă (conform documentelor atașate în Anexa 1), fiind realizată și o modelare pentru cuantificarea zgomotului de mediu generat de sursele aparținând CNE Cernavodă.

SC CEPSTRA GRUP SRL este înregistrată în Registrul Național al elaboratorilor de studii pentru protecția mediului – poz. 234 – pentru RM, RIM, BM, RA.

Calcululele de dispersie a poluanților convenționali reglementați prin Legea nr. 104/2011 *privind calitatea aerului înconjurător*, au fost realizate de către SC WESTAGEM SRL, înscris în Registrul Național al Elaboratorilor de Studii Pentru Protecția Mediului – poziția 30, pentru realizarea RM, RIM, BM, RA, RS, EA.

Dr. fiz. Anca Melintescu – cercetător științific gradul II în domeniul nuclear, a calculat dozele pentru populație datorate tritiului emis de sursele aparținând CNE Cernavodă, utilizând modelul dezvoltat împreună cu regretatul Dr. fiz. Dan Galeriu.

Aspectele privind biodiversitatea au fost analizate în cadrul Bilanțului de mediu nivel I de către biolog Gabriel Bănică.

Analiza inventarului și a modului de gospodărire a deșeurilor radioactive a fost realizată de către MATE – FIN, Dr. Laszlo Toro – în Bilanțul de mediu nivel I și nu a rezultat necesitatea investigațiilor suplimentare.

De asemenea, datele cu privire la emisiile de gaze cu efect de seră au fost confirmate în cadrul Bilanțului de mediu nivel I de către matematician Costantin Zaharia – expert auditor GES - și nu au fost necesare investigații suplimentare.

Studiul de evaluare a impactului asupra stării de sănătate a populației, în relație cu funcționarea CNE Cernavodă este elaborat de Institutul Național de Sănătate Publică (INSP) și este pus la dispoziție separat de prezenta documentație.

I. DESCRIEREA ȘI REZULTATELE INVESTIGAȚIILOR

A. Probe de SOL

1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora

Investigațiile realizate au urmărit evaluarea impactului radiologic și neradiologic asupra solului ca urmare a activităților specifice desfășurate de CNE Cernavodă și au constatat în planificarea și realizarea următoarelor determinări de:

- **poluanți convenționali** – Determinarea concentrației de hidrocarburi din sol (THP – total hidrocarburi din petrol) în puncte aflate în proximitatea unor surse cu potențial de poluare a solului. De altfel, CNE Cernavodă a identificat posibilitatea apariției de scurgeri de produse petroliere din rezervoarele de stocare.
- **radioactivitatea mediului** :
 - Determinarea activității beta globale în probe de sol – care reprezintă un indicator al radioactivității solului, atât a celei naturale cât și a celei generate de surse antropice.
 - Determinarea activității specifice a tritiului în probe de sol – tritiul reprezentând principalul radionuclid de interes pentru o centrală nuclearoelectrică de tip CANDU^{1,2}. Evoluția concentrațiilor de tritiu în sol, coroborat cu concentrațiile în vegetație și alimente, reprezintă un indicator asupra nivelului de control al emisiilor de tritiu în mediu asociate funcționării CNE Cernavodă.
 - Determinări de radionuclizi gama emițători – au fost urmăriți în mod special radionuclizii specifici centralelor de tip CANDU, precum și radionuclizi naturali (ex. Be-7, K-40, Ac-228, Pb-212, Pb-214, Bi-214). În urma analizelor a fost detectat Cs-137, radionuclid datorat emisiilor din timpul accidentului de la Cernobâl (acest radionuclid a fost detectat începând din 1986, în mod constant în probele de mediu).

2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru

Stabilirea punctelor de prelevare a probelor de sol s-a făcut cu respectarea prevederilor *OM nr. 184/1997 pentru aprobarea Procedurii de realizare a bilanțurilor de mediu*, având în vedere potențialele surse de poluare din cadrul CNE Cernavodă și extinderea zonei potențial afectate de acestea.

Astfel, pentru determinările de **poluanții convenționali** – concentrația de hidrocarburi din petrol în sol – s-a avut în vedere suprafața redusă expusă în jurul rezervoarelor de produse petroliere și al transformatoarelor, platforma CNE Cernavodă fiind în cea mai mare parte betonată.

¹ A.B. Antoniazzi - Kinetics, *Tritium and CANDU Power Production*, https://www.science.mcmaster.ca/medphys/images/files/people/faculty/Doug_Boreham/Antoniazzi_-S1.pdf

² Canadian National Safety Commission, *Investigation of the Environmental Fate of Tritium in the Atmosphere Part of the Tritium Studies Project INFO-0792, December 2009*

Prelevarea probelor de sol s-a realizat din puncte situate în proximitatea:

- rezervoarelor de motorină aferente fiecăreia dintre cele două unități nucleare (U1 și U2),
- rezervorului de combustibil lichid ușor (CLU) aferent Centralei Termice de Pomire (CTP),
- transformatoarelor aferente fiecăreia dintre cele două unități nucleare (U1 și U2),

după cum urmează:

- în campania Septembrie 2017 – de la două adâncimi, suprafață – 5 cm și de la adâncimea de 30 cm
- în campania Decembrie 2017 – de la adâncimi de 20, 30 și respectiv 50 cm.

Pentru determinările de **radioactivitate a mediului** – activitatea beta globală, activitatea specifică a tritiului și activitatea gama spectrometrică în probe de sol s-au avut în vedere atât dispersia radionuclizilor în atmosferă și depunerea acestora pe sol, precum și transferul între compartimentele de mediu ca urmare a evacuărilor lichide de la CNE Cernavodă.

Prelevarea probelor de sol s-a realizat la două adâncimi, suprafață – 0-10 cm și de la adâncimea de 20-30 cm, din puncte situate în exteriorul platformei CNE Cernavodă și luând în considerare efectul de culoar al Dunării. Astfel, punctele de prelevare s-au situat pe malul drept – cel mai expus – al Dunării, după cum urmează:

- În zona localității Oltina, în amonte de amplasamentul CNE Cernavodă. Acest punct de investigare se află la cca. 32,5 km SV față de CNE Cernavodă (în linie dreaptă) – și este o locație în care se poate surprinde impactul indirect asupra solului ca urmare a dispersiei atmosferice la distanță față de CNE Cernavodă.
- În zona Seimenii Mari – ca locație indicator pentru efectul indirect asupra solului generat atât de emisiile în atmosferă cât și de debușarea în Dunăre a apei de răcire via canalul Seimeni.
- În zona localității Topalu, aval de amplasamentul CNE Cernavodă și de punctul de debușare a apelor de răcire în Dunăre. Acest punct de investigare se află la cca. 24 km N față de CNE Cernavodă (în linie dreaptă) – și este o locație în care se poate surprinde impactul indirect asupra solului generat la distanță de CNE Cernavodă, datorat emisiilor gazoase și lichide.

Pentru fiecare categorie de indicatori și matrici investigate, localizarea punctelor de prelevare, data prelevării și rapoartele de analiză aferente sunt centralizate în Anexele 2.1.A/B/C.

Prelevarea, pregătirea și analiza probelor s-au realizat în conformitate cu reglementările, normele metodologice în vigoare, standardele de metodă și procedurile specifice ale laboratoarelor indicate în Anexele nr. 2.2 - Rapoarte de analiză și în Anexele 2.3.A/B/C privind prelevarea, pregătirea și analiza probelor.

Rezultatele determinărilor se regăsesc în rapoartele de analiză emise de laboratoarele de încercări din cadrul Institutului Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice – ICSI Rm. Vâlcea, respectiv:

- Raportul de analiză nr. 440 din 06.10.2017 și Raportul de analiză nr. 583 din 19.12.2017 – pentru determinarea concentrațiilor de hidrocarburi din petrol în sol
- Raportul de analiză nr. 142 din 05.02.2018 – pentru determinările activității beta globale în probe de sol
- Raportul de analiză nr. 96 din 04.12.2017 – pentru determinările activității specifice a tritiului în probe de sol
- Raportul de analiză nr. 138 din 02.02.2018 și Raportul de analiză nr. 139 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice în probe de sol

3. Rezultatele analizelor efectuate

3.1 Rezultatele determinărilor pentru concentrații de poluanți convenționali – concentrația de hidrocarburi din petrol în sol

În tabelul următor sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor concentrațiilor de hidrocarburi din petrol (THP) în sol din probele prelevate în 25.09.2017, în raport cu pragurile stabilite prin OM nr. 756/1977 pentru aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului, pentru folosințe mai puțin sensibile.

Tab. 1 Rezultatele determinărilor de hidrocarburi din petrol (THP) în sol vs. praguri stabilite prin OM 756/1997

Punct de investigare	Adâncime de prelevare	Valori determinate		Praguri conform OM 756/1997 (pentru folosințe mai puțin sensibile)	
		Campanie septembrie 2017	Campanie decembrie 2017	Prag de alertă	Prag de intervenție
		mg/kg s.u.			
Zona Rezervor CLU (CTP)	5 cm	2717,59 ± 543,52		1000	2000
	30 cm	< 1000	4816,49 ± 963,30		
Zona Rezervoare motorină (U1)	5 cm	< 1000			
	30 cm	< 1000	< 1000		
Zona Rezervoare motorină (U2)	5 cm	< 1000			
	30 cm	1385,29 ± 277,06	< 1000		
	50 cm		< 1000		
Zona Transformatoare (U1)	5 cm	1687,24 ± 337,45			
	30 cm	< 1000	< 1000		
Zona Transformatoare (U2)	5 cm	1242,42 ± 248,48			
	20 cm		< 1000		
	30 cm	< 1000			
Amplasamentul stației de H ₂ – demolată în 2016	30 cm		< 1000		
	50 cm		< 1000		

Nota: s.u. = substanță uscată

< 1000 mg/kg s.u. reprezintă concentrații sub limita minimă a domeniului de măsurare

Rezultatele aferente campaniei Septembrie 2017 au indicat următoarele:

- În zona rezervorului de CLU, concentrația de THP a depășit pragul de intervenție în proba de suprafață;
- În zona rezervoarelor de motorină aferente Unității U2, concentrația de THP s-a situat între pragul de alertă și pragul de intervenție, în proba de la 30 cm adâncime;
- În zona transformatoarelor, concentrația de THP a depășit pragul de alertă la U2 și a atins pragul de intervenție la U1, în probele de suprafață.

Ca urmare, pentru a evalua extinderea contaminării, în campania de investigare din Decembrie 2017 au fost prelevate și analizate probe atât de la adâncimea standard de 30cm, cât și de la adâncimi de 20 și 50cm. Rezultatele au relevat situarea sub limita minimă a domeniului de măsurare pentru toate punctele de investigare, cu excepția zonei rezervorului de CLU (CTP) unde s-a constatat menținerea situației de depășire a pragului de intervenție.

Această situație sugerează posibile scurgeri de produse petroliere ce ar fi putut avea loc cu ocazia manevrelor de alimentare a rezervorului de CLU și respectiv a celor de motorină, sau cu ocazia colectării de probe din rezervoare. Pentru zona rezervorului de CLU, rezultatele celor două campanii sugerează posibila antrenare a hidrocarburilor la adâncimea de 30 cm, prin apa de precipitații. În ceea ce privește zona transformatoarelor, depășirea pragurilor de alertă poate fi

cauzată de posibile scurgeri în timpul activităților de mentenanță/service, sau la prelevarea probelor.

În consecință, se recomandă ca în zonele în care s-au constatat depășiri ale pragurilor stabilite prin OM nr. 756/1997 să se procedeze la efectuarea periodică de analize de sol pentru identificarea perimetrelor afectate și a profilului în adâncime, după caz, precum și îmbunătățirea măsurilor de prevenire a scurgerilor în timpul operațiilor la instalațiile respective.

3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate

3.2.1 Activitatea beta globală în probe de sol

În acest subcapitol sunt prezentate rezultatele determinărilor activității beta globale din probele de sol prelevate în campania desfășurată în luna Septembrie 2017, comparativ cu rezultatele monitorizării efectuată anterior de CNE Cernavodă și cu nivelurile din etapa preoperațională.

Tab. 2 Rezultatele determinărilor pentru activitatea beta globală în sol - campania Septembrie 2017

Punct de investigare	Cod CNE Cernavodă*	Adâncime de prelevare	Activitate beta globală (Bq/kgfw)
Oltina (capăt DJ 391A)	N/A	0-10 cm	370,60 ± 49,53
		20-30 cm	390,05 ± 50,91
Seimeni Mari	LDI-02	0-10 cm	305,96 ± 40,92
		20-30 cm	261,88 ± 36,87
Topalu	SSS-12	0-10 cm	414,11 ± 54,13
		20-30 cm	390,12 ± 51,49

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

N/A – locație stabilită pentru studiul de BIOTA, care nu este inclusă în programul de monitorizare de rutină implementat la CNE Cernavodă

Fig. 1 Evoluția activității beta globale - medii anuale - în probele de sol analizate prin Laboratorul Control Mediu al CNE Cernavodă

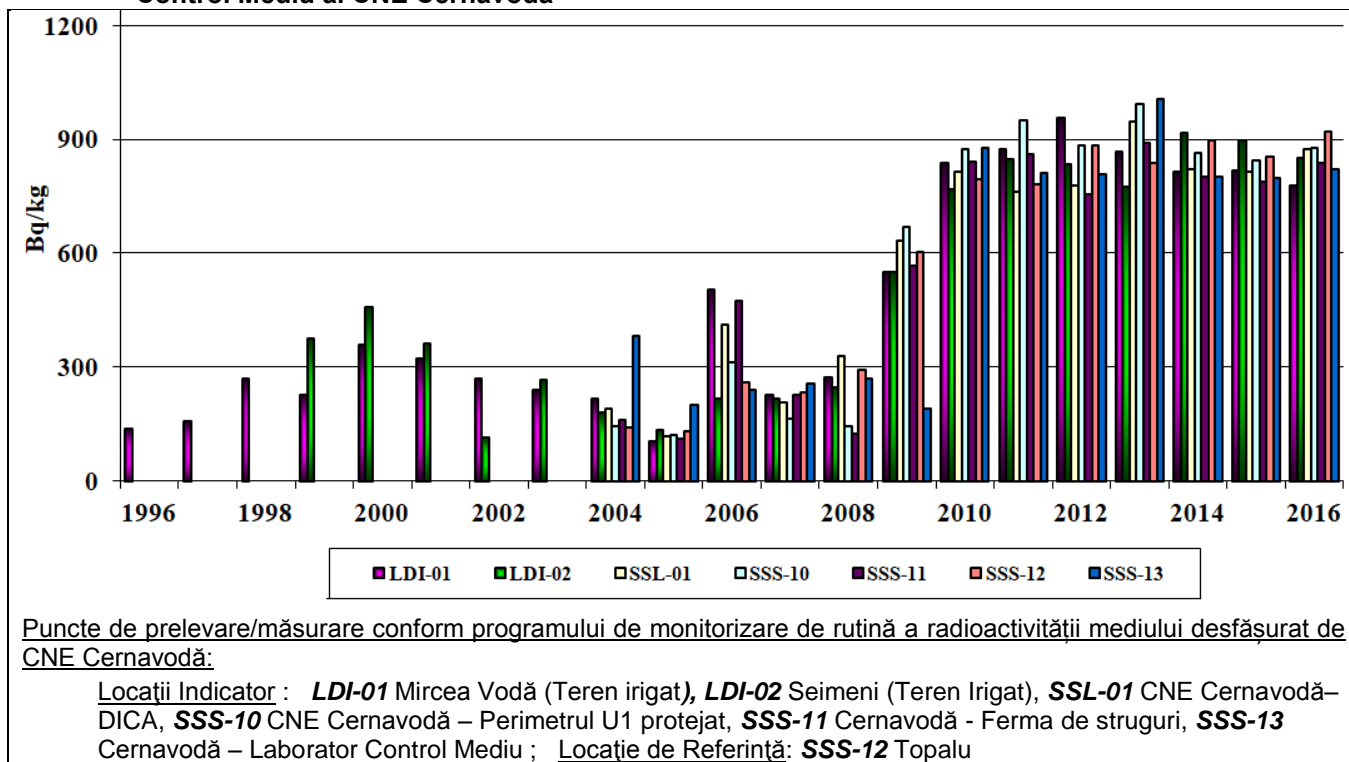
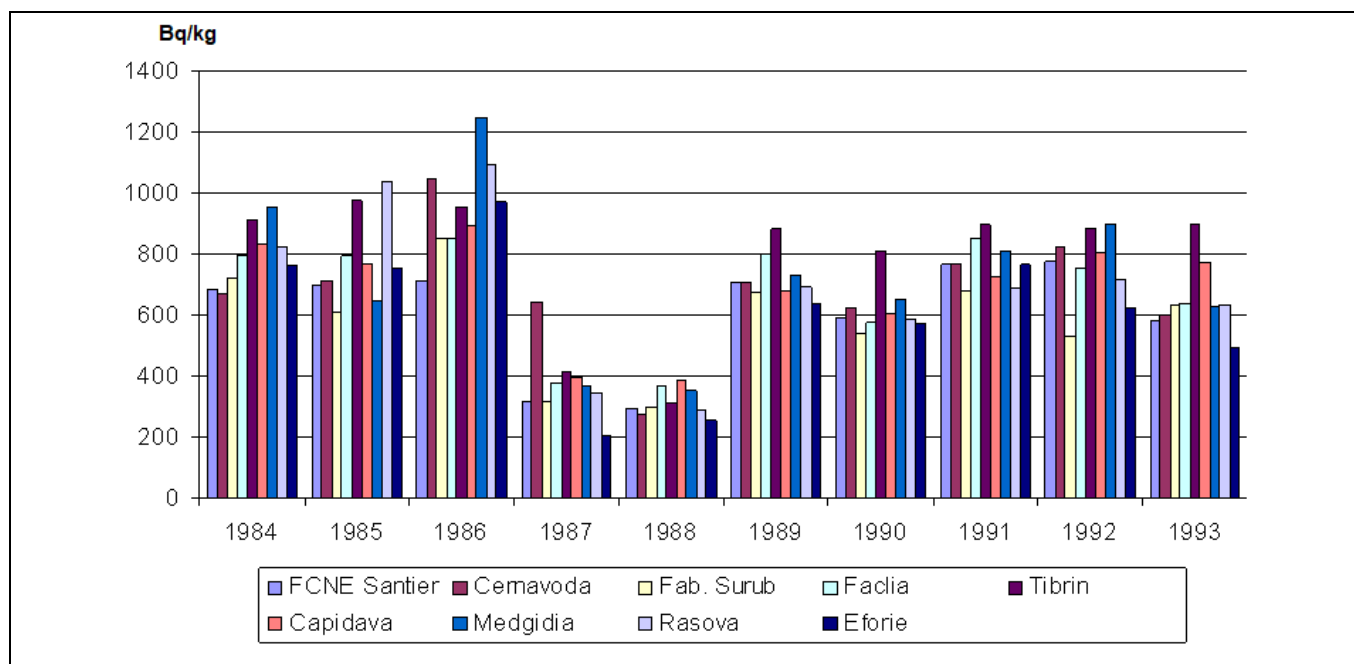


Fig. 2 Evoluția activității beta globale - medii anuale - în probele de sol în etapa preoperațională



Se constată că valorile activității beta globale determinate pentru probele prelevate în campania Septembrie 2017 s-au înscris în domeniile de valori din etapa preoperațională (1984 – 1993) și operațională (1996 – 2016).

3.2.2 Activitatea specifică a tritiului în probe de sol

În acest subcapitol sunt prezentate rezultatele determinărilor activității specifice a tritiului (HTO) din probele de sol prelevate în campania desfășurată în luna Septembrie 2017, comparativ cu rezultatele monitorizării efectuate anterior de CNE Cernavodă atât prin laboratoarele proprii cât și prin terți specializați.

Tab. 3 Rezultatele determinărilor pentru activitatea specifică a tritiului în sol - campania Septembrie 2017

Punct de investigare	Cod CNE Cernavodă*	Adâncime de prelevare	Activitatea specifică a tritiului în sol (Bq/kgfw)
Oltina (capăt DJ 391A)	N/A	0–10 cm	0,09 ± 0,02
		20–30 cm	< LD**
Seimeni Mari	LDI-02	0–10 cm	0,33 ± 0,13
		20–30 cm	0,28 ± 0,09
Topalu	SSS-12	0–10 cm	0,14 ± 0,05
		20–30 cm	0,16 ± 0,06

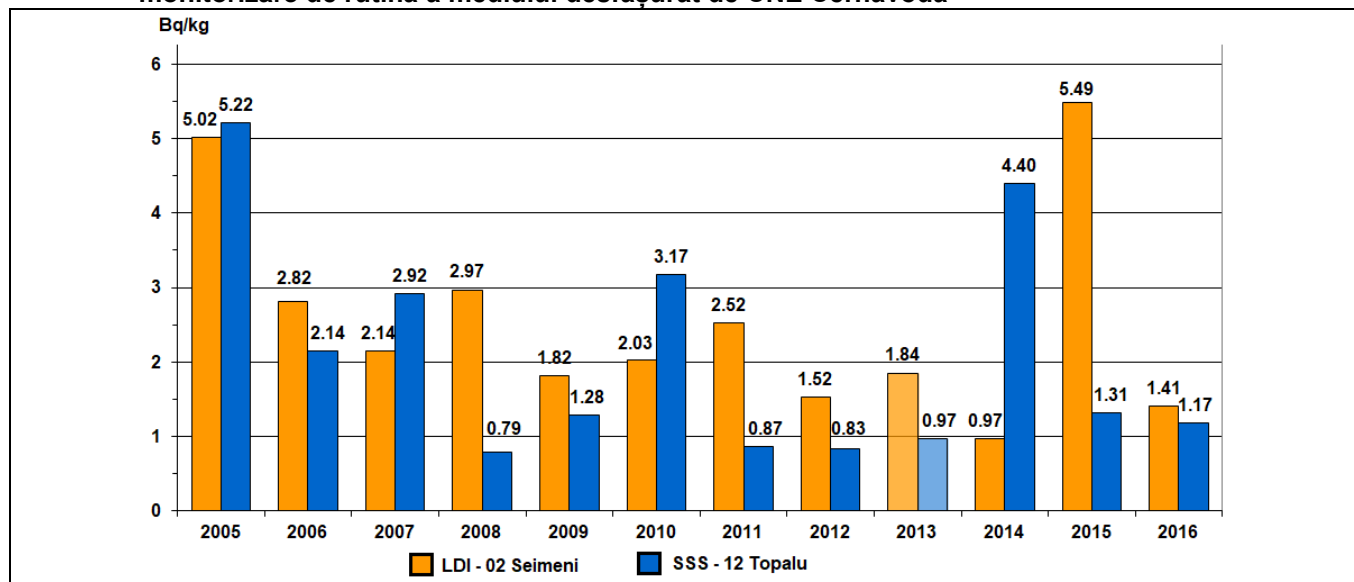
* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

** LD = 0,45 Bq/l calculată conform SR EN ISO 9698:2015, cap.8. pct 8.4, k=1,96

N/A – locație stabilită pentru studiul de BIOTA, care nu este inclusă în programul de monitorizare de rutină implementat la CNE Cernavodă

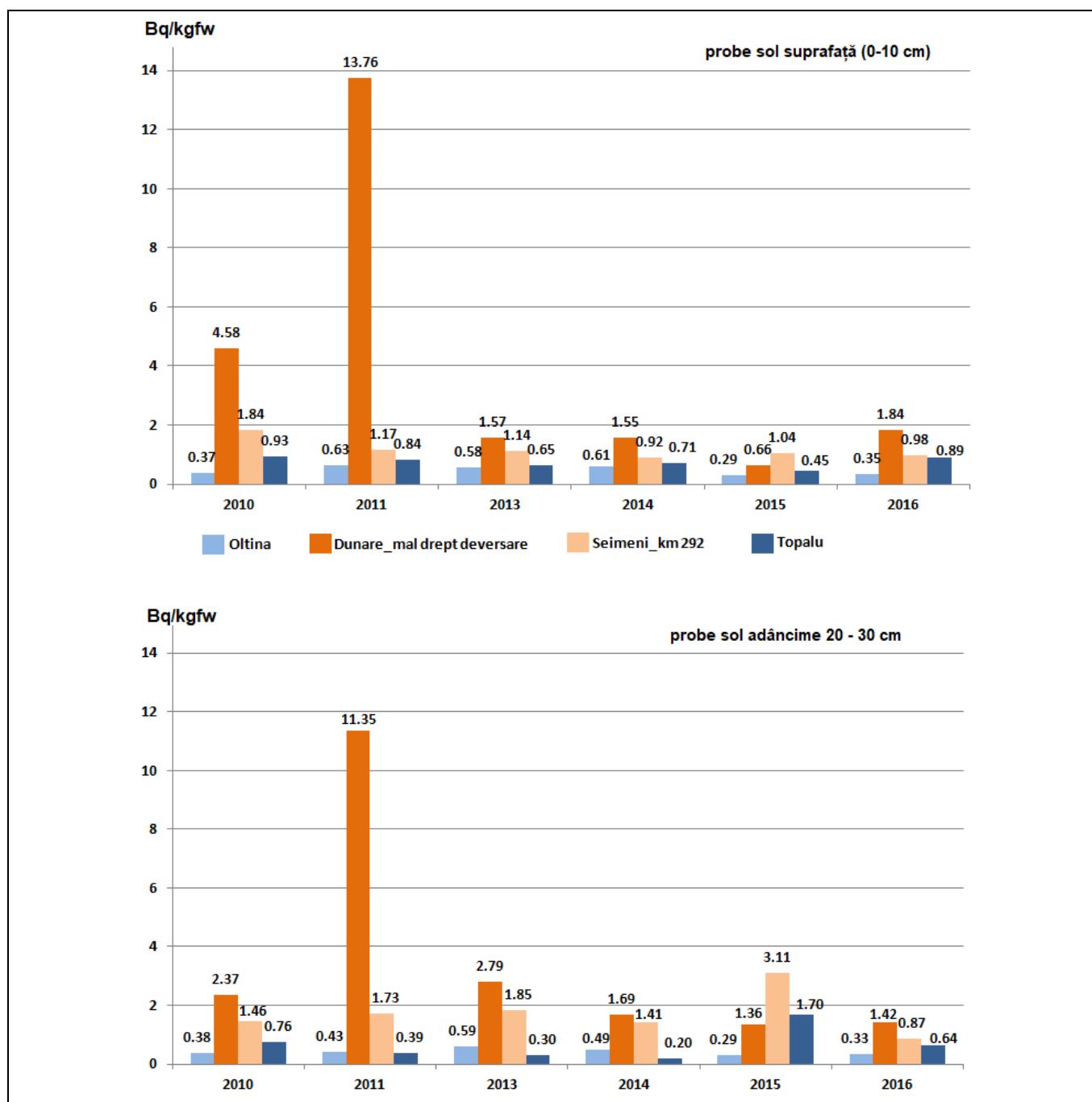
În graficul următor sunt prezentate activitățile specifice medii anuale de tritriu în sol obținute în urma monitorizării efectuată prin Laboratorul Control Mediu din cadrul CNE Cernavodă. Astfel, în urma desfășurării Programului de monitorizare de rutină a mediului (aprobat CNCAN) sunt disponibile rezultatele ale determinărilor cu frecvență bianuală în punctele de măsură de pe raza localităților Topalu (SSS_12) și Seimeni (LDI-02) în perioada 2005 ÷ 2016.

Fig. 3 Evoluția activității specifice - medii anuale - de tritriu în sol, rezultate din Programului de monitorizare de rutină a mediului desfășurat de CNE Cernavodă



În figura următoare este prezentată evoluția activității specifice medii anuale a tritiului determinate în cadrul programului suplimentar de monitorizare – BIOTA – desfășurat de CNE Cernavodă prin terțe laboratoare. În perioadele 2010÷2011 și 2013÷2016, au avut loc în general 2 - 3 campanii de monitorizare pe an, cu excepția investigațiilor pentru probele de sol de suprafață din anul 2011 care au fost prelevate doar într-o singură campanie pentru toate punctele investigate.

Fig. 4 Evoluția activității specifice a tritiului - medii anuale - în sol, determinate în cadrul programului BIOTA [32, 33]



Se constată că valorile determinate în campania Septembrie 2017 se situează sub mediile din anii anteriori. Pentru punctele investigate, valorile determinate pentru probele de suprafață (0–10 cm) și cele de la adâncimea de 20-30 cm sunt apropiate.

3.2.3 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de sol

Analizele gama spectrometrice în probele de sol au fost efectuate pentru detectarea prezenței următorilor radionuclizi gama emițători specifici centralelor CANDU - Cr-51, Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ag-110m, Sb-124, Sb-125, Cs-134, Ce-139, Ce-141, Ce-144, Eu-152, Eu-154, Gd-153, Hf-181, unii radionuclizi naturali Be-7, K-40, Pb-212, Pb-214, Bi-212, Bi-214, Ac-228, U-235, precum și Cs-137 emis în mediu în urma accidentului de la Cernobîl.

În tabelul următor sunt prezentate rezultatele determinărilor pentru radionuclizii pentru care s-au obținut valori peste limitele de detecție.

Tab. 4 Valori ale activității gama pentru radionuclizii detectați în sol - campania Septembrie 2017

Radionuclid	Adâncime de prelevare	Punct de investigare		
		Topalu	Seimeni	Oltina
		Concentrație (Bq/kg fw)		
K-40	0-10 cm	243,31 ± 17,02	206,13 ± 14,11	256,81 ± 17,57
	20-30 cm	259,53 ± 17,95	202,23 ± 14,03	263,89 ± 18,13
Cs-137	0-10 cm	60,83 ± 7,68	< LD (LD = 4,34)	52,88 ± 7,43
	20-30 cm	79,74 ± 8,88	< LD (LD = 6,23)	67,21 ± 7,97
Pb-212	0-10 cm	318,45 ± 21,70	258,82 ± 17,55	347,07 ± 23,14
	20-30 cm	339,89 ± 23,23	276,41 ± 18,60	354,13 ± 23,75
Pb-214	0-10 cm	162,68 ± 14,52	151,07 ± 12,78	176,28 ± 15,03
	20-30 cm	153,45 ± 14,20	147,09 ± 12,42	176,02 ± 15,32
Bi-212	0-10 cm	< LD (LD = 7,1)	< LD (LD = 5,77)	27,92 ± 5,35
	20-30 cm	< LD (LD = 6,19)	< LD (LD = 5,93)	23,96 ± 5,61
Bi-214	0-10 cm	124,34 ± 11,58	115,98 ± 10,28	119,55 ± 11,78
	20-30 cm	109,83 ± 11,45	122,00 ± 10,54	129,61 ± 12,47
Ac-228	0-10 cm	61,48 ± 7,37	57,65 ± 6,14	76,10 ± 8,23
	20-30 cm	79,03 ± 8,42	53,60 ± 6,16	74,25 ± 8,55

Valori peste limitele de detecție ale metodelor de măsurare au fost obținute numai pentru radionuclizii emițători gama naturali K-40, Pb-212 și Pb-214, Bi-212 și Bi-214, Ac-228 și pentru radionuclidul artificial Cs-137 – care a fost detectat în mod constant în probele de sol prelevate după anul 1986 (accidentul de la Cernobîl). Pentru restul radionuclizilor, rezultatele au fost sub limitele de detecție, atât în probele de suprafață (0-10 cm) cât și în cele de adâncime (20-30 cm).

Această situație concordă cu cea evidențiată de programul de monitorizare de rutină derulat de CNE Cernavodă [18, 23 – 2015,2016], precum și de raportul privind starea mediului în anul 2016 elaborat de APM Constanța [35 - 2016].

B. Probe de VEGETAȚIE SPONTANĂ și ALIMENTE

1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora

Investigațiile realizate au urmărit evaluarea impactului radiologic asupra vegetației și alimentelor ca urmare a activităților specifice desfășurate de CNE Cernavodă și au constat în planificarea și realizarea următoarelor determinări de radioactivitate pe probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește):

- Determinarea activității beta globale – care reprezintă un indicator al radioactivității, atât generată de surse naturale cât și de surse antropice.
- Determinarea activității specifice a tritiului – tritiul reprezintă principalul radionuclid de interes pentru o centrală nucleare electrică de tip CANDU 6, fiind principalul contributor la doza pentru populație. Reactorii CANDU sunt surse de emisii de tritiu, majoritar sub formă de apă tritiată. Conform procedurii de calcul aprobate de CNCAN, tritiul emis în mediu de la CNE Cernavodă contribuie cu 76,75% la doză încasată de grupul critic.
- Determinarea activității specifice a tritiului legat organic total (OBT total) – tritiul legat organic total (OBT - Organically bound tritium) reprezintă suma dintre OBT neschimbabil (NE_{OBT} , adică tritiul legat prin legături covalente, puternice, de atomi de carbon) și OBT schimbabil (E_{OBT} , adică tritiul legat prin legături mai slabe de alți atomi din materia vie – azot, oxigen, sulf).

$$OBT\ total = E_{OBT} + NE_{OBT}$$

OBT apare în sistemele vii ca urmare a conversiei HTO prin procese naturale din mediu sau procese metabolice (via HT sau HTO).

Legăturile tritiu – carbon din NE_{OBT} pot fi rupte numai prin reacții enzimatică și în mică măsură, ceea ce conduce la un timp de rezidență îndelungat în organism și deci la o contribuție mai mare la doză față de HTO.

Legăturile dintre tritiu și atomii de N, O, S din E_{OBT} sunt mai slabe pot fi ușor rupte, astfel E_{OBT} este asociat mai degrabă cu TFWT (tissue free water tritium), adică apa liberă tritiată din țesuturi.

Notă: Dozele pentru populație datorate HTO și OBT au fost calculate și sunt prezentate în capitolul D Probe de aer, subcapitolul 2 și subcapitolul 3.3

- Determinarea activității specifice a C-14 – reactorii CANDU 6 sunt surse de radiocarbon, care în cea mai mare parte este imobilizat pe rășini schimbătoare de ioni. Numai o mică parte de C-14 este emisă în atmosferă, preponderent sub formă de $^{14}CO_2$, care poate fi absorbit de plante în procesul de fotosinteză și se poate transmite pe lanțul alimentar. Conform procedurii de calcul aprobate de CNCAN, C-14 emis în atmosferă contribuie cu 15% la doză încasată de grupul critic.
- Determinări de radionuclizi gama emițători – au fost urmăriți în mod special radionuclizii specifici centralelor de tip CANDU, precum și radionuclizi naturali (ex. Be-7, K-40, Ac-228, Pb-212, Pb-214, Bi-214). În urma analizelor a fost detectat Cs-137, radionuclid datorat emisiilor din timpul accidentului de la Cernobîl (acest radionuclid a fost detectat începând din 1986, în mod constant în probele de mediu).

2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru

La stabilirea punctelor de prelevare a acestor categorii de probe s-a avut în vedere răspândirea spațială a acestora, iar în ceea ce privește plantele cultivate au fost analizate cele care au o pondere semnificativă în alimentația populației expuse. Perioada de prelevare de toamnă, a permis examinarea vegetației spontane și cultivată care a fost expusă pe durata de vegetație de peste an.

Tipurile de probe și punctele de prelevare au fost următoarele:

- **vegetație spontană:** Zona Laboratorului Control Mediu al CNE Cernavodă, amplasat în orașul Cernavodă și în zona localității Topalu
- **vegetație cultivată:** grâu, porumb, varză, ardei, vinete, cartofi – din Zona Sat Seimenii Mici, piersici – din Piața Agroalimentară Cernavodă, respectiv struguri de la Ferma Cernavodă.
- **ouă, lapte, carne** (pasăre, vită, porc): satul Seimenii Mici.
- **pește:** din zona localității Capidava, Balta Făclia, Balta Baci.

Pentru fiecare categorie de indicatori și matrici investigate, localizarea punctelor de prelevare, data prelevării și rapoartele de analiză aferente sunt centralizate în Anexele 2.1.A/B/C.

Prelevarea, pregătirea și analiza probelor s-au realizat în conformitate cu reglementările, normele metodologice în vigoare, standardele de metodă și procedurile specifice ale laboratoarelor indicate în Anexele nr. 2.2 - Rapoarte de analiză și în Anexele 2.3.A/B/C privind prelevarea, pregătirea și analiza probelor.

Rezultatele determinărilor se regăsesc în rapoartele de analiză emise de laboratoarele de încercări din cadrul Institutului Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice – ICSI Rm. Vâlcea, respectiv:

- Rapoartele de analiză nr. 144, 145 și 146 din 05.02.2018 – pentru determinările activității beta globale
- Rapoartele de analiză nr. 97, 98 și 99 din 04.12.2017 – pentru determinările activității specifice a tritiului
- Rapoartele de analiză nr. 100, 101 și 102 din 04.12.2017 – pentru determinările activității specifice a tritiului legat organic
- Rapoartele de analiză nr. 3, 4 și 5 din 04.12.2017 – pentru determinările activității specifice a C-14
- Rapoartele de analiză nr. 130 și 131 din 30.01.2018, 134 și 135 din 01.02.2018 și 136 din 02.02.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice.

3. Rezultatele analizelor efectuate

În acest subcapitol sunt prezentate rezultatele determinărilor de radioactivitate în probele de vegetație spontană, plante cultivate și alte alimente prelevate în campania Septembrie 2017, comparativ cu rezultatele monitorizării efectuate anterior de CNE Cernavodă.

3.1 Rezultatele determinărilor de radioactivitate

3.1.1 Activitatea beta globală în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește)

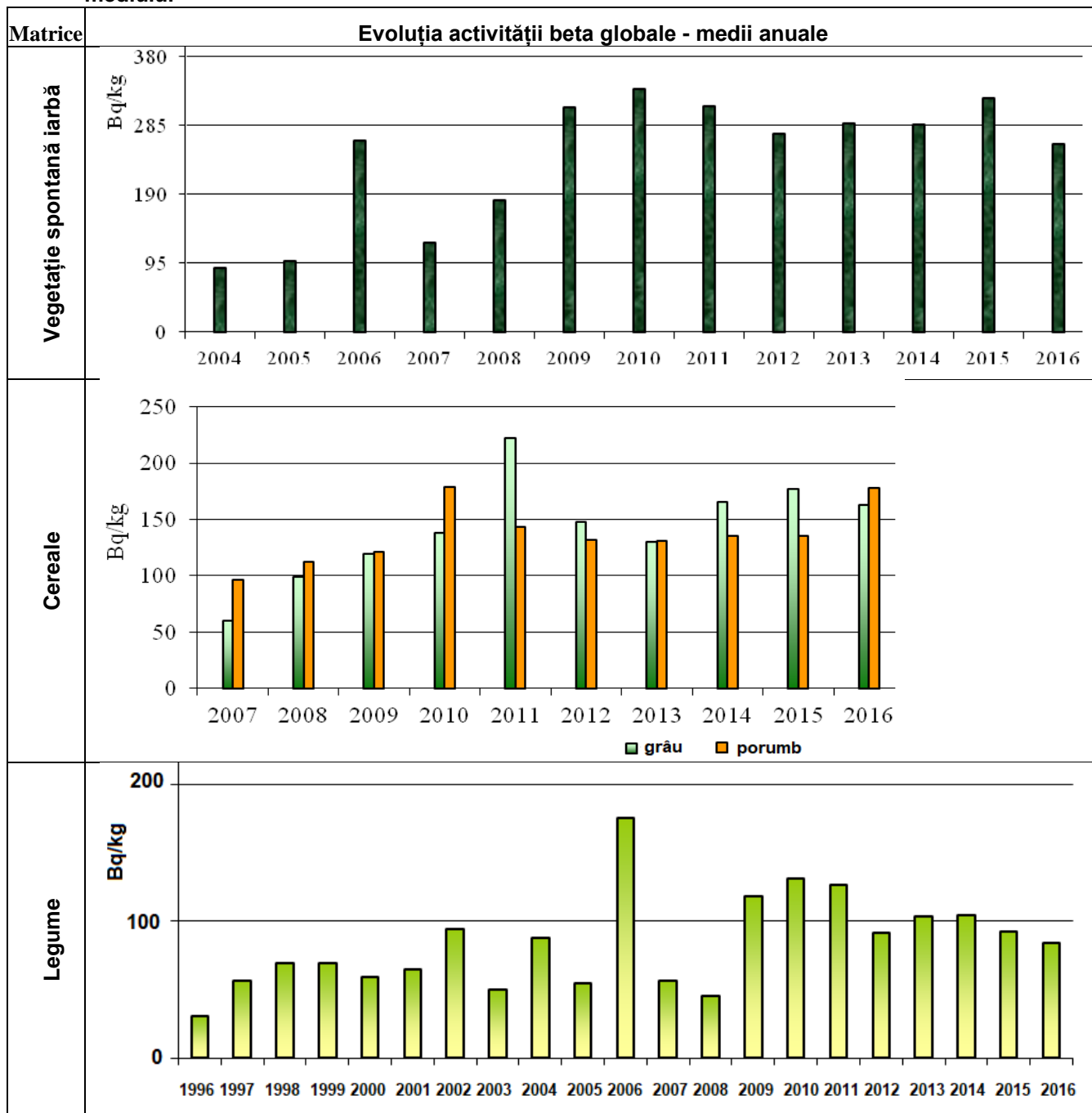
În Tab. 5 sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor activității beta globale pe probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește), recoltate în campania Septembrie 2017, iar în Fig. 5 sunt prezentate rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă – pentru matricile și locațiile corespunzătoare.

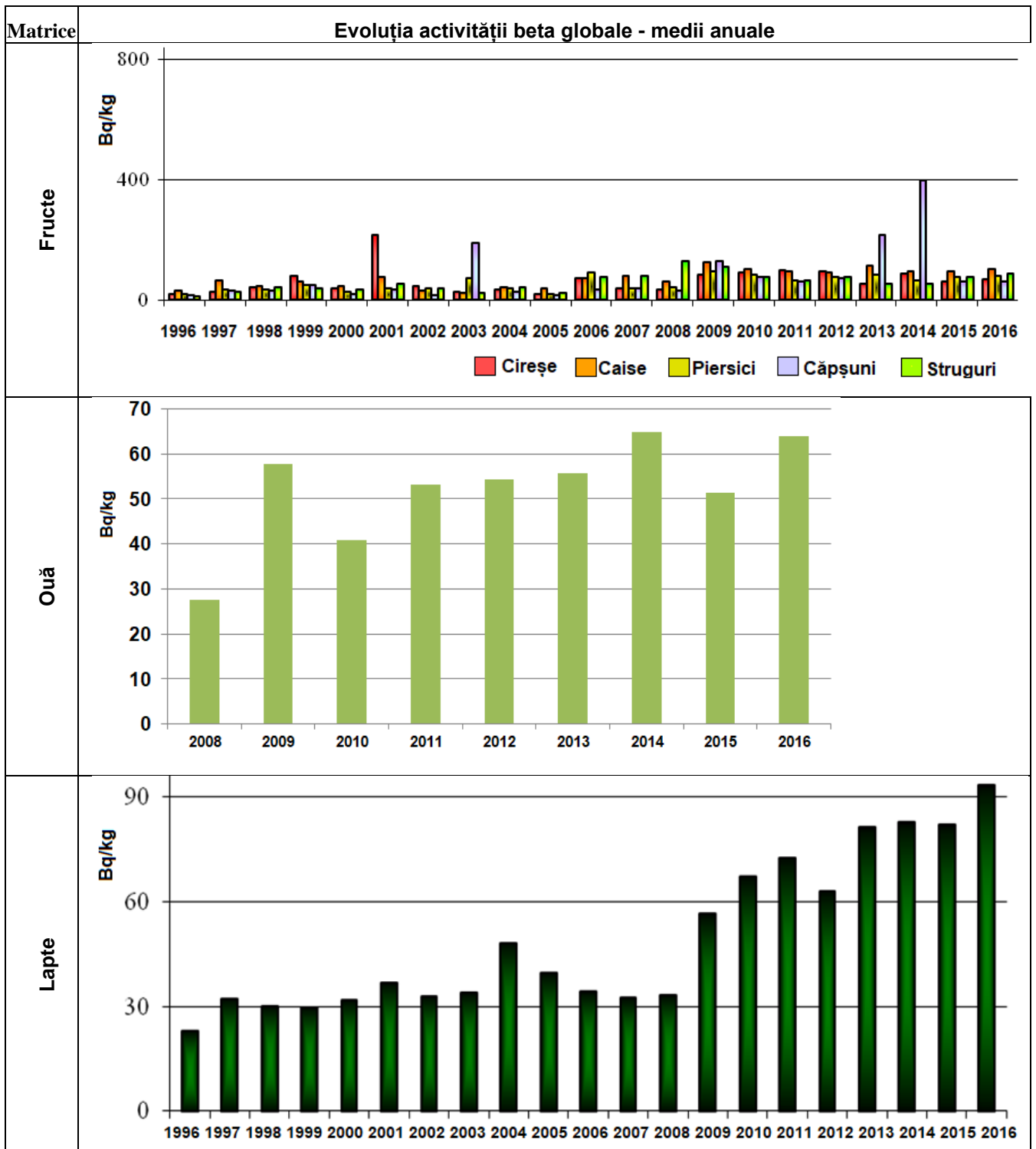
Tab. 5 Rezultatele determinării activității beta globale în probele de vegetație spontană și alimente prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

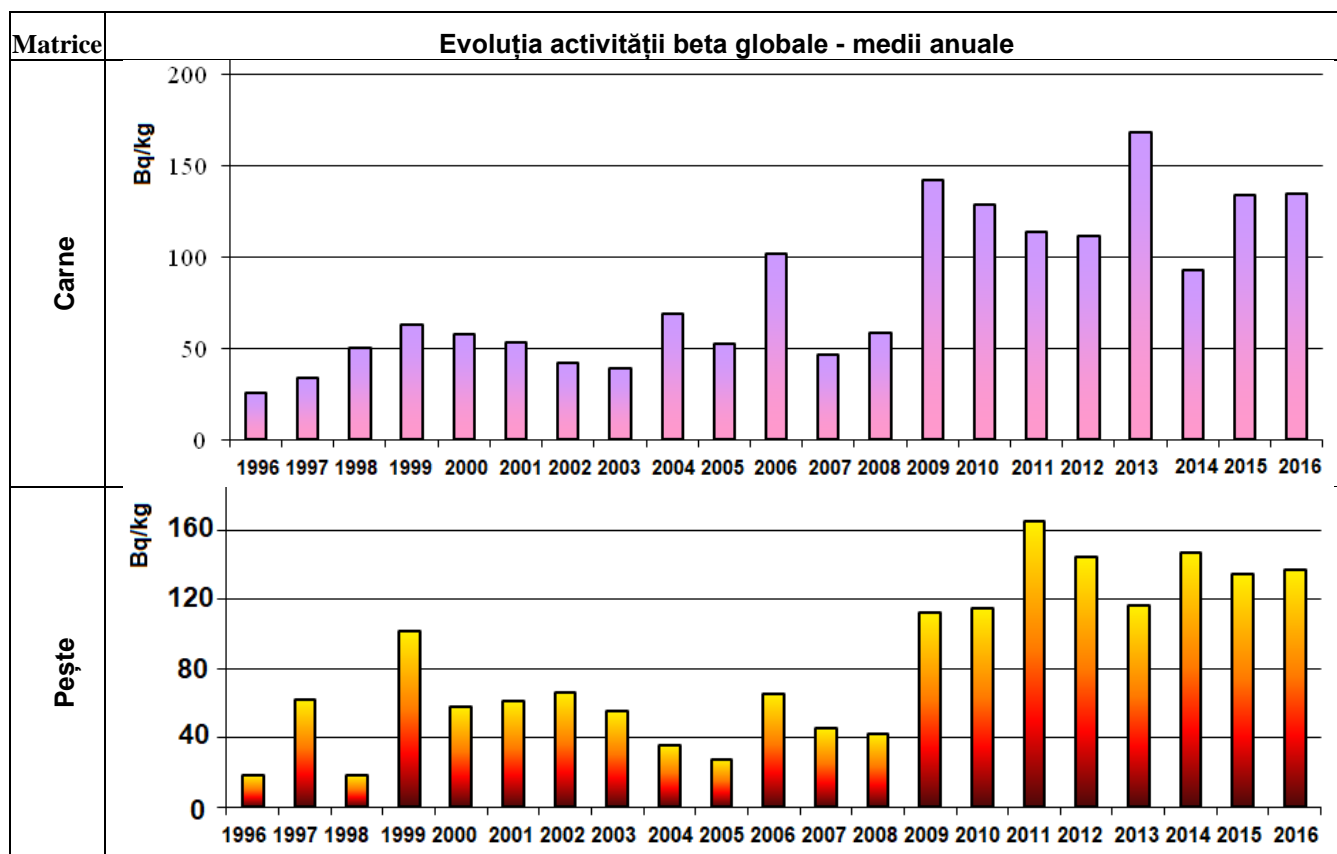
Matrice investigată	Punct de investigație	Cod CNE Cernavodă*	Activitate beta globală (Bq/kg fw)
Vegetație spontană iarbă tunsă	Laborator Control Mediu LCM al CNE Cernavodă, amplasat în orașul Cernavodă	SSS-13 Locație suplimentară	142,33 ± 14,74
	Localitate Topalu (cca. 24 km N – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă)	SSS-12 Locație de referință	187,07 ± 18,33
Grâu	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNV de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 - ferme individuale Locație indicator	83,53 ± 10,93
Porumb			71,61 ± 9,48
Varză			41,45 ± 4,41
Ardei			53,29 ± 5,57
Vinete			62,62 ± 6,54
Cartofi			101,96 ± 10,48
Piersici	Piața agroalimentară Cernavodă	All-03 Locație indicator	73,69 ± 7,80
Struguri	Ferma Cernavodă	SSS-11 Locație indicator	38,67 ± 4,49
Ouă	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNE de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 Seimenii Mari - ferme individuale Locație indicator	< LD (LD=30,52)
Lapte			34,45 ± 3,68
Carne pasăre			66,89 ± 7,43
Carne vită			75,42 ± 8,43
Carne porc			74,93 ± 8,46
Pește	Zona localității Capidava (cca. 20 km NNE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, aval de punctul de debușare al apelor de răcire)	LII-09 Dunăre Locație indicator	44,36 ± 5,55
	Balta Făclia (cca. 6 km SSE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al CDMN)	SSS-15 - crescătorie Locație indicator	44,81 ± 5,30
	Balta Baci (cca. 17 km SV – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, amonte de centrală)	SSS-14 - crescătorie Locație indicator	41,24 ± 4,88

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

Fig. 5 Evoluția activității beta globale - medii anuale - în probe de vegetație spontană și alimente, valori determinate de CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului







Rezultatele obținute pentru probele de vegetație spontană și respectiv probe de pește, prelevate în campania Septembrie 2017, de la diferite distanțe față de centrală, au evidențiat valori apropiate pentru diferitele locații și o distribuție spațială relativ uniformă, ceea ce indică o influență redusă a activității centrale asupra activității beta globale pentru această categorie de probe.

Pentru toate categoriile de probe, valorile determinate ale *activității beta globale* s-au situat în domeniile de valori ale mediilor anuale determinate de CNE Cernavodă în cadrul Programului de monitorizare a radioactivității mediului.

3.1.2 Activitatea tritiului în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește)

În Tab. 6 sunt prezentate centralizat rezultatele determinării activității tritiului în probele de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește) recoltate în campania Septembrie 2017, iar în Fig. 6 sunt prezentate rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă – pentru matricile și locațiile corespunzătoare.

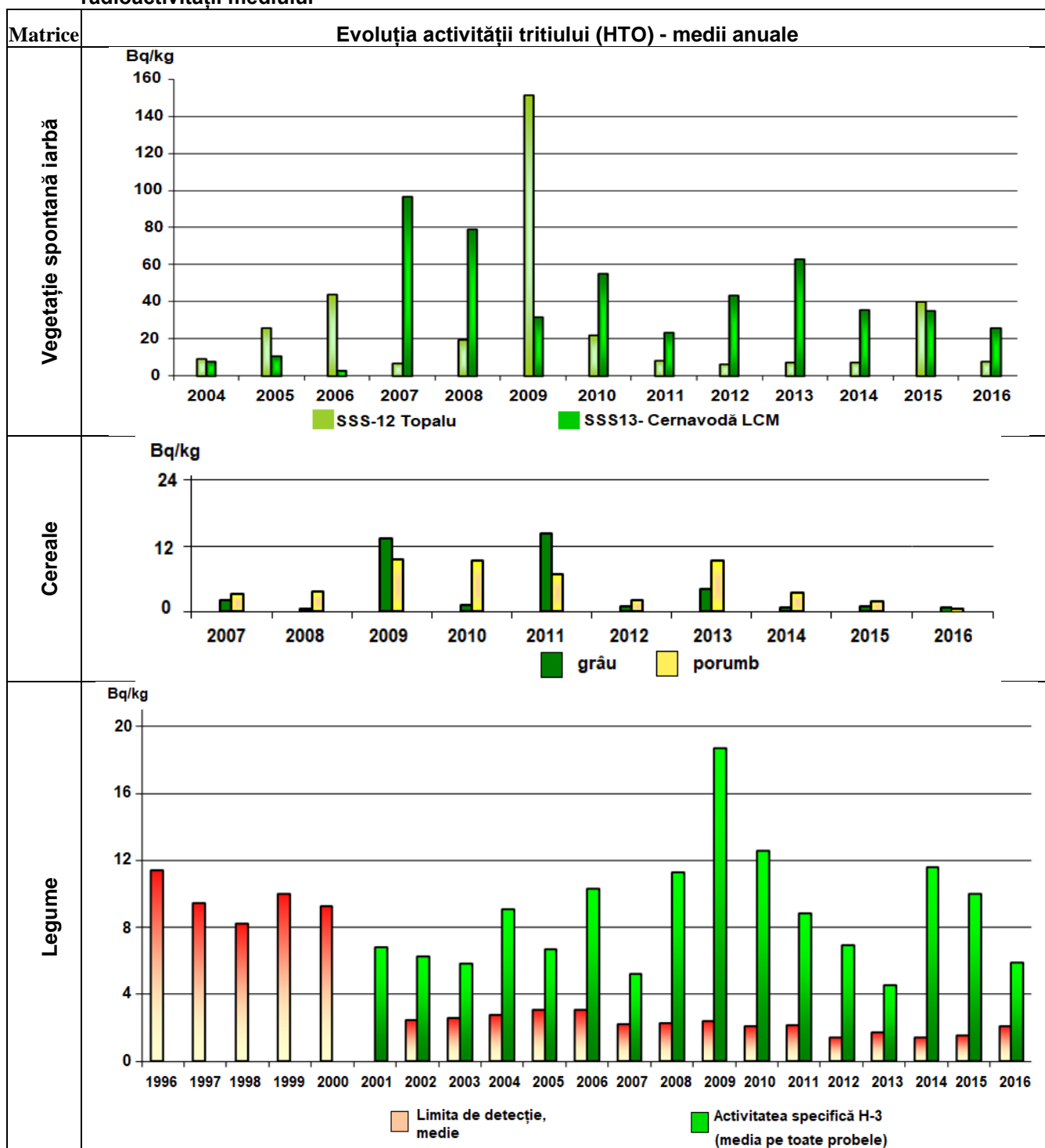
Tab. 6 Rezultatele determinărilor de tritium în probele de vegetație spontană și alimente prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

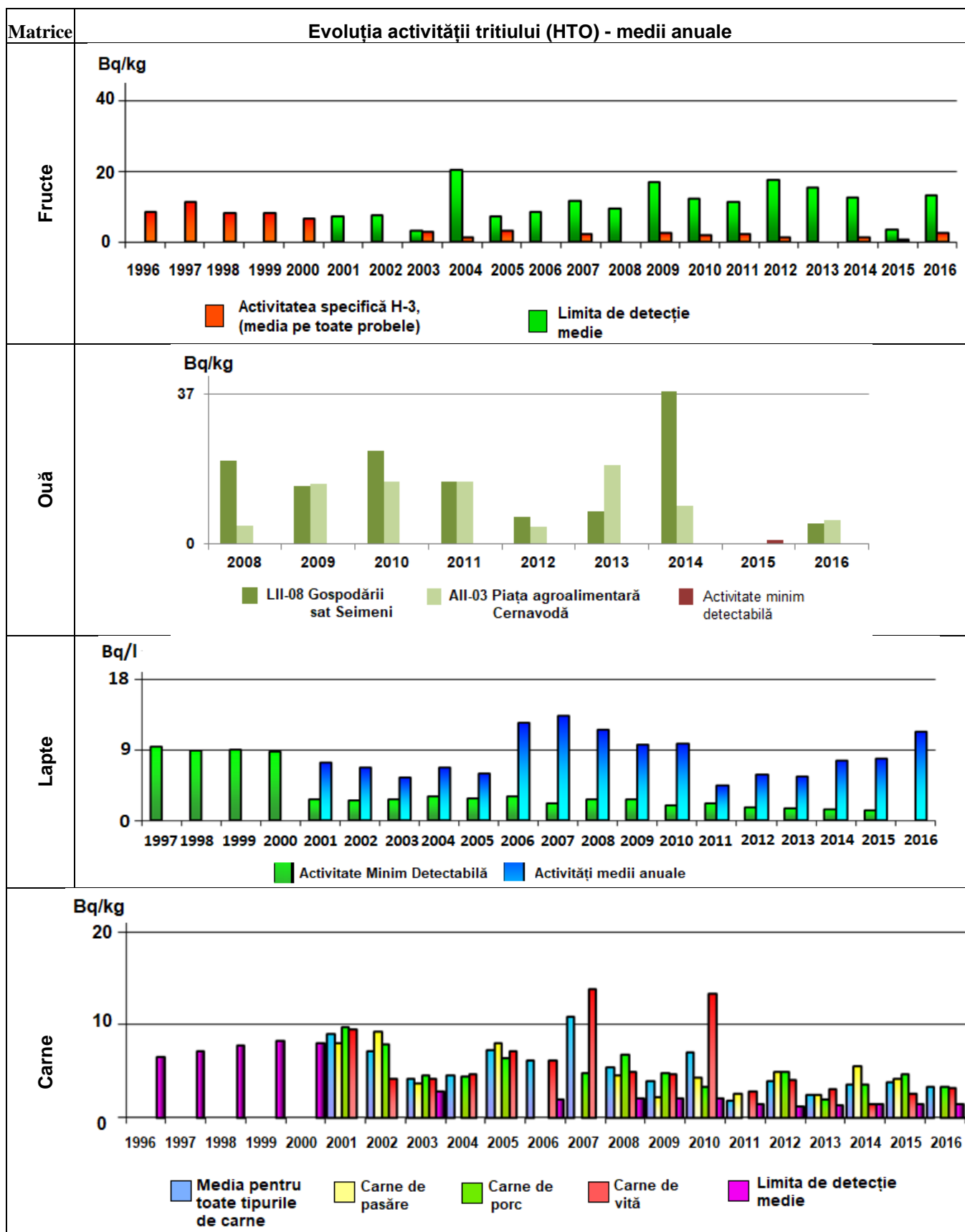
Matrice investigată	Punct de investigație	Cod CNE Cernavodă*	Rezultate obținute	
			TFWT [Bq/kgfw]	OBT total (Bq/l**)
Vegetație spontană iarbă tunsă	Laborator Control Mediu LCM al CNE Cernavodă, amplasat în orașul Cernavodă	SSS-13 Locație suplimentară	16,71 ± 1,00	29,66 ± 1,92
	Localitate Topalu (cca. 24 km N – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă)	SSS-12 Locație de referință	2,49 ± 0,38	2,03 ± 0,31
Grâu	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNV de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 - ferme individuale Locație indicator	0,34 ± 0,05	8,42 ± 0,63
Porumb			0,83 ± 0,10	5,13 ± 0,45
Varză			11,59 ± 0,87	3,43 ± 0,37
Ardei			23,15 ± 1,40	8,20 ± 0,62
Vinete			9,84 ± 0,79	3,44 ± 0,37
Cartofi			5,81 ± 0,60	3,37 ± 0,36
Piersici	Piața agroalimentară Cernavodă	All-03 Locație indicator	31,89 ± 1,79	30,35 ± 1,96
Struguri	Ferma Cernavodă	SSS-11 Locație indicator	12,48 ± 0,86	15,97 ± 1,08
Ouă	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNE de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 Seimenii Mari - ferme individuale Locație indicator	4,39 ± 0,50	4,48 ± 0,42
Lapte			14,43 ± 0,97	11,88 ± 0,83
Carne pasăre			< LD LD = (0,43 Bq/l)	1,91 ± 0,30
Carne vită			13,81 ± 0,89	11,75 ± 0,82
Carne porc			1,44 ± 0,37	2,07 ± 0,30
Pește	Zona localității Capidava (cca. 20 km NNE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, aval de punctul de deșeurare al apelor de răcire)	LII-09 Dunăre Locație indicator	15,37 ± 0,97	7,92 ± 0,59
	Balta Făclia (cca. 6 km SSE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al CDMN)	SSS-15 - crescătorie Locație indicator	0,94 ± 0,39	1,40 ± 0,28
	Balta Baci (cca. 17 km SV – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, amonte de centrală)	SSS-14 - crescătorie Locație indicator	1,97 ± 0,39	0,64 ± 0,26

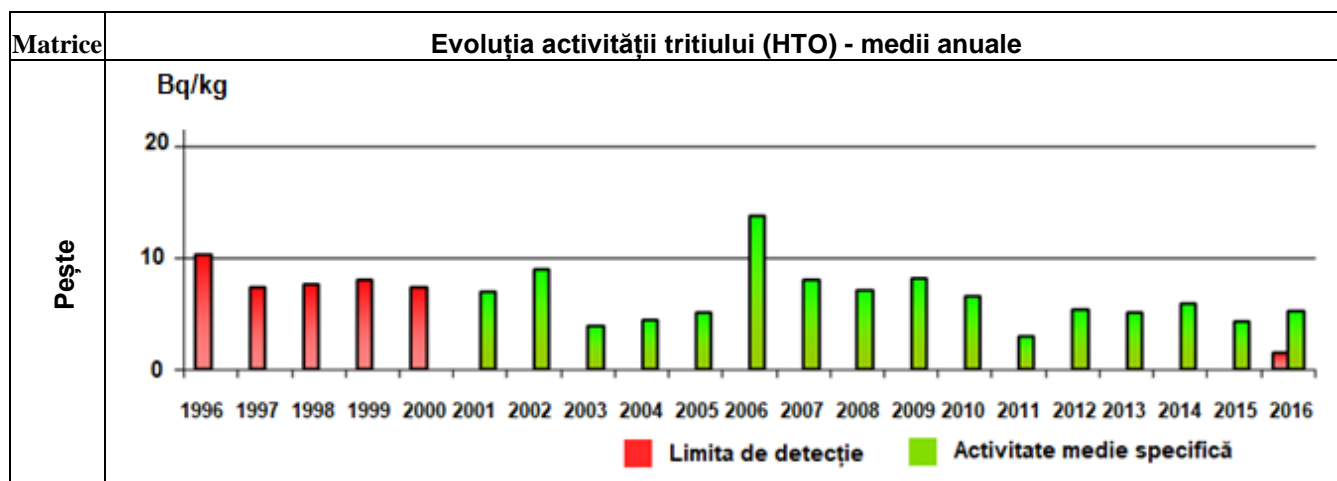
* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

** Bq/l apă de combustie

Fig. 6 Evoluția activității tritiului (HTO) - medii anuale - în probe de vegetație spontană și alimente, valori determinate de CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului







În urma investigațiilor efectuate se constată următoarele:

- Valorile determinate ale activității specifice a tritiului liber în probele de vegetație spontană s-au situat în domeniile de valori ale mediilor anuale determinate de CNE Cernavodă în cadrul Programului de monitorizare a radioactivității mediului. Pentru vegetația spontană s-a constatat scăderea cu un ordin de mărime a concentrației de tritium liber cu distanța față de sursă.
- Valorile determinate ale activității specifice a tritiului liber în probele de alimente – plante cultivate (cereale, legume, fructe), ouă, lapte, carne, pește – s-au situat în domeniile de valori ale mediilor anuale determinate de CNE Cernavodă în cadrul Programului de monitorizare a radioactivității mediului. Pentru plantele cultivate s-a constatat o corelație cu conținutul de apă în plantă, cu durata de viață a plantei. În cazul probelor de carne, se constată corelarea concentrațiilor de tritium liber cu durata de viață a animalului și tipul de hrană.

3.1.3 Activitatea C-14 în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește)

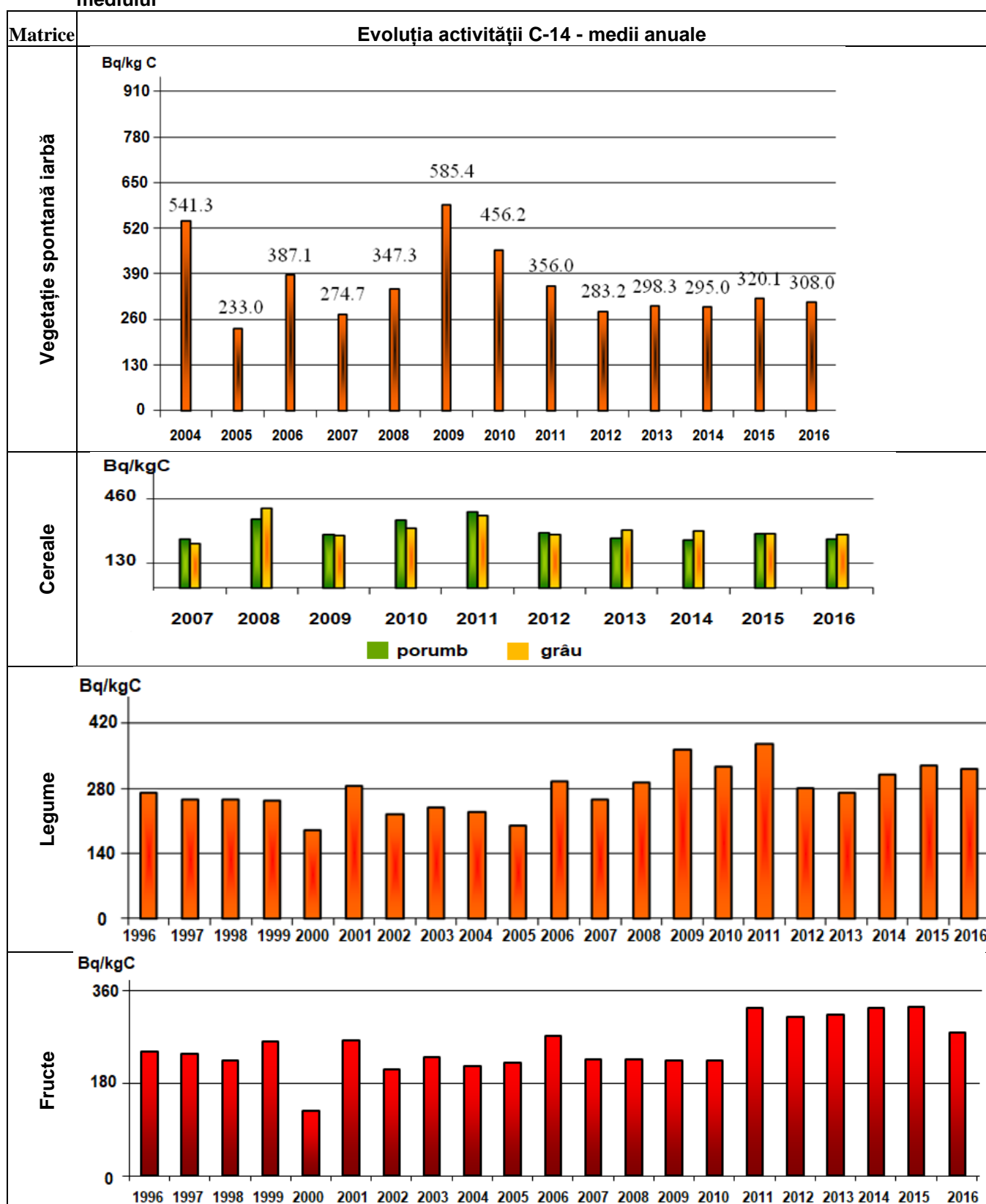
În Tab. 7 sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor activității C-14 în probele de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește), recoltate în campania Septembrie 2017, iar în Fig. 7 sunt prezentate rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă – pentru matricile și locațiile corespunzătoare.

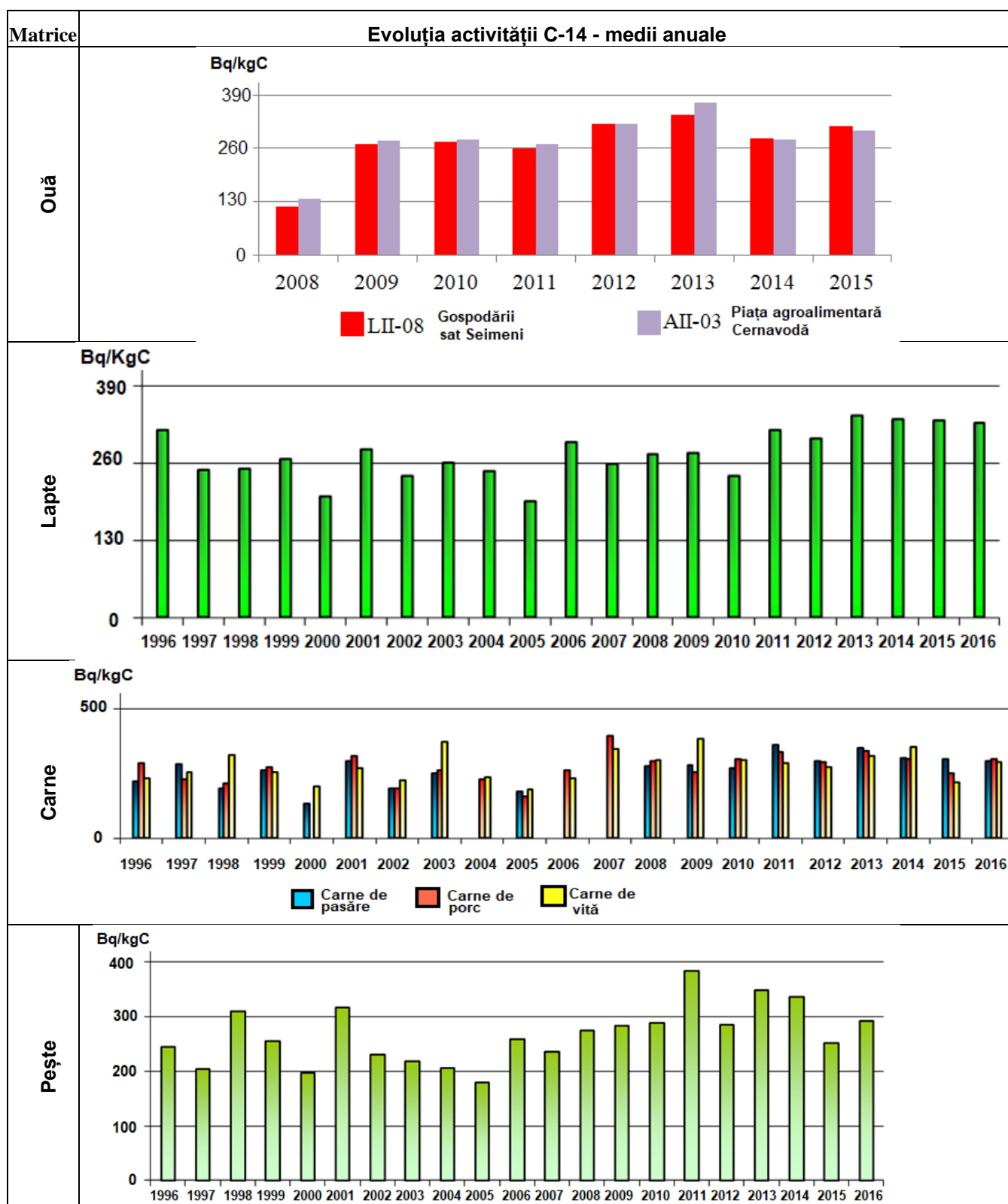
Tab. 7 Rezultatele determinărilor de C-14 în probele de vegetație spontană și alimente prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație	Cod CNE Cernavodă*	C-14 (Bq/gC)
Vegetație spontană iarbă tunsă	Laborator Control Mediu LCM al CNE Cernavodă, (amplasat în orașul Cernavodă)	SSS-13 Locație suplimentară	0,253 ± 0,018
	Localitate Topalu (cca. 24 km N – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă)	SSS-12 Locație de referință	0,223 ± 0,017
Grâu	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNV de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 - ferme individuale Locație indicator	0,215 ± 0,009
Porumb			0,239 ± 0,009
Varză			0,221 ± 0,011
Ardei			0,213 ± 0,012
Vinete			0,207 ± 0,010
Cartofi			0,242 ± 0,010
Piersici	Piața agroalimentară Cernavodă	All-03 Locație indicator	0,237 ± 0,010
Struguri	Ferma Cernavodă	SSS-11 Locație indicator	0,216 ± 0,012
Ouă	Sat Seimenii Mici (cca. 5 km NNE de platforma CNE Cernavodă)	LII-08 Seimenii Mari - ferme individuale Locație indicator	0,223 ± 0,009
Lapte			0,236 ± 0,010
Carne pasăre			0,183 ± 0,013
Carne vită			0,233 ± 0,017
Carne porc			0,235 ± 0,018
Pește	Zona localității Capidava (cca. 20 km NNE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, aval de punctul de debușare al apelor de răcire)	LII-09 Dunăre Locație indicator	0,223 ± 0,016
	Balta Făclia (cca. 6 km SSE – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al CDMN)	SSS-15 - crescătorie Locație indicator	0,236 ± 0,018
	Balta Baci (cca. 17 km SV – în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă, pe malul drept al Dunării, amonte de centrală)	SSS-14 - crescătorie Locație indicator	0,242 ± 0,017

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

Fig. 7 Evoluția activității C-14 - medii anuale - în probe de vegetație spontană și alimente, valori determinate de CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului





Se constată că valorile determinate ale activității specifice a radionuclidului C-14 pentru probele prelevate în campania Septembrie 2017 s-au situat în domeniile de valori ale mediilor anuale determinate de CNE Cernavodă în cadrul Programului de monitorizare a radioactivității mediului pentru toate tipurile de matrici investigate.

Rezultatul obținut pentru proba de vegetație spontană din zona Laboratorului Control Mediu – locație

indicator situată în orașul Cernavodă, la cca. 2,38 km NV față de unitățile nucleare energetice U1 și U2 – este sensibil apropiată de valoarea obținută pe proba din zona Topalu – locație de referință, la cca. 24 km N față de platforma CNE Cernavodă.

De asemenea, în cadrul studiului “Servicii de monitorizare a impactului funcționării CNE Cernavodă asupra biotei acvatice și terestre”, în toamna anului 2016, INCDTCI ICSI Rm. Vâlcea a recoltat probe de vegetație spontană și frunze de plop din curtea institutului, iar valorile măsurate au fost de $0,239 \pm 0,006$ Bq/gC, respectiv $0,246 \pm 0,006$ Bq/gC, aceste valori confirmând nivelul natural întâlnit în locațiile monitorizate în zona Cernavodă. [33 – 2016]

3.1.4 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de vegetație spontană și alimente (plante cultivate, ouă, lapte, carne, pește)

Analizele gama spectrometrice au fost efectuate pentru detectarea prezenței următorilor radionuclizi gama emițători specifici centralelor CANDU - Cr-51, Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ag-110m, Sb-124, Sb-125, Cs-134, Ce-139, Ce-141, Ce-144, Eu-152, Eu-154, Gd-153, Hf-181, unii radionuclizi naturali Be-7, K-40, Pb-212, Pb-214, Bi-212, Bi-214, Ac-228, U-235, precum și Cs-137 emis în mediu în urma accidentului de la Cernobâl.

Valori peste limitele de detecție ale metodelor de măsurare au fost obținute pentru radionuclizii naturali Be-7, K-40, Pb-212 și Bi-214 și pentru Cs-137, aceste rezultate fiind prezentate în tabelul următor:

Tab. 8 Valori ale activității gama pentru radionuclizii detectați în probe de vegetație spontană și alimente - campania Septembrie 2017

Radio nuclid	Matrice		Concentrații (Bq/kg fw) / Puncte de investigare						
			LCM	Topalu	Semeni	Piața Cernavodă	Balta Făclia crescătorie	Balta Baci crescătorie	Capidava Dunăre
Be-7	Probe de vegetație spontană	Iarbă tunsă	$27,76 \pm 1,28$	$23,27 \pm 1,04$	–	–	–	–	–
	Probe de alimente de origine vegetală	Piersici	–	–	–	$1,17 \pm 0,25$	–	–	–
K-40	Probe de vegetație spontană	Iarbă tunsă	$77,51 \pm 4,61$	$104,24 \pm 5,78$	–	–	–	–	–
	Probe de alimente de origine vegetală	Grâu	–	–	$56,27 \pm 4,28$	–	–	–	–
		Porumb	–	–	$48,04 \pm 3,60$	–	–	–	–
		Ardei	–	–	$30,80 \pm 1,68$	–	–	–	–
		Cartofi	–	–	$55,15 \pm 3,03$	–	–	–	–
		Varza	–	–	$23,25 \pm 1,32$	–	–	–	–
		Vinete	–	–	$23,72 \pm 1,35$	–	–	–	–
		Piersici	–	–	–	$40,84 \pm 2,31$	–	–	–
	Probe de alimente de origine animală	Struguri	–	–	$24,81 \pm 1,62$	–	–	–	–
		Ouă	–	–	$15,66 \pm 1,03$	–	–	–	–
		Lapte	–	–	$21,98 \pm 1,20$	–	–	–	–
		Carne pasăre	–	–	$40,71 \pm 2,36$	–	–	–	–
		Carne vită	–	–	$44,42 \pm 2,57$	–	–	–	–
Carne porc		–	–	$44,14 \pm 2,54$	–	–	–	–	
Peste	–	–	–	–	–	$28,58 \pm 1,77$	$26,53 \pm 1,62$	$29,08 \pm 1,90$	

Radio nuclid	Matrice		Concentrații (Bq/kg fw) / Puncte de investigare						
			LCM	Topalu	Semeni	Piața Cernavodă	Balta Făclia crescătorie	Balta Baci crescătorie	Capidava Dunăre
Cs-137	Probe de alimente de origine vegetală	Cartofi	–	–	0,36 ± 0,22	–	–	–	–
		Vinete	–	–	0,31 ± 0,14	–	–	–	–
Pb-212	Probe de vegetație spontană	iarbă tunsă	< LD (LD=1,02)	3,00 ± 0,94	–	–	–	–	–
Bi-214	Probe de vegetație spontană	iarbă tunsă	1,17 ± 0,72	1,61 ± 0,94	–	–	–	–	–

„–” locații din care nu au fost prelevate probe din matricea respectivă

Pentru restul radionuclizilor gama emițători, rezultatele au fost sub limitele de detecție ale metodei, pentru toate categoriile de probe prelevate în campania Septembrie 2017.

Aceste rezultate concordă cu cele furnizate de CNE Cernavodă ca urmare a derulării programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului. Astfel, conform rapoartelor informative privind rezultatele monitorizării factorilor de mediu și al nivelului radioactivității în zona Cernavodă pentru perioada 1996-2015 și respectiv pentru anul 2016, K-40 a fost singurul radionuclid care a fost detectat în toate categoriile de matrici (vegetație spontană și alimente), Be-7 fiind detectat doar în probe de natură vegetală (iarbă, fructe, legume) [18, 23 – 2015,2016].

C. Probe de APĂ și SEDIMENTE

1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora

Investigațiile realizate au urmărit evaluarea impactului radiologic și neradiologic asupra corpurilor de apă, generat de activitățile specifice desfășurate de CNE Cernavodă. Investigațiile au constat în planificarea și realizarea următoarelor determinări:

- **poluanți convenționali – în probe de apă de suprafață, respectiv probe de apă de răcire evacuată via canalul Seimeni**

- determinarea indicatorilor fizico-chimici generali (pH, temperatură, CBO₅, CCO-Cr, materii în suspensie, cloruri, sulfuri, calciu, magneziu, sodiu, fier total, clor liber rezidual, hidrazină)

Acești indicatori și valorile limită în efluent sunt stabiliți prin Autorizația de Gospodărire a Apelor (AGA), iar secțiunile de control și frecvențele de recoltare și analiză sunt incluse în Protocolul încheiat între CNE Cernavodă și ABADL conform cerinței din AGA. Lunar se efectuează o sesiune de prelevări de probe comună cu laboratorul ABADL, în scopul verificării independente și/sau validării rezultatelor monitorizării efectuată de CNE Cernavodă.

Astfel, se decelează contribuția CNE Cernavodă la impactul asupra corpului de apă receptor – fluviul Dunărea, având în vedere faptul că în canalul Seimeni sunt deversate și apele uzate urbane de la Stația de epurare a orașului Cernavodă.

- **radioactivitatea mediului – în probe de apă potabilă (rețea, fântâni, foraje), apă de suprafață, sediment**
 - determinarea activității beta globale – ca indicator al nivelului de radioactivitate, atât naturală cât și antropogenă.
 - determinarea activității specifice a tritiului și a C-14 – aceștia fiind principalii radionuclizi care contribuie la doza încasată de populație, ca urmare a funcționării CNE Cernavodă.
 - determinări de radionuclizi gama emițători – au fost urmăriți în mod special radionuclizii specifici centralelor de tip CANDU, precum și radionuclizi naturali (ex. Be-7, K-40, Ac-228, Pb-212, Pb-214, Bi-214). În urma analizelor a fost detectat Cs-137, radionuclid datorat emisiilor din timpul accidentului de la Cernobîl (acest radionuclid a fost detectat începând din 1986, în mod constant în probele de mediu).

2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru

Stabilirea punctelor de prelevare a probelor de apă s-a făcut astfel încât să se surprindă impactul asupra tuturor categoriilor de receptori, respectiv:

- ape de suprafață și sedimente,
- apă subterană de mică și mare adâncime – care trebuie să îndeplinească cerințele de potabilitate,
- apă de răcire de la CNE Cernavodă evacuată în Dunăre via canalul Seimeni.

La stabilirea punctelor de prelevare pentru determinările de apă de suprafață și de apă de răcire evacuată prin Canalul Seimeni în Dunăre, s-a urmărit evaluarea contribuției CNE Cernavodă asupra calității receptorului – fluviul Dunărea, corelat cu punctele de prelevare stabilite prin Protocolul încheiat între CNE Cernavodă și ABADL.

Astfel, pentru determinările de poluanți convenționali au fost efectuate prelevări de probe din punctele:

- probă de apă de suprafață din punctul Hinog – amonte de confluența cu Canalul Dunăre – Marea Neagră (CDMN) și amonte de CNE Cernavodă,
- probă de apă de suprafață din punctul Pod CNE – amonte de priza de apă a CNE Cernavodă,
- probe de apă de răcire evacuată prin Canalul Seimeni – din punctul Pod Seimeni – la cca. 200 m amonte de Stația de Epurare a orașului Cernavodă.

Pentru determinările de radioactivitatea mediului au fost efectuate prelevări după cum urmează:

- probă de apă de suprafață și sedimente din punctul Dunăre – Oltina, cca. 35 km amonte de confluența cu Canalul Dunăre – Marea Neagră, amonte de CNE Cernavodă,
- probă de apă de suprafață și sedimente din punctul Dunăre Pod Saligny (Hinog) km 300, cca. 770 m amonte de confluența cu Canalul Dunăre – Marea Neagră, amonte de CNE Cernavodă,
- probă de apă de suprafață și sedimente din punctul Seimenii Mari-Dunăre km 295, cca. 800 m aval de punctul de debrușare a apei de răcire evacuată în Dunăre prin canalul Seimeni.
- probă de apă de suprafață din punctul Ecluză CDMN.
- determinările de radioactivitate în probele de apă subterană de mică și mare adâncime sunt relevante atât în ceea ce privește un eventual transfer al poluării în adâncime cât și pentru comparare cu limitele normate pentru potabilitate. Punctele de prelevare au fost:
 - apă de fântână – Făclia – apă subterană de mică adâncime, în exteriorul platformei CNE Cernavodă

- foraj Fj1 - Pavilion 2, aferent Stației de tratare apă din incinta CNE Cernavodă – apă subterană de mare adâncime.
- rețeaua publică de alimentare a orașului Cernavodă (Piața Cernavodă) – cu precizarea că începând cu Mai 2016, apa pentru uz potabil în orașul Cernavodă este extrasă din acviferul Medgidia, apa provenind de la o adâncime de peste 300 de metri.

Pentru fiecare categorie de indicatori și matrici investigate, localizarea punctelor de prelevare, data prelevării și rapoartele de analiză aferente sunt centralizate în Anexele 2.1.A/B/C.

Prelevarea, pregătirea și analiza probelor s-au realizat în conformitate cu reglementările, normele metodologice în vigoare, standardele de metodă și procedurile specifice ale laboratoarelor indicate în Anexele nr. 2.2 - Rapoarte de analiză și în Anexele 2.3.A/B/C privind prelevarea, pregătirea și analiza probelor.

Rezultatele determinărilor se regăsesc în rapoartele de analiză emise de laboratoarele de încercări din cadrul Institutului Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice – ICSI Rm. Vâlcea, respectiv:

- Rapoartele de analiză nr. 423, 424, 425 din 01.09.2017 și 766, 767, 768 din 29.08.2017 – pentru determinările de poluanți convenționali în probe de apă de suprafață și probe de apă de răcire evacuată prin Canalul Seimeni
- Raportul de analiză nr. 140 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității beta globale în probe de apă de suprafață
- Raportul de analiză nr. 141 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității beta globale în probe de apă de potabilă
- Raportul de analiză nr. 143 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității beta globale în probe de sedimente
- Raportul de analiză nr. 94 din 04.12.2017 – pentru determinările de tritiu în probe de apă potabilă și apă de suprafață
- Raportul de analiză nr. 96 din 04.12.2017 – pentru determinările de tritiu în probe de sedimente
- Raportul de analiză nr. 2 din 04.12.2017 – pentru determinările de C-14 în probele de apă potabilă și ape de suprafață.
- Raportul de analiză nr. 128 din 29.01.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice în probe de apă de suprafață
- Raportul de analiză nr. 129 din 29.01.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice în probe de apă potabilă
- Raportul de analiză nr. 137 din 02.02.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice în probe de apă de sedimente

3. Rezultatele analizelor efectuate

3.1 Rezultatele determinărilor pentru poluanții convenționali

În tabelul următor sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor pentru indicatorii neradiologici din probele de apă prelevate în campania de la sfârșitul lunii August 2017.

Tab. 9 Rezultatele determinărilor de poluanți convenționali în probele de apă prelevate în luna August 2017

Indicatori de calitate	UM	Punct de prelevare			Valori limită admise pentru apele de răcire HG 1515/2008
		Hinog (apă de suprafață)	Pod CNE (apă de suprafață)	Pod Seimeni (apă de răcire)	
Temperatura apei la prelevare	°C	26,6	26	30,06	35
pH_25°C	unit.pH	7,7	7,2	7,7	6,5 – 9,0
Materii în suspensie	mg/l	< 2	< 2	< 2	25
Consum chimic de oxigen CCO-Cr	mgO ₂ /l	< 30	< 30	< 30	70,0 (125,0)*
Consum biochimic de oxigen CBO ₅	mgO ₂ /l	< 1,2	< 1,2	< 1,2	15
Cloruri Cl ⁻	mg/l	51,76	51,76	51,76	250
Sulfați SO ₄ ²⁻	mg/l	32,89	26,33	29,4	200
Sodiu Na ⁺	mg/l	10,04	12,49	12,64	100
Calciu Ca ²⁺	mg/l	36,40	35,44	36,49	150
Magneziu Mg ²⁺	mg/l	11,49	11,31	11,59	50
Fier total	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	1,5
Clor rezidual liber Cl ₂	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,2*
Hidrazină	mg/l	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,1

* Valori limită conform NTPA 001 Valori limită de încărcare cu poluanți a apelor uzate industriale și orasenesti evacuate in receptori naturali

Rezultatele determinărilor relevă faptul că pentru indicatorii neradiologici, în condițiile utilizării controlate a substanțelor folosite pentru condiționarea chimică a fluidelor de proces, nu s-a observat un impact al funcționării CNE Cernavodă asupra calității apelor fluviului Dunărea. În ceea ce privește valorile de temperatură măsurate, acestea s-au situat în limitele reglementate prin AGA și Autorizația de Mediu aprobată prin HG nr. 1515/2008, conform căreia temperatura apei de răcire evacuată în Dunăre va fi de maximum 10°C peste temperatura apei fluviului Dunărea, dar nu mai mare de 35°C, după parcurgerea zonei de amestec.

3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate

În acest subcapitol sunt prezentate rezultatele determinărilor de radioactivitate pentru probele de apă și sedimente prelevate în campania desfășurată în luna Septembrie 2017, comparativ cu rezultatele monitorizării efectuate anterior de CNE Cernavodă prin laboratoarele proprii.

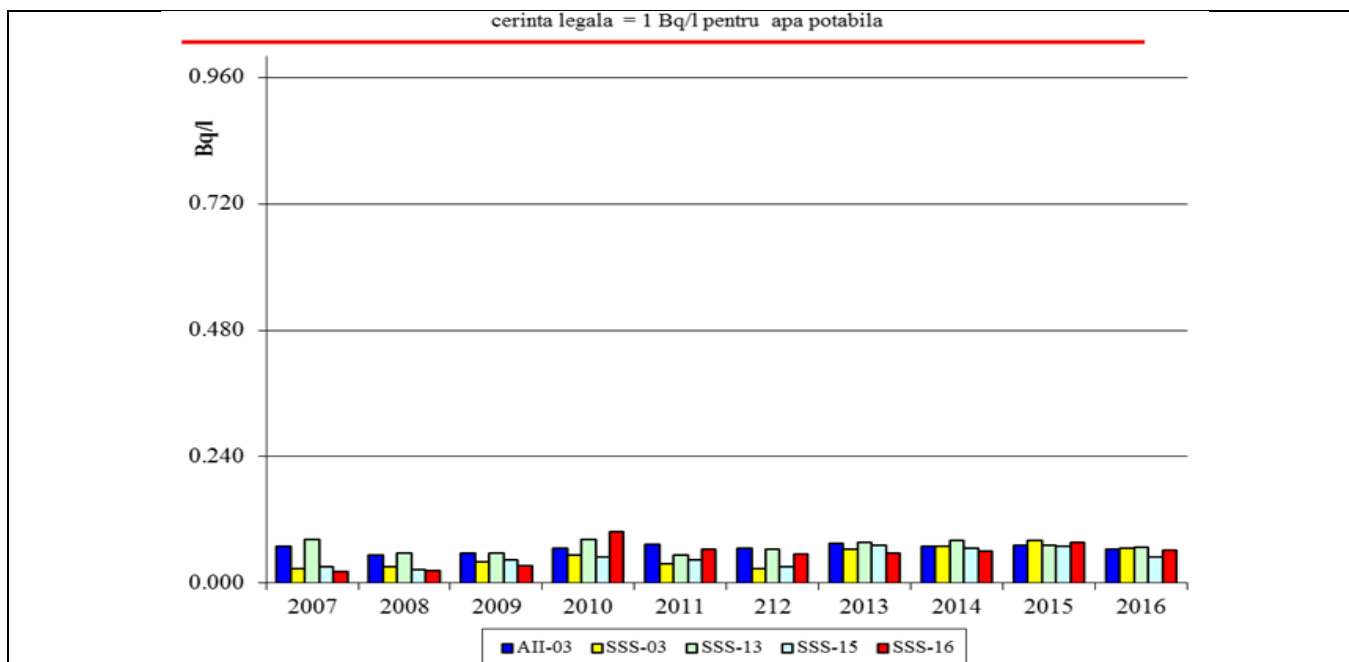
3.2.1 Activitatea beta globală în probe de apă și sedimente

În Tab. 10 sunt prezentate centralizat rezultatele determinării activității beta globale în probele de apă și sedimente recoltate în campania din Septembrie 2017, iar în Fig. 8, Fig. 9 și Fig. 10 sunt prezentate rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă.

Tab. 10 Rezultatele determinării activității beta globale în probele de apă și sedimente prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație	Activitate beta globală (Bq/l)
Apă potabilă	Rețeaua publică de alimentare a orașului Cernavodă (Piața Cernavodă)	0,08 ± 0,03
	Apă de fântână – Făclia (apă subterană de mică adâncime, în exteriorul platformei CNE Cernavodă)	< LD (LD = 0,04)
	Foraj Fj1 - Pavilion 2, aferent Stației de tratare apă din incinta CNE Cernavodă (apă subterană de mare adâncime)	< LD (LD = 0,05)
Ape de suprafață	Dunăre – Oltina (cca. 35 km amonte confluență cu CDMN, amonte CNE Cernavodă)	0,05 ± 0,02
	Dunăre – Pod Saligny (Hinog) km 300 (cca. 80 m amonte confluență cu CDMN, amonte CNE Cernavodă)	0,04 ± 0,02
	Ecluză CDMN	0,06 ± 0,02
	Seimenii Mari - Dunăre km 295 (cca. 800 m aval debușare apă de răcire în Dunăre via Canal Seimeni)	0,07 ± 0,02
Sedimente	Dunăre – Oltina	433,07 ± 55,24
	Dunăre – Pod Saligny (Hinog) km 300	352,15 ± 47,64
	Seimenii Mari – Dunăre km 295	416,51 ± 54,22

Fig. 8 Activitatea specifică beta globală – medii anuale - în probe de apă potabilă, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă

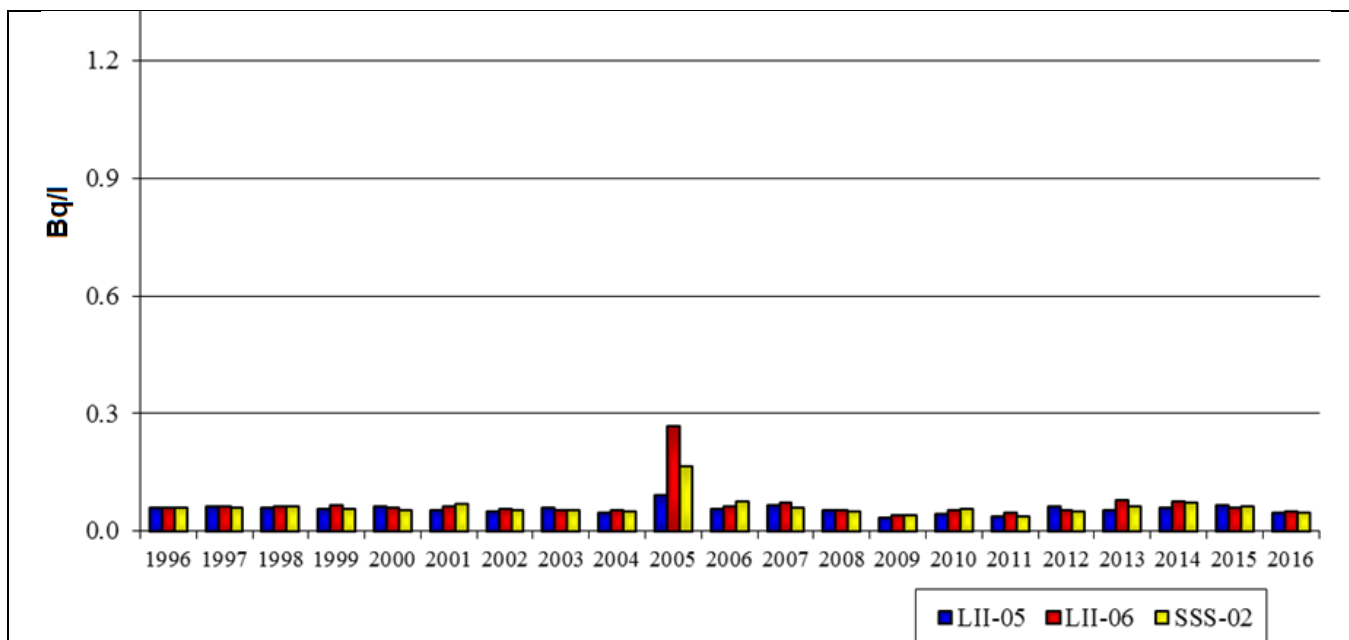


Puncte de prelevare conform programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă:

AII-03 Cernavodă, **SSS-13** Cernavodă - puncte de prelevare apă potabilă din rețeaua publică de alimentare cu apă a orașului Cernavodă.

SSS-03 Saligny, **SSS-15** Făclia și **SSS-16** Seimeni.

Fig. 9 Activitatea specifică beta globală – medii anuale - în probe de apă de suprafață, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă



Puncte de prelevare conform programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă:

Locații Indicator **LII-05** Cernavodă – deversare efluenți lichizi în CDMN

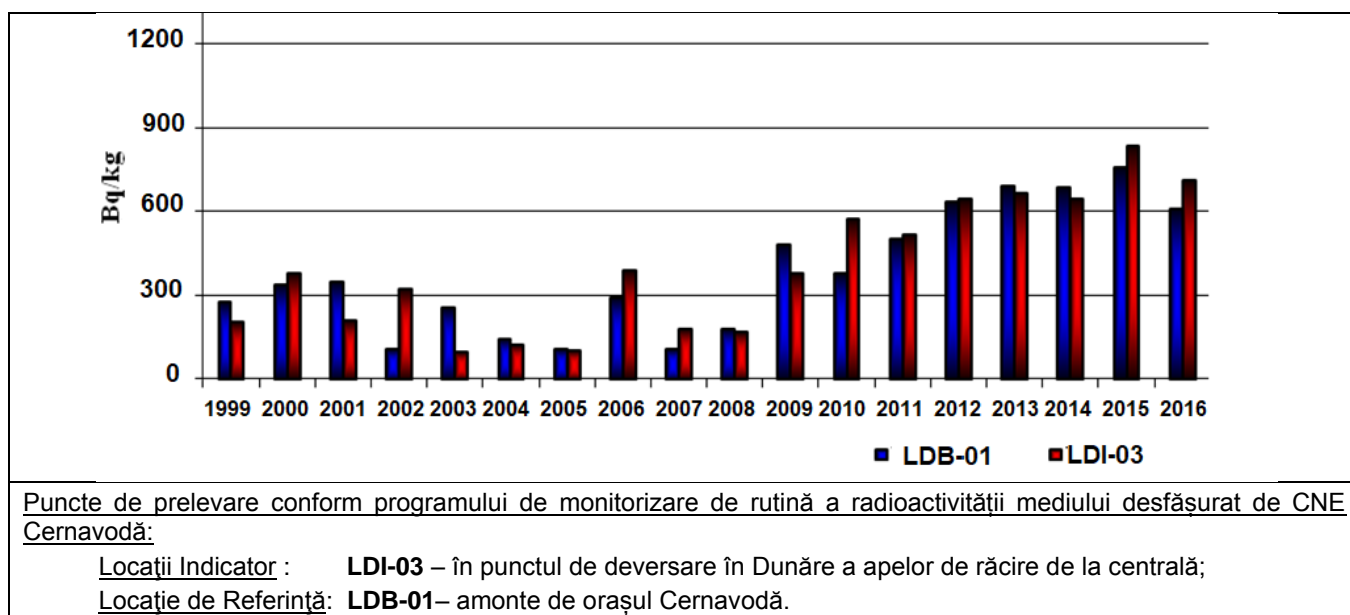
LII-06 Seimeni – deversare efluenți lichizi în Dunăre

Locație de referință **SSS-02** Cernavodă – Dunăre

Se constată că rezultatele determinărilor activității beta globale în probele de apă potabilă prelevate în campania Septembrie 2017 se înscriu sub valoarea indicator de 1 Bq/l pentru activitatea beta reziduală prevăzută prin Legea nr. 301/2015 *privind stabilirea cerințelor de protecție a sănătății populației în ceea ce privește substanțele radioactive din apa potabilă*.

Pentru toate categoriile de probe de apă, rezultatele s-au situat în aceeași gamă de valori pentru toate punctele de investigare și s-au înscris în domeniul de valori raportat de CNE Cernavodă.

Fig. 10 Valori ale activității specifice beta globale – medii anuale - în probe de sedimente, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă



În ceea ce privește sedimentele, valoarea determinată a activității beta globale în punctul Seimeni situat aval de debușarea în Dunăre a apelor de răcire de la CNE Cernavodă se menține la același nivel cu valorile înregistrate în amonte. Aceiași concluzie se menține și în cazul valorilor medii anuale determinate în cadrul programului de monitorizare de rutină al CNE Cernavodă. De asemenea, se observă că valorile determinate pentru probele prelevate în anul 2017 se situează în domeniul celor raportate de CNE Cernavodă.

3.2.2 Activitatea specifică a tritiului și activitatea C-14 în probe de apă și sedimente

În Tab. 11 sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor concentrațiilor de tritiu (HTO) și C-14 în probele de apă și sedimente recoltate în campania din Septembrie 2017.

Tab. 11 Rezultatele determinărilor de radioactivitate în probele de apă și sedimente prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație	Rezultate obținute	
		Tritiu (HTO) (Bq/l)	C-14 (Bq/gC)
Apă potabilă	Rețeaua publică de alimentare a orașului Cernavodă (Piața Cernavodă)	< LD (LD=0,51)	< LD (LD=0,012)
	Apă de fântână – Făclia (apă subterană de mică adâncime, în exteriorul platformei CNE Cernavodă)	< LD (LD=0,51)	0,107 ± 0,007
	Foraj Fj1 - Pavilion 2, aferent Stației de tratare apă din incinta CNE Cernavodă (apă subterană de mare adâncime)	< LD (LD=0,51)	< LD (LD=0,012)
Ape de suprafață	Dunăre – Oltina (cca. 35 km amonte confluență cu CDMN, amonte CNE)	1,43 ± 0,33	0,213 ± 0,009
	Dunăre – Pod Saligny (Hinog) km 300 (cca. 80 m amonte confluență cu CDMN, amonte CNE)	1,21 ± 0,32	0,204 ± 0,009
	Ecluză CDMN	2,30 ± 0,36	0,205 ± 0,008
	Seimenii Mari - Dunăre km 295 (cca. 800 m aval debușare apă de răcire în Dunăre via Canal Seimeni)	10,77 ± 0,78	0,211 ± 0,009
Sedimente	Dunăre – Oltina	0,70 ± 0,20	–
	Dunăre – Pod Saligny (Hinog) km 300	0,65 ± 0,18	–
	Seimenii Mari – Dunăre km 295	5,87 ± 0,37	–

În ceea ce privește analizele de tritium (HTO) în apa potabilă, indiferent de proveniența apei analizate, activitățile determinate s-au situat cu mult sub valoarea de 100 Bq/l impusă prin Legea nr. 301/2015 privind stabilirea cerințelor de protecție a sănătății populației în ceea ce privește substanțele radioactive din apa potabilă – Anexa nr. 1 – Tabel 1. 1. De asemenea, se constată că în cazul apei subterane de mică adâncime de la Făclia rezultatul s-a încadrat în nivelurile determinate în etapa preoperațională în care mediile anuale au variat între < 6 până la 31 Bq/l [17].

Referitor la determinările de C-14 în apa potabilă, se observă situarea sub activitatea minim detectabilă pentru ambele probe de apă provenite din surse subterane de mare adâncime.

Rezultatele determinărilor de tritium (HTO) în apa de suprafață nu au indicat o modificare semnificativă a valorilor după deversarea apelor de răcire în Dunăre prin Canalul Seimeni. Valoarea tritiului în proba prelevată pe malul drept – cel mai expus al Dunării, la cca. 800 m de punctul de descărcare a canalului Seimeni în Dunăre a fost de 10 Bq/l.

Determinările de C-14 în apa de suprafață au indicat faptul că operarea CNE Cernavodă nu a avut impact asupra apelor de suprafață sub aspectul poluării cu acest radionuclid.

În ceea ce privește determinările de tritium (HTO) în sedimente se constată că în fiecare dintre punctele investigate se menține un raport relativ constant între activitatea tritiului din sedimente și cea din apa de suprafață. Rezultatele se înscriu în intervalele de valori determinate în perioada 2010 ÷ 2016 prin programul BIOTA care au relevat scăderea semnificativă a activității tritiului în sedimente pe lungimea de cca. 3 km de la debușarea în Dunăre până la punctul Seimeni-Dunăre km 292 [32, 33].

3.2.3 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de apă și sedimente

Analizele gama spectrometrice au fost efectuate pentru detectarea prezenței următorilor radionuclizi gama emițători specifici centralelor CANDU - Cr-51, Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ag-110m, Sb-124, Sb-125, Cs-134, Ce-139, Ce-141, Ce-144, Eu-152, Eu-154, Gd-153, Hf-181, unii radionuclizi naturali Be-7, K-40, Pb-212, Pb-214, Bi-212, Bi-214, Ac-228, U-235, precum și Cs-137 emis în mediu în urma accidentului de la Cernobîl.

Pentru toți radionuclizii investigați, determinările gama spectrometrice au furnizat rezultate sub limitele de detecție ale metodei, pentru toate probele **probele de apă** prelevate în campania Septembrie 2017:

- probe de apă de suprafață din punctele
 - Dunăre – Oltina, cca. 35 km amonte de confluența cu Canalul Dunăre – Marea Neagră, amonte de CNE Cernavodă,
 - Dunăre Pod Saligny (Hinog) km 300, cca. 770 m amonte de confluența cu Canalul Dunăre – Marea Neagră, amonte de CNE Cernavodă,
 - Seimenii Mari - Dunăre km 295, cca. 800 m aval de punctul de debrușare a apei de răcire evacuată în Dunăre prin canalul Seimeni.
 - Ecluză CDMN.
- probe de apă potabilă provenite din surse subterane de mică și mare adâncime:
 - fântână – Făclia – apă subterană de mică adâncime, în exteriorul platformei CNE Cernavodă
 - Foraj Fj1 - Pavilion 2, aferent Stației de tratare apă din incinta CNE Cernavodă – apă subterană de mare adâncime
 - rețeaua publică de alimentare a orașului Cernavodă (Piața Cernavodă) – începând cu Mai 2016, apa pentru uz potabil în orașul Cernavodă este extrasă din acviferul Medgidia, apa provenind de la o adâncime de peste 300 de metri.

În ceea ce privește **probele de sedimente** prelevate în campania Septembrie 2017, valori peste limitele de detecție ale metodelor de măsurare – au fost obținute numai pentru radionuclizii emițători gama naturali K-40, Pb-212 și Pb-214, Bi-212 și Bi-214, Ac-228 și pentru radionuclidul artificial Cs-137 – care a fost detectat în mod constant după anul 1986 (accidentul de la Cernobîl). Pentru restul radionuclizilor, rezultatele au fost sub limitele de detecție.

În tabelul următor sunt prezentate rezultatele determinărilor pentru radionuclizii pentru care s-au obținut valori peste limitele de detecție.

Tab. 12 Valori ale activității radionuclizilor gama emițători în sedimente - campania Septembrie 2017

Radionuclid	Punct de investigare		
	Oltina	Saligny	Seimeni
Concentrație (Bq/kg fw)			
K-40	165,13 ± 12,11	181,64 ± 13,04	185,49 ± 13,35
Cs-137	27,04 ± 5,09	24,35 ± 5,18	< LD (LD = 6,09)
Pb-212	240,87 ± 216,47	283,29 ± 18,81	285,67 ± 19,25
Pb-214	118,89 ± 10,94	184,87 ± 14,52	152,05 ± 12,85
Bi-212	23,85 ± 4,24	19,38 ± 4,39	23,53 ± 4,67
Bi-214	81,74 ± 8,62	132,85 ± 11,07	115,21 ± 10,33
Ac-228	46,09 ± 5,55	57,33 ± 6,49	64,79 ± 6,79

Această situație concordă cu cea evidențiată de programul de monitorizare de rutină derulat de CNE Cernavodă [18, 23 – 2015,2016].

D. Probe de AER

1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora

Investigațiile realizate au urmărit evaluarea impactului radiologic și neradiologic, ca urmare a activităților specifice desfășurate de CNE Cernavodă, după cum urmează:

➤ Poluanți convenționali

În capitolul 4.4.3 din cadrul Raportului cu privire la Bilanțul de mediu de nivel I pentru Sucursala CNE Cernavodă, intitulat "Surse de efluenți (poluanți) gazoși neradioactivi și efectul acestora asupra mediului", au fost analizate emisiile de poluanți neradioactivi, ce au impact asupra calității aerului înconjurător, asociate operării centralei. În capitolul menționat, au fost prezentate sursele de emisii, au fost estimate emisii și concentrații în emisie maxime orare ce pot fi generate și a fost evaluată încadrarea acestora în limitele la emisie legale. De asemenea, a fost prezentată o evoluție în timp a emisiilor totale anuale, pe baza datelor privind consumurile anuale de combustibili raportate de către beneficiar autorităților pentru protecția mediului.

Conform concluziilor privind efectul asupra mediului al surselor de efluenți (poluanți) gazoși neradioactivi ale CNE Cernavodă (cap. 4.4.3.4) din Raportul la Bilanțul de mediu nivel I, impactul asupra calității aerului datorat surselor de emisii neradioactive este nesemnificativ pe termen lung, existând însă posibilitatea unui impact semnificativ pe termen scurt, doar în perioada de funcționare a acestor surse. Ca urmare, în cadrul Bilanțului de mediu de nivel II, a fost studiat efectul asupra calității aerului înconjurător determinat de sursele de poluanți neradioactivi ai CNE Cernavodă, prin modelarea matematică a dispersiei emisiilor în atmosferă.

➤ Radioactivitatea mediului

Investigațiile realizate au urmărit evaluarea impactului radiologic asupra calității aerului, specific producerii energiei prin procedeul nuclear. Investigațiile au constat în planificarea și realizarea următoarelor determinări de radioactivitate a mediului:

- ***probe de radionuclizi în aerul înconjurător***
 - determinarea activității beta globale – ca indicator al nivelului de radioactivitate, atât naturală cât și antropogenă.
 - determinarea activității specifice a tritiului și a C-14 – aceștia fiind principalii radionuclizi care contribuie la doza pentru populație, în conformitate cu procedura de calcul a dozelor aplicată la CNE Cernavodă, aprobată CNCAN. Astfel, în conformitate cu această procedură, tritiul emis în atmosferă contribuie în proporție de 70% la doza încasată pe calea aerului, respectiv cu 52,5% din doza totală. Pentru radionuclidul C-14 emis în atmosferă, contribuția la doza încasată pe calea aerului este de 20%, respectiv de 15 % din doza totală.
 - determinări de radionuclizi gama emițători – au fost urmăriți în mod special radionuclizii specifici centralelor de tip CANDU, radionuclizi naturali (ex. Be-7, K-40, Ac-228, Pb-212, Pb-214, Bi-214), precum și Cs-137 - radionuclid datorat emisiilor din timpul accidentului de la Cernobâl.
- ***probe de apă din precipitații – determinarea activității specifice a tritiului*** – având în vedere că precipitațiile spală atmosfera antrenând în sol tritiul, sub formă de apă tritiată, formă preluată ulterior de vegetație.

De asemenea, a fost realizat un **calcul de doze de tritium (HTO și OBT)** în alimente și la populația din zona CNE Cernavodă pentru estimarea expunerii luând în considerare atât contribuția tritiului liber cât și pe cea a tritiului legat organic. (a se vedea capitolul *D Probe de aer, subcapitolul 2 și subcapitolul 3.3*)

2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru

➤ Poluanți convenționali

Surse de emisie

După cum a fost expus în Raportul cu privire la Bilanțul de mediu de nivel I, principalele surse de emisii neradioactive de pe amplasamentul CNE Cernavodă sunt reprezentate de:

- arderea combustibilului lichid de tip CLU în cazanele Centralei Termice de Pornire (CTP) - 2 cazane;
- arderea motorinei în grupurile Diesel ale Sistemului de alimentare de rezervă - 4 grupuri la Unitatea 1 și 2 grupuri la Unitatea 2;
- arderea motorinei în grupurile Diesel ale Sistemului de alimentare de avarie - 2 grupuri la Unitatea 1 și 2 grupuri la Unitatea 2.

Alte surse de pe amplasament (cele asociate activităților de stocare și gestionare a combustibililor lichizi, traficul auto intern, motopompa sistemului de stins incendiu) nu generează cantități importante de emisii.

În cadrul raportului la bilanțul de nivel I, au fost estimate emisii maxime orare pentru sursele principale, pe baza datelor privind consumurile de combustibili și regimurile de funcționare ale instalațiilor aferente, existente în documentația pusă la dispoziție de beneficiar.

Pentru realizarea Bilanțului de mediu de nivel II, beneficiarul a furnizat date actualizate referitoare la consumurile orare de combustibili și numărul de ore de funcționare în anul 2016, pentru fiecare instalație generatoare de emisii. Aceste date au fost utilizate pentru estimarea emisiilor orare de poluanți neradioactivi pentru care a fost realizată modelarea dispersiei în atmosferă. Emisiile orare estimate sunt prezentate în tabelul următor.

Tab. 13 Emisii orare de poluanți atmosferici neradioactivi generați de sursele de pe amplasamentul CNE Cernavodă

Tip instalație generatoare de emisii	Consum orar de combustibil (kg/h)	Emisii (kg/h)			
		NO _x	CO	SO ₂	PM ₁₀
Grup Diesel de rezervă la Unitatea 1	688	27,2	3,7	0,013	0,87
Grup Diesel de rezervă la Unitatea 2	1462	57,8	7,98	0,03	1,84
Grup Diesel de avarie la Unitatea 1	200	7,9	1,09	0,004	0,25
Grup Diesel de avarie la Unitatea 2	213	8,4	1,16	0,0043	0,27
Cazan CTP	500	2,02	0,8	10	0,8

Emisiile au fost estimate în conformitate cu recomandările "Ordinului 3299/2012 pentru aprobarea metodologiei de realizare și raportare a inventarelor privind emisiile de poluanți în atmosferă", utilizând factorii de emisie din cadrul metodologiei "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016". În cazul SO₂, emisiile au fost estimate prin bilanț masic, considerând un conținut de sulf al combustibililor egal cu valorile limită legale.

Parametrii fizici ai coșurilor de dispersie aferenți instalațiilor analizate, utilizați ca date de intrare în modelarea matematică a dispersiei, sunt prezentați în tabelul următor.

Tab. 14 Parametrii fizici ai surselor de emisii (coșurilor) de poluanți atmosferici neradioactivi de pe amplasamentul CNE Cernavodă

Instalație - coș	Înălțime coș de la sol (m)	Diametru interior la vârf al coșului (m)	Temperatură gaze la evacuarea în atmosferă (°C)	Viteză gaze la evacuarea în atmosferă (m/s)
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 1 - generator 1 - coș 1	22,0	0,80	410,00	12,00
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 1 - generator 2 - coș 2	19,0	0,80	410,00	12,00
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 1 - generator 3 - coș 3	19,0	0,80	410,00	12,00
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 1 - generator 4 - coș 4	19,0	0,80	410,00	12,00
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 2 - generator 1 - coș 1	22,0	0,91	365,00	15,00
Grupuri Diesel de rezervă la Unitatea 2 - generator 2 - coș 2	22,0	0,91	365,00	15,00
Grupuri Diesel de avarie la Unitatea 1 - generator 1 - coș 1	10,0	0,30	370,00	8,00
Grupuri Diesel de avarie la Unitatea 1 - generator 2 - coș 2	10,0	0,30	370,00	8,00
Grupuri Diesel de avarie la Unitatea 2 - generator 1 - coș 1	10,0	0,30	370,00	7,00
Grupuri Diesel de avarie la Unitatea 2 - generator 2 - coș 2	10,0	0,30	370,00	7,00
Centrală termică de pornire - cazan 1 - coș 1	26,0	1,30	166,00	15,00
Centrală termică de pornire - cazan 2 - coș 2	26,0	1,30	166,00	15,00

Modul de abordare

Studierea impactului asupra calității aerului înconjurător al surselor de emisii neradioactive de pe amplasamentul CNE Cernavodă a fost realizată prin analiza diferitelor regimuri de funcționare a instalațiilor aferente. Pentru fiecare regim de funcționare, a fost alcătuit câte un scenariu de modelare a dispersiei separat, care consideră doar impactul surselor respective.

Au fost analizate scenariile cele mai relevante din punct de vedere al grupării posibile a surselor de emisie și al atingerii impactului maxim asupra calității aerului înconjurător. Astfel, conform informațiilor furnizate de beneficiar, au fost alcătuite următoarele scenarii:

- funcționarea centralei termice de pornire (cu două cazane) împreună cu două grupuri Diesel de rezervă ale Unității 1 și un grup Diesel de rezervă al Unității 2 - denumit în continuare ca scenariul "rezervă";
- funcționarea centralei termice de pornire (cu două cazane) împreună cu un grup Diesel de avarie al Unității 1 și un grup Diesel de avarie al Unității 2 - denumit în continuare ca scenariul "avarie";
- testarea funcționării unui grup Diesel de rezervă al Unității 1 - denumit în continuare ca scenariul "testare - rezervă U1";

- testarea funcționării unui grup Diesel de rezervă al Unității 2 - denumit în continuare ca scenariul "testare - rezervă U2";
- testarea funcționării unui grup Diesel de avarie - denumit în continuare ca scenariul "testare - avarie";
- testarea funcționării centralei termice de pornire (ambele cazane simultan) - denumit în continuare ca scenariul "testare - CTP";
- testarea funcționării tuturor instalațiilor simultan - denumit în continuare ca scenariul "testare - toate sursele".

Pentru scenariile "rezervă" și "avarie", a fost considerată posibilitatea funcționării continue, la sarcină nominală, a instalațiilor, cel puțin pentru o perioadă pe care o permite rezerva de combustibil a grupurilor Diesel, conform informațiilor cuprinse în documentul RD-01364-L001, Rev. 16, intitulat "*Politici și principii de operare*", și anume:

- cel puțin 5 zile pentru doi generatori de rezervă ai U1;
- cel puțin 7 zile pentru oricare dintre generatorii de rezervă ai U2;
- cel puțin 4 zile pentru oricare dintre generatorii de avarie.

Pentru scenariile de testare a instalațiilor, a fost luată în considerare posibilitatea funcționării continue timp de 2 ore, odată la 2 săptămâni, a oricăreia dintre instalații, după cum este specificat în "*Fișa de prezentare și declarație a Societății Naționale Nuclearelectrice Sucursala CNE Cernavodă*".

Având în vedere faptul că, în oricare scenariu, numărul de ore anual posibil de funcționare a instalațiilor este mic, analiza impactului mediu pe termen lung (un an) nu este relevantă.

Așadar, a fost analizat doar impactul pe termen scurt, pentru poluanții pentru care sunt stabilite valori limită legale ale concentrațiilor în aerul înconjurător, pe termen scurt. Acestea sunt valori limită pentru protecția sănătății umane prevăzute de către Legea nr. 104 din 15/06/2011 *privind calitatea aerului înconjurător*.

Tab. 15 Valori limită pentru protecția sănătății umane, conform Legii 104/2011

Poluant	Valoare limită - VL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Perioadă de mediere	Număr de depășiri permise
NO ₂	200	1 oră	18 ori/an
CO	10.000	Valoarea maximă zilnică a mediilor pe 8 ore	Nu este cazul
SO ₂	350	1 oră	24 ori/an
	125	24 ore	3 ori/an
PM ₁₀	50	24 ore	35 ori/an

A fost adoptată o abordare conservativă, pentru evidențierea impactului maxim posibil. În acest sens, a fost modelată dispersia în atmosferă a emisiilor orare estimate, în mod continuu, timp de un an de zile, pentru a putea fi analizat efectul posibil pe termen scurt asupra mediului în orice condiții meteorologice care se întâlnesc în decursul unui an.

În cazul scenariilor "rezervă" și "avarie", perioada minimă de funcționare la rezerva de combustibil a permis determinarea directă atât a impactului maxim pe o oră, cât și pe 24 ore, în timp ce pentru scenariile de testare, pentru determinarea impactului maxim pe 24 de ore, rezultatele modelării au fost ajustate proporțional cu timpul continuu de funcționare considerat (2 ore).

Pentru modelarea emisiilor de NO_x și estimarea concentrațiilor în aerul înconjurător, de NO₂, a fost folosită schema de reacții fotochimice a modelului de dispersie utilizat, ce ia în considerare formarea NO₂ înăuntrul coșului și oxidarea NO de către ozonul ambiental. Pentru concentrațiile de ozon ambiental, a fost preluat șirul de valori orare valide, pentru anul 2017, furnizat de către cea mai apropiată stație de monitorizare a calității aerului din cadrul Rețelei Naționale de Monitorizare a Calității Aerului, și anume stația CT-7 din Medgidia. Datele sunt disponibile pe www.calitateaer.ro.

MODELUL MATEMATIC DE DISPERSIE

Pentru modelarea dispersiei poluanților generați de sursele de emisii atmosferice neradioactive de pe amplasamentul CNE Cernavodă, a fost utilizat modelul AERMOD, descris mai jos.

Scurtă descriere a modelului AERMOD este un model de pană staționară de tip Gaussian, aplicabil atât zonelor rurale, cât și urbane, pe teren plat sau complex, pentru emisii la suprafață sau la înălțime și pentru surse multiple, de toate categoriile: punctuale, de suprafață și de volum.

AERMOD (Modelul Reglementar AMS-EPA) a fost elaborat de AERMIC (Comitetul AMS-EPA de Îmbunătățire a Modelelor Reglementare), un grup de lucru format din oameni de știință ai AMS (Societatea Americană de Meteorologie) și U.S. EPA (Agenția de Protecție a Mediului a Statelor Unite), înființat în 1991, cu scopul de a dezvolta un model de ultimă oră pentru aplicații reglementare, capabil să ia în considerare, de exemplu, noile concepte cu privire la stratul limită planetar, interacțiunea penei de poluant cu terenul, emisii de suprafață, efectul de clădire, dispersia în condiții urbane, urmărindu-se și ca modelul:

- să ofere estimări rezonabile ale concentrațiilor de poluanți într-o varietate de condiții, cu minimum de discontinuități;
 - să fie "user-friendly", având un necesar rezonabil de date de intrare și resurse ale sistemului de calcul;
 - să surprindă procesele fizice esențiale, păstrându-și totuși, totodată, simplitatea;
 - să integreze cu ușurință modificări datorate evoluției în timp a științei.
- Astfel, în AERMOD au fost implementați algoritmi noi sau îmbunătățiți pentru:
- dispersia atât în stratul limită convectiv, cât și cel stabil;
 - supraînălțarea și portanța penei de poluant;
 - penetrarea stratului de inversiune de la înălțime;
 - calculul profilelor verticale de vânt, turbulență și temperatură;
 - stratul limită urban, nocturn;
 - tratarea receptorilor pe orice tip de teren, de la suprafață până deasupra penei de poluant;
 - tratarea efectelor de clădire;
 - o abordare îmbunătățită a caracterizării parametrilor fundamentali ai stratului limită.

De-a lungul timpului, modelului i-au fost aduse îmbunătățiri, cum ar implementarea proceselor de depunere umedă și uscată, pentru gaze și pentru particule.

Sistemul de modelare AERMOD constă în modelul de dispersie propriu-zis AERMOD și două preprocesoare: preprocesorul meteorologic AERMET, care pune la dispoziție modelului de dispersie informațiile meteorologice de care are nevoie pentru a caracteriza stratul limită planetar, și preprocesorul de teren AERMAP, care caracterizează terenul și generează grile de receptori pentru modelul de dispersie.

- Preprocesorul meteorologic (AERMET) – al cărui scop principal este să calculeze parametrii stratului limită pe care îi folosește AERMOD. În plus, AERMOD preia toate observațiile meteorologice făcute de AERMET.

Ca date de intrare, AERMET necesită observații meteorologice standard: viteza vântului, direcția vântului, temperatura și acoperirea cu nori, precum și caracteristici ale suprafeței: albedoul, rugozitatea și raportul Bowen. Pe baza lor, AERMET calculează parametrii stratului limită: viteza de fricțiune, lungimea Monin-Obukhov, scara vitezei convective, scara temperaturii potențiale, înălțimea de amestec și fluxul de căldură sensibilă. Acești parametri sunt transmiși interfeței interne AERMOD, unde sunt folosite relații de similitudine pentru a calcula profile verticale pentru: viteza vântului, turbulența laterală și verticală, temperatura potențială și gradientul temperaturii potențiale.

- Preprocesorul de teren AERMAP – utilizează date de teren în grilă (obținute din modele digitale altimetrice) pentru a calcula o înălțime reprezentativă de influență a terenului, numită și scara înălțimii terenului. Aceasta este definită pentru locația fiecărui receptor și pe baza ei se calculează înălțimea de divizare a profilului de curgere. Cu AERMAP se creează și grilele de receptori. Pentru

fiecare receptor, AERMAP transmite către AERMOD: locația receptorului, înălțimea sa deasupra nivelului mediu al mării și scara înălțimii terenului specifică receptorului respectiv.

- Modelul de dispersie AERMOD – este un model de pană staționară, în sensul că presupune că valorile concentrațiilor la toate distanțele față de surse, corespunzătoare unei ore modelate, sunt determinate pe baza valorilor variabilelor meteorologice mediate pe ora respectivă.

Estimarea concentrațiilor de poluanți

În stratul limită stabil, distribuția concentrațiilor este considerată gaussiană atât în plan orizontal, cât și în plan vertical. În stratul limită convectiv, distribuția în plan orizontal este considerată gaussiană, iar distribuția verticală este descrisă cu o funcție de densitate de probabilitate bi-gaussiană. Acest comportament al distribuției concentrațiilor în stratul limită convectiv a fost demonstrat de Willis și Deardorff (1981) și de Briggs (1993). În plus, în cadrul stratului limită convectiv, AERMOD ia în calcul așa-numita "pană ascensională", prin care, o parte a masei unei pene generate de o sursă se ridică și rămâne în apropierea părții superioare a stratului limită, înainte de a se amesteca în stratul convectiv limită. AERMOD urmărește, de asemenea, orice pană care penetrează în stratul stabil înalt, permițându-i apoi să reintre în stratul limită când și dacă este cazul. AERMOD tratează și cazul special al „sursei injectate”, când înălțimea de emisie este mai mare decât înălțimea de amestec; pana de poluant rezultată este modelată ca în condiții stabile, dar considerând și influența turbulenței și vânturilor din stratul de amestec. Deci, AERMOD simulează 5 tipuri de pană de poluant, în funcție de stabilitatea atmosferică și de poziția în stratul limită sau deasupra acestuia: directă, indirectă, penetrată, injectată și stabilă.

AERMOD ia în considerare fenomenul de șerpuire laterală a penei de poluant, datorat vârtejurilor turbulente de frecvență joasă, nedifuzive, interpolând între două concentrații limită: limita penei coerente (care presupune că direcția vântului este distribuită aproximativ după o direcție bine definită a vântului mediu, cu variații datorate doar turbulenței laterale) și limita penei aleatoare (care presupune o probabilitate egală pentru orice direcție a vântului).

În zonele urbane, AERMOD ia în considerare natura dispersivă a stratului limită de tip convectiv care se formează în condiții de noapte, măbind valoarea turbulenței față de cea care este așteptată în zonele adiacente, rurale, cu strat limită stabil. Turbulența crescută este rezultatul fluxului de căldură urban și al stratului de amestec asociat, estimate din diferența de temperatură între mediul urban și cel rural, după modelul sugerat de Oke (1978; 1982).

Terenu

AERMOD încorporează, printr-o abordare nouă și simplă, conceptele actuale privind curgerea și dispersia în terenuri complexe. În cazurile în care acest lucru este necesar, pana este modelată cu o traiectorie care are impact cu terenul și/sau cu o traiectorie care urmărește topografia terenului. Această abordare a fost concepută ca fiind reală din punct de vedere fizic, simplu de implementat, evitând necesitatea de a distinge între topografii simple, medii și complexe, așa cum o cer reglementările în vigoare. Astfel, AERMOD elimină necesitatea de a defini regimuri de topografie complexă; toate tipurile de terenuri sunt tratate într-o manieră unitară, continuă și simplă, păstrând în același timp conceptul divizării profilului de curgere (Snyder, et al., 1985) în condiții de stratificare stabilă.

Estimarea coeficienților de dispersie

Deviațiile totale standard ale distribuțiilor laterale și verticale ale concentrațiilor sunt o combinație între dispersia datorată turbulenței ambientale și dispersia indusă de portanța penei (precum și turbulența indusă de clădiri, dar care este luată în considerare printr-o abordare separată).

AERMOD ia în considerare variația dispersiei datorate turbulenței ambientale cu înălțimea, prin folosirea unor „parametri efectivi”. AERMOD tratează dispersia verticală datorată turbulenței ambientale ca pe o combinație între o abordare specifică la suprafață, și o abordare mai tradițională la înălțime, după Taylor (1921). În apropierea suprafeței, este folosită o relație empirică pentru coeficientul de dispersie laterală pe baza setului de date Prairie Grass. Dispersia datorată portanței penei este considerată direct proporțională cu supraînălțarea.

Efectele dispersiei datorate turbulenței ambientale și cele ale dispersiei induse de portanța penei sunt presupuse a fi independente.

Supraînălțarea penei de poluant

În stratul limită convectiv, supraînălțarea penei pentru sursa directă este dată de suprapunerea efectelor de impuls al sursei și de portanță (Briggs, 1984). Pentru pana indirectă, este folosită o metodă modificată, pentru simularea fumigației, adăugându-se o supraînălțare virtuală.

Pentru stratul limită stabil, este folosită formularea lui Weil (1988), modificată printr-o abordare iterativă, similară cu cea a lui Perry et al. (1989), pentru a lua în considerare scăderea portanței penei odată cu creșterea temperaturii potențiale, pe măsură ce pana se înalță într-o atmosferă cu gradient de temperatură potențială pozitiv. De asemenea, sunt introduse relații noi pentru calculul supraînălțării în condiții neutre (după Weil, 1985) sau de calm (Morton et al., 1956; Briggs, 1969).

Efectul de clădire

Pentru estimarea creșterii dispersiei penei de poluant și a reducerii supraînălțării acesteia datorită influenței clădirilor, AERMOD utilizează algoritmiul PRIME (Plume Rise Model Enhancements). În PRIME, lângă clădiri, pana este împărțită într-o regiune de cavitate, în care are loc o recirculare, și o regiune cu dispersie crescută, în funcție de masa penei care intercepțează marginile cavității.

Dispersia în zona cavității se bazează pe geometria clădirii și se estimează pe baza unei funcții de densitate de probabilitate. Este presupusă o amestecare uniformă pe verticală. Dincolo de granița regiunii de cavitate, masa penei care iese din aceasta este combinată cu masa care nu a fost capturată în cavitate și dispersată cu o rată mai mare, în funcție de locația sursei, înălțimea de emisie și geometria clădirii, folosind un model de difuzivitate a vârtejului turbulent (Weil, 1996).

Supraînălțarea penei în cazul surselor influențate de clădiri este estimată prin utilizarea unui model numeric ce include efectele devierii liniilor de curent lângă clădire, forfecării pe verticală datorate vitezei vântului, diluției crescute din cauza turbulenței și deficitului de viteză.

Reacțiile chimice

Este utilizată o schemă chimică foarte simplă, ce ia în considerare doar 2 reacții:



Ca valori ale concentrațiilor de fond, sunt necesare doar cele pentru ozon.

Depunerile

AERMOD are implementați algoritmi de calcul al depunerilor umede și uscate, atât pentru particule, cât și pentru gaze.

Fluxul de depunere uscată este calculat ca produsul dintre concentrație și o viteză de depunere, oră de oră și însumat pentru a se obține fluxul total, pentru o perioadă de timp specificată de utilizator. Vitezele de depunere uscată sunt simulate printr-o schemă de rezistență, pentru particule fiind determinate și pe baza distribuției dimensiunilor dominante ale acestora.

Fluxul de depunere umedă pentru particule este produsul dintre concentrația medie în coloana de aer a particulelor, coeficientul de spălare a particulelor și rata de precipitații. Pentru gaze, fluxul de depunere umedă se obține prin înmulțirea concentrației poluantului în faza lichidă, masei moleculare a poluantului și ratei de precipitații.

Depunerea poluanților conduce la îndepărtarea de masă din pana de poluant, ceea ce reduce concentrația la nivelul solului și fluxurile de depunere pe măsură ce pana se deplasează. Acest consum este implementat în AERMOD prin metoda simplă de consum al sursei (Chamberlain, 1953). Această metodă calculează un factor de consum al sursei, care este înmulțit cu concentrația și/sau fluxul de depunere neconsumat(ă), pentru a se obține consumul.

Caracterizarea surselor

Sursele de emisie pot fi introduse în AERMOD ca surse punctuale, de suprafață sau de volum. Sursele punctuale necesită ca date de intrare: locația sursei, elevația, înălțimea sursei, diametrul interior la vârf, rata de emisie, temperatura și viteza gazelor la evacuarea în atmosferă. Pentru sursele de suprafață și de

volum sunt necesare locația, înălțimea de elevație (opțional), înălțimea de emisie și rata de emisie. În plus, sursele volumice necesită și specificarea dimensiunilor inițiale ale penei de poluant (laterală și verticală). Sursele de suprafață pot fi introduse ca cercuri sau ca poligoane cu până la 20 de laturi.

Datele de intrare

Datele de intrare pentru modelul de dispersie AERMOD sunt reprezentate de:

- date meteorologice orare: parametrii stratului limită (viteza de fricțiune, lungimea Monin-Obukhov, scara vitezei convective, scara temperaturii potențiale, înălțimea de amestec și fluxul de căldură sensibilă), puși la dispoziție de AERMET;
- date de teren: grila cu scara înălțimii terenului, furnizată de AERMAP; date legate de utilizarea terenurilor și de tipul de acoperire a terenului, în funcție de anotimp (pentru calculul depunerilor);
- date legate de rețeaua de receptori: coordonatele geografice și înălțimea deasupra nivelului mediu al mării pentru fiecare receptor, transmise de AERMAP în rețele rectangulare și/sau sferice și/sau pentru receptori singurari;
- date legate de sursele de emisie: parametri fizici ai surselor (coordonatele geografice, elevația, înălțimea de emisie, pentru sursele punctuale și diametrul interior la vârf)
- date de emisie: rata de emisie pentru fiecare poluant, pentru sursele punctuale și temperatura și viteza gazelor la evacuarea în atmosferă, iar pentru sursele volumice dimensiunile inițiale ale penei;
- factori de variație temporală (orară) a emisiilor;
- concentrații de fond;
- date legate de clădirile care influențează dispersia: coordonatele geografice ale colțurilor clădirilor și înălțimea acestora.

Calcululele de dispersie au fost efectuate pe o grilă de receptori cu dimensiunile de 5 km x 5 km și pasul de 100 m, care cuprinde amplasamentul CNE Cernavodă, orașul Cernavodă și localitatea Ștefan cel Mare.

Datele de ieșire

Datele de ieșire sunt reprezentate de câmpurile de concentrații în nodurile rețelei de receptori definite. AERMOD calculează, pentru fiecare receptor, concentrații maxime, medii, percentile, valorile ce depășesc un anumit prag etc., pe diverse perioade de mediere: oră, zi, lună, an, multianuală etc.

Datele meteorologice

Datele meteorologice folosite pentru rulara preprocesorului meteorologic AERMET au constat în datele de suprafață și de profil extrase din datele de ieșire generate prin rulara în mod „downscaling” a unui model meteorologic dinamic la mezoscară - TAPM.

TAPM (The Air Pollution Model) este un model combinat meteorologie - dispersie dezvoltat de CSIRO (Australia).

Componenta meteorologică a TAPM este un model de prognoză, incompresibil, non-hidrostatic, de ecuație primitivă rezolvată în coordonate care urmăresc topografia.

Modelul rezolvă ecuațiile impulsului pentru componentele orizontale ale vântului, ecuația de continuitate incompresibilă din care derivă viteza verticală și ecuațiile scalare pentru temperatura virtuală potențială și umiditatea specifică a vaporilor de apă, a apei din nori și a apei din precipitații.

Soluția pentru câmpul de vânt, temperatură virtuală potențială și umiditatea specifică, este secvențial asimilată prin valorile sinoptice ale acestor mărimi furnizate în baza de date a modelului.

Datele meteorologice utilizate de TAPM ca date de intrare pentru model sunt furnizate de un model de analiză la scară sinoptică (LAPS – Limited Area Prediction System) și constau din date modelate la intervale de șase ore într-o rețea geografică – longitudine/latitudine cu rezoluție de 0,75 grade (aproximativ 75 km) ce acoperă Emisfera Nordică.

Datele de teren sunt furnizate de US Geological Survey, Earth Resources Observation Systems (EROS) Data Centre Distributed Active Archive Centre (EDC DAAC), cu o rezoluție latitudine de 30 secunde (aproximativ 1 km).

US Geological Survey furnizează de asemenea cu aceeași rezoluție și datele de utilizarea terenului.

Datele necesare pentru rularea preprocesorului meteorologic AERMET au fost extrase în punctul central al grilei de calcul asociată modelului AERMOD. În acest sens a fost dezvoltată o aplicație externă care interfațează modelul TAPM cu preprocesorul meteorologic AERMET.

Rezultatele modelării sunt prezentate la capitolul *D Probe de aer, subcapitolul 3.1.*

➤ Radioactivitatea mediului – aer și precipitații

Investigațiile realizate - Stabilirea punctelor de prelevare s-a făcut astfel încât să se surprindă impactul asupra aerului înconjurător și a apei din precipitații în puncte situate la diferite distanțe și direcții în exteriorul amplasamentului CNE Cernavodă, după cum urmează.

• **Punctele de prelevare a probelor de aer:**

- În zona Laboratorului Control Mediu aparținând CNE Cernavodă, amplasat în orașul Cernavodă, la cca. 2,38 km NV față de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2
- În zona Hotel Yahoo din orașul Cernavodă, situat la cca. 3,25 km NNV față de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2
- În zona Satului Seimeni, unde se află stația de monitorizare aer a Laboratorului Control Mediu aparținând CNE Cernavodă – la cca. 7,7 km N față de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2
- Localitatea Topalu – Zona Post Poliție, la cca. 24 km N - în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă
- În apropierea localității Medgidia – Zona Stației Meteo, punct aflat la cca. 17,6 km SE de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2, pe malul drept al CDMN
- În apropierea localității Fetești – Zona Stației Meteo, punct aflat la cca. 19,2 km NV de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2.

- **Punctul de prelevare a probelor de precipitații** – în zona Hotel Yahoo din orașul Cernavodă, situat la cca. 3,25 km NNV față de unitățile nucleareoenergetice U1 și U2.

La stabilirea punctelor de prelevare pentru determinările de radionuclizi în aer s-au avut în vedere rezultatele studiilor de dispersie efectuate anterior^{3,4} pentru unitățile nucleare ale CNE Cernavodă care au arătat că factorii de dispersie cei mai defavorabili se întâlnesc în interiorul zonei de excludere și a celei cu populație redusă. De asemenea, la poziționarea punctelor de prelevare a probelor de aer și de precipitații s-a avut în vedere situarea zonei populate – orașul Cernavodă – într-un perimetru care se întinde pe o distanță variind între 1,6 și 5 km NNV față de reactoarele U1 și U2.

Pentru fiecare categorie de indicatori și matrici investigate, localizarea punctelor de prelevare, data prelevării și rapoartele de analiză aferente sunt centralizate în Anexele 2.1.A/B/C.

Prelevarea, pregătirea și analiza probelor s-au realizat în conformitate cu reglementările, normele metodologice în vigoare, standardele de metodă și procedurile specifice ale laboratoarelor indicate în Anexele nr. 2.2 - Rapoarte de analiză și în Anexele 2.3.A/B/C privind prelevarea, pregătirea și analiza probelor.

³ Dan Galeriu, *Calcul dispersie - Screening preliminar privind impactul tritiului în atmosfera - aferent efluentului atmosferic de la CTRF - funcționare normală*, cod : 79-38500-SPIT-613-01 rev 0, Noiembrie 2014

⁴ Institutul Național De Cercetare - Dezvoltare pentru Protecția Mediului - ICIM București, *Raport la studiul de evaluare a impactului asupra mediului pentru CNE Cernavodă Unitățile 3 și 4*, www.mmediu.ro

Rezultatele determinărilor se regăsesc în rapoartele de analiză emise de laboratoarele de încercări din cadrul Institutului Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice – ICSI Rm. Vâlcea, respectiv:

- Raportul de analiză nr. 147 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității beta globale în probe de aer
- Raportul de analiză nr. 93 din 04.12.2017 – pentru determinările de tritiu în probe de aer
- Raportul de analiză nr. 2 din 04.12.2017 – pentru determinările de C-14 în probele de aer din mediul înconjurător.
- Raportul de analiză nr. 148 din 05.02.2018 – pentru determinarea activității gama spectrometrice în probe de aer
- Raportul de analiză nr. 95 din 04.12.2017 – pentru determinările de tritiu în proba de apă de precipitații, pe durata unui episod de precipitații

Calculul de doze de tritiu (HTO și OBT) în alimente și la populația din zona CNE Cernavodă

Modelul matematic care a stat la baza calculului acestor doze, prezentat succint în cele ce urmează, este un model realist, bazat pe analiza proceselor ce intervin în transferul tritiului (vapori de HTO) emiși de unitățile nucleare U1 & U2, transformarea HTO în OBT în plante și animale, precum și estimarea OBT în produsele de consum și la populație.

Modelul consideră emisiile realiste de la CNE Cernavodă pentru anul 2017, precum și factorul de dispersie pentru 2017. Este un model versatil, care permite selectarea tuturor stațiilor de monitorizare a aerului stabilite în programul de monitorizare a radioactivității mediului al CNE Cernavodă. În cazul de față, s-a selectat stația ADI-08 (Laborator Mediu Cernavodă). Pentru calculul dozelor în alimente, se consideră producția de hrană locală (cereale, legume, fructe, produse animale), recoltate în anul 2017 în apropierea stațiilor ADI-04 (Mircea Vodă), ABD-01 (Topalu), ADI-02 (Gherghina), ADI-09 (Seimeni), ADI-10 (Rasova). Modelul consideră realist meteorologia locală. Datele de intrare în model sunt prezentate în Tab. 16.

Tab. 16 Datele de intrare în model

Variabila	UM	Valoare	Comentarii
Q (rata de emisie)	Bq s ⁻¹	9,16E+06	input, site specific
Nr. sectoare	-	16	input, site specific
Factor dispersie anual	-	2,71E-08	input, site specific
Factor dispersie în timpul verii	-	3,01E-08	input, site specific
Umiditatea relativă anuală	-	0,765	input, site specific
Umiditatea relativă în timpul verii	-	0,728	input, site specific
Umiditatea absolută anuală	kg m ⁻³	0,0090	input, site specific
Umiditatea absolută în timpul verii	kg m ⁻³	0,0122	input, site specific
Distanța față de sursă	m	2,50E+03	input, site specific
Cantitatea de ploaie în timpul verii	mm	200	input, site specific
u (viteza vantului) în timpul ploii	m s ⁻¹	4,00E+00	input, site specific
Frecvența sectorului	-	0,062	input, site specific
Frecvența ploii în sector	-	0,062	input, site specific
ΔT	s	6,09E+04	Durata ploii vara în sectorul respectiv
ΔΘ	radians	0,393	

Variabila	UM	Valoare	Comentarii	
Λ (coeficientul de spălare)	s ⁻¹	6,60E-05	Baza de date	default
Fracția de HTO în umiditatea din aer și reținută în sol	-	0,15	Baza de date, model	
Apa de băut ca fracție din umiditatea din aer	-	0,1	Considerată pentru animale	0,1
Apa de băut ca fracție din umiditatea din aer	-	0,1	Considerată pentru oameni	0,1
Fracția de pășune contaminată	-	1	input, site specific	1
Fracția de fân contaminată	-	0,7	input, site specific	0,7
Fracție de cereale contaminată folosită ca hrana pentru animale	-	0,5	input, site specific	0,2
Fracția de legume frunzoase din dietă contaminate	-	1	input, site specific	1
Fracția de rădăcinoase din dietă contaminate	-	0,7	input, site specific	0,7
Fracția de fructe și legume (organe) contaminate	-	0,5	input, site specific	0,5
Fracția de cereale contaminată	-	0,2	input, site specific	0,2

Coeficienții de conversie a dozei (DCF) pentru HTO și OBТ conform modelului ICRP (ICRP, 1989 [39]) pentru grupele de vârstă considerate (adult, copil de 10 ani, copil de 1 an) sunt prezentați în Tab. 17 .

Tab. 17 Coeficienții de conversie a dozei (DCF) pentru HTO și OBТ pentru grupele de vârstă considerate de ICRP (1989)

Forma de tritium	DCF		
	Adult	Copil 10 ani	Copil 1 an
HTO	1,80E-11	2,30E-11	4,80E-11
OBТ	4,20E-11	5,70E-11	1,20E-10
Rata de inhalare (m ³ /an)	8036	4346	1112

Coeficienții de conversie a dozei pentru HTO și OBТ – conform modelului Melintescu et al., 2007 [41]; Galeriu and Melintescu, 2010 [42]– pentru grupele de vârstă considerate (adult, copil de 10 ani, copil de 1 an) sunt prezentați în Tab. 18.

Tab. 18 Coeficienții de conversie a dozei pentru HTO și OBТ pentru grupele de vârstă considerate în modelul folosit în prezentul raport (Melintescu et al., 2007; Galeriu and Melintescu, 2010) în cazul emisiilor de rutină

Forma de tritium	DCF		
	Adult	Copil 10 ani	Copil 1 an
HTO	2,00E-11	2,80E-11	5,40E-11
OBТ	4,90E-11	6,20E-11	1,38E-10

Modelul consideră o dietă echilibrată, inclusiv produse animale, animale pentru care de asemenea, este luată în considerare o dietă/hrană echilibrată, prezentată în Tab. 19. Animalele considerate în model sunt: vacă de lapte, vită, oaie, miel, porc, pui, găini ouătoare.

Tab. 19 Dieta zilnică a animalelor considerate în model

Dieta zilnică a animalelor (kg fw d ⁻¹)	Vaci de lapte	Vită	Oaie	Miel	Porc	Pui	Găină ouătoare
iarbă	30	17	5	2,2	0	0	0
fân	6	4	1,1	0,5	0	0	0
cereale	2,5	1,5	0	0	2,5	0,1	0,14
apă de băut	35	25	5	3	8	0,2	0,27

fw – fresh weight (masă proaspătă); d - zi

În model au fost utilizați factorii de transfer între diferitele forme de tritium (Tab. 20). Detalii asupra calculului coeficienților de transfer se regăsesc în Galeriu et al. (2001) [40].

Tab. 20 Factorii de transfer ai tritiului ingerat în hrana în tritiul din produsul animal

Coeficienți de transfer (d kg ⁻¹)	Lapte vacă	Carne vită	Lapte oaie	Carne miel	Carne porc	Carne pui	Ouă
F _{HH}	0,013	0,016	0,12	0,22	0,054	3,3	2,5
F _{HO}	0,001	0,0015	0,005	0,015	0,006	0,25	0,17
F _{OH}	0,0089	0,01	0,075	0,15	0,049	3	2,2
F _{OO}	0,0083	0,037	0,083	0,2	0,11	3,1	2

F_{HH} - factorul de transfer dintre HTO în hrana în HTO în produsul animal

F_{HO} - factorul de transfer dintre HTO în hrana în OBV în produsul animal

F_{OH} - factorul de transfer dintre OBV în hrana în HTO în produsul animal

F_{OO} - factorul de transfer dintre OBV în hrana în OBV în produsul animal

3. Rezultatele analizelor efectuate

În acest subcapitol sunt prezentate următoarele:

- rezultatele modelării matematice a dispersiei poluanților convenționali emiși de sursele de ardere aparținând CNE Cernavodă, în comparație cu valorile reglementate prin Legea 104/2011 privind calitatea aerului înconjurător;
- rezultatele determinărilor de radioactivitate pentru probele de aer și precipitații prelevate în campania Septembrie-Octombrie 2017, comparativ cu rezultatele monitorizării efectuate anterior de CNE Cernavodă prin laboratoarele proprii;
- rezultatele calculului de doză pentru tritium (HTO și OBV).

3.1 Rezultatele modelării matematice a dispersiei în atmosferă a poluanților convenționali

Rezultatele modelării sunt prezentate grafic sub forma hărților de dispersie, care prezintă curbele de izoconcentrații pentru toți poluanții și pentru toate scenariile pentru care s-a realizat modelarea dispersiei, pentru toate intervalele de mediere relevante, suprapuse peste harta geografică a zonei. Hărțile de dispersie sunt prezentate în Anexa 3 a Raportului cu privire la Bilanțul de mediu de nivel II.

Tabelul următor prezintă valorile maxime ale concentrațiilor obținute prin modelare în zonele locuite din arealul analizat.

Tab. 21 Concentrații maxime de poluanți în aerul înconjurător, în zonele locuite, obținute în scenariile de modelare analizate

Scenariu	Poluant	Perioadă de mediere	Concentrație maximă		Valoare limită VL*
			Oraș Cernavodă	Ștefan cel Mare	
			μg/m ³		
"rezervă"	NO ₂	1 oră	190,3	100,2	200
"avarie"	NO ₂	1 oră	379,3	204,1	200
"testare - toate sursele"	NO ₂	1 oră	821,5	352,0	200
"testare - rezervă U1"	NO ₂	1 oră	74,5	34,6	200
"testare - rezervă U2"	NO ₂	1 oră	71,9	52,6	200
"testare - avarie"	NO ₂	1 oră	211,5	92,3	200
"testare - CTP"	NO ₂	1 oră	2,6	2,2	200
"rezervă"	CO	8 ore	66,8	24,6	10.000
"avarie"	CO	8 ore	26,4	11,4	10.000
"testare - toate sursele"	CO	8 ore	33,7	16,5	10.000
"rezervă"	SO ₂	1 oră	61,0	77,3	350
"avarie"	SO ₂	1 oră	60,9	77,2	350
"testare - toate sursele"	SO ₂	1 oră	61,1	77,5	350
"rezervă"	SO ₂	24 ore	9,8	9,2	125
"avarie"	SO ₂	24 ore	9,7	9,1	125
"testare - toate sursele"	SO ₂	24 ore	0,8	0,8	125
"rezervă"	PM ₁₀	24 ore	8,7	3,0	50
"avarie"	PM ₁₀	24 ore	2,9	1,2	50
"testare - toate sursele"	PM ₁₀	24 ore	1,5	0,5	50

Concluzii cu privire la impactul asupra calității aerului generat de sursele de efluenți (poluanți) atmosferici neradioactivi de pe amplasamentul CNE Cernavodă

În urma analizei rezultatelor modelării matematice a impactului asupra calității aerului, rezultă următoarele concluzii:

- Singurul poluant pentru care pot apărea depășiri ale valorilor limită prin aportul surselor centralei este dioxidul de azot (NO₂), pentru ceilalți poluanți (CO, SO₂, PM₁₀) valoarea maximă a concentrațiilor obținute prin modelare situându-se sub valoarea limită aferentă, în orice scenariu sau perioadă de mediere considerate.
- În cazul NO₂, cel mai mare impact s-a obținut în scenariul "testare - toate sursele", însă acesta este unul teoretic și presupune funcționarea simultană a tuturor instalațiilor de ardere de pe amplasament.
În practică, se recomandă puternic a se realiza operările de testare pentru fiecare instalație separat (o singură instalație în funcțiune la orice moment).
- Cel mai mare impact în situațiile operaționale posibile îi revine scenariului de "avarie", datorită în mare parte parametrilor de dispersie mai slabi ai coșurilor aferente generatoarelor Diesel de avarie (înălțime coș și viteză evacuare gaze - reduse). În acest caz, pe harta de dispersie aferentă se observă o zonă de depășire a valorii limită (VL) ce cuprinde și porțiuni din sudul orașului Cernavodă.

- Valori mari ale concentrațiilor de NO₂ apar și în scenariul de testare al unui singur generator de avarie ("testare - avarie"), putând apărea și în acest caz porțiuni restrânse cu depășiri ale VL.
În acest sens, se recomandă implementarea unui program de măsurări indicative ale emisiilor de oxizi de azot generate de generatoarele de avarie, iar dacă valorile obținute sunt comparabile cu cele estimate în cadrul Bilanțului de mediu de nivel II, se recomandă realizarea unor studii în vederea îmbunătățirii parametrilor de dispersie pentru aceste surse (realizarea unor coșuri mai înalte, implementarea tirajului forțat, etc.).
- Scenariul "rezervă" arată faptul că sursele aferente generatoarelor Diesel de rezervă, deși au asociate emisii de NO₂ mai mari decât cele aferente generatoarelor de avarie, generează un impact mai restrâns, cu valori maxime mai mici, datorită, pe de o parte, parametrilor de dispersie mai buni ai coșurilor, iar pe de altă parte - "efectului de clădire" cauzat de clădirile generatoarelor și de cele învecinate.
- Valorile maxime atinse pentru scenariile de testare a câte unui grup de rezervă se situează sub valoarea limită.
- Impactul CTP, în oricare scenariu, nu este unul semnificativ, datorită atât emisiilor mai mici de NO₂ ce sunt asociate unor condiții de ardere superioare (în cazane, față de motoare Diesel staționare), cât și înălțimii superioare a coșurilor CTP.
- În capitolul 4.4.3 al Raportului cu privire la Bilanțul de mediu de nivel I, au fost prezentate și concentrațiile de fond din arealul în care este amplasată CNE Cernavodă. Acestea au un nivel scăzut și nu contribuie semnificativ la creșterea impactului prin cumularea cu sursele aferente CNE Cernavodă.
- *Trebuie precizat și faptul că abordarea conservativă utilizată în modelarea dispersiei pune în evidență un impact maxim care este posibil să nu fie atins în practică, iar în plus, luându-se în considerare numărul anual de ore mic în care pot funcționa sursele de emisii analizate, este puțin probabil să se atingă un număr de depășiri ale concentrațiilor orare de NO₂ mai mare decât cel permis, de 18 pe an.*

3.2 Rezultatele determinărilor de radioactivitate în probe de aer și precipitații

3.2.1 Activitatea beta globală în probe de aer

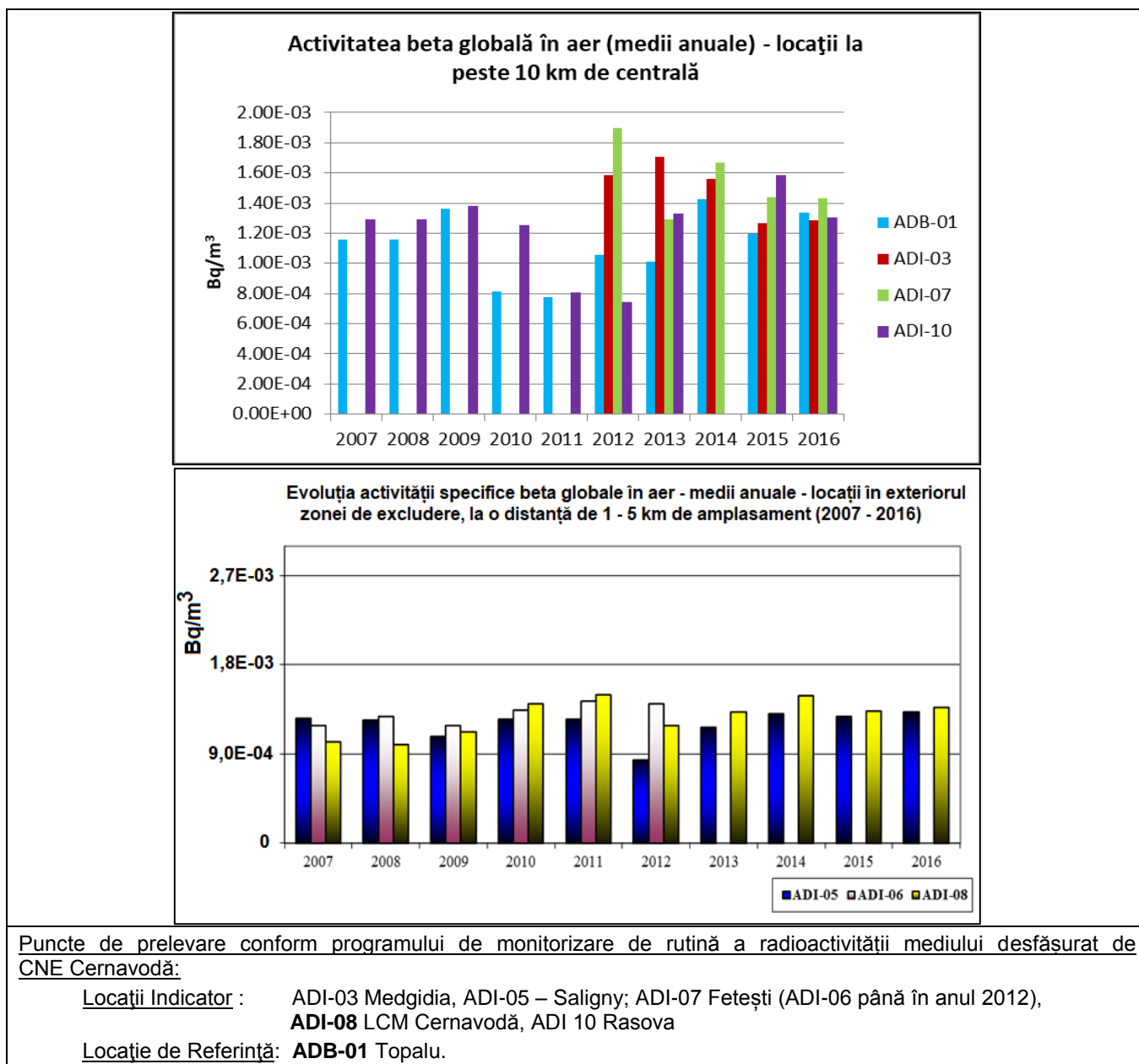
În Tab. 22 sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor activității beta globale pe particulele colectate pe filtre timp de 1 lună, în luna Octombrie 2017, iar în Fig. 11 sunt prezentate rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină a radioactivității mediului desfășurat de CNE Cernavodă – pentru locațiile corespunzătoare.

Tab. 22 Rezultatele determinării activității beta globale în probele de aer prelevate în Octombrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație	Activitate beta globală (mBq/m ³)
Aer înconjurător	Topalu – locație de referință (ADB-01*)	2,44 ± 0,17
	Laboratorul Control Mediu situat în orașul Cernavodă – locație indicator (ADI-08*)	2,06 ± 0,15

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

Fig. 11 Valori medii anuale ale activității specifice beta globale în probe de aer, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă



Se observă că rezultatele obținute pentru probele de particule prelevate în luna Octombrie 2017 sunt sensibil apropiate pentru locațiile aflate la diferite distanțe față de platforma CNE Cernavodă. De asemenea, activitatea beta globală măsurată în această campanie a fost de același ordin de mărime cu rezultatele furnizate de programul de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă.

3.2.2 Activitatea specifică a tritiului în probe de aer și precipitații

În tabelul de mai jos sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor de tritiu (HTO) din probele de aer și proba de apă de precipitații prelevate în campania desfășurată în luna Septembrie 2017.

Tab. 23 Rezultatele determinărilor de tritium (HTO) în probele de aer și apă de precipitații prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație		Tritium (HTO) (Bq/l ^{**})
	Campania Septembrie 2017	Cod CNE Cernavodă*	
Aer înconjurător	Zona Laboratorului Control Mediu aparținând CNE Cernavodă (în jumătatea Sudică a orașului Ceavodă)	ADI-08	0,64 ± 0,28
	Hotel Yahoo (situat la limita de NE a orașului Cernavodă)		< 0,45
	Sat Seimeni – Stația de monitorizare aer LCM (cca. 7,7 km N față de U1 și U2)	ADI-09	< 0,45
	Topalu – Zona Post Poliție (24 km N - în linie dreaptă - față de platforma CNE Cernavodă)	ADB-01	< 0,45
	Medgidia – Zona Stației Meteo (cca. 17,6 km SE față de U1 și U2)	ADI-03	< 0,45
	Fetești – Zona Stației Meteo (cca. 19,2 km NV față de U1 și U2)	ADI-07	< 0,45
Apă de precipitații	Hotel Yahoo (în orașul Cernavodă, cca. 3,25 km NNV față de U1 și U2)		< 0,45

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

** Bq/l în apa de barbotare, conform Raport de analiză 93/04.12.2017

Singura valoare peste limita de detecție a fost obținută pentru proba de aer prelevată în zona Laboratorului Control Mediu, amplasat în partea de Sud a orașului Cernavodă. Valoarea obținută corespunde unei concentrații de tritium în aerul înconjurător de $0,444 \pm 0,195$ Bq/m³ aer. Pentru celelalte puncte de investigație, rezultatele obținute s-au situat sub limita de detecție de $0,316$ Bq/m³ aer. Aceste rezultate obținute pe probe de scurtă durată se înscriu în domeniul de valori înregistrate de CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului (a se vedea Fig. 12) .

De asemenea, concentrația tritiului în apa de precipitații colectată pe parcursul unui episod de scurtă durată și intensitate s-a situat sub limita de $0,45$ Bq/l.

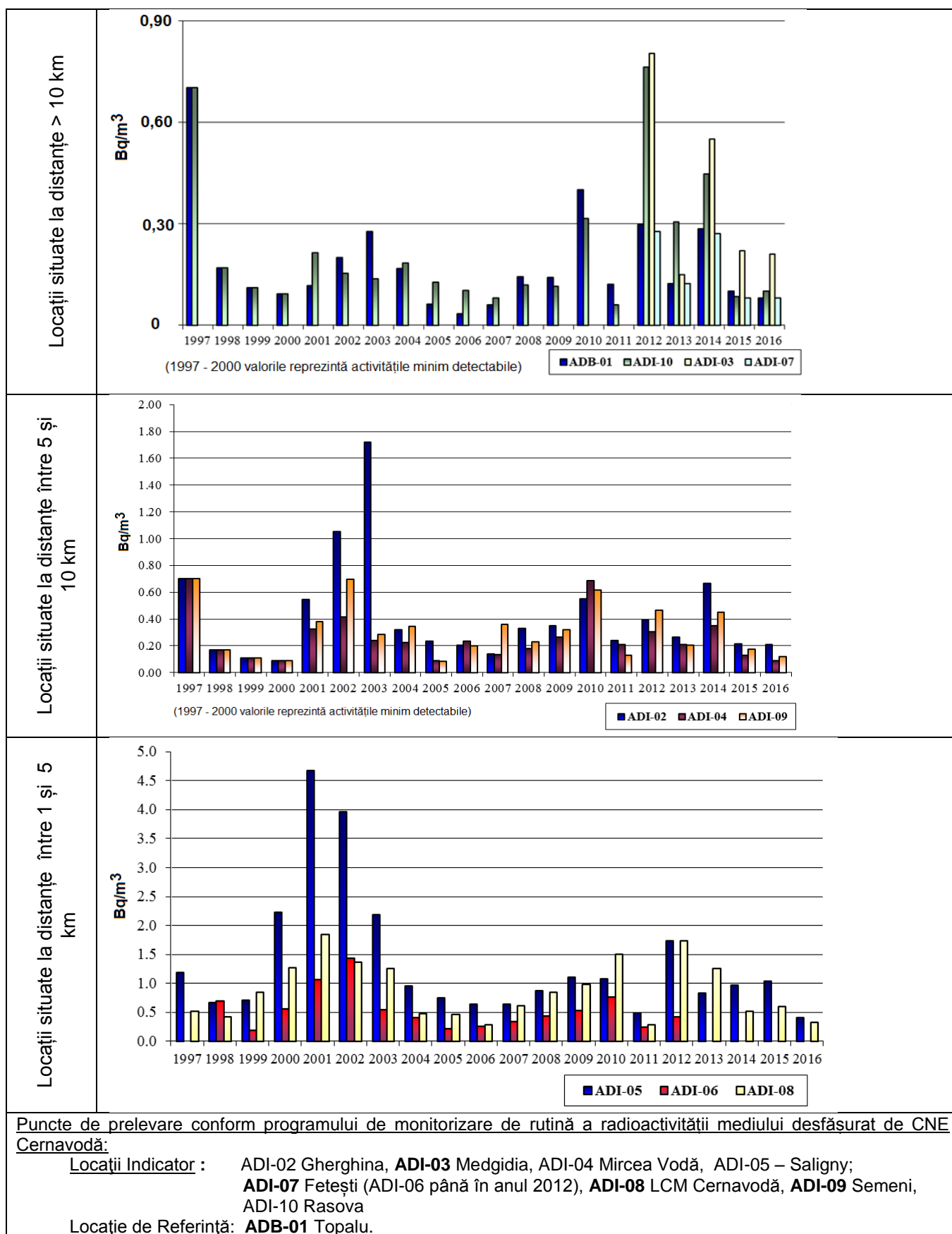
Pe parcursul episodului de precipitații, valoarea activității tritiului în apa de precipitații este puternic influențată de intensitatea precipitației, durata acesteia, viteza și direcția vântului, precum și de distanța dintre punctul de prelevare a probei și sursa de emisie în atmosferă.

De asemenea, o influență semnificativă asupra investigațiilor pe termen scurt o au condițiile meteo anterioare efectuării prelevării de probe – de exemplu ceața sau ploile recente care au spălat atmosfera, vântul puternic manifestat pe direcții fluctuante care împrăștie poluanții pe o arie extinsă.

În aceste condiții, informații relevante pot fi furnizate de supravegherea calității atmosferei pe timp îndelungat, rezultatele determinărilor pe scurtă durată având o relevanță limitată.

În figura următoare sunt prezentate rezultatele determinărilor de tritium (HTO) în probe de aer obținute de Laboratorul Control Mediu al CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului, în care sunt incluse punctele de investigație în care au fost prelevate probe în cadrul campaniei din Septembrie 2017.

Fig. 12 Valori ale activității specifice a tritiului (HTO) - medii anuale - în probe de aer la diferite distanțe față de centrală, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă



3.2.3 Activitatea specifică a C-14 în probe de aer

În tabelul de mai jos sunt prezentate centralizat rezultatele determinărilor de C-14 din probele de aer prelevate în campania desfășurată în luna Septembrie 2017.

Tab. 24 Rezultatele determinărilor de C-14 în probele de aer prelevate în campania de toamnă – Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație		C-14 (Bq/gC)
	Campania Septembrie 2017	Cod CNE Cernavodă*	
Aer înconjurător	Zona Laboratorului Control Mediu aparținând CNE Cernavodă (în jumătatea Sudică a orașului Ceavodă)	ADI-08	0,245 ± 0,010
	Hotel Yahoo (situat la limita de NE a orașului Cernavodă)		0,209 ± 0,013

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

Valorile obținute corespund unor concentrații de C-14 în aerul înconjurător de:

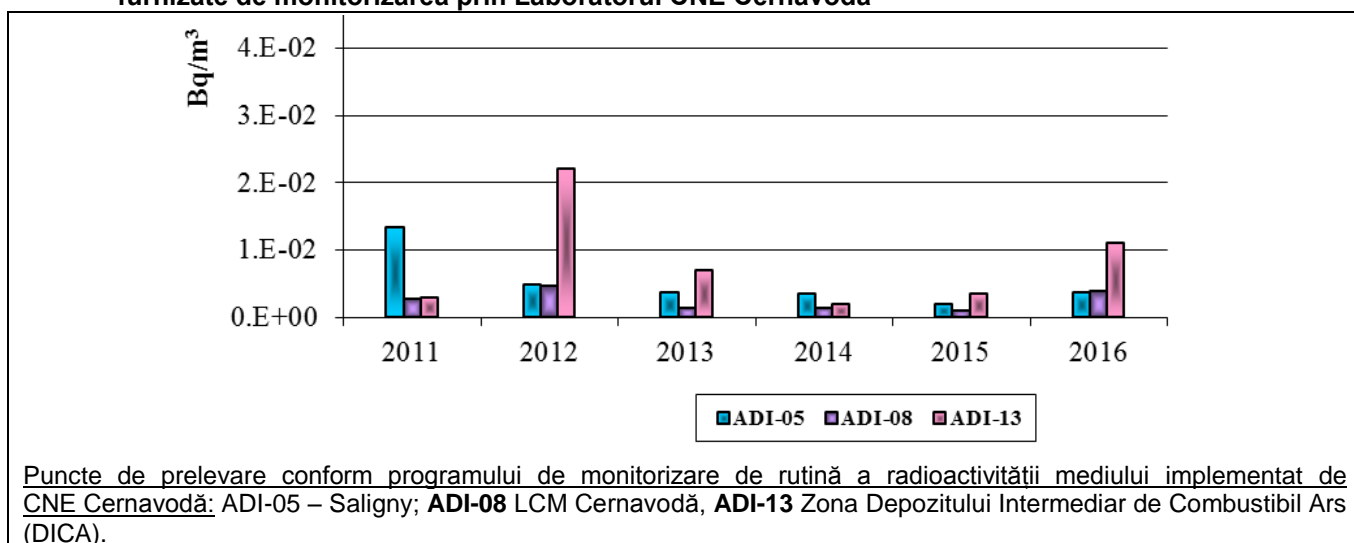
- Laborator Control Mediu CNE Cernavodă: 7,1E-3 Bq/m³
- Hotel Yahoo Cernavodă: 6E-3 Bq/m³

La calcularea acestor valori au fost luate în considerare următoarele:

- volum de aer prelevat: 0,144 m³ (800 cc/min, 3 ore)
- concentrație Carbon în aer: 0,20 gC/m³ (conform IAEA, 2010, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports, Series No.472, IAEA, Vienna, Table 61, pag. 134);
- activitatea specifică a C-14: 0,245 Bq/gC.

În Fig. 13 sunt prezentate rezultatele monitorizării C-14 în aerul înconjurător efectuată de Laboratorul Control Mediu al CNE Cernavodă în puncte situate la diferite distanțe de centrală, inclusiv punctul ADI-08 care a fost investigat în campania Septembrie 2017.

Fig. 13 Valori ale activității specifice a C-14 - medii anuale - în probe de aer, conform rezultatelor furnizate de monitorizarea prin Laboratorul CNE Cernavodă



Se constată că rezultatele obținute pentru cele două puncte de investigare nu diferă semnificativ. Aceste rezultate obținute pe probe de scurtă durată se înscriu în domeniul de valori înregistrate de CNE Cernavodă în cadrul programului de monitorizare de rutină a radioactivității mediului.

3.2.4 Activitatea radionuclizilor gama emițători în probe de aer

Analizele gama spectrometrice au fost efectuate pentru detectarea prezenței următorilor radionuclizi gama emițători specifici centralelor CANDU - Cr-51, Mn-54, Fe-59, Co-58, Co-60, Zn-65, Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ag-110m, Sb-124, Sb-125, Cs-134, Ce-139, Ce-141, Ce-144, Eu-152, Eu-154, Gd-153, Hf-181, unii radionuclizi naturali Be-7, K-40, Pb-212, Pb-214, Bi-212, Bi-214, Ac-228, U-235, precum și Cs-137 emis în mediu în urma accidentului de la Cernobâl.

Pentru ambele probe investigate în campania Septembrie 2017, analizele gama spectrometrice au furnizat rezultate sub limitele de detecție ale metodei, cu excepția radionuclidului natural Be-7.

Tab. 25 Valori peste limitele de detecție ale activității radionuclizilor gama emițători în aer - campania Septembrie 2017

Matrice investigată	Punct de investigație	Concentrație Be-7 (mBq/m ³)
Aer înconjurător	Topalu – locație de referință (ADB-01*)	2,2 ± 0,7
	Laboratorul Control Mediu situat în orașul Cernavodă – locație indicator (ADI-08*)	4,7 ± 0,8

* cod locație conform programului de monitorizare de rutină desfășurat de CNE Cernavodă

Această situație concordă cu cea evidențiată de programul de monitorizare de rutină derulat de CNE Cernavodă [18, 23 – 2015,2016].

3.3 Rezultatele calculului de doză pentru tritii (HTO și OBT)

Pe baza datelor de intrare din Tab. 16 s-au obținut următoarele rezultate (Tab. 26).

Tab. 26 Rezultatele modelului pentru concentrația de HTO în diferite compartimente de mediu

Concentrația inițială de HTO în aer (Bq m ⁻³)	0,24	calculat
Concentrația de HTO în umiditatea din aer în timpul verii (Bq/L)	22,61	calculat
Concentrația de HTO în apa de ploaie în timpul verii (Bq/L)	4,69E+01	calculat
Concentrația de HTO în apa din sol (Bq/L)	50,24	calculat
Concentrația de HTO în plantele cu frunze (Bq/L)	33,15	calculat
Concentrația de HTO în plante (Bq/L)	47,89	calculat pentru fructe, cereale, radacini, tuberculi

Pe baza dietei zilnice a animalelor (Tab. 19) și a concentrațiilor de HTO în diferitele plante considerate în hrana animalelor, au fost calculate concentrațiile de HTO și OBТ din hrana animalelor, ținând seama de masa uscată a fiecărei plante (dry matter - DM) (Tab. 27).

Tab. 27 Concentrația de HTO și OBТ în hrana animalelor

Hrana animalelor (kg fw/d)	DM (kg)	C _{HTO} (Bq/kg fw)	C _{OBТ} (Bq/kg fw)	Observații
iarbă	0,2	26,52	3,97	calculat, model
fân	0,8	6,63	15,91	calculat, model
cereale	0,85	7,18	16,90	calculat, model
apă de băut		2,26E+00	0	

Ținând seama de factorii de transfer în produsele animale, s-a calculat concentrația de HTO și OBТ în produsele animale considerate în model (Tab. 28), precum și în produsele vegetale ce alcătuiesc dieta umană, considerând fracția de masa uscată a fiecărui produs (fraction dry - FD) (Tab. 29).

Tab. 28 Concentrația de HTO și OBТ în produsele animale

Forma de tritiu	Concentrația în produsul animal (Bq/kg(L))						
	Lapte vacă	Carne vită	Lapte oaie	Carne miel	Carne porc	Carne pui	Ouă
HTO	13,70	9,75	20,30	16,98	2,49	5,21	5,38
OBТ	2,63	5,41	3,41	3,87	2,48	2,82	2,55

Tab. 29 Concentrația de HTO și OBТ în produsele vegetale

Produse vegetale	Grâu	Porumb	Cartof	Legume frunzoase	Legume rădăcinoase	Legume solano-fructoase*	Fructe	Ulei	Zahăr
FD (fracția de materie uscată)	0,85	0,85	0,2	0,1	0,17	0,1	0,15	0,99	0,99
Concentrația în produsul vegetal (Bq/kg (L))									
HTO	7,18	7,18	38,31	29,83	39,75	43,10	40,71	0,47	0,47
OBТ	16,90	16,90	3,97	1,98	3,38	1,98	2,98	19,69	19,69

*Legume pentru care se consumă fructul.

Pe baza calculelor de mai sus, s-a calculat ingerarea de HTO și OBТ din alimentele ce constituie dieta specifică zonei Cernavodă, precum și dozele pentru HTO și OBТ la adultul standard, copilul de 10 ani și copilul de 1 an (Tab. 30).

Tab. 30 Ingerarea umană pe baza dietei specifice zonei Cernavodă

Ingerare umană	Adult			Copil 10 ani			Copil 1 an		
	Dieta (g/zi)	HTO (Bq/zi)	OBT (Bq/zi)	Dieta (g/zi)	HTO (Bq/zi)	OBT (Bq/zi)	Dieta (g/zi)	HTO (Bq/zi)	OBT (Bq/zi)
Făina de grâu	373	0,53	1,26	240	0,34	0,81	81	0,11	0,27
Boabe porumb	97	0,14	0,32	73	0,10	0,24	33	0,04	0,11
Cartof	136	5,21	0,54	93	3,56	0,18	39	1,49	0,15
Legume frunzoase	74	2,20	0,14	69	2,05	0,13	38	1,13	0,07
Legume rădăcinoase	65	2,58	0,21	59	2,34	0,19	35	1,39	0,11
Legume solano-fructoase*	80	3,44	0,15	70	3,01	0,13	55	2,37	0,10
Fructe	145	5,90	0,43	340	26,18	1,01	230	9,36	0,68
Lapte proaspăt	160	2,19	0,42	260	3,56	1,00	410	5,61	1,07
Brânză vacă	30	0,24	0,23	20	0,16	0,23	14	0,11	0,11
Brânză oaie	12	0,12	0,12	5	0,05	0,05	0	0	0
Carne vită	24	0,23	0,13	22	0,21	0,11	4,5	0,04	0,02
Carne porc	53	0,13	0,13	38	0,09	0,09	15	0,03	0,03
Carne miel	10	0,17	0,03	9	0,15	0,03	1	0,01	0,003
Carne pui	41	0,21	0,11	31	0,16	0,08	16	0,08	0,04
Ouă	24	0,13	0,06	19	0,10	0,04	10	0,05	0,02
Ulei	30	0	0,59	11	0	0,21	2	0	0,04
Zahăr	27	0	0,53	28	0	0,55	12	0	0,23
Bere	100	0	0	0	0	0	0	0	0
Vin	61	2,48	0,18	0	0	0	0	0	0
Apă de băut	1300	2,93	0	1000	2,26	0	180	0,40	0
Suma (Bq/zi)		28,89	5,65		44,37	5,17		22,29	3,13
DOZA (Sv/an)									
Ingestia hranei (Sv/an)		1,90E-07	8,67E-08		3,73E-07	1,08E-07		3,91E-07	1,37E-07
Inhalare & Absorbție prin piele (Sv/an)		5,38E-08			3,72E-08			1,98E-08	
Doza totală (HTO+OBT) din Ingestia hranei locale + Inhalare & Absorbție prin piele (Sv/an)		3,30E-07			5,18E-07			5,48E-07	

*Legume pentru care se consumă fructul: roșii, ardei, vinete, castraveți, dovleci, dovlecei

Se constată că dozele calculate sunt în aceeași gamă de valori cu cele estimate pe baza rezultatelor programului de monitorizare a radioactivității mediului implementat la CNE Cernavodă în perioada 1995 – 2016 și cu un ordin de mărime mai mici decât rezultatele raportate de CNE Cernavodă pe baza emisiilor de tritium în atmosferă.

E. Evaluare ZGOMOT

1. Descrierea investigațiilor realizate, cu justificarea acestora

În vederea verificării conformării CNE Cernavodă cu legislația de mediu aplicabilă în domeniul **zgomotului de mediu** - au fost efectuate măsurări adecvate, în acord prevederile standardului **SR 10009/2017 Acustică. Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant** și modelări ale nivelurilor de zgomot în conformitate cu metodologia stabilită prin **HG nr. 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant - republicată, cu modificările și completările ulterioare**.

SR 10009: 2017 Acustică. Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant

Standardul prevede în cap. 4.3 *Limite admisibile ale nivelului de zgomot la limita zonelor funcționale, după cum urmează:*

Tab. 31 Limite admisibile conform SR 10009:2017

Nr. crt.	Zona funcțională	Nivelul de presiune acustică, continuu echivalent ponderat A, LAeq,T [dBA]
1	Parcuri ¹⁾	45
2	Zona industrială, inclusiv cea portuară ¹⁾	65
3	Zona feroviară ²⁾	70
4	Aeroporturi ¹⁾	90
5	Zona rezidențială ¹⁾	60

NOTA 1 - Limita acestei zone funcționale este stabilită prin PUG.
 NOTA 2 - Limita acestei zone funcționale se consideră că este la o distanță de 25 m de axa liniei ferate celei mai apropiate de punctul de măsurare

HG nr. 321/2005 (r) privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant - republicată, cu modificările și completările ulterioare

Directiva europeană 2002/49/EC privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant a fost transpusă în legislația română prin HG nr. 321/2005.

Această directivă descrie metodologia ce trebuie folosită de statele membre UE și limitele admisibile stabilite de fiecare stat membru.

Directiva definește o abordare comună în scopul prevenirii și reducerii efectelor negative datorate expunerii la zgomot. În acest scop sunt parcurse următoarele etape:

- determinarea expunerii la zgomot prin cartarea acestuia, folosind metodele de calcul adoptate de fiecare stat;
- informarea publicului privind efectele expunerii la zgomot;
- adoptarea unui plan de acțiune, bazat pe rezultatele cartării zgomotului, care să diminueze nivelul expunerii acolo unde este nevoie și păstrând calitatea mediului acolo unde aceasta este bună.

Deoarece amplasamentul CNE Cernavodă se afla la distanțe suficient de mari față de zonele locuite, problema afectării populației nu se pune, având în vedere diminuarea nivelurilor de zgomot cu distanța și cu existența obstacolelor, între acestea incluzând și terenul deluros.

HG nr. 321/2005 (r) indică metodele de calcul pentru evaluarea dispersiei zgomotului, metode stabilite de Comisia Europeană, metode folosite și în prezenta evaluare.

Suplimentar, au fost efectuate **măsurări ale nivelurilor de zgomot la locul de muncă**, în vederea semnalării eventualelor situații care ar putea necesita o analiză detaliată.

Legislație aplicabilă privind zgomotul la locul de muncă

Valorile limită de expunere și valorile de expunere de la care se declanșează acțiunea angajatorului privind securitatea și protecția sănătății lucrătorilor sunt prevăzute în HG nr. 493 din 12.04.2006 privind *cerințele minime de securitate și sănătate referitoare la expunerea lucrătorilor la riscurile generate de zgomot*, după cum urmează:

- valori limită de expunere $L(EX, 8h) = 87 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 200 \text{ Pa}$;
- valori de expunere superioare de la care se declanșează acțiunea $L(EX, 8h) = 85 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 140 \text{ Pa}$;
- valori limită de expunere inferioare de la care se declanșează acțiunea $L(EX, 8h) = 80 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 112 \text{ Pa}$.

2. Descrierea planului de investigații, tehnicile de lucru

Stabilirea punctelor de măsurare a nivelurilor de zgomot s-a făcut la limita incintei, conform prevederilor SR „:2017 Acustică. Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant”.

Punctele de măsurare sunt ilustrate în Fig. 14.

Fig. 14 Distribuția punctelor de măsurare a nivelurilor de zgomot la limita incintei CNE Cernavodă, în acord cu SR 10009:2017



Prin măsurări ale nivelurilor de zgomot, efectuate la limita incintei, reprezentantul autorizat al Laboratorului de Mediu din cadrul SC Cepstra Grup SRL a stabilit care sunt valorile acestora, comparându-le cu limita de 65 dBA stabilită prin SR 10009:2017 „Acustică. Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant”.

Dacă în cea mai mare parte a perimetrului nivelurile de zgomot sunt generate exclusiv prin activitatea centralei, pe latura de Vest-Nord-Vest, unde se învecinează cu o importantă arteră de trafic rutier – DJ 223C – Strada Medgidiei, caracterizată printr-un trafic semnificativ, nivelul de zgomot măsurat este rezultatul compunerii nivelurilor de zgomot generate atât prin activitatea CNE Cernavodă, cât și de artera de trafic descrisă.

Prin cartarea zgomotului generat exclusiv prin activitatea CNE Cernavodă se evidențiază contribuția acesteia la zgomotul total pe latura de Vest-Nord-Vest.

Pentru modelarea nivelurilor de zgomot generate de funcționarea CNE Cernavodă a fost utilizată metoda interimară de calcul recomandată de Comisia Europeană pentru realizarea hărților strategice de zgomot: a) pentru zgomot industrial: SR ISO 9613-2: "Acustică - Atenuarea sunetului propagat în aer liber, partea a doua: Metoda generală de calcul."

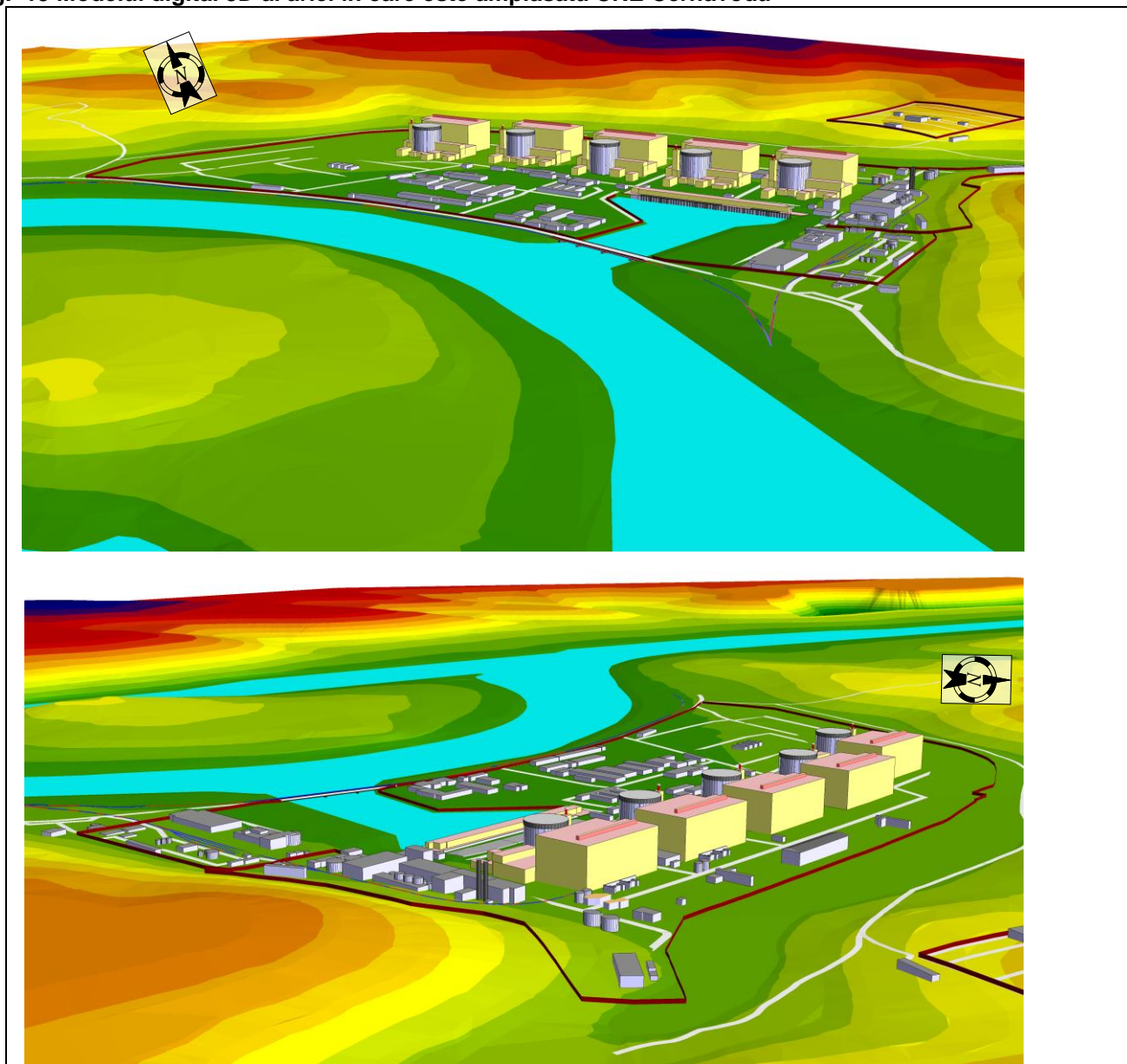
Pentru utilizarea SR ISO 9613-2006, datele de intrare corespunzătoare privind emisiile de zgomot se obțin prin măsurările efectuate în conformitate cu specificațiile din următoarele standarde:

- SR ISO 8297:1999 "Acustică-Determinarea nivelurilor de putere acustică pentru instalațiile industriale cu multe surse, pentru evaluarea nivelurilor de presiune acustică în mediul înconjurător - metoda tehnică";
- SR EN ISO 3744:2011 "Acustică. Determinarea nivelurilor de putere acustică și a nivelurilor de energie acustică ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică. Metode tehnice în condiții apropiate de cele ale unui câmp liber deasupra unui plan reflectant";
- SR EN ISO 3746:2011 " Acustică. Determinarea nivelurilor de putere acustică și a nivelurilor de energie acustică ale surselor de zgomot utilizând presiunea acustică. Metodă de control care utilizează o suprafață de măsurare înconjurătoare, deasupra unui plan reflectant".

Astfel, a fost realizat un model digital 3D al terenului cu o rezoluție acceptabilă (Fig. 15), în care au fost introduse sursele industriale cu:

- duratele de funcționare în cursul unei zile medii,
- puterile acustice estimate prin măsurări adecvate, cu distribuția spectrală a acestora,
- cotele la care sunt amplasate sursele și celelalte obstacole – clădiri – existente în aria de interes.

Fig. 15 Modelul digital 3D al ariei în care este amplasată CNE Cernavodă



Măsurările au fost efectuate de Laboratorul de Mediu al SC Cepstra GrupSRL - acreditat conform SR EN ISO 17025 pentru determinări ale nivelurilor de zgomot în mediu și ale nivelurilor de zgomot profesional.

Sistemul de măsurare este constituit din:

- Sonometru integrator 01 dB tip SOLO, produs de firma 01 dB Metravib, Franța îndeplinește următoarele norme:
 - IEC 651, clasa 1, editia 10-2000
 - IEC 804, clasa 1, editia 10-2000
 - IEC 61672, clasa 1, editia 05-2002
 - IEC 1260, clasa 1, editia 07-1995
 - ANSI S1.11, clasa 1, editia 1986
- Microfon condensator 01 dB tip MCE 21;
- Calibrator Bruel & Kjaer, tip 4231, conform condițiilor ANSI S1.40-1984 și IEC 942 (1988), clasa 1.

Modelarea a fost efectuată utilizând programul dedicat SoundPlan.

3. Rezultatele determinărilor efectuate

În Fig. 14 este prezentată platforma CNE Cernavodă cu limita incintei acesteia și punctele în care au fost măsurate/evaluate valorile nivelurilor de zgomot.

Rezultatele măsurărilor și evaluărilor efectuate sunt prezentate în Tab. 32, atât pentru activitatea CNE Cernavodă cât și pentru alte surse învecinate obiectivului.

Tab. 32 Nivelurile de zgomot la limita incintei CNE Cernavodă

Punctul de investigare	Leq,măsurat [dBA]	Leq,alte surse [dBA]	Leq,CNE [dBA]	Ladmisibilă pt.CNE [dBA]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	66,5	66,5	< 45,0	65,0
2	67,2	67,2	< 45,0	65,0
3	66,4	66,5	< 45,0	65,0
4	60,5	67,2	< 45,0	65,0
5	54,2	54,2	< 45,0	65,0
6	53,4	54,2	< 45,0	65,0
7	53,6	51,1	50,0	65,0
8	62,5	-	62,5	65,0
9	62,5	-	62,5	65,0
10	45,0	-	45,0	65,0
11	60,2	-	60,2	65,0
12	50,1	45,8	49,6	65,0
13	58,4	58,4	< 45,0	65,0
14	67,0	27,0	< 45,0	65,0

NOTĂ:

Dacă într-un punct se recepționează niveluri de zgomot provenind de la două surse incoerente, suma nivelurilor de zgomot se obține prin relația:

$$L_{rez} = 10 * \lg \left(10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} \right) \quad (1),$$

iar dacă se cunoaște valoarea L_{rez} și una din celelalte valori, valoarea necunoscută se determină prin relația:

$$L_2 = 10 * \lg \left(10^{\frac{L_{rez}}{10}} - 10^{\frac{L_1}{10}} \right) \quad (2)$$

Coloana 1 – reprezintă punctul marcat pe planșa din Fig. 14, la limita incintei CNE Cernavodă.

Coloana 2 – reprezintă nivelul echivalent de zgomot total pentru perioada de măsurare (5 min.) pentru toate sursele care concură în punctul respectiv.

Coloana 3 – reprezintă contribuția altor surse din mediul înconjurător, exceptând activitatea CNE, calculată prin relația (2) din NOTĂ

Coloana 4 – reprezintă contribuția exclusivă a CNE Cernavodă, obținută prin modelare și calcul (Fig. 16 și Fig. 17)

Coloana 5 – reprezintă limita admisibilă stabilită prin SR 10009:2017.

După cum poate fi constatat din tabelul de mai sus, **valorile nivelurilor de presiune acustică, continuu echivalente, ponderate A la limita incintei, având ca sursă activitatea CNE Cernavodă sunt inferioare limitei admisibile stabilite prin SR 10009:2017 „Acustică. Limite admisibile ale nivelului de zgomot din mediul ambiant”.**

Fig. 16 și Fig. 17 ilustrează nivelurile de zgomot modelate exclusiv pentru sursele aparținând CNE Cernavodă.

Fig. 16 Dispersia zgomotului având ca sursa activitatea CNE Cernavodă
(vedere dinspre poarta principală)

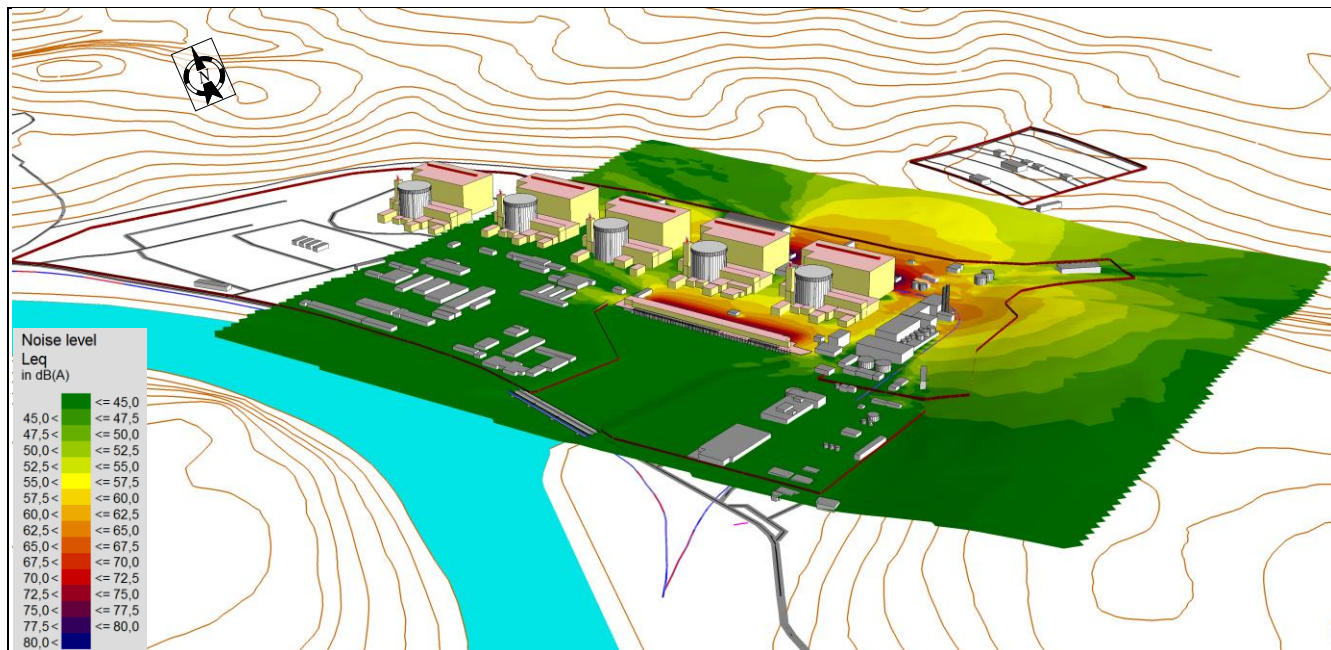
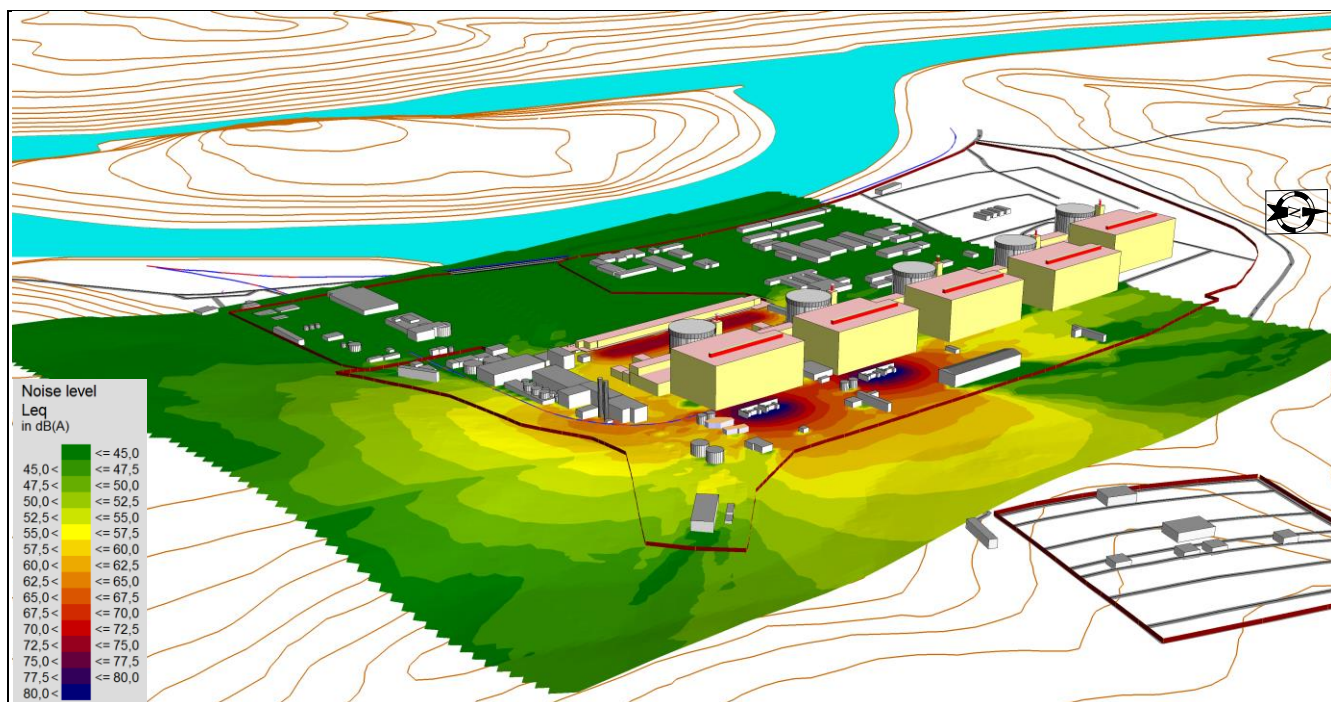


Fig. 17 Dispersia zgomotului având ca sursă activitatea CNE Cernavodă
(vedere din spatele centralei)



În tabelul următor sunt prezentate nivelurile de zgomot măsurate în diferite sectoare ale CNE Cernavodă, în scopul validării hărții de zgomot și pentru semnalarea posibilelor zone de analiză detaliată a zgomotului la locul de muncă.

Tab. 33 Niveluri de zgomot măsurate în luna Noiembrie 2017 în diferite sectoare ale CNE Cernavodă

Nr. crt.	Locul măsurării	Valoarea măsurată [dB(A)]	Condiții	Observații
1.	Sala electrogenerator Diesel	110,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare ocazională, cu operator protejat
2.	Lângă Stația de transformatoare	73,0	Microfon la cota de 1,5 m	La 3 m de transformator
3.	La 5 m de poarta Depozitului de Deșeuri Radioactive	50,2	Microfon la cota de 1,5 m	Pentru validarea cartării zgomotului
4.	Sala chillerelor	86,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori în sală
5.	Sala podului rulant	75,5	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori în sală
6.	Sala mașinilor	87,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori de supraveghere în sală
7.	Hala preîncălzitoare la cota 107	82,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori de supraveghere în sală
8.	Hala preîncălzitoare la cota 93	86,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori de supraveghere în sală
9.	Hala de tratare apă - demineralizare	79,0	Microfon la cota de 1,5 m	Funcționare fără operatori de supraveghere în sală

Prevederile HG nr. 493 din 12.04.2006 privind valorile limită de expunere de la care se declanșează acțiunea angajatorului privind securitatea și protecția sănătății lucrătorilor în raport cu nivelurile de expunere zilnică la zgomot și presiunea acustică de vârf sunt fixate după cum urmează:

- valori limită de expunere $L(EX, 8h) = 87 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 200 \text{ Pa}$;
- valori de expunere superioare de la care se declanșează acțiunea $L(EX, 8h) = 85 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 140 \text{ Pa}$;
- valori limită de expunere inferioare de la care se declanșează acțiunea $L(EX, 8h) = 80 \text{ dB(A)}$, respectiv $p(\text{vârf}) = 112 \text{ Pa}$.

Valorile nivelurilor de zgomot obținute prin testare în diferite puncte, se încadrează sub limita de 87 dB(A). Expunerile la locul de muncă ale operatorilor sunt net sub aceste valori, având în vedere duratele reduse de expunere la zgomotul la aceste niveluri.

În situația de la punctul 1 – Tab. 33, evenimentele sunt cu frecvențe mici (unul pe lună, timp de 2 – 4 ore), iar accesul operatorului se face cu echipament de protecție antizgomot adecvat.

Notă: pe parcursul efectuării măsurărilor, s-a putut constata că toate spațiile erau semnalizate cu indicatoare de purtare obligatorie a protecției auditive.

II. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

A. Rezumatul neconformării cuantificate

În urma investigațiilor desfășurate pe platforma CNE Cernavodă și în zona de influență a centralei rezultă următoarele:

- Pentru factorul de mediu **SOL**:
 - **Poluanți convenționali** – în urma determinărilor de *hidrocarburi în sol (THP – total hidrocarburi din petrol)* desfășurate în interiorul platformei CNE Cernavodă din campania Septembrie 2017, s-au constatat următoarele:
 - În zona rezervorului de CLU, concentrația de THP a depășit pragul de intervenție în proba de suprafață;
 - În zona rezervoarelor de motorină aferente Unității U2, concentrația de THP s-a situat între pragul de alertă și pragul de intervenție, în proba de la 30 cm adâncime;
 - În zona transformatoarelor, concentrația de THP a depășit pragul de alertă la U2 și a atins pragul de intervenție la U1, în probele de suprafață.

Reevaluarea extinderii contaminării, în campania din Decembrie 2017, atunci când au fost prelevate și analizate probe atât de la adâncimea standard de 30cm, cât și de la adâncimi de 20 și 50cm, a relevat situarea sub limita minimă a domeniului de măsurare pentru toate punctele de investigare, cu excepția zonei rezervorului de CLU (CTP) unde s-a constatat menținerea situației de depășire a pragului de intervenție.

Suprafețele afectate sunt de mici dimensiuni în geometria platformei CNE Cernavodă.

- Pentru factorul de mediu **AER**:
 - **Rezultatele modelării dispersiei poluanților convenționali** generați de instalațiile de ardere aparținând CNE Cernavodă au indicat o posibilă depășire a valorilor limită pe scurtă durată reglementate prin Legea 104/2011 pentru indicatorul oxizi de azot situație care poate fi cauzată în special de parametri de dispersie mai slabi ai coșurilor aferente generatoarelor Diesel de avarie (înălțime coș și viteză evacuare gaze – reduse). Aceeași situație s-a constatat în cazul funcționării simultane a generatoarelor Diesel de rezervă, care deși au asociate emisii de NO₂ mai mari decât cele aferente generatoarelor de avarie, generează un impact mai restrâns, cu valori maxime mai mici, datorită, pe de o parte, parametrilor de dispersie mai buni ai coșurilor, iar pe de altă parte - "efectului de clădire" cauzat de clădirile generatoarelor și de cele învecinate.

În cel mai nefavorabil scenariu aferent situațiilor de testare a generatoarelor Diesel de avarie, modelarea dispersiei a pus în evidență un potențial impact în partea de N și NV a amplasamentului, fără a afecta zonele populate.

Trebuie precizat și faptul că abordarea conservativă utilizată în modelarea dispersiei pune în evidență un impact maxim care este posibil să nu fie atins în practică, iar în plus, luându-se în considerare numărul anual de ore mic în care pot funcționa sursele de emisii analizate, este puțin probabil să se atingă un număr de depășiri ale concentrațiilor orare de NO₂ mai mare decât cel permis, de 18 pe an.

Impactul CTP, în oricare scenariu, este nesemnificativ, datorită atât emisiilor mai mici de NO₂ ce sunt asociate unor condiții de ardere superioare (în cazane, față de motoare Diesel staționare), cât și înălțimii superioare a coșurilor CTP.

B. Rezumatul obligațiilor necuantificate și al obligațiilor condiționate de un eveniment viitor și incert, inclusiv recomandări pentru studii de urmărire, pentru cuantificarea acestora, când este posibil

B.1 Rezumatul obligațiilor necuantificate și al obligațiilor condiționate de un eveniment viitor și incert

În decursul timpului, înainte și după punerea în funcțiune a Unității nucleareoelectrice nr. 1 (U1) în 1996, s-au elaborat o serie de studii referitoare la zona Cernavodă, cum sunt:

- „*Studiul hidrologic privind temperatura apei fluviului Dunărea la Cernavodă*” martie 1983, București / ICPGA București;
- „*Studiul hidrologic al Dunării la Cernavodă*”, octombrie 1986, București/ISLGC București;
- „*Studiul hidrologic și meteorologic în zona CNE Cernavodă (parte de hidrologie)*”, București, 31 martie, 1999/ICIM București;
- „*Studiu hidrologic și meteorologic în zona Cernavodă – Hârșova*”, București, 12 iulie, 2001/ICIM București;
- „*Studiu hidrologic pe Dunăre, în zona Cernavodă - Hârșova*”, C23, București, noiembrie 2003, București /ICIM;
- „*Studiu hidrologic pe fluviul Dunărea, în zona Cernavodă – Hârșova*”, necesar întocmirii studiului de impact termic pentru unitatea nr. 3 CNE Cernavodă, aprilie 2004 /ICIM București;
- „*Servicii de expertizare a valorii debitelor extreme și nivelurilor corespunzătoare pentru frecvențe de revenire de 100, 1000, 10000, în secțiunea Cernavodă a fluviului Dunărea, valori rezultate din studiul elaborat în iulie 2005, de Institutul Național de Cercetare –Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină GeoEcoMar*”, 31 iunie 2007/SN NUCLEARELECTRICA SA;
- „*Studiu pentru identificarea unor soluții tehnologice și constructive în vederea asigurării debitelor de apă de răcire necesare pentru funcționarea în condiții de siguranță a CNE Cernavodă la profilul 4x700MW în regim de debite și niveluri scăzute ale Dunării – Date hidrologice, morfologice și hidrogeologice actualizate*” București, 9 ianuarie 2008/ISPE SA, IPTANA SA.

Aceste studii au avut ca scop prezentarea aspectelor hidrologice, geomorfologice și hidrometeorologice ale zonei Cernavodă, furnizând o multitudine de date cum sunt: *debite de ape, nivelurile apei, profile batimetrice, temperatura apei etc...*

În contextul cerințelor UE de reevaluare a marginilor de proiectare pentru unitățile nucleare, generate de evenimentele extreme ce au afectat sever funcționarea unităților de la Fukushima, a apărut necesitatea de a actualiza aceste studii pentru CNE Cernavodă, în scopul asigurării valabilității datelor de intrare utilizate precum și alinierii la evoluția standardelor și metodelor de analiză disponibile și aplicabile la nivel internațional (a se vedea <http://www.cncan.ro/assets/Informatii-Publice/06-Rapoarte/Rapoarte-Comisia-Europeana/Romanian-National-Action-Plan-post-Fukushima-rev.2-30.12.2017.pdf> și <http://www.cncan.ro/assets/Informatii-Publice/06-Rapoarte/Country-Report-RO-Final-26-apr-2012.pdf>).

În anul 2011 CNE Cernavodă a încheiat un contract cu Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor (INHGA) având ca obiect “**Reevaluarea bazelor de proiectare și inundare a amplasamentului CNE Cernavodă**”.

La elaborarea studiului mai sus amintit, alături de Institutul Național de Hidrologie și Gospodărire a Apelor (INHGA), care a avut rolul de coordonator al activităților stabilite prin tema studiului, au colaborat și Institutul Național de Cercetare – Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină GeoEcoMar și Administrația Națională de Meteorologie București.

Studiul s-a derulat în două etape, iar rezultatele acestor etape sunt prezentate în 7 rapoarte tehnice, care au avut următoarele tematici:

Raport tehnic 1: Obiectul acestui raport a constat în reevaluarea parametrilor hidrologici ai Dunării în sectorul Cernavodă, la nivelul anului 2010.

Concluziile Raportului tehnic 1:

- Datele referitoare la debitele medii, maxime, minime lunare și anuale între anii 2004-2010, pentru s.h. Cernavodă, s.h. Hârșova, s.h. Vadu Oii, s.h. Călărași Chiciu, s.h. Bala, datele referitoare la niveluri, între anii 2004-2010, la s.h. Călărași, s.h. Izvoarele, s.h. Cernavodă, s.h. Hârșova, s.h. Vadu Oii, precum și curbele de durată ale debitelor medii zilnice și ale debitelor maxime și minime lunare, pentru s.h. Cernavodă/Hârșova, s.h. Vadu Oii, s.h. Călărași Chiciu și s.h. Bala, actualizează și completează datele prezentate în studiile precedente, pentru sectorul Călărași – Vadu Oii, date necesare pentru studii tehnice aferente funcționării CNE.
- În decursul timpului, au avut loc o serie de viituri, cum ar fi viiturile din 1970, 1980, 1981, 2006, nivelul apei fiind peste limitele cotelor de pericol, viituri care au avut unele urmări în zonă. Debitul maxim înregistrat în vârful de viitura au fost: $Q_{1970} = 6230 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{1980} = 6400 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{1981} = 6550 \text{ m}^3/\text{s}$; $Q_{2007} = 7000 \text{ m}^3/\text{s}$. Evoluția posibilă a debitelor maxime de apă în zonă trebuie să țină cont de cel puțin doi factori, și anume: **modificările climatice** (respectiv *posibilitatea să se intensifice numărul și deci cantitățile de precipitații*) și pe de altă parte, **intervențiile antropice**, (sau mai exact *modificări ale debitelor de apă ca urmare a unor eventuale schimbări ale regimului curgerii în zona brațului Bala*), acestea vor conduce la o eventuală creștere a debitelor pe brațul Dunărea Veche cu efecte negative în regimul de ape mari.

Acest raport a conținut și analiza fenomenelor de iarnă în zona Cernavodă - Canalul Dunăre Marea Neagră, iar rezultatele analizei sunt următoarele:

- referitor la fenomenele de iarnă din zona Cernavodă – Canalul Dunăre Marea Neagră, ca urmare a analizei datelor de evoluție a acestor categorii de fenomene, s-a constatat că temperaturile negative care determină fenomenele de îngheț se înregistrează în lunile decembrie, ianuarie, februarie și luna mai, rar în luna martie. Principalele fenomene de iarnă înregistrate la s.h. Cernavodă – Canalul Dunăre Marea Neagră sunt: *gheața de mal*, **pod de gheață continuu**, *curgerea sloiurilor dese*, *curgerea sloiurilor rare*.

Din seria de fenomene menționate de interes este formarea **podului de gheață continuu**, ca urmare a unor ierni foarte geroase. Astfel, din analiza prezentată, se constată că formarea podului de gheață continuu a avut loc în anii 2000-2004 și 2010. Temperatura aerului în acea perioadă a fost de $-11 \text{ }^\circ\text{C}$, în acest timp, nivelurile apelor au fost suficient de ridicate, ceea ce a împiedicat intrarea în faza de îngheț total. Considerând și evoluția temperaturilor medii anuale ale apei la s.h. Cernavodă, care indică o anumită tendință de creștere se poate considera că posibilitatea unui îngheț total în zona de interes pentru asigurarea cu apă de răcire a U1 și U2 este puțin probabil de a se realiza, întrucât ar trebui atinse temperaturi ale aerului mult sub temperatura de $-20 \text{ }^\circ\text{C}$.

Raport tehnic 2: Elemente caracteristice ale scurgerii solide pe Dunăre în sectorul Cernavodă

Concluzii Raportului tehnic 2:

- Debitul de aluviuni în suspensie, ca și turbiditatea apei, caracteristice secțiunilor hidrometrice Izvoarele, Bala, Cernavodă și Hârșova, relevă o variabilitate lunară și anuală, dependentă în general de scurgerea apei și de regimul termic.
- Compoziția granulometrică a aluviunilor în suspensie și a aluviunilor târâte, prezintă o anumită omogenitate la toate secțiunile hidrometrice.
- Repartiția turbidității în cazul s.h. Cernavodă – Dunăre și s.h. Cernavodă – Canal Dunăre Marea Neagră, este diferențiată, în sensul că există o diferență de turbiditate medie de $0,024 \text{ mg/l}$, ceea

ce arată că există depunere de material aluvionar la zona de confluență dintre Dunărea Veche – Canal Dunăre Marea Neagră.

- Pe de altă parte, dacă se analizează evoluția în timp a tranzitului de aluviuni, există o tendință de scădere a turbidității, a debitului de aluviuni în suspensie și în general a cantității de aluviuni, aceasta rezultând din comparația acestor parametri în două perioade distincte (1972-1985 și 2004-2010), respectiv, în perioadele dintre darea în folosință a lacului de acumulare PF2 și o perioadă mult după darea în folosință a lacului de acumulare).
- Se mai poate remarca o permanentă fluctuație a profilului transversal al albiei, determinat de variația scurgerii apei și aluviunilor dar și de traficul naval din zonă.

Raport tehnic 3: Evaluarea posibilității apariției unui val tsunami în Marea Neagră și impactul potențial al acestuia asupra inundabilității amplasamentului CNE Cernavodă

Concluziile Raportului tehnic 3:

Pătrunderea valului tip tsunami în interiorul teritoriului Dobrogei este limitată din cauză altitudinii reliefului care se ridică deasupra Mării Negre la peste 10 m. Pe de altă parte porțile ecluzelor cu înălțimi de peste 10 mdM, cu terenuri adiacente de aceeași altitudine vor împiedica pătrunderea valului de tip tsunami pe albia Canalului Dunăre - Marea Neagră. Un val cu înălțimea menționată anterior ar putea înainta de-a lungul cursului fluviului Dunărea pe o distanță de cel mult 150 km, înainte ca energia să se disipeze, iar la Cernavodă este practic exclusă inundarea CNE Cernavodă prin pătrunderea valului *de tip tsunami*.

Raport tehnic 4: Studiul de evaluare a proceselor hidromorfologice ale albiei Dunării între bifurcația Silistra și confluența de la Vadu Oii

Concluziile Raportului tehnic 4:

- Bilanțul excedentar de acumulare și de depunere a aluviunilor pe traseul brațului Dunărea Veche între bifurcarea brațului Bala și confluența în aval cu brațul Borcea și descreșterea în timp a debitelor de apă pe acest braț sunt principalele cauze ale instabilității hidromorfologice ale albiei acestui braț, al cărui pat s-a ridicat cu circa 40 cm între anii 1908-1990.
- Din analiza proceselor hidromorfologice de peste brațe s-a obținut funcția empirică a legăturii dintre valorile medii multianuale ale adâncimilor pe talveg și debitele de apă, funcție care permite determinarea gabaritelor transversale ale albiilor în vederea asigurării stabilității hidromorfologice.
- Amenajările hidrotehnice executate între anii 1950-1990 în nodul hidrografic situat la bifurcarea brațului Bala din Brațul Dunărea Veche nu au dat rezultatele scontate din cauza insuficienței cunoașterii proceselor hidromorfologice de pe albie și a ignorării soluțiilor tehnice adoptate cu bune rezultate în trecut pe Dunăre la intrarea în Delta.

Raport tehnic 5. Evaluarea impactului potențial al ruperii barajelor Porțile de Fier I și II asupra funcționării CNE Cernavodă.

Concluziile Raportului tehnic 5:

Datorită atenuării în val a undei de apă produsă la ruperea barajului de la Porțile de Fier, efectele de pe Dunăre la distanța de peste 600 km, unde se află amplasată CNE Cernavodă, nu vor depăși efectele naturale provocate de apele mari ale Dunării.

Raport tehnic 6. Evaluarea cantităților maxime de precepții în zona Cernavodă.

Raportul prezintă date privind cantitățile maxime de precipitații lunare și anuale, cantități maxime de precipitații căzute în 24 ore, lunare și anuale, curbele intensităților ploilor de calcul pentru intervale cuprinse între 5 minute și 24 ore pentru diferite perioade de revenire (1,2,5,10,20,50 și 100 ani).

Raport tehnic 7. Harta de hazard la inundații externe, evaluarea nivelurilor și debitelor minim/maxim ale Dunării pentru amplasamentul CNE Cernavodă

În decursul anilor, începând de la perioada de punere în funcțiune a Unității U1 au fost elaborate o serie de studii privind posibilitatea inundării amplasamentului CNE Cernavodă.

Studiile au avut următoarele obiective:

- să demonstreze că măsurile luate prin proiectare și alegerea amplasamentului sunt suficiente pentru ca funcționarea în siguranță a unităților nucleare să nu fie afectată de inundație;
- să demonstreze că debitul și nivelul apelor Dunării asigură parametrii economici de funcționare la putere nominală a unităților.

Un rol important în analiza și rezultatele acestor studii îl au următoarele fenomene naturale, ce au potențial, cel puțin teoretic, de a conduce la inundarea amplasamentului, respectiv:

- *Creșterea nivelului apelor Dunării*
- *Precipitații abundente.*

Raportul tehnic 7 conține hărți de hazard la inundații pentru regimuri hidrologice extreme ale Dunării și a unor precipitații extreme în zona CNE Cernavodă.

Concluziile Raportului tehnic 7:

- Din comparația rezultatelor obținute cu nivelurile minime de alimentare cu apă din Dunăre se constată că pragurile de fund ale canalelor de alimentare cu apă din Dunăre se situează sub limita minimă a nivelurilor cu o durată de revenire de 10.000 ani. Limitarea este dată de debitele de apă necesară funcționării CNE Cernavodă.

Prin cele prezentate, se constată faptul ca CNE Cernavodă dispune de suficiente informații și resurse specifice privind obligațiile condiționate de un eveniment viitor și incert, în baza cărora se poate conta pe o funcționare sigură și optimă a instalațiilor în exploatare.

B.2 Recomandări pentru studii de urmărire

- a) Determinările concentrațiilor de produse petroliere în sol au indicat posibile scurgeri de produse petroliere ce ar fi putut avea loc cu ocazia manevrelor de alimentare a rezervorului de CLU și respectiv a celor de motorină, sau cu ocazia colectării de probe din rezervoare. Pentru zona rezervorului de CLU, rezultatele celor două campanii sugerează posibila antrenare a hidrocarburilor la adâncimea de 30 cm, prin apa de precipitații. În ceea ce privește zona transformatoarelor, depășirea pragurilor de alertă poate fi cauzată de posibile scurgeri în timpul activităților de mentenanță/service, sau la prelevarea probelor.

În consecință, se recomandă ca în zonele în care s-au constatat depășiri ale pragurilor stabilite prin OM nr. 756/1997 să se procedeze la efectuarea periodică de analize de sol pentru identificarea perimetrelor afectate și a profilului în adâncime, după caz, precum și îmbunătățirea măsurilor de prevenire a scurgerilor în timpul operațiilor la instalațiile respective.

- b) În urma analizei rezultatelor modelării matematice a impactului asupra calității aerului, a rezultat următoarea concluzie:

Singurul poluant pentru care pot apărea depășiri ale valorilor limită prin aportul surselor centralei este dioxidul de azot (NO₂), pentru ceilalți poluanți (CO, SO₂, PM₁₀) valoarea maximă a concentrațiilor obținute prin modelare situându-se sub valoarea limită aferentă, în orice scenariu sau perioadă de mediere considerate.

În acest sens, se recomandă implementarea unui program de măsurări indicative ale emisiilor de oxizi de azot generate de generatoarele de avarie, iar dacă valorile obținute sunt comparabile cu cele estimate în cadrul Bilanțului de mediu de nivel II, se recomandă realizarea unor studii în vederea îmbunătățirii parametrilor de dispersie pentru aceste surse (realizarea unor coșuri mai înalte, implementarea tirajului forțat, etc.).

- c) Ținând cont de lipsa informațiilor istorice privind concentrațiile de poluanți neradioactivi (convenționali) în apele subterane de pe platforma CNE Cernavodă, *se recomandă ca pentru probele prelevate din puțurile de observație ale DICA, DIDR, precum și din puțurile de control al nivelului apelor de sub radier să se efectueze și determinări ale concentrațiilor de poluanți, conform cu obiectivele de referință pentru clasificarea apelor de suprafață – după cum este prevăzut prin Autorizația de Gospodărire a Apelor.*
- d) *Se recomandă continuarea studiului de monitorizare a impactului funcționării CNE Cernavodă asupra biotei acvatice și terestre în scopul evaluării continue a efectelor operării centralei nucleareoelectrice asupra compartimentelor de mediu.*
- e) *Pentru modelarea dispersiei poluanților atmosferici este de recomandat ca pe viitor să se utilizeze și date meteorologice reprezentative la nivelul amplasamentului. Prin urmare, este necesară reabilitarea și modernizarea turnului meteo de pe amplasament, care să includă și un sistem adecvat, performant, de achiziție, stocare și prelucrare a datelor.*

C. Recomandări pentru elementele programului de conformare sau pentru obiectivele de mediu minim acceptate, în cazul privatizării - Nu este cazul

Anexe (rapoarte de analiză și alte documente relevante).

BIBLIOGRAFIE

1. HG nr. 1515/2008 privind emiterea autorizației de mediu pentru Societatea Națională "Nuclearelectrica" - S.A. - Sucursala CNE - Unitatea nr. 1 și Unitatea nr. 2 ale Centralei Nuclearelectrice Cernavodă
2. HG nr. 737/2013 privind emiterea Acordului de mediu pentru proiectul "Continuarea lucrărilor de construire și finalizare a unităților 3 și 4 la C.N.E. Cernavodă"
3. Autorizația de gospodărire a apelor nr. 131/2016 privind "Alimentarea cu apă și evacuarea apelor uzate pentru Unitățile 1 și 2 de la Centrala Nuclearelectrică Cernavodă
4. Protocolul nr. 10521/29.05.2014 privind metodologia monitorizării utilizării resurselor de apă și primirii apelor uzate în resursele de apă, încheiat între A.N. "Apele Române" Administrația Bazinală de Apă Dobrogea – Litoral și S.N. "Nuclearelectrica" S.A. Sucursala CNE Cernavodă
5. Autorizația de gospodărire a apelor nr. 267/2013 privind "Depozit intermediar de combustibil ars (DICA)"
6. CNE Cernavodă, *Fișa de Prezentare și Declarație a Societății Naționale Nuclearelectrica S.A.- Sucursala CNE Cernavodă cu Anexele 1 – 6, Plan de amplasare 2017*
7. CNE Cernavodă, *Plan situație - februarie 2015* întocmit de S.C. RAMBOLL SOUTH EAST EUROPE S.R.L.
8. CNE Cernavodă, *TABLE 1 - Appendix to site chart*
9. CNE Cernavodă, *Autorizație nr. SNN CNE Cernavodă U1-01/2013 emisă de CNCAN prin care SNN SA este autorizată să desfășoare de activități în domeniul nuclear pentru funcționarea și întreținerea Centralei Nuclearelectrice Cernavodă Unitatea 1 prin Sucursala „CNE Cernavodă”*
10. CNE Cernavodă, *Autorizație nr. SNN CNE Cernavodă U1-02/2013 emisă de CNCAN prin care SNN SA este autorizată să desfășoare de activități în domeniul nuclear pentru funcționarea și întreținerea Centralei Nuclearelectrice Cernavodă Unitatea 2 prin Sucursala „CNE Cernavodă”*
11. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Programul de monitorizare a radioactivității mediului pentru CNE Cernavodă*, procedură cod SI-01365-RP15 Rev. 2, 2007
12. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Program de monitorizare a efluenților radioactivi lichizi și gazoși la CNE Cernavodă*, procedură cod SI-01365-RP06, rev. 5/2011 aprobată de CNCAN
13. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Programul de monitorizare fizico-chimică a efluentului lichid și gazos neradioactiv*, procedură cod SI-01365-CH02 Rev.4/2010
14. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Analiza de mediu, determinarea aspectelor de mediu și stabilirea aspectelor semnificative de mediu la CNE Cernavodă*, procedură cod SI-01365-P082 Rev.4/2017
15. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Procesul de managementul de mediu la CNE Cernavodă*, procedură cod RD-01364-Q010, rev. 6/2011, aprobată de către CNCAN
16. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Raport final de securitate Unitatea 1. Capitolul 11 Gospodărirea efluenților și a deșeurilor radioactive*, Decembrie 2014
17. CNE Cernavodă, Cernavodă Nuclear Power Plant Health Physics Department Report HPD-39-1994, *Summary of the Preoperational Environmental Monitoring Program for Cernavodă NPP 1984-1993*, 1994
18. CNE Cernavodă, *Rapoarte informative anuale. Rezultatele monitorizării factorilor de mediu și al nivelului radioactivității în zona Cernavodă*, perioada 1996 ÷ 2016
19. CNE Cernavodă, *Raport de informare. Emisiile radioactive (gazoase și lichide) în perioada 1997-2005 la CNE Cernavodă*, IR-96500-40, rev. 0, Noiembrie 2006
20. CNE Cernavodă, *Raport de informare. Prezența tritiului în apa pluvială prelevată de la DICA*, IR-96200-19, rev. 0, Decembrie 2005
21. CNE Cernavodă, *Raport de informare. Model de calcul pentru limitele derivate de evacuare la CNE Cernavodă*, IR-96500-41, rev. 0, Decembrie 2006
22. CNE Cernavodă, SNN-SA, *Raport informativ. Limite Derivate de Evacuare pentru CNE Cernavodă*, cod IR-96002-027 Rev. 1/2015, aprobat de către CNCAN
23. CNE Cernavodă, *Rapoarte anuale. Environmental Progress Report Cernavodă Nuclear Power Plant România*, anii 2015, 2016

24. CNE Cernavodă, *Situații lunare privind rezultatele monitorizării efluenților gazoși și lichizi radioactivi, 2003-2015*
25. CNE Cernavodă, *Situații privind evenimentele de mediu raportabile la CNCAN – evacuări gazoase și respectiv evacuări lichide radioactive, 2008-2015*
26. CNE Cernavodă, *Rapoarte anuale de mediu – 2003, 2005, 2007, 2008, 2010, 2011, 2016, <http://www.nuclearelectrica.ro/cne/protecția-mediului-și-a-personalului/raport-de-mediu/>*
27. CNE Cernavodă, *Rapoarte lunare către Autoritatea pentru Protecția Mediului privind rezultatele monitorizării influentului și efluentului lichid neradioactiv, inclusiv valorile temperaturii, 2008- Noiembrie 2016, Septembrie 2017*
28. CNE Cernavodă, *Raport către Administrația Bazinală de Apă Dobrogea-Litoral Constanța privind monitorizarea efluenților lichizi (ape pluviale) pe amplasamentul DICA – trim. II 2017 și completare trim. I 2017*
29. CNE Cernavodă, *Rapoarte către Administrația Bazinală de Apă Dobrogea-Litoral Constanța privind gospodărirea apelor în lunile iulie, septembrie 2017 (situația realizării alocațiilor privind volumele de apă prelevate/evacuate, separat și cumulativ pentru Unitățile U1 și U2; indicatorii de calitate ai apelor uzate evacuate; cantitățile de substanțe chimice utilizate pentru condiționarea chimică a sistemelor în fiecare unitate, precum și în procesul tehnologic al stației de tratare chimică a apei), conform prevederilor Protocolului încheiat cu ABADL*
30. SC RAJA SA Constanța, *Rapoarte de încercare emise pentru indicatori neradiologici în probe de apă uzată prelevate din:*
 - a) căminele de evacuare SP1 și SP2 – Campus 1-2 - iulie,septembrie,octombrie 2017
 - b) cămin general de evacuare – Dispensar IOWEMED – iulie,octombrie 2017
 - c) cămin general de evacuare – CPPON – septembrie,octombrie 2017
31. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru protecția mediului, *Bilanț de mediu nivel II pentru CNE-PROD Cernavodă, 2004*
32. Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice ICSI Rm. Vâlcea, *Studiu al impactului funcționării centralei nucleare-electrice de la Cernavodă asupra organismelor acvatice și terestre din zona de influență a acesteia. Raport final, Rev. 0, 2012*
33. Institutul Național de Cercetare - Dezvoltare pentru Tehnologii Criogenice și Izotopice ICSI Rm. Vâlcea, *Servicii de monitorizare a impactului funcționării CNE Cernavodă asupra biotei acvatice și terestre, Rapoarte pentru anii 2013, 2014, 2015, 2016*
34. Energotech SA, *Raport privind serviciile de exploatare sistem de alimentare cu apă puțuri forate Fj1, Fj2, Fj3 Stația de tratare și Stația de clorinare – Septembrie 2016*
35. Agenția pentru Protecția Mediului Constanța, *Rapoarte anuale de starea mediului publicate pentru anii 2001-2016*
36. Agenția Națională pentru Protecția Mediului, *Rapoarte anuale de starea mediului – pentru anii 2014, 2015, 2016*
37. Institutul Național de Sănătate Publică, Centrul Național de Monitorizare a Riscurilor din Mediul Comunitar, *Rapoarte anuale pentru sănătate și mediu – pentru anii 2009-2016, <http://www.insp.gov.ro/cnmrmc/rapoarte/4-rapoarte-pn-ii> (accesat 2017)*
38. Administrația Națională „Apele Române” și Ministerul Mediului, Apelor și Pădurilor, *Planul național de management actualizat, aferent porțiunii naționale a bazinului hidrografic al fluviului Dunărea, 2016 ; <http://www.rowater.ro/TEST/Planul%20Na%C8%9B.%20de%20Manag%20actualizat%202016-2021-Sinteza%20Planurilor%20de%20Manag.%20la%20nivel%20de%20bazine-spa%C8%9Bii%20hidrografice%20actualizate/Planul%20Național%20de%20Management%20actualizat.pdf>*
39. ICRP (International Commission on Radiological Protection) 1989 *Age-dependent doses to members of the public from intakes of radionuclides: part 1* ICRP Publication 56; Ann. ICRP 20(2)
40. D. Galeriu, N. M. J. Crout, A. Melintescu, N. A. Beresford, S. R. Peterson, M. van Hess (2001) *A metabolic derivation of tritium transfer factors in animal products*. Radiat. Environ. Biophys. 40 (4): 325-334
41. A. Melintescu, D. Galeriu, H. Takeda (2007) *Reassessment of tritium dose coefficients for general public*. Radiat. Protect. Dosim. 127 (1-4):153-157
42. D. Galeriu, A. Melintescu (2010) *Retention of tritium in reference persons: a metabolic model. Derivation of parameters and application of the model to the general public and to workers*. J. Radiol. Protect. 30 (3):445-468

Colectiv de elaborare

ILIUTA Sorina	expert Apa – Manager de proiect
MOCIOACA George Mihai	Expert Aer
TORO Laszlo	Expert Deseuri Radioactive Expert CNCAN Nivel 3 in Protectie Radiologica
STEFANESCU Luminita	Expert Sol, Subsol, Deseuri
ZISU Daniela	Expert Chimicale
MELINTESCU Anca	Expert domeniul nuclear
BANICA Vasile	Expert Biodiversitate (NR)
ZAHARIA Costinel	Expert in Schimbari Climatice
ZAPLAIC Mihai	Expert Zgomot si Vibratii
DRAGOMIR Anca	Expert Bilant de Mediu
ZAPLAIC Toma	Specialist IT
DENEANU Alin Mihaita	Specialist de evaluare impact de mediu pe Aer
SUTA MIHAI	Specialist de evaluare impact de mediu pe Aer
SANDRU Adina	Expert Deseuri Radioactive
MUSAT Aurelia	Expert Deseuri Radioactive, Expert CNCAN Nivel 2 Domeniul Nuclear :SD, Specialitatea:DR
TEODOROV Gabriela	Expert Deseuri Radioactive, Expert CNCAN Nivel 2 Domeniul Nuclear: SD, Specialitatea:DR
VARLAM Carmen	Sef Laborator Tritiu si Radiocarbon INCDTCI ICSI Rm Valcea
BIDICA Nicolae	Sef Laborator Radioprotectie INCDTCI ICSI Rm Valcea
TITESCU Gheorghe	Inginer chimist INCDTCI ICSI Rm Valcea
CIORTEA Constantin	Inginer chimist INCDTCI ICSI Rm Valcea
CIUCURE Corina	Inginer chimist INCDTCI ICSI Rm Valcea
FAURESCU Ionut	Fizician INCDTCI ICSI Rm Valcea