



Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare
pentru Protecția Mediului

MINISTERUL MEDIULUI ȘI PĂDURILOR

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU PROTECȚIA MEDIULUI

Splaiul Independenței nr. 294, sector 6, B6001, București, România,
Tel: +40 021 308 26 00/ 0372 299 696, Fax: +40 021 318 2015, E-mail: incdpm@incdpm.ro Web: www.incdpm.ro

subunitate:

INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE MARINĂ "GRIGORE ANTIPĂ" CONSTANȚA

Bulevardul Manasia nr. 310, Constanța, România, Tel: +40 241 543 288, Fax: +40 241 831 274
E-mail: oficicalpha@rmr.ro Web: www.mnr.ro



INCMDM

Raport de monitorizare a ecosistemului marin înainte de începerea activităților offshore la *Sonda de explorare - deschidere 1 Domino* amplasată pe platoul continental al Mării Negre

Contract de prestări servicii nr. ROVOCON 11-023

DIRECTOR

Dr. ing. Simion NICOLAEV



DIRECTOR ȘTIINȚIFIC,

Dr. ing. Tania ZAHARIA

RESPONSABIL CONTRACT,

CS Luminița LAZĂR

Colectiv:

CS Luminița LAZĂR

CS III dr. Andra OROS

CS III dr. Valentina COATU

CS Daniela ȚIGĂNUŞ

CS III Laura BOICENCO

CS III Florin TIMOFTE

CUPRINS

Lista tabelelor

Lista figurilor

I.INTRODUCERE	1
II.MATERIAL ȘI METODE.....	1
II.1 Rețeaua de stații și parametri	1
II.2 Colectarea probelor	2
II.3 Conservarea probelor.....	3
II.4 Metode	3
III. REZULTATE ȘI DISCUȚII.....	8
III.1 Caracteristicile zonei de studiu	8
III.2 Starea inițială a ecosistemului marin. Parametri fizico-chimici.....	9
III.2.1 Temperatura	9
III.2.2 Salinitatea	10
III.2.3 pH-ul.....	11
III.2.4 Oxigenul dizolvat	11
III.2.5 Oxidabilitatea	13
III.2.6 Suspensii Totale	14
III.2.7 Metale grele	15
III.2.8 Hidrocarburi	19
III.2.8.1 Conținutul total în hidrocarburi petroliere.....	19
III.2.8.2 Hidrocarburi aromatice polinucleare	20
III.3 Parametri biologici.....	24
III.3.1 Fitoplancton și Clorofila a	24
III.3.2 Zooplanton	27
IV. CONCLUZII.....	30
BIBLIOGRAFIE	32

Listă tabelelor

Tabel1: Coordonatele stațiilor utilizate la monitorizarea ecosistemului marin – locația 1 DOMINO

Tabel 2: Valorile factorilor de mediu în locația 1-DOMINO (17-19.12.2011)

Tabel 3 : Concentrațiile medii ale metalelor grele (Cu, Cd, Pb, Ni, Cr și Ba) de-a lungul coloanei de apă (0 – 100 m) - locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Tabel 4: Conținutul total în hidrocarburi petroliere ($\mu\text{g/l}$) în apele marine – locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Tabel 5: Concentrațiile hidrocarburilor aromatice polinucleare ($\mu\text{g/l}$) în apele marine - locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Tabel 6: Concentrațiile HAP-urilor care depășesc valorile maxime admise de Ordinul nr.161/2006

Tabel 7: Lista taxonilor identificați în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Listă figurilor

Fig.1 – Rețeaua de stații monitorizare - Locația 1 DOMINO

Fig.2 – Distribuția verticală a salinității, secțiunea N-S, locația 1 DOMINO – decembrie 2011

Fig.3 – Distribuția verticală a concentrațiilor oxigenului dizolvat– secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

Fig.4 – Distribuția verticală a concentrației oxigenului dizolvat – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

Fig.5 – Distribuția concentrațiilor oxigenului dizolvat - orizonturile 0m (a) și 100m (b), locația 1 Domino – decembrie 2011

Fig.6 - Distribuția verticală a concentrației carbonului organic total – secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

Fig.7 - Distribuția verticală a concentrației carbonului organic total – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

Fig.8 - Distribuția verticală a suspensiilor totale – secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

Fig.9 - Distribuția verticală a suspensiilor totale – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

Fig. 10. Distribuția verticală a concentrației metalelor grele ($\mu\text{g}/\text{L}$) - secțiunea Domino Vest – Domino Est - decembrie 2011

Fig. 11. Distribuția verticală a concentrației metalelor grele ($\mu\text{g}/\text{L}$) pe secțiunea Domino Nord – Domino Sud - decembrie 2011

Fig. 12. Distribuția concentrațiilor metalelor grele în apele marine de la suprafață - locația 1 DOMINO – decembrie 2011

Fig. 13 - Valori maxime, minime și medii ale conținutului total în Σ HAP-uri ($\mu\text{g}/\text{l}$) în apele marine la adâncimile de 0, 10, 25, 50, 100 m - locația 1 DOMINO– decembrie 2011

Fig. 14 - Distribuția procentuală a hidrocarburilor aromatic polinucleare pe limite de concentrații în apele marine – locația 1 DOMINO - decembrie 2011

Fig. 15 - Compoziția taxonomică a fitoplanctonului în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre – locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Fig.16 - Structura pe principalele grupe taxonomice în biomasa fitoplanctonică, în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre– locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Fig. 17 - Distribuția verticală a clorofilei a ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Fig. 18 – Structura calitativă a zooplantonului total în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Fig. 19 – Structura calitativă a zooplantonului trofic în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Fig. 20 – Distribuția verticală a densității medii ($\text{ind}\cdot\text{m}^{-3}$) a zooplantonului trofic în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

I. INTRODUCERE – DATE GENERALE

Prospectul Domino se află în Platforma Continentală a Mării Negre, la o distanță de cca. 170 km Est - Sud - Est de Constanța, într-o zonă cu adâncimea apei de 920 m, fiind amplasat în partea centrală a Perimetrului XIX Neptun. Proiectul de săpare a sondei offshore de explorare – deschidere, 1 Domino, este executat prin asocierea companiilor: OMV Petrom S.A. și ExxonMobil Exploration and Production Romania Limited Nassau (Bahamas) Sucursala București. Sonda de explorare 1 Domino nu se supune evaluării impactului asupra mediului (Decizia etapei de încadrare nr.4456 RP/02.05.2011, APM Constanța), cu condiția implementării programului de monitorizare care conține și rezultatele monitorizării ecosistemului marin în timpul lucrărilor de explorare derulate pe perioada de exploatare a obiectivului.

Raportul lunar de monitorizare a ecosistemului marin reprezintă parte integrantă a condițiilor pentru perioada de exploatare a obiectivului. Pentru evaluarea presiunilor exercitate asupra ecosistemului marin de către activitățile desfășurate în procesul de deschidere-explorare a sondei 1 DOMINO se va compara situația calității componentelor abiotice (parametri fizico-chimici) și biotice (parametri biologici) prin analiza eșantioanelor colectate înainte de începerea forajului, pe parcursul activității precum și după încheierea acestuia. Astfel, în vederea stabilirii influenței activităților de foraj asupra ecosistemului marin din zonă, starea ecosistemului va fi analizată comparativ cu starea inițială.

II. MATERIAL ȘI METODE

II.1 REȚEAUA DE STAȚII ȘI PARAMETRI

La stabilirea rețelei de stații s-au avut în vedere: dinamica curenților marini din zonă, adâncimea apei și caracteristicile naturale ale ecosistemului din zonă, caracteristicile activităților de foraj precum și acoperirea unei suprafețe cât mai întinse pentru a obține informații concluzive și concise asupra ecosistemului din zonă.

Rețeaua de stații cuprinde patru stații situate la 500m N, S, E, V față de punctul de foraj având coordonatele: Latitudine (N) $43^{\circ}52'07.76''$, Longitudine (E) $30^{\circ}45'34.06''$ (Tabel1 și Fig.1).

Tabel1: Coordonatele stațiilor utilizate la monitorizarea ecosistemului marin – locația 1 DOMINO

Nr. Crt.	Denumirea stației	Latitudine (N)	Longitudine (E)
1.	DOMINO NORD	43.871465	30.761380
2.	DOMINO SUD	43.863141	30.758451
3.	DOMINO EST	43.867764	30.765178
4.	DOMINO VEST	43.867535	30.752796

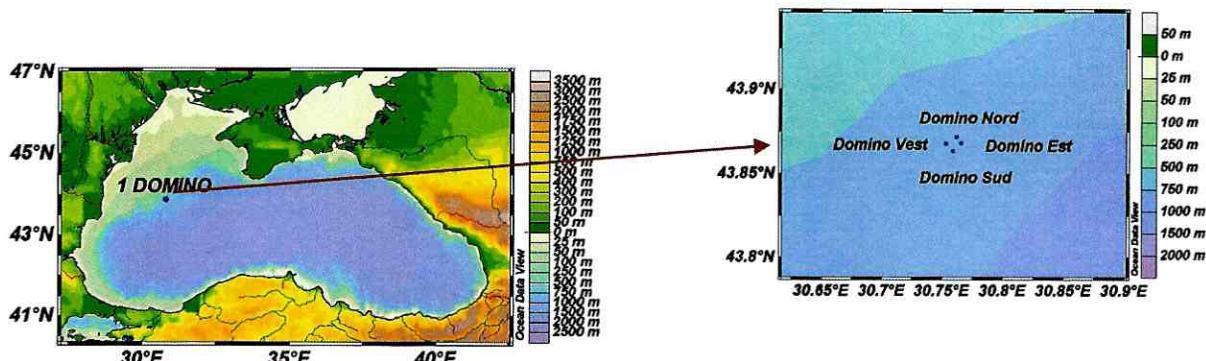


Fig.1 – Rețeaua de stații monitorizare - Locația 1 DOMINO

Monitorizarea parametrilor fizico-chimici și biologici se realizează prin colectarea probelor ($N=20$) din coloana de apă (pe orizonturile 0, 10, 25, 50, 100 m) din zona de lucru. Parametrii analizați sunt:

- **Parametri fizico-chimici:** Temperatura, Salinitatea, pH-ul, Oxigenul dizolvat, Oxidabilitatea, Suspensiile totale, Metale grele (Cu, Cd, Cr, Ni, Pb, Ba), conținutul total în hidrocarburi petroliere (HPT) și Hidrocarburi aromatic polinucleare (HAP).
- **Parametri biologici:** Clorofila a, Fitoplancton, Zooplankton.

Prima expediție pentru prelevarea probelor și stabilirea stării inițiale a ecosistemului din coloana de apă 0-100m, s-a desfășurat la bordul navei „QUEEN” în perioada 17-19.12.2011.

II.2 Colectarea probelor

Probele de apă și biota s-au prelevat de către personalul specializat din INCDM, cu dispozitive proprii: batometre Nansen dotate cu termometre reversibile și s-au păstrat în recipiente de plastic etichetate, în genți frigorifice. Probele de apă pentru determinarea oxigenului dizolvat s-au prelevat în sticle incolore, Winkler, cu dop rodat. Fiecare sticlă are volumul propriu inscripționat iar prelevarea s-a efectuat cu atenție pentru a nu contamina proba cu oxigen din atmosferă. Probele s-au fixat cu reactivi specifici, imediat după prelevare. Probele de zooplankton s-au colectat cu un

fileu de tip Juday cu diametrul intern de 36 cm, sită filtrantă de $150 \mu\text{m}$ și lungime de 1,5 m. Colectarea s-a executat prin tractarea pe verticală, cu o viteză de 0,5-1 m/s, a fileului în masa apei, pe orizonturi standard: 10-0 m, 25-10 m, 50-25 m și 100-50 m. Pentru asigurarea unei poziții cât mai verticale a fileului în apă s-au utilizat leșuri de 25 kg. După colectare, fileul s-a ridicat pe puntea navei și s-a spălat cu un jet ușor de apă de mare pentru eliberarea organismelor care au rămas blocate în sita filtrantă. Pentru determinarea volumului de apă filtrată s-a folosit lungimea cablului.

II.3 Conservarea probelor

Cu excepția probelor pentru oxigen dizolvat care se fixează cu reactivi specifici conform metodei de lucru, probele de apă destinate analizelor chimice nu necesită conservare. Ele s-au colectat în recipiente care au fost pregătite corespunzător, aparținând INCDM.

Probele de fitoplanton s-au conservat în soluție tampon, formaldehidă 4%. Probele de zooplancton, s-au depozitat în borcane de plastic de 500 ml, și s-au conservat în soluție tampon, formaldehidă 4%. Toate probele au fost păstrate la loc întunecos și rece până la efectuarea analizelor, în cel mai scurt timp de la prelevare.

II.4 Metode

TEMPERATURA s-a măsurat in-situ cu termometrul reversibil din dotarea batometrului Nansen.

SALINITATEA s-a determinat prin metoda Mohr-Knudsen conform manualului „Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff, 1999). Metoda se bazează pe determinarea volumetrică a clorinității - cantitatea de Ag pur (g) necesară precipitării halogenilor (Cl^- , Br^- , I^-) din 0,328670 g apă de mare. Clorinitatea se determină prin titrarea a 5ml apă de mare cu soluție AgNO_3 0,1M în prezența indicatorului K_2CrO_4 , 0,25M, până la viraj cărămiziu. Corecția factorului soluției AgNO_3 se efectuează prin titrarea probei de apă de mare standard, apă de Copenhaga, cu salinitatea 19,374 %. Salinitatea se calculează cu relația Knudsen: $S (\%) = 1,80655 \text{ Cl}^- (\%)$. Precizia metodei, exprimată ca deviație standard este $\pm 0,001\text{Cl}^- (\%)$. În lucrare se folosesc datele exprimate sub formă de unități ale Scării Practice de Salinitate (Practical Salinity Unit – PSU) echivalente cu S (%) (Grasshoff, 1999). Calitatea datelor este asigurată prin participarea la exerciții de testarea performanțelor laboratorului organizate de laboratorul de referință QUASIMEME (Quality Assurance of Information for Marine Environmental Monitoring in Europe) din Olanda. În anul 2010, scorul Z

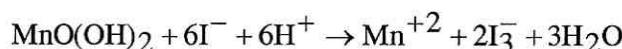
obținut în urma participării la testarea performanțelor pentru salinitate a fost de -1,5 (satisfăcător), eroarea totală fiind 0,011%. Rezultatul obținut a fost utilizat pentru calculul incertitudinii asociate măsurătorii, aceasta fiind de 0,2%.

pH-ul s-a măsurat prin metoda potențiometrică conform manualului „Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff, 1999) imediat după deschiderea sticlelor cu probă. Calibrarea echipamentului se face înainte de fiecare utilizare cu soluțiile specifice WTW. Precizia metodei este de 0,01 unități de pH.

OXIGENUL DIZOLVAT s-a determinat prin metoda Winkler conform manualului „Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff, 1999). Metoda se bazează pe capacitatea oxigenului dizolvat din probă de a oxida în trepte reactivii adăugați și folosește titrarea iodometrică. Oxigenul dizolvat se fixează imediat, după prelevarea în flacoane cu volum cunoscut – Winkler, cu soluție $MnCl_2$ (3M) și soluție de iodură alcalină. La adăugarea reactivilor are loc precipitarea $MnO(OH)_2$:



Precipitatul brun de $MnO(OH)_2$ este dizolvat prin pipetarea cu atenție, aproape de precipitat, a 1 ml soluție H_2SO_4 (1:1). În mediul acid obținut, hidroxidul manganic va forma sulfatul manganic, agent oxidant care eliberează iodul din iodura de potasiu, în cantitate echivalentă cu oxigenul dizolvat în probă:



Soluția obținută se titrează cu soluție $Na_2S_2O_3$ 0,02 N, mai întâi până la galben-pai. Se adaugă indicator amidon (1%) și se continuă titrarea până la viraj incolor. Prin titrarea cu soluția standard de tiosulfat de sodiu se măsoară cantitatea de iod prezentă în probă și echivalentă cu oxigenul dizolvat inițial în probă. Calitatea datelor este asigurată prin determinarea factorului soluției de tiosulfat de sodiu înainte de fiecare set de analize.

OXIDABILITATEA - Există mai multe metode analitice de determinare a oxidabilității (CCOMn, CCOCr), dar cea mai modernă metodă de determinare a oxidabilității o reprezintă metoda automată de măsurare a carbonului organic total din apă, TOC, întrucât acesta caracterizează substanța organică din mare. Această analiză reprezintă o metodă rapidă și precisă de evaluare a cantității totale de substanță organică din apa. Concentrațiile de Carbon Organic Total se determină cu

analizorul TOC – VCSH/CSN SHIMADZU cu autosampler folosind metoda NPOC. Aparatul utilizează drept gaz transportor aer sintetic. Acesta trece prin tubul de combustie (umplut cu catalizator de platină și încălzit la 680°C) cu un debit de 150 ml/min. Carbonul total din probă este oxidat total în tubul de combustie până la formarea CO₂. Gazul transportor conținând CO₂ și alți produși de combustie trece printr-un dezumidificator electronic unde este răcit și deshidratat. Analizorul non-dispersiv infraroșu NDIR detectează analog un pic a cărui arie este direct proporțională cu concentrația carbonului total din probă. Calibrarea echipamentului se realizează conform instrucțiunilor producătorului utilizând soluții standard de ftalat acid de potasiu de concentrații adecvate.

SUSPENSIILE TOTALE s-au determinat prin filtrarea unui volum de apă cunoscut pe un filtru în prealabil uscat la 105°C și cântărit, reziduul reținut pe filtru fiind uscat ulterior la 103°C - 105°C. Creșterea în greutate a filtrului reprezintă cantitatea de suspensii totale.

METALELE GRELE (Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, Ba) – metalele totale au fost determinate în probe de apă marină nefiltrate, acidificate până la pH = 2 cu HNO₃ Ultrapur. Acidul azotic are rol nu numai în conservarea probelor și solubilizarea metalelor particulate, ci și ca modificator de matrice, diminuând interferențele provocate de săruri. Metalele au fost analizate prin spectrometrie de absorție atomică cu cupor de grafit (GF – AAS), folosind un echipament tip SOLAAR M6 Dual Thermo Electron. Calibrarea s-a efectuat cu standarde de lucru preparate pentru fiecare element, pornind de la soluții stoc de 1000 µg/L (Merck). Domeniile de lucru sunt următoarele: Cu 0-50 µg/L; Cd 0-10 µg/L; Pb 0-20 µg/L; Ni 0-50 µg/L; Cr 0-100 µg/L; Ba 0-150 µg/L. S-au efectuat cel puțin 3 citiri instrumentale pentru fiecare probă, fiind raportată valoare medie. S-au aplicat proceduri standard de analiză a metalelor grele, recomandate în studiile de poluare marină (IAEA-MEL, Monaco, 1999) și de manualul „Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff, 1999).

Spectrometria de absorție atomică (SAA) se bazează pe principiul că atomii liberi pot absorbi lumina cu o anumită lungime de undă. Absorbția este specifică fiecărui element. SAA este o metoda uni-element folosită la analiza metalelor. Determinarea spectroscopică a speciilor atomice poate fi realizată numai într-o probă atomizată în care atomii individuali sunt bine separați unul de altul. Cea mai comună sursă în măsurătorile de absorție atomică este lampa cu catod cavitar (HCL).

Aceasta constă într-un anod de tungsten și un catod cilindric plasat într-un tub de sticlă ce conține un gaz inert (argon). Catodul este făcut din elementul ce este analizat. Atomizarea se produce într-un cuptor de grafit cilindric care este deschis la ambele capete și are un orificiu central pentru introducerea probelor. Se aplică două fluxuri de gaz inert (argon): unul extern care previne pătrunderea aerului în cuptor și unul intern care asigură îndepărarea rapidă din cuptor a vaporilor generați de matricea probei.

HIDROCARBURILE TOTALE - Extractia hidrocarburilor petroliere s-a efectuat cu un amestec de hexan/diclorometan : 7/3 (v/v). Determinarea de fluorescentă s-a realizat cu analizorul de lichide Florat-02-3M, domeniu 200 - 950 nm (Manualul de instruire asupra măsurării compușilor organoclorurați și a hidrocarburilor din petrol în probele de mediu, IAEA-MEL/Marine Environmental Studies Laboratory, 1995).

HIDROCARBURILE AROMATICE POLINUCLEARE (HAP) – metoda utilizează toți reactivii sunt de puritate analitică și cromatografică. Pentru calibrare s-a utilizat un standard -100 µg/ml care conține un amestec de 16 HAP-uri: naftalină, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo[a]antracen, crisen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, benzo(g,h,i)perilen, dibenzo(a,h)antracen, indeno(1,2,3-c,d)piren și 9,10 dihidroantracen ca standard intern. Determinarea HAP-urilor din probele de apă s-a efectuat în următoarele etape: extractie, purificare-concentrare și analiza gaz cromatografică a extractelor obținute. Extractia s-a efectuat pe o probă de apă-1l într-o pâlnie de separare cu un amestec de hexan/diclorometan =3/7 (V/V). Procesul de extractie a continuat cu 250 ml hexan într-un echipament Soxhlet timp de 8 ore. Extractul obținut s-a concentrat până la un volum de aproximativ 10 ml utilizând un echipament Kuderna – Danish, continuând concentrarea extractelor până la un volum de 1 ml sub un flux de azot de puritate cromatografică. Purificarea extractelor, îndepărarea interferențelor s-a realizat în coloane cu umplutură de silicagel și alumină, materiale purificate prin extractie Soxhlet cu metanol și hexan timp de 8 ore și uscate la 60⁰ C -200⁰ C pentru îndepărarea solventului timp de 8 ore. Coloana de separare s-a realizat într-o biuretă -50 ml în vârful căreia s-a introdus vată de sticlă pentru susținerea materialului de umplutură. S-a umplut biureta până la un volum de 10 ml cu silica, apoi cu alumină, umplutura finalizându-se cu un strat de sulfat de sodiu-1 g pentru a evita contactul direct între umplutură și solvenții ce urmează a fi

introduși în coloană pentru eluția hap-urilor. Analiza gaz chromatografică s-a realizat cu un echipament Clarus 500 cu spectrometru de masa (detector) (Manualul de instruire asupra măsurării compușilor organoclorurați și a hidrocarburilor din petrol în probele de mediu, (IAEA-MEL/Marine Environmental Studies Laboratory, 1995).

CLOROFILA a s-a determinat prin metoda bazată pe extractia pigmentului cu acetonă 90% (după separarea pe filtru din fibră de sticlă) și măsurarea absorbanței probei la patru lungimi de undă ($\lambda = 750\text{nm}$; $\lambda = 630\text{nm}$; $\lambda = 645\text{nm}$ și $\lambda = 663\text{nm}$). Calculul concentrației clorofilei a se face după ecuațiile tricromatice SCOR-UNESCO :

$$c = \frac{(11,64 \times A_{663} - 2,16 \times A_{645} + 0,10 \times A_{630}) \times v}{V} \mu\text{g/l}$$

Unde: 11,64; 2,16; 0,10 – coeficienți molari de extincție

v - volumul extractului în acetonă 90%

V - volumul probei de apă de mare luat în lucru.

FITOPLANCTON - Determinările cantitative și calitative de fitoplancton s-au realizat folosind metoda sedimentării (Morozova-Vodyaniskaya, 1954). Probele s-au concentrat până la $15-20\text{ cm}^3$ prin decantare după o păstrare prealabilă de 20 de zile. Determinarea și numărarea celulelor pe specii s-a realizat pe fracțiuni de 0,1 ml de probă la un microscop inversat ZEISS, folosind obiective de 40x pentru formele mici (mai mici de $15-20\text{ }\mu\text{m}$) și de 10x sau 20x pentru formele de dimensiuni mai mari. Biovolumul celulei s-a calculat prin măsurarea celulelor fitoplanctonice și asimilarea lor figurilor geometrice corespondente (Edler, 1979).

ZOOPLANCTON - Odată aduse în laborator probele de zooplancton s-au lăsat la sedimentat pentru o perioadă de cel puțin o săptămână. Pentru prelucrarea la microscop s-a eliminat surplusul de apă din borcan până s-a ajuns la un volum de aproximativ 100 ml sau mai mare, în funcție de densitatea organismelor din probă. După concentrarea probei, s-a realizat triajul taxonomic al acestora sub lupa binoculară și microscop invers. Triajul s-a realizat prin extragerea din probă a unei subprobe de 5 ml din care s-au numărat organismele. Numărarea organismelor s-a făcut într-o cameră de numărare tip Bogorozov. Acest proces s-a repetat până când s-au numărat cel puțin 100 de exemplare din trei specii dominante. Pentru restul organismelor rare sau de dimensiuni mai mari, probele s-au examinat în întregime.

III. REZULTATE ȘI DISCUȚII

III.1 CARACTERISTICILE ZONEI DE STUDIU

Marea Neagră este un sistem puternic stratificat. Având salinitatea medie între 17-18 g/L, apele Mării Negre sunt ape salmastre tipice, reprezentând cel mai mare bazin cu apă salmastră al lumii. Biogeochimia stratului superior situat deasupra apelor permanent anoxice și lipsite de viață (cu excepția bacteriilor anaerobe) implică patru straturi distincte (BSC, 2008, Sorokin, 2002, Konovalov, 2000):

1. Stratul oxic – are grosimea maximă de aproximativ 50m (până la aproximativ 1% lumină) și este caracterizat de procesele biologic active (de ex. preluarea nutrientilor, înfloririle fitoplanctonice, respirația, mortalitatea etc.), concentrații mari de oxigen (în jurul valorii de $300 \mu\text{M}$) și variații sezoniere ale concentrațiilor nutrientilor și substanței organice provenite din aport fluvial și costier sau de la adâncimi de peste 50m prin amestecare verticală. Concentrațiile oxigenului din stratul eufotic suferă variații sezoniere pronunțate în domeniul $250-450 \mu\text{M}$. În luniile ianuarie-martie concentrațiile ating $300-350 \mu\text{M}$ ca urmare a amestecării verticale. Rata aportului de oxigen atmosferic din procesul de ventilație este proporțională cu excesul saturației în oxigen de la suprafață. Contribuția maximă la saturația în oxigen este realizată la sfârșitul lunii februarie, odată cu straturile de amestec cele mai reci ce coincid cu concentrațiile cele mai mari ale oxigenului din întreg anul. Odată cu începerea sezonului cald, la începutul lunii martie începe scăderea valorilor oxigenului dizolvat în stratul 0-10m până la $250 \mu\text{M}$ în luniile de primăvară-vară. Ca urmare, un trend liniar crescător leagă zona inferioară a stratului de amestec de concentrațiile relativ mari de sub termoclină. Concentrațiile de sub termoclină depind de intensitatea productivității fitoplanctonice și pot depăși vara $350 \mu\text{M}$.

2. Oxiclina - limita superioară a oxiclinei, unde concentrațiile oxigenului încep să scadă de la aproximativ $300 \mu\text{M}$, corespunde adâncimilor de 35-40m în zonele ciclonice și 70-100m în zonele costiere anticiclonice. Limita inferioară a oxiclinei este definită de concentrații de aproximativ $10 \mu\text{M}$ și localizată la adâncimi de 50-100m.

3. Stratul suboxic - stratul deficitar în oxigen (cu concentrații mai mici de $10 \mu\text{M}$) este localizat în general la adâncimi de 100-130m și are grosimea cuprinsă între 20-40m, la limita inferioară a nitraclinei. În acest strat concentrațiile de oxigen scad în timp ce concentrațiile hidrogenului sulfurat cresc, cei doi compuși coexistând.

Structura lui este variabilă spațio-temporal în timpul intensificării înfloririlor din stratul de suprafață.

4.Stratul anoxic - oxigenul dispare deasupra interfaței anoxice, la adâncimi de peste 150-200m. Este lipsit de viață (cu excepția bacteriilor sulfo-reducătoare) ca urmare a existenței hidrogenului sulfurat și a lipsei oxigenului dizolvat.

În Marea Neagră regiunile costiere și marine reprezintă ecosisteme distincte a căror productivitate este influențată de diferiți factori. Producția șelfului continental este legată de aportul fluvial și schimbările climatice (Bodeanu et al., 2002 și 2004) în timp ce apele marine sunt predominant influențate de factori climatici care controlează stratificarea, circulația maselor de apă, upwelling-ul (Lehmann, 2008). Variațiile intra și interanuale ale concentrațiilor clorofilei a în Marea Neagră sunt neuniforme, cu diferențe nete între zonele costiere foarte productive și cele marine, mai puțin productive. Ciclul sezonier al clorofilei a în apele Mării Negre nu este distribuit spațial uniform. Astfel, în apele marine, maximul de clorofilă a se regăsește toamna și iarna iar minimul în timpul verii. Înfloririle încep în apropierea platoului continental, din zona Nord Vestică în septembrie și înaintea spre Est acoperind întreaga mare în lunile octombrie și noiembrie. Ciclul înfloririlor din zona marină reprezintă principalul efect al eroziunii picnoclinei sezoniere care împrospătează zona fotică cu nutrienti din stratul de amestec. Înfloririle se încheie o dată cu apariția stratificării, consumul de nutrienti și creșterea biomasei de consumatori de fitoplanton (Yunev et al., 2002).

III.2 STAREA INITIALĂ A ECOSISTEMULUI MARIN

PARAMETRI FIZICO-CHIMICI

Principala particularitate a factorilor de mediu în zona litoralului românesc o constituie variabilitatea naturală, apele marine din acest sector marin fiind puternic afectate de aportul fluvial din partea de nord-vest a bazinului, de regimul curenților și vânturilor precum și de succesiunea sezoanelor.

III.2.1. TEMPERATURA

Caracteristicile fizice, chimice și biologice ale unui corp de apă sunt influențate de temperatura acestuia datorită modificărilor regimului oxigenului dizolvat, fotosintezei și metabolismului organismelor acvatice. Temperatura apei a înregistrat valori omogene, cuprinse între 8,2-10,0°C, cu o medie de 9,27°C și deviație standard 0,74°C, fără conturarea termoclinei (Tabelul 2).

Tabel 2: Valorile factorilor de mediu în locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Stația	T (°C)	S (PSU)	pH	O ₂ (µM)	O ₂ (%)	Oxidabilitate TOC (mg/L)	TSS (mg/L)
DOMINO NORD							
0m	9,6	15,44	8,12	331,8	102,9	3,445	11,20
10m	9,9	15,52	8,21	309,0	96,5	3,057	11,20
25m	9,2	15,52	8,20	333,2	102,5	2,993	10,00
50m	8,2	15,60	8,20	285,8	85,8	2,986	10,20
100m	8,6	17,55	7,77	37,1	11,4	2,542	12,22
DOMINO SUD							
0m	10,0	15,95	8,32	325,6	102,2	3,142	11,40
10m	9,7	15,65	8,31	324,7	101,4	3,013	11,00
25m	9,9	15,63	8,26	311,3	97,5	3,292	9,80
50m	8,4	15,52	8,20	264,4	79,8	2,927	9,96
100m	8,6	17,45	7,80	43,8	13,4	2,623	14,50
DOMINO EST							
0m	10,0	15,09	8,28	329,6	102,9	3,610	12,40
10m	10,0	14,77	8,30	318,0	93,3	3,023	10,00
25m	10,0	14,56	8,24	307,7	96,1	3,038	9,00
50m	8,4	15,20	8,21	293,4	88,2	2,958	9,00
100m	8,5	16,27	7,75	89,3	27,3	2,667	9,40
DOMINO VEST							
0m	10,0	14,34	8,29	300,1	93,1	3,183	10,80
10m	9,9	14,77	8,28	309,9	96,8	3,029	16,47
25m	9,8	14,77	8,25	319,8	99,9	3,121	9,00
50m	8,2	15,41	8,00	200,5	60,2	2,785	18,21
100m	8,5	16,70	7,77	96,0	29,3	2,577	10,00
Min.	8,2	14,34	7,75	37,1	11,4	2,542	9,00
Max.	10,0	17,55	8,32	333,2	102,9	3,610	18,21
Media	9,27	15,59	8,14	256,6	79,3	3,001	11,29
Deviația standard	0,74	0,87	0,20	102,5	32,1	0,274	2,48

III.2.2. SALINITATEA

Salinitatea (S) joacă un rol important pentru distribuția speciilor în apele Mării Negre fiind unul dintre principaliii factori abiotici care condiționează viața acvatică având în vedere faptul că fluctuațiile sale influențează întregul ecosistem. Principalele procese naturale care conduc la modificări ale salinității apelor marine sunt cele care au la bază adăugarea sau eliminarea apei dulci din ecosistem. Astfel, în stratul de suprafață, creșterile salinității pot fi produse de fenomenele de evaporare sau înghețare în timp ce scăderile sunt determinate de precipitațiile atmosferice, aportul fluvial sau fenomenele de dezghețare (Riley, 1971). Salinitatea mai poate fi influențată de regimul curenților și fenomenele de amestecare ale maselor de apă

(Horne, 1969), precum și de aportul de apă dulce provenit din influența antropică. Toți acești factori contribuie la variabilitatea zilnică, sezonieră și temporală a salinității.

Salinitatea a oscilat în limitele intervalului 14,34 – 17,55 PSU, media 15,59 și deviația standard 0,87 PSU (Tabel 2), valori specifice caracterului salmastru al apelor Mării Negre, evidențiindu-se gradientul crescător cu adâncimea (50m -100m) ce contribuie la stratificarea maselor de apă (Fig.2).

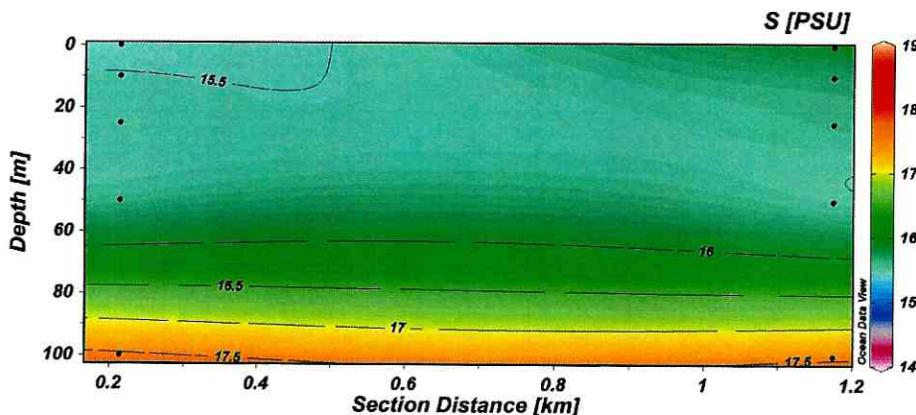


Fig.2 – Distribuția verticală a salinității, secțiunea N-S, locația 1 DOMINO – decembrie 2011

III.2.3. pH-ul

Necesitatea monitorizării pH-ului mediului marin derivă din faptul că scăderea acestuia poate cauza efecte adverse asupra organismelor acvatice inclusiv prin creșterea semnificativă a toxicității unor poluanți (de ex, amoniu, cianuri, aluminiu). Cu media 8,14 și deviația standard 0,20 (Tabel 2), toate valorile de pH măsurate s-au încadrat în intervalul pentru limita admisă (6,5-9,0) de Ordinul nr.161/2006 (“Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă”), atât pentru starea ecologică cât și pentru zona de impact a activității antropice.

III.2.4. OXIGENUL DIZOLVAT

Dintre toate gazele dizolvate în apă, oxigenul este cel mai important și reprezentativ în evaluarea funcționalității și comportamentului ecosistemelor mari ales prin faptul că poate fi relativ ușor măsurat. Concentrațiile oxigenului dizolvat precum și factorii care influențează fluctuațiile acestora au o importanță majoră în evaluarea severității impactului asupra ecosistemelor marine întrucât este necesar atât pentru toate organismele vii cât și pentru multe procese chimice care au loc în apă. Apa cu un conținut ridicat de oxigen este capabilă să susțină viața din mediul acvatic.

Conținutul în oxigen dizolvat al apelor marine poate fi influențat de diversi factori cum ar fi: temperatura, adâncimea, ciclurile zilnice sau sezoniere, ampoarea proceselor biologice (photosinteză – respirație), circulația apelor, oxidarea detritusului, etc.

Concentrațiile oxigenului dizolvat au prezentat valori în intervalul 37,1 – 333,2 μM cu media 256,6 μM și deviația standard 102,54 μM (Tabelul 2). Se observă o bună oxigenare a apelor în stratul de amestec (0-50m) care se încadrează în valoarea minimă admisă pentru apele de suprafață de Ord.161 - “Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă”, respectiv 80%. Valorile scăzute, înregistrate după adâncimea de 50m (11,4 – 29,36% respectiv 37,1 – 96,0 μM) sunt normale în ecosistemul Mării Negre, reprezentând o particularitate a acestuia (Fig.3 și 4).

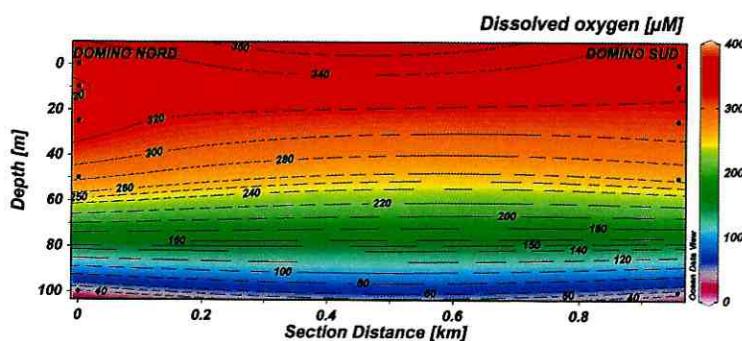


Fig.3 – Distribuția verticală a concentrațiilor oxigenului dizolvat – secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

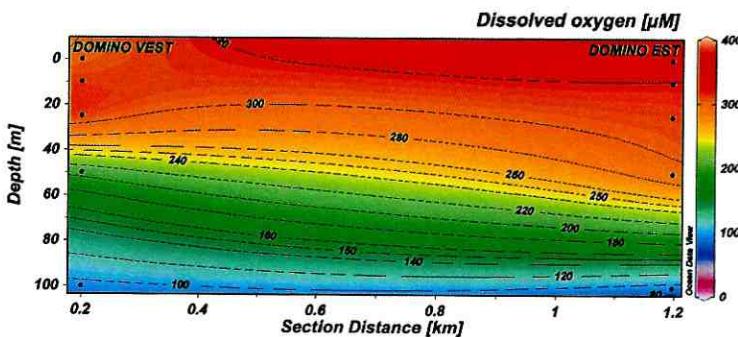


Fig.4 – Distribuția verticală a concentrației oxigenului dizolvat – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

Deși limita superioară a oxiclinei este estimată la 40m pe secțiunea Domino Nord – Domino Sud și la 30m pe secțiunea Domino Vest – Domino Est (Fig.3 și 4), distribuția orizontală a concentrațiilor oxigenului dizolvat evidențiază la 100m adâncime, valori mai scăzute în stațiile Domino Nord și Domino Sud (Fig.5b). La

suprafață, valorile sunt mai omogene, cu valori ușor mai scăzute în zona vestică (Fig.5a).

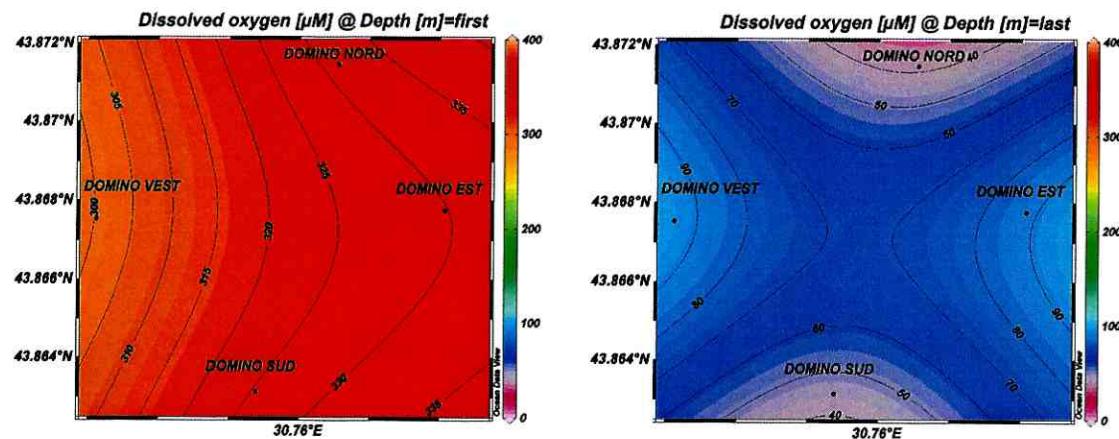


Fig.5 – Distribuția concentrațiilor oxigenului dizolvat - orizonturile 0m (a) și 100m (b), locația 1 Domino – decembrie 2011

III.2.5. OXIDABILITATEA

Oxidabilitatea, reprezintă cantitatea de oxigen echivalentă cu consumul de oxidant. Creșterea cantității de substanțe organice în apă sau apariția lor la un moment dat este sinonimă cu poluarea apei cu germenii care întovărășesc de obicei substanțele organice. Substanța organică din mare poate avea origine naturală, când este produsă de organisme vii (compușii pot conține totă gama produselor lor celulare, metabolice sau de descompunere) dar și origine antropică (provenind din descărcări de hidrocarburi, pesticide, fertilizatori, surfacanți, solventi, etc. proveniți din utilizarea directă, stații de epurare ineficiente, accidente, transportul maritim, diverse exploatari, etc.). Una din particularitățile de mediu ale substanței organice acvatice este aceea că este oxidată de către oxigen sau alți agenți oxidanți din apă. Astfel ecosistemul poate fi săracit în oxigen ceea ce ar putea afecta negativ multe organisme acvatice, inclusiv peștii.

O mărime ce caracterizează mai exact cantitatea de substanță organică din mare este concentrația carbonului organic total (TOC) care reprezintă cantitatea totală de carbon organic din apă. Analiza automată reprezintă o metodă rapidă și precisă de evaluare a cantității totale a substanței organice din apă fără să ofere informații despre natura substanței organice.

Concentrațiile de TOC au fost cuprinse între 2,542 – 3,610 mg/L (media 3,001 mg/L, dev.std. 0,274mg/L), valori normale care nu indică prezența vreunui tip de poluare organică. Se observă gradientul descrescător al concentrațiilor cu adâncimea, în toate stațiile (Fig.6 și 7).

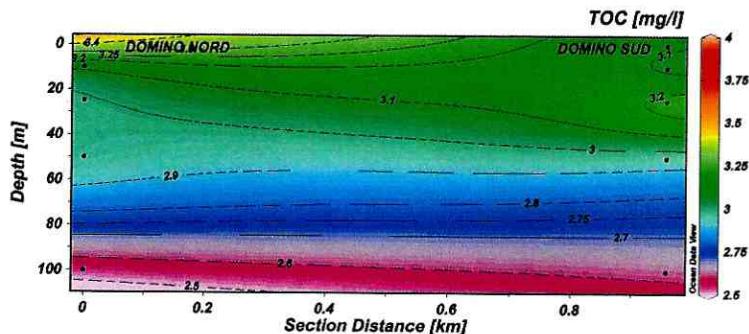


Fig.6 - Distribuția verticală a concentrației carbonului organic total – secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

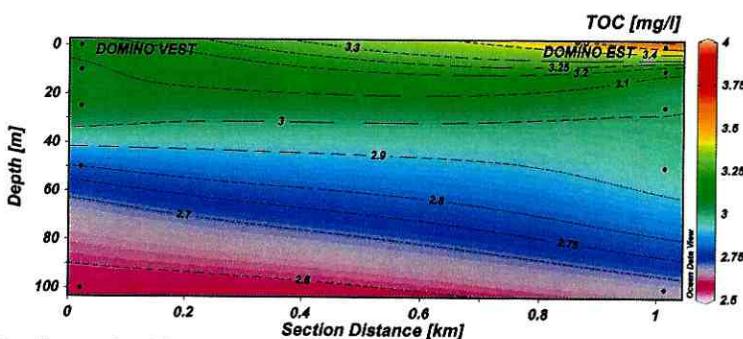


Fig.7 - Distribuția verticală a concentrației carbonului organic total – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

III.2.6. SUSPENSIИ TOTALE

Turbiditatea apei este cauzată de prezența materiei coloidale și particulate în suspensie provenită din argile, nămoluri, fitoplanton și detritus. Ea poate fi măsurată prin determinarea concentrației totale de suspensii (mg/L). Creșterea turbidității poate reduce capacitatea de penetrare a radiației luminoase, afectând astfel procesul fotosintezei și al producției primare. De asemenea, particulele în suspensie pot transporta contaminanți (de ex. metale grele, nutrienți, compuși organici toxici) în ecosistemele acvatice.

Cantitatea de suspensii solide totale a oscilat între 9,00 – 18,21 mg/L (media - 11,29mg/L, dev.std. – 2,48mg/L)(Tabel 2). În general, se observă creșterea cantității de suspensii totale odată cu scăderea concentrațiilor de oxigen dizolvat (Fig.8 și 9).

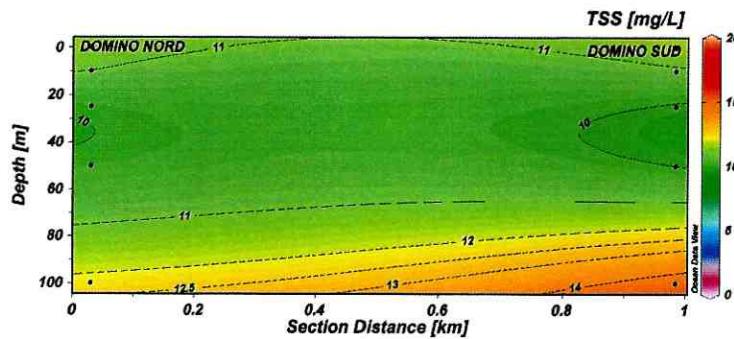


Fig.8 - Distribuția verticală a suspensiilor totale – secțiunea Domino Nord – Domino Sud – decembrie 2011

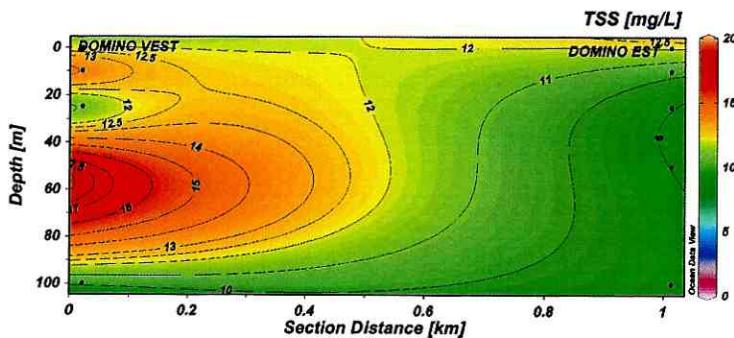


Fig.9 - Distribuția verticală a suspensiilor totale – secțiunea Domino Vest – Domino Est – decembrie 2011

III.2.7. METALE GRELE

Pe lângă sursele naturale (erodarea rocilor, emisii vulcanice), metalele grele sunt eliberate în mediu în cantități mari în urma activităților antropice (mineritul, industria metalurgică, fabricarea de produse, arderea combustibililor fosili, incinerarea deșeurilor, etc). În cazul bazinului Mării Negre, pe lângă contribuția directă a activităților costiere (descărcări de ape uzate menajere și industriale, ape pluviale, etc), nu trebuie neglijata poluanții generați în bazinele hidrologice ale marilor râuri (Dunăre, Nipru, Nistru, Bug, Cuban, Don) ce se varsă în mare.

Alături de activitățile terestre, transportul naval, exploatarea resurselor de petrol și gaze sau descărcarea materialelor dragate reprezintă la rândul lor potențiale surse de poluare pentru mediul marin. Transportul atmosferic al metalelor grele reprezintă o alta cale majoră prin care acești contaminanți ajung în mediul marin.

Deși sunt constituenți normali ai mediului marin, în situația în care sursele antropice introduc cantități suplimentare, metalele pătrund în ciclurile biogeochimice

și, ca rezultat al potențialului toxic, pot interfera cu funcționarea normală a ecosistemelor. Condițiile fizico-chimice și hidrodinamice din zonele marine influențează căile de transport și distribuție ale acestor elemente. Metalele prezente în apa marină se asociază cel mai adesea cu particulele în suspensie și se acumulează în sedimente, unde pot rămane perioade îndelungate.

Prin interacții complexe, pot fi imobilizate, resuspendate în coloana de apă sau preluate de organismele marine. Asimilarea metalelor de către biota este condiționată de o serie de procese fizico-chimice și biologice care determină solubilizarea și biodisponibilitatea acestora. Concentrații ridicate de metale în mediu afectează biota prin capacitatea lor de bioacumulare, transferându-se de-a lungul lanțului trofic și ajungând în final la consumatorii umani.

Concentrațiile metalelor grele în apa marină din locația 1 – DOMINO au înregistrat următoarele valori: **cupru** (medie $4,35 \pm 3,94 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $2,92 \mu\text{g}/\text{L}$); **cadmiu** (medie $0,46 \pm 0,50 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $0,22 \mu\text{g}/\text{L}$); **plumb** (medie $3,65 \pm 4,48 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $2,15 \mu\text{g}/\text{L}$); **nichel** (medie $2,99 \pm 1,86 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $2,14 \mu\text{g}/\text{L}$); **crom** (medie $5,63 \pm 4,92 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $3,71 \mu\text{g}/\text{L}$); **bariu** (medie $178,81 \pm 131,38 \mu\text{g}/\text{L}$; mediana $165,70 \mu\text{g}/\text{L}$).

Tabel 3 : Concentrațiile medii ale metalelor grele (Cu, Cd, Pb, Ni, Cr și Ba) de-a lungul coloanei de apă (0 – 100 m) - locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Element investigat		DOMINO NORD (0 - 100 m)	DOMINO SUD (0 - 100 m)	DOMINO EST (0 - 100 m)	DOMINO VEST (0 - 100 m)
Cupru ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Medie	6.29	4.11	4.98	2.03
	Deviatie std.	± 6.92	± 1.75	± 3.11	± 1.06
	Mediana	4.69	3.64	5.44	2.34
Cadmiu ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Medie	0.98	0.28	0.30	2.03
	Deviatie std.	± 0.73	± 0.19	± 0.28	± 0.29
	Mediana	1.13	0.23	0.19	0.17
Plumb ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Medie	2.49	2.30	2.19	7.62
	Deviatie std.	± 0.86	± 0.67	± 0.46	± 2.41
	Mediana	2.15	2.14	2.11	8.23
Nichel ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Medie	2.79	3.94	3.08	2.16
	Deviatie std.	± 1.49	± 3.14	± 1.47	± 0.42
	Mediana	2.10	2.15	2.13	2.22
Crom ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Medie	4.13	4.12	5.97	8.29
	Deviatie std.	± 1.64	± 3.76	± 5.98	± 6.93

	Mediana	4.35	3.66	3.54	6.69
Bariu ($\mu\text{g/L}$)	Medie	33.52	112.30	267.91	301.52
	Deviatie std.	± 40.10	± 39.14	± 94.54	± 96.17
	Mediana	7.01	99.38	282.30	294.20

Valorile medii măsurate s-au încadrat sub valorile maxim admisibile recomandate de Ordinul nr.161/2006 ("Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă"). Trecând în revistă valorile individuale, depășiri ale normelor de calitate (10 $\mu\text{g/L}$ Pb; 200 $\mu\text{g/L}$ Ba) au fost observate în cazul plumbului în două eșantioane (Domino Vest, orizonturile de 10 și 100 m), respectiv în 6 eșantioane în cazul bariului (Domino Est, orizonturile de 25, 50 și 100 m; Domino Vest, orizonturile 0, 10 și 25 m).

Prezența metalelor grele în apa marină a fost în general caracterizată de o înaltă variabilitate, fiind observate diferențe atât între punctele de prelevare (nord, sud, vest, est), cât și în ceea ce privește distribuția verticală de-a lungul coloanei de apă (Tabel 3; Fig. 10 - 12).

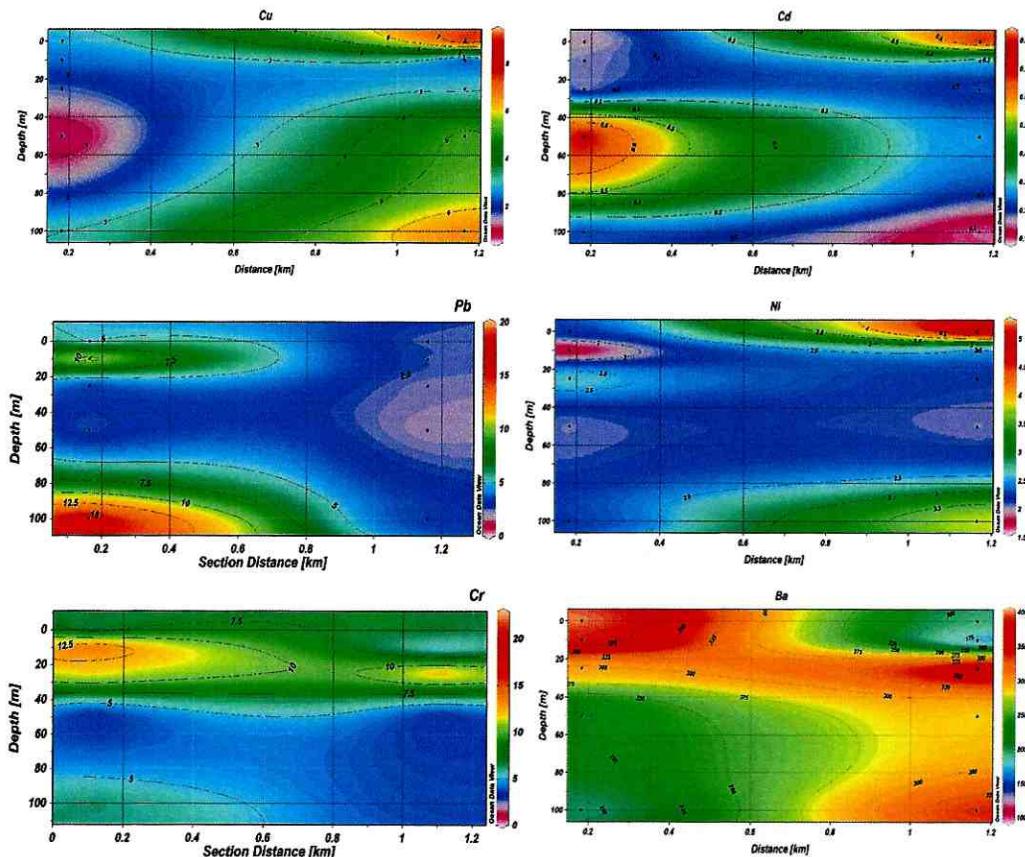


Fig. 10. Distribuția verticală a concentrației metalelor grele ($\mu\text{g/L}$) pe secțiunea Domino Vest – Domino Est - decembrie 2011

De exemplu, distribuția spațială a cuprului, nichelului și cromului în apele de suprafață este relativ omogenă, exceptând zona estică, unde s-au măsurat concentrații ceva mai ridicate, nu numai la nivelul orizontului de 0 m, dar pentru cupru și nichel și în apele de mare adâncime (100 m) (Fig. 10 și Fig. 12). Cromul a fost prezent cu valori crescute la adâncimea de 100 m în locația sudică (Fig. 11).

Concentrațiile cadmiului la suprafață descresc pe direcție NE-SV, acest element având și tendința de a se acumula în apele de adâncime (50 – 100 m) din locațiile vestică și nordică (Fig. 10-12).

Valorile la suprafață ale plumbului și bariului sunt mai ridicate în partea vestică. Tot aici s-au măsurat acumulări crescute ale plumbului la adâncimea de 100 m. Bariul s-a acumulat între orizonturile cuprinse între 25 – 100 m în partea sud-estică (Fig. 10 -12).

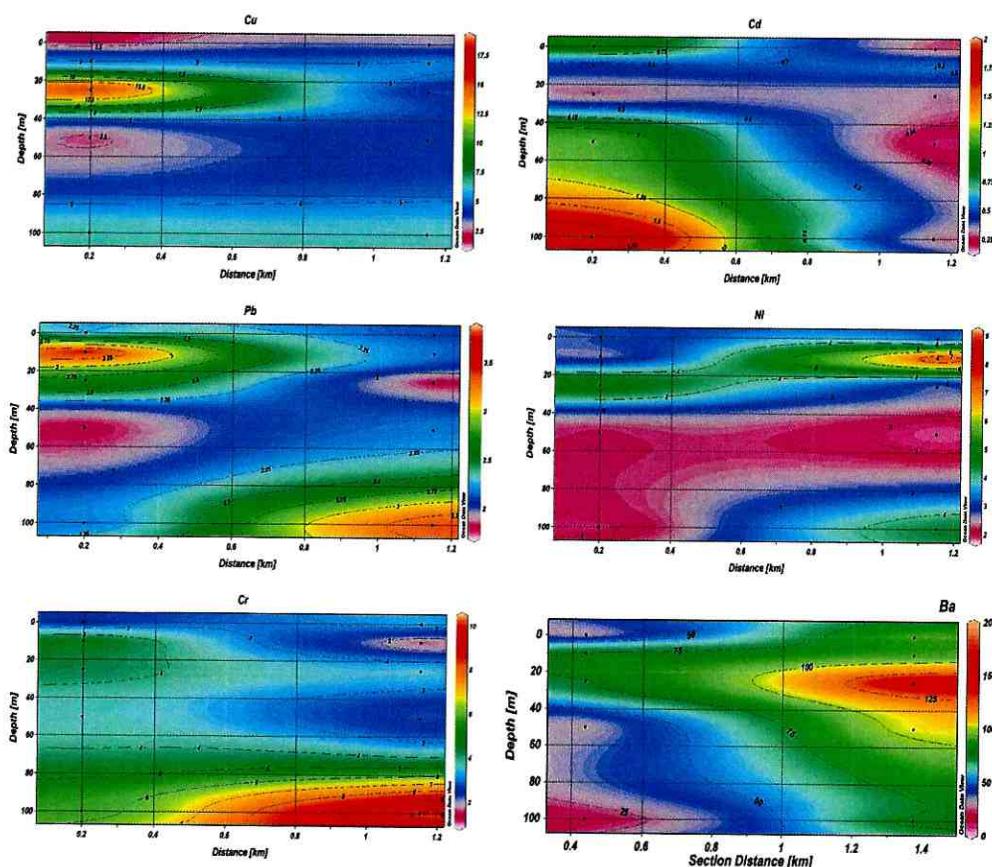
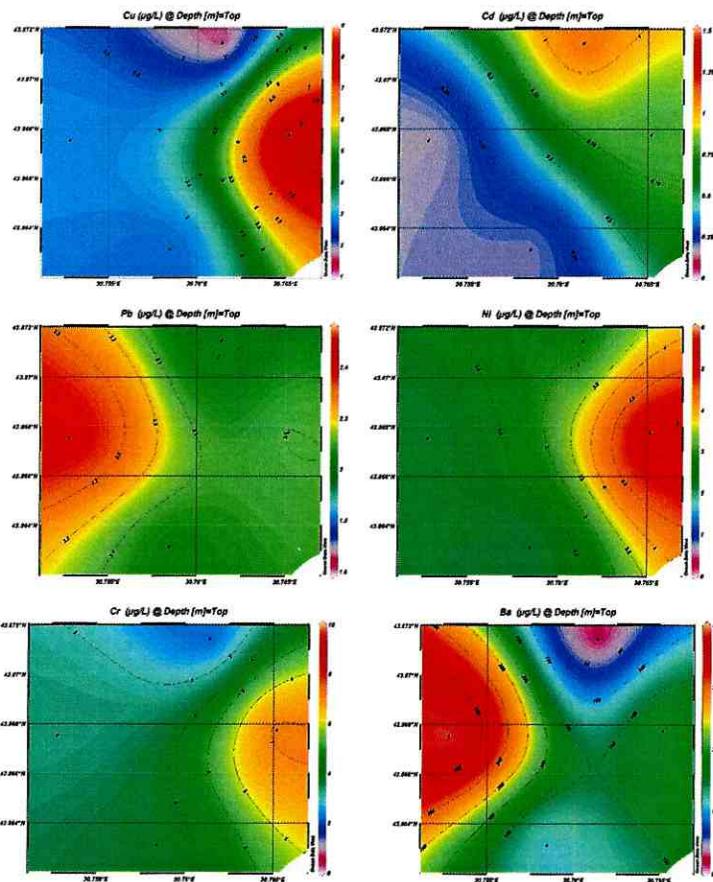


Fig. 11. Distribuția verticală a concentrației metalelor grele ($\mu\text{g}/\text{L}$) pe secțiunea Domino Nord – Domino Sud - decembrie 2011



**Fig. 12. Distribuția concentrațiilor metalelor grele în apele marine de la suprafață - locația 1
DOMINO – decembrie 2011)**

III.2.8. HIDROCARBURI

III.2.8.1. Conținutul total în hidrocarburi petroliere (HPT)

Hidrocarburile petroliere totale (petrol în orice formă incluzând țățeul, combustibilul lichid, reziduurile conținând petrol și produsele rafinate) ajung accidental în mediul marin fie ca urmare a deversărilor de origine industrială, fie ca o consecință a folosirii lor private sau de larg consum. Conținutul total de hidrocarburi petroliere din probele de apă este prezentat în Tabelul 4. În decembrie 2011, acesta se încadrează în intervalul 11,0 – 26,8 $\mu\text{g/l}$. S-au determinat valori medii scăzute (< 200 $\mu\text{g/l}$) în toate corpurile de apă din stațiile Domino.

**Tabel 4: Conținutul total în hidrocarburi petroliere ($\mu\text{g/l}$) în apele marine – locația 1 DOMINO
(17-19.12.2011)**

Stația	Adâncimea (m)	HPT ($\mu\text{g/l}$)
Domino Nord	0	13,8
	10	19,2
	25	20,8
	50	25,7
	100	11,0
Domino Sud	0	22,9
	10	15,4
	25	13,6
	50	20,2
	100	18,3
Domino Est	0	15,3
	10	16,0
	25	18,3
	50	22,9
	100	26,8
Domino Vest	0	18,8
	10	24,3
	25	21,8
	50	23,6
	100	22,6
Media		19,6
Minim		11,0
Maxim		26,8
Deviatia standard		4,36

În decembrie 2011, valorile medii ale hidrocarburilor petroliere din apele marine s-au situat sub nivelurile maxime admise de Ordinul nr.161/2006 -“Normativ de clasificare a calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă”.

III.2.8.2 Hidrocarburi aromatice polinucleare (HAP)

Hidrocarburile aromatice polinucleare care ajung în mediul marin au la origine surse antropogene (deversări ale apelor menajere, surgeri de suprafață, deversări industriale, pierderi de petrol).

În decembrie 2011, monitoringul hidrocarburilor aromatice polinucleare indică prezența a 15 contaminanți organici prioritar periculoși (naftalină, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo[a]antracen, crisen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, benzo(g,h,i)perilen și dibenzo(a,h)antracen (Tabel 5).

Tabel 5: Concentrațiile hidrocarburilor aromatice polinucleare ($\mu\text{g/l}$) în apele marine - locația 1 DOMINO (17-19.12.2011)

Denumire compus	Domenii de concentrații ($\mu\text{g/l}$)			
	Domino Nord	Domino Sud	Domino Est	Domino Vest
Naftalină	0,069 - 0,158	0,014 - 0,124	0,045 - 0,182	0,068 - 0,169
Acenaftilen	0,019 - 0,069	0,006 - 0,091	0,004 - 0,053	0,004 - 0,046
Acenaften	0,034 - 0,152	<0,0004-0,07	<0,0004-0,02	<0,0004-0,02
Fluoren	0,102 - 0,306	0,058 - 0,181	0,098 - 0,195	0,052 - 0,317
Fenantren	0,190 - 0,488	0,199 - 0,520	0,123 - 0,373	0,157 - 0,411
Antracen	0,342 - 0,904	0,501 - 1,095	0,731 - 1,920	0,604 - 1,388
Fluoranten	<0,0004-0,24	<0,0004	<0,0004-0,47	0,063 - 0,213
Piren	0,028 - 0,140	0,032 - 0,389	0,019 - 0,379	0,033 - 0,211
Benzo[a]antracen	0,009 - 0,060	0,019 - 0,066	0,037 - 0,106	0,024 - 0,045
Crisen	0,035 - 0,100	0,107 - 0,226	0,046 - 0,151	0,053 - 0,101
Benzo[b]fluoranten	0,005 - 0,024	0,005 - 0,044	0,006 - 0,026	0,005 - 0,031
Benzo[k]fluoranten	0,014 - 0,031	<0,0004-0,04	<0,0004-0,04	<0,0004-0,03
Benzo[a]piren	0,023 - 0,042	0,010 - 0,023	0,017 - 0,036	0,009 - 0,024
Benzo (g,h,i)perilen	0,002 - 0,014	<0,0004-0,001	<0,0004-0,004	<0,0004-0,001
Dibenzo(a,h)antracen	0,019 - 0,043	0,013 - 0,023	0,014 - 0,029	0,013 - 0,022
Indeno(1,2,3-c,d)piren	<0,0004	<0,0004	<0,0004	<0,0004
Σ HAP-uri	1,329 - 2,266	1,571 - 2,411	1,720 - 3,215	1,382 - 2,305

Conținutul total în HAP-uri (Σ HAP) a variat în domeniul 1,33 -3,22 $\mu\text{g/l}$, valoarea maximă s-a determinat la adâncimea de 10m în stația Domino Est (Fig.13). Valori ridicate ale concentrațiilor s-au determinat la următorii compuși: antracen, fenantren, fluoranten, benzo[a]antracen, benzo[b]fluoranten și benzo[k]fluoranten. Aceste concentrații depășesc nivelurile maxime admise de Ordinul nr.161/2006 (Tabel 6).

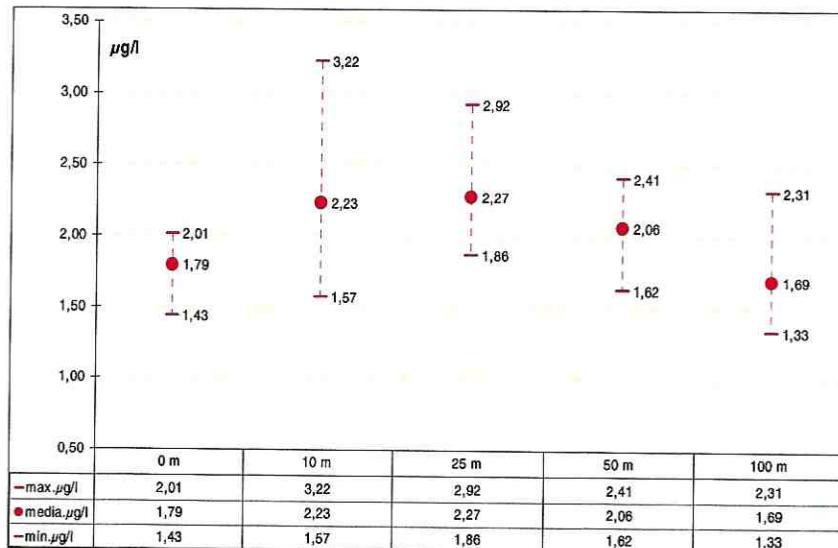


Fig. 13 - Valori maxime, minime și medii ale conținutului total în Σ HAP-uri ($\mu\text{g/l}$) în apele marine la adâncimile de 0, 10, 25, 50, 100 m - locația 1 Domino – decembrie 2011

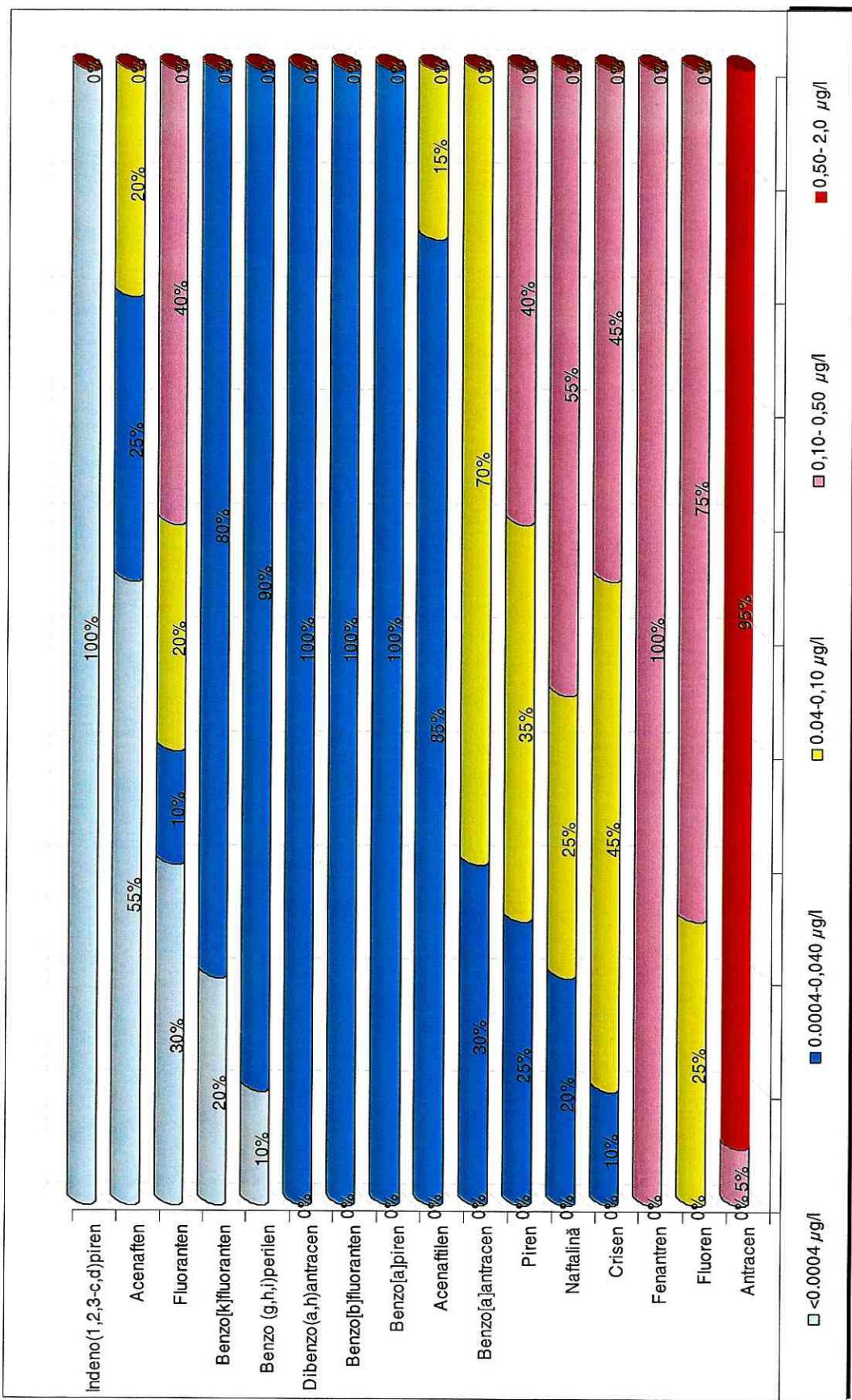
Tabel 6: Concentrațiile HAP- urilor care depășesc valorile maxime admise de Ordinul nr.161/2006

Denumire compus	Limita admisă* µg/l	Concentrația µg/l			
		Domino Nord	Domino Sud	Domino Est	Domino Vest
Naftalină	2,400	-	-	-	-
Fenantren	0,030	0,488	0,520	0,373	0,411
Antracen	0,063	0,904	1,095	1,920	1,388
Floranten	0,090	0,240	-	0,470	0,213
Benzo[a]antracen	0,010	0,060	0,066	0,106	0,045
Benzo[b]fluoranten	0,025	-	0,044	-	0,031
Benzo[k]fluoranten	0,025	0,031	0,040	0,040	0,030
Benzo[a]piren	0,050	-	-	-	-
Benzo (g,h,i)perilen	0,025	-	-	-	-
Indeno(1,2,3-c,d)piren	-	-	-	-	-

* Ordinul ministrului mediului și gospodăririi apelor nr.161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă

Antracenul și fenantrenul reprezintă compușii dominanți în 95-100% din probe cu niveluri ridicate de concentrații în domeniile 0,50 – 1,92 µg/l și 0,10 – 0,50 µg/l (Fig. 14).

Fig. 14 - Distribuția procentuală a hidrocarburilor aromatici polinucleare pe limite de concentrații în apele marine – locația 1 DOMINO - decembrie 2011



III.3 PARAMETRI BIOLOGICI

III.3.1. FITOPLANCTON și CLOROFILA a

În componența fitoplanctonului au fost identificate 38 de specii, cu varietăți și forme, aparținând la 6 grupe taxonomice (Bacillariophyta, Dinoflagellata, Chlorophyta, Chrysophyta, Euglenophyta și Cryptophyta) (Fig. 15). Între acestea, se remarcă două grupe – Bacillariophyta și Dinoflagellata - care participă cu procente aproape egale (36-43% respectiv 38-42%), urmate de crisofite, a căror reprezentare este mult mai mică (13%). Restul grupelor taxonomice contribuie la constituirea comunităților aleatoriu, cu câte o specie din fiecare grup.

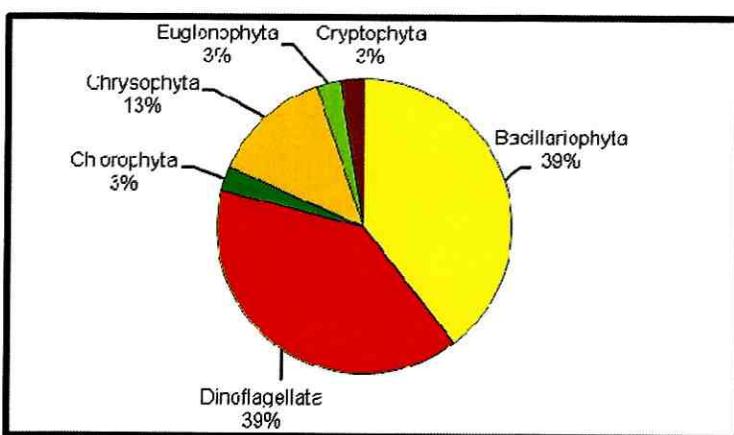


Fig. 15 - Compoziția taxonomică a fitoplantonului în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre – locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Dezvoltarea cea mai importantă a fitoplantonului (54-90%) este concentrată în partea superioară a zonei eufotice, în stratul 0-50m. Distribuția fitoplantonului în grosimea stratului de apă variază sezonier. Astfel, fitoplantonul este cel mai uniform distribuit în perioada de iarnă, perioada amestecului intens al maselor de apă. Densitatea fitoplantonului a variat între minimum 4,2 și maximum $249,9 \cdot 10^3$ cel·l $^{-1}$, iar biomasa între 2,45 și 124,75 mg·m $^{-3}$, compoziția cantitativă pe principalele grupe taxonomice fiind relativ omogenă.

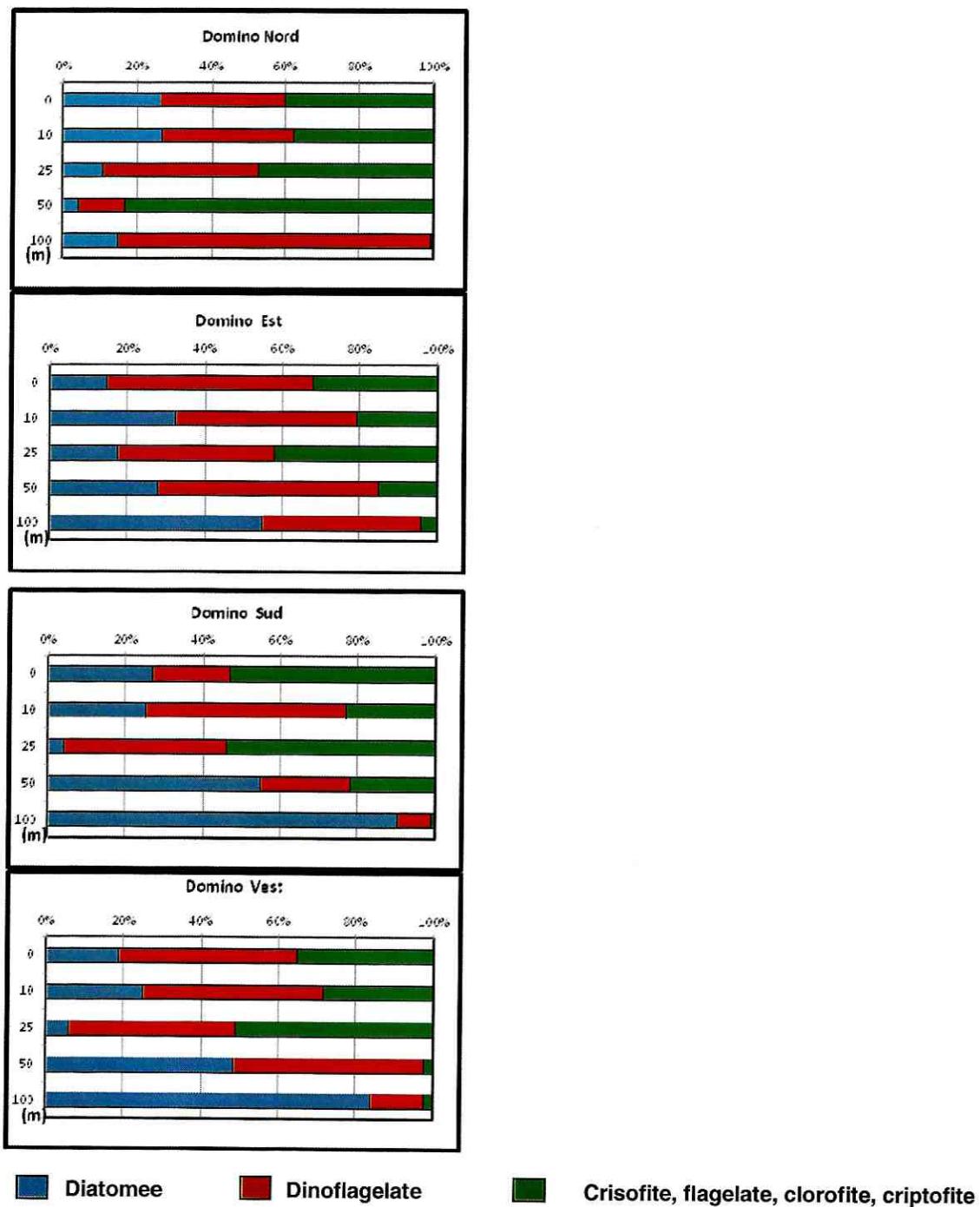


Fig.16 - Structura pe principalele grupe taxonomicice în biomasa fitoplanctonică, în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre– locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Dominanța în densitate revine crisofitelor, cu proporții de peste 80%, dominanță care se menține relativ constantă în toate cele patru stații (Fig.16). Această situație se datorează coccolitoforidului *Emiliania huxleyi*, ale cărui abundențe au variat între 400 și $243 \cdot 10^3$ cel·l $^{-1}$, înregistrând concentrațiile cele mai mari în stratul 0-25m, scăzând brusc de la această adâncime. Fiind o

specie de talie mică, biomasele sale sunt mici, de aceea dominanța în biomase a fost deținută de dinoflagelate (Fig. 16) precum *Peridinium micans*, *Heterocapsa triquetra*, *Goniaulax polyedra*, *Scrippsiella trochoidea*, care au acoperit 34-57% din comunități. Valorile de densitate ale dinoflagelatelor au variat între 200 și $118,5 \cdot 10^3$ cel·l $^{-1}$. Diatomeele au avut densități și mai mici, nedepășind 7.800 cel·l $^{-1}$, principalele specii fiind *Nitzschia tenuirostris*, *Thalassionema nitzschiooides*, *Chaetoceros socialis*, *Cerataulina pelagica*.

Distribuția verticală a fitoplanctonului este legată de hidrologia apelor marine, reducerea intensității luminoase, gradienții nutrienților, dar și consumului produs de zooplanton.

Analizând distribuția spațială a clorofilei *a*, se constată înregistrarea unor concentrații foarte reduse, omogene și deseori, în straturile de adânc, sub limita de detecție. Astfel, valorile clorofilei *a* s-au încadrat în intervalul 0,05 – 0,97 µg/L, valoarea maximă se atinge la orizontul 10m, ceea ce se coreleză și cu densitatea și biomasa umedă a fitoplanctonului (Fig.17).

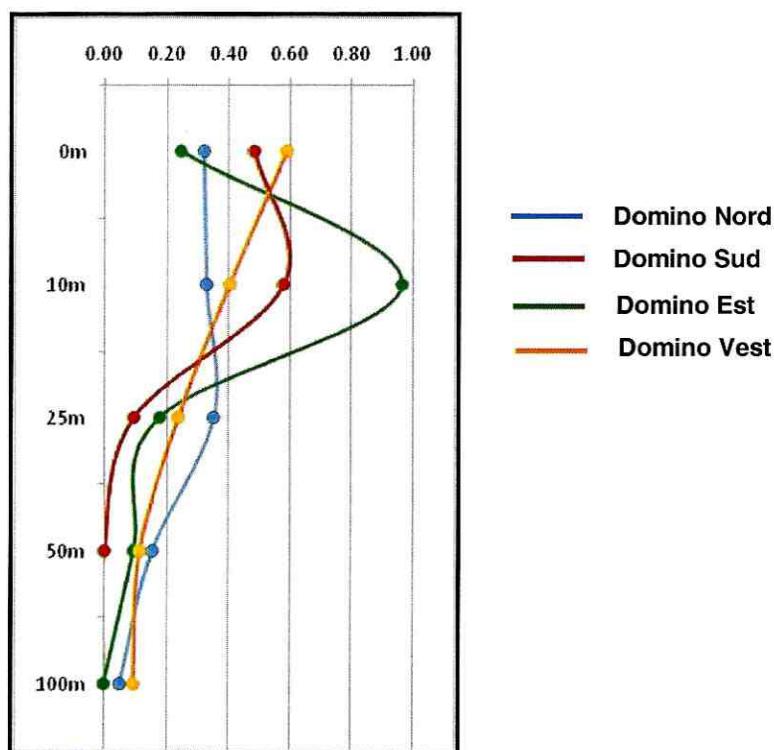


Fig. 17 - Distribuția verticală a clorofilei *a* ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

III.3.2. ZOOPLANCTON

Pentru identificarea stării populațiilor zooplantonice din zona forajului DOMINO1 s-a colectat un număr de 16 probe zooplantonice din patru locații situate la câte 500 m spre nord, sud, est și vest față de punctul de foraj.

Astfel, în luna decembrie, în probele colectate, comunitatea zooplantonică a fost bine reprezentată din punct de vedere calitativ, identificându-se 13 taxoni care aparțin la 10 grupe taxonomice (Tabel 7). De remarcat pentru această perioadă este prezența cladocerului *Pleopis polyphemoides*, specie caracteristică sezonului cald, precum și prezența într-un număr destul de mare a organismelor meroplantronice care sunt stadii de dezvoltare a organismelor bentale, organisme caracteristice zonelor costiere. Cele două situații prezентate anterior sunt datorate pe de o parte temperaturilor destul de ridicate pentru acest sezon și prezenței curenților care transportă organismele din zona de coastă până în zona de larg, zonă din care s-au colectat probele.

Tabel 7: Lista taxonilor identificați în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Netrofică		Infraîncr. Dinoflagellata	<i>Noctiluca scintillans</i>
Trofică	Copepode	Ord. Calanoida	<i>Acartia clausi</i>
			<i>Pseudocalanus elongatus</i>
			<i>Paracalanus parvus</i>
			<i>Calanus euxinus</i>
		Ord. Cyclopoida	<i>Oithona similis</i>
	Cladocere	Subord. Cladocera	<i>Pleopis polyphemoides</i>
		Cl. Gastropoda	larve veligere
		Infracls. Cirripedia	larve cypris și naupliu
		Cl. Bivalvia	larve veligere
	Meroplancton	Cl. Polychaeta	larve trofofore
		Încr. Chaetognatha	<i>Parasagitta setosa</i>
	Alte grupe	Cl. Larvacea	<i>Oikopleura dioica</i>

Zooplantonul total în această perioadă a atins valori maxime de dezvoltare în stația Domino 1 Est unde s-a înregistrat o densitate medie de 1.391 ind.m⁻³ și o biomasă de 93 mg.m⁻³ (Fig. 18). În cadrul structuri calitative

a zooplanctonului componenta dominantă a fost cea a zooplanctonului trofic care a înregistrat valori medii de peste 60 % din cantitatea totală atât ca biomasă cât și ca densitate (Fig. 18).

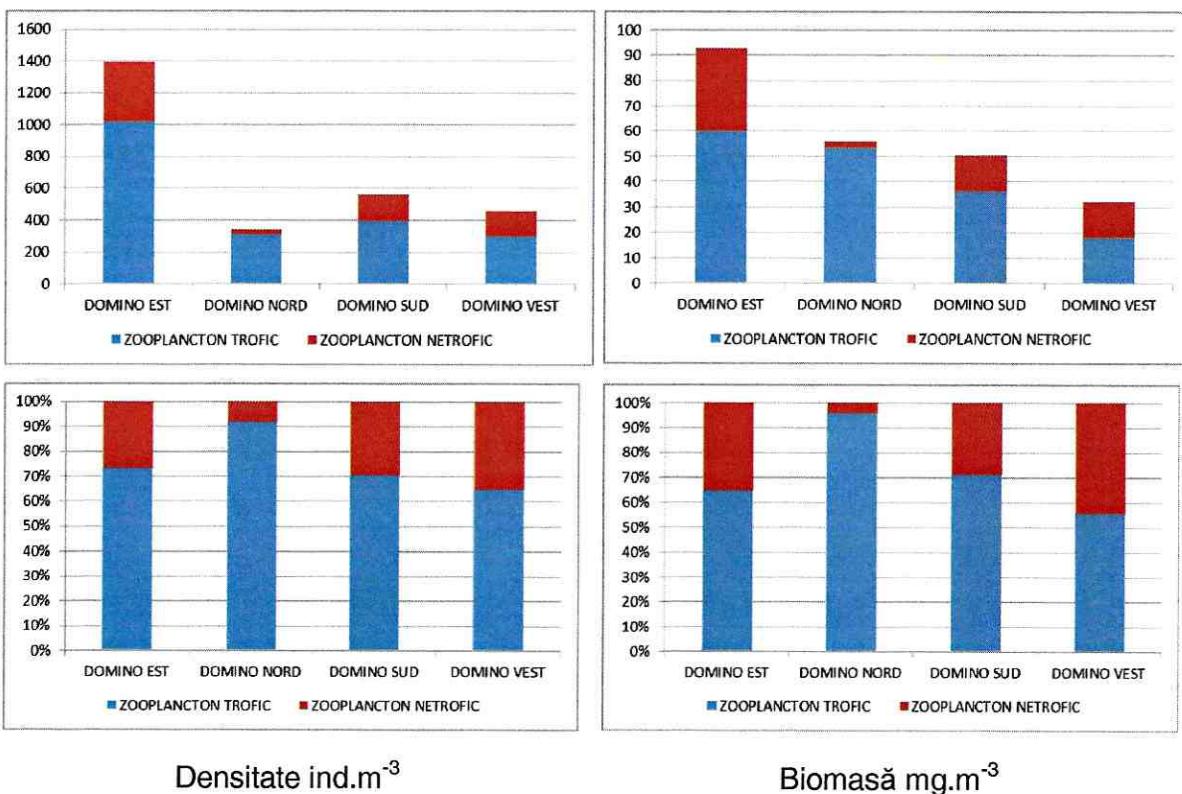


Fig. 18 – Structura calitativă a zooplantonului total în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

Structura calitativă a zooplantonului trofic a fost dominată de grupul copeopodelor specii caracteristice pentru zona de larg. În cadrul acestui grup specia dominantă a fost *Pseudocalanus elongatus*, specie caracteristică zonei de larg și sezonului rece. Al doilea grup care a dominat în cadrul zooplantonului trofic a fost cel al organismelor denumite generic „Alte grupe”. Reprezentate în acest caz în principal de apendicularul *Oikopleura dioica* și chetognatul *Parasagitta setosa* (Fig.19).

Distribuția verticală a zooplantonului trofic mediu din zona de lucru a fost caracteristică, cu valori mai ridicate în straturile fotice superficiale cu productivitate ridicată, și mai reduse în straturile profunde (Fig. 20).

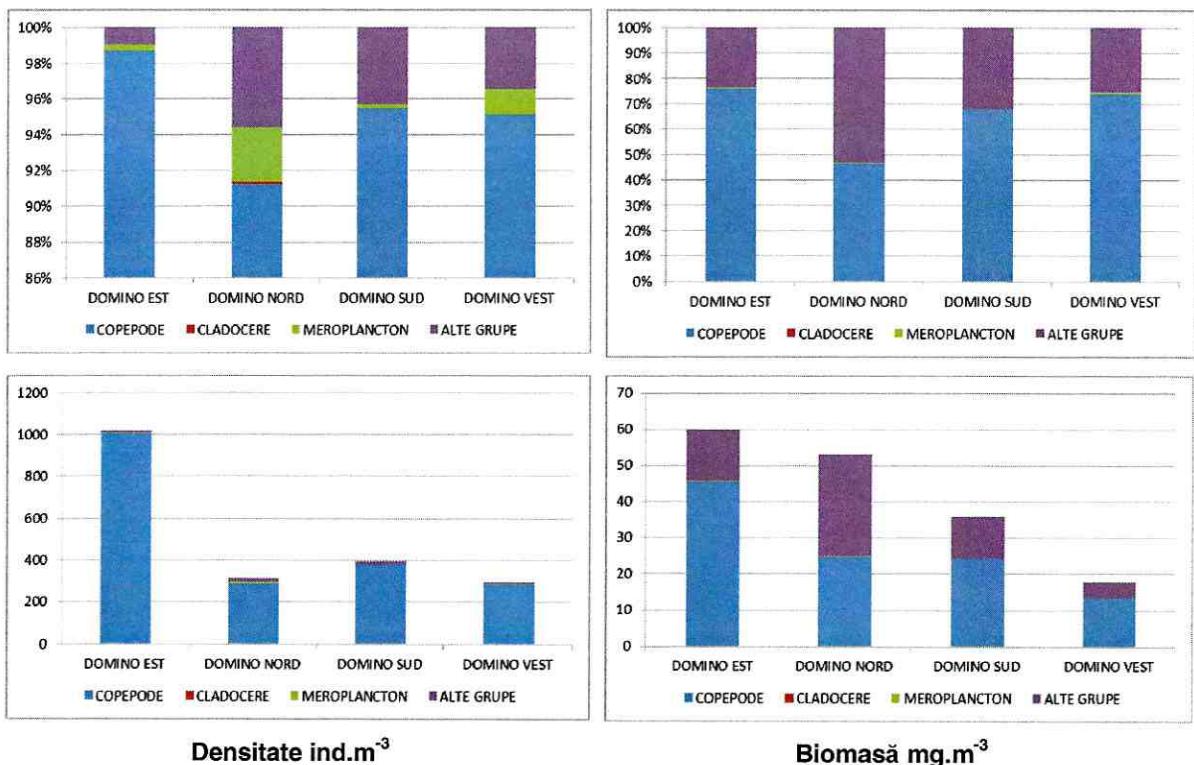


Fig. 19 – Structura calitativă a zooplanctonului trofic în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

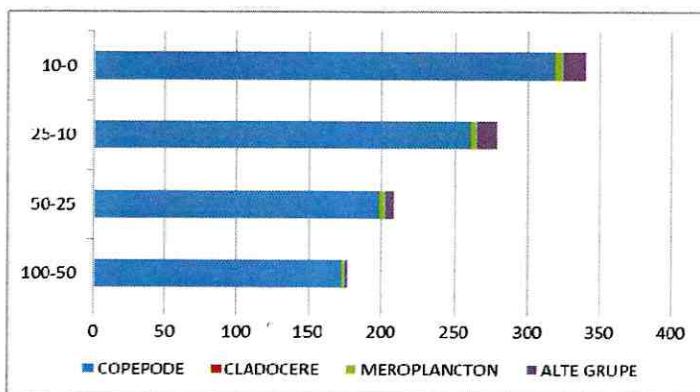


Fig. 20 – Distribuția verticală a densității medii (ind.m⁻³) a zooplanctonului trofic în apele de larg ale sectorului românesc al Mării Negre - locația 1 DOMINO- decembrie 2011

IV. CONCLUZII

- Temperatura apei a înregistrat valori omogene, cuprinse între 8,2-10,0°C, cu o medie de 9,27°C și deviație standard 0,74°C, fără conturarea termoclinei.
- Salinitatea a oscilat în limitele intervalului 14,34 – 17,55 PSU, valori specifice caracterului salmastru al apelor Mării Negre, evidențiindu-se gradientul crescător cu adâncimea (50m -100m) ce contribuie la stratificarea maselor de apă.
- Toate valorile de pH măsurate s-au încadrat în intervalul pentru limita admisă (6,5-9,0) de Ordinul nr.161/2006 ("Normativul privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă"), atât pentru starea ecologică cât și pentru zona de impact a activității antropice.
- Concentrațiile oxigenului dizolvat au prezentat valori în intervalul 37,1 – 333,2 µM, observându-se o bună oxigenare a apelor în stratul de amestec (0-50m).
- Valorile scăzute ale oxigenului dizolvat, înregistrate după adâncimea de 50m sunt normale în ecosistemul Mării Negre, reprezentând o particularitate a acestuia
- Concentrațiile de TOC au reprezentat valori normale care nu indică prezența vreunui tip de poluare organică.
- Cantitatea de suspensii solide totale a oscilat între 9,00 – 18,21 mg/L observându-se, în general, creșterea concentrațiilor cu scăderea concentrațiilor de oxigen dizolvat.
- Distribuția metalelor grele (Cu, Cd, Pb, Ni, Cr, Ba) în apele marine din locația 1 – DOMINO, atât la suprafață, cât și de-a lungul coloanei de apă (0 – 100 m), a fost caracterizată de o înaltă variabilitate, depinzând de condițiile fizico-chimice și hidrodinamice ce caracterizează zona de studiu.
- Concentrațiile medii ale metalelor grele în locația 1 - DOMINO s-au încadrat sub valorile maxim admisibile recomandate de legislația națională (Ordinul nr.161/2006).
- Valorile medii ale conținutului total în hidrocarburi petroliere din apele marine s-au situat sub nivelurile maxime admise de Ordinul nr.161/2006.

- Majoritatea concentrațiilor hidrocarburilor aromatice polinucleare au prezentat valori sub limita maximă admisă de Ordinul nr.161/2006 cu excepția următorilor compuși: antracen, fenantren, fluoranten, benzo[a]antracen, benzo[b]fluoranten și benzo[k]fluoranten.
- Au fost identificate 38 de specii de fitoplancton aparținând la 6 grupe algale. Dominante au fost diatomeele (36 - 43%) urmate îndeaproape de dinoflagelate (între 38 – 42% din numărul total de specii), urmate de crisofite cu un număr maxim de 5 specii.
- Dominanța în densitate a revenit crisofitelor, prin coccolitoforidul *Emiliania*, în proporții de peste 80%.
- Biomasa a fost constituită în cea mai mare parte din dinoflagelate (34 - 57%), precum *Peridinium micans*, *Heterocapsa triquetra*, *Goniaulax polyedra*, *Scrippsiella trochoidea*.
- Valorile clorofilei a s-au încadrat în intervalul 0,05 – 0,97 µg/L, distribuția spațială a fost omogenă, în straturile de adânc acestea fiind sub limita de detectie.
- În perioada studiată zooplanctonul total a fost reprezentat de 13 taxoni care aparțin la 10 grupe taxonomice.
- Din punct de vedere al dominantei speciilor analizate, cea mai mare valoare îi aparține copeopodeului *Pseudocalanus elongatus* urmat componenta netrophică reprezentată de *Noctiluca scintillans*;
- Structura cantitativă a zooplantonului total nu a variat foarte mult în cele 4 locații probate în perioada studiată, înregistrând valori cuprinse între 1.391 – 338 ind.m⁻³ și 32 -93 mg.m⁻³;

BIBLIOGRAFIE

1. **Bodeanu N.**, 2002 – Algal Blooms in Romanian Black Sea waters in the last two decades of the XXth century, Cercetari Marine, Vol.34, pp. 7-22.
2. **Bodeanu N., Andrei C., Boicenco Laura, Popa Lucia, Sburlea Alice**, 2004 – A new trend of the phytoplankton structure and dynamics in the Romanian waters, Cercetari marine Vol.35, pp. 77-86.
3. **BSC**, 2008– State of the environment of the Black Sea (2001-2006/7), Publication of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution, pp. 447.
4. **Edler L.**, 1979 - Recommendations on methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. Phytoplankton and Chlorophyll, Baltic Marine Biologists Publication No. 5, pp. 1-38.
5. **Grasshoff K., Kremling K., Ehrhardt M.**, 1999 – Methods of Seawater Analysis, Wiley-VCH, pp. 599.
6. **Konovalov S.K., Murray J.W.**, 2000 - Variations in the chemistry of the Black Sea on a time scale of decades (1960–1995), Journal of Marine Systems 795, pp. 773-795.
7. **Lehmann A., Myrberg K.**, 2008 - Upwelling in the Baltic Sea — A review. Journal of Marine Systems Vol. 74, pp. 3-12.
8. **Morozova-Vodyaniyskaya V.**, 1954 - Phytoplankton of the Black Sea II, Trudy Sevastopol biol., 8, pp. 1-99.
9. **Riley J.P., Chester R.**, 1971 – Introduction to Marine Chemistry. Academic Press London and New York, pp. 465.
10. **Sorokin Y.A.**, 2002 - The Black Sea: Ecology and Oceanography, Biology of inland waters, Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, pp. 875.
11. **Yunev O. A., Vedernikov V. I., Basturk O., Yilmaz A., Kideys A., Moncheva Snejana, Konovalov S., K.**, 2002 - Long term variations of surface chlorophyll a and primary production in open Black Sea, Marine Ecology Progress series Vol.230, pp. 11-28.