

**INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE – DEZVOLTARE PENTRU GEOLOGIE SI  
GEOECOLOGIE MARINA – GEOECOMAR**

**Contract FP VI – 036949-2**

**MĂRILE SUD-EUROPENE: EVALUAREA SI MODELAREA  
SCHIMBARILOR ECOSISTEMICE**

**(Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem changes)**

**Acronim – SESAME**

**DIRECTOR GENERAL,**

**Dr. ing. Gheorghe Oaie**

**Bucuresti, 2009**

**AUTORI:**

Dr. ing. Gheorghe Oaie

Prof. dr. N. Panin

Prof. dr. M. T. Gomoiu

Dr. D. Secrieru

Dr. T. Begun

Dr. Ad. Teaca

Dr. M. Melinte

CS M. Muresan

**Titlul proiect:** Mările sud-europene: evaluarea și modelarea schimbărilor ecosistemice (Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem changes)

**Acronim proiect:** SESAME

**Parteneri români** – INCD GEOECOMAR, INCD Marina *Grigore Antipa*

**Parteneri straini** - 47 de parteneri din Grecia (HCMR – institut coordonator), Franta, Rusia, Turcia, Belgia, Spania, Italia, Bulgaria, Israel, Liban, Ucraina, Croatia, Tunisia, Slovenia, Egipt, Cipru, Georgia, Germania, Malta, și Marea Britanie

**Durata proiectului:** 48 luni (2006 – 2010)

### **Obiective generale urmarite in 2009**

Proiectul PC VI cu acronimul SESAME a urmarit efectuarea de studii multidisciplinare, plecand de la coloana de apa, sedimente de fund și observatii biologice de detaliu.

Analizele de laborator sau efectuate la bordul navei de cercetare *Mare Nigrum*, au urmarit, in mod constant, cunoasterea caracteristicilor sedimentelor de fund (granulometrie, litologie, mineralogie, structura interna); masurarea parametrilor fizico-chimici pe probe de apa (temperatura, O<sub>2</sub>, CND, TDS, U<sub>H</sub>, pH, suspensii solide, salinitate, NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>, detergenți, sulf); masurarea concentratiilor elementelor chimice și compusilor chimici pe probele de sediment (CaCO<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, TiO<sub>2</sub>, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Ba, V etc.), precum și determinarea evolutiei ecosistemelor caracteristice (fito- și zooplancton, meio- și zoobentos etc).

### **Obiectivele majore ale proiectului SESAME**

Principalele obiective stiintifice urmarite in cadrul proiectului SESAME sunt :

- evaluarea schimbărilor produse in marile situate in partea sudica a continentului european, inclusiv Marea Neagra;
- evaluarea stadiului actual al ecosistemelor caracteristice, prin analiza datelor vechi și noi;
- predictii asupra schimbărilor viitoare in cadrul ecosistemelor marine;
- construirea de scenarii ale răspunsurilor ecosistemelor la schimbările de clima și antropogenice;
- evaluarea efectului schimbărilor in abilitatea ecosistemelor din marile sudice in furnizarea de bunuri și servicii.

Obiectivele specifice, urmarite si in Marea Neagra, au aprofundat urmatoarele aspecte stiintifice:

- identificarea schimbarilor majore din cadrul ecosistemului marin ca raspuns la modificarile naturale si antropogene din ultimii 50 ani;
- evaluarea starii actuale a ecosistemului marin ca indicator (reper) in evaluarea evolutiei viitoare a acestuia;
- colectarea de date, cu caracter multidisciplinar, in vederea analizei schimbarilor de mediu;
- cunoasterea dinamicii ecosistemelor din ultimii 50 ani in vederea alegerii unui numar limitat de scenarii evolutive.

Pe baza rezultatelor obtinute vor fi propuse o serie de modele, precum:

- predictii asupra aspectelor socio-economice, ca alternativa a scenariilor de dezvoltare a ecosistemelor marine din marile sudice (inclusiv Marea Neagra);
- identificarea functiilor ecosistemelor ce pot contribui la obtinerea de bunuri si servicii;
- elaborarea de modele socio-economice noi, in concordanta cu variabilitatea ecosistemelor, in vederea cresterii bunastarii populatiei.

Pentru INCD GEOECOMAR principalul obiectiv urmarit in 2009 a fost pregatirea datelor CTD, chimice si biologice in vederea includerii in programele de modelare a evolutiei ecosistemelor marine.

## **Obiectivele fazei de executie**

### **1. Asimilarea protocoalelor si a metodologiilor comune parametrilor din proiect pentru sectiunile CTD, chimie (probe de apa) si biologie**

Obiectivul 1 din cadrul planului de derulare al proiectului SESAME a avut ca scop insusirea de catre cei implicati a protocoalelor si metodologiilor de prelucrare/formatare a datelor in vederea incarcarii lor in baza de date a proiectului.

Activitatile din cadrul obiectivului au constat din descarcarea de materiale informative (manuale, fisiere etc) de pe site-urile ISRAMAR, care gazduieste baza de date a proiectului SESAME, ODV, etc., consultarea acestora si familiarizarea cu metodele de prelucrare si formatare a metadatelor si datelor.

### **2. Participare la exercitii de intercalibrare a datelor CTD**

In cursul lunii iulie, 2009, Hellenic Centre for Marine Research - HCMR (Grecia), in calitate de coordonator al proiectului SESAME, a organizat la Atena un workshop in vederea punerii la punct a modalitatilor de intercalibrare a datelor CTD obtinute in timpul campaniilor pe mare.

Cu ajutorul specialistilor de la Hellenic Centre for Marine Research (Grecia) datele CTD obtinute de INCD GEOECOMAR in timpul campaniilor de mare au fost convertite in format MEDATLAS pentru a fi apoi introduse in Sesame database, impreuna cu seturile de metadata (Fig. 1).

O dificultate majora a fost aceea ca masuratorile CTD, care trebuiau efectuate simultan de mai multi parteneri pe statii comune, nu au fost aduse la indeplinire. INCD GEOECOMAR a respectat data la care trebuiau efectuate masuratorile CTD in bazinul de vest al Marii Negre,

pe statia de referinta S-RO 009. Din pacate, atat partenerii bulgari (IO-BAS), cat si cei turci (IMS – METU), nu au respectat programul initial. Din acest motiv masuratorile au fost efectuate la interval de zile intre parteneri.

The screenshot shows the Sesame Data Management web interface. At the top, there is a banner with the Sesame logo, a globe, and the text 'DATA MANAGEMENT'. Below the banner is a navigation menu with links: Home, Submission Guide, Data Formats, Submission, and Data Access. The main content area is titled '> Submission > MetaData and DataSets' and includes a link 'Add a new metadata set'. Below this is a table with columns for 'MetaData' and 'Data'. The 'MetaData' column contains 'DataSet name' and the 'Data' column contains 'File name'. The table lists various data sets with their status and file names. At the bottom of the page, there is a footer with the text: 'Integrated Project supported by the European Commission's Sixth Framework Programme, Sustainable Development, Global Change and Ecosystems'.

MetaData		Data		Copy
DataSet name	Status	File name	Status	
<a href="#">Copy of DATASET GEOECOMAR S-RO1 BOTTLE DATA</a>	NA	NaN	NO	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO1 BOTTLE DATA</a>	DB	<a href="#">S-RO1 Bottle Parameters (Averaged) GeoEcoMar_comp1</a>	DB	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO1 CTD DATA</a>	DB	<a href="#">RN7320085551.txt</a>	DB	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO1 MACROBENTHOS</a>	QC	<a href="#">Sesame-RO1-MacroBenthos.xls</a>	RE	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO1 MEIOBENTHOS</a>	QC	<a href="#">Sesame RO1 meiobenthos.xls</a>	RE	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO1 MESOZOOPLANKTON</a>	QC	<a href="#">Sesame RO1 ZPK.xls</a>	RE	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO2 BOTTLE DATA</a>	DB	<a href="#">S-RO2 Bottle Parameters (Averaged) GeoEcoMar_comp1</a>	DB	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO2 CTD DATA</a>	DB	<a href="#">RN7320085552.txt</a>	DB	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO2 MACROBENTHOS</a>	QC	<a href="#">Sesame-RO2-MacroBenthos.xls</a>	RE	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO2 MEIOBENTHOS</a>	QC	<a href="#">Sesame RO2 meiobenthos.xls</a>	RE	
<a href="#">DATASET GEOECOMAR S-RO2 MESOZOOPLANKTON</a>	QC	<a href="#">Sesame RO2 ZPK.xls</a>	RE	

Fig 1. Seturi de date si metadate introduse de INCĐ GEOECOMAR in Sesame database

Un alt aspect referitor la exercitiile de intercalibrare s-a referit la determinarea concentratiei oxigenului din probele de apa, partenerii din proiect utilizand metode diferite de determinare.

Un aspect deosebit de important al workshopului s-a referit la modalitatea de up-loading a datelor si de convertire a acestora in formate acceptate in baza MEDATLAS a proiectului.

### 3. Pregatirea datelor CTD, chimice si biologice

Modelul Excel - ODV a fost utilizat pentru crearea fisierelor de date pentru probele de apa discrete, chimice si biologice (seturi separate pentru fiecare campanie de masuratori pe mare). Fisierile contin seturi de masuratori pentru fiecare proba de apa. Rezultatele pentru pH si H<sub>2</sub>S au fost, de asemenea, introduse in aceeasi baza de date. Datele CTD propriu-zise au fost transformate cu sprijinul Centrului Elenic de Cercetari Marine, in format MEDATLAS, format necesar pentru incarcarea acestora in baza de date Sesame.

Toate analizele biologice au fost efectuate pe probele prelevate in timpul campaniilor de teren, dupa incheierea acestora. Datele au fost stocate utilizand fisiere model, furnizate de website-ul Isramar, exceptie facand datele de fitoplancton.

## Rezumatul fazei

In conformitate cu obiectivul major al proiectului SESAME, acesta urmareste estimarea si predictia schimbarilor ecosistemelor din marile din sudul Europei, inclusiv Marea Neagra si abilitatea acestor ecosisteme de a furniza bunuri si servicii. Mările sunt privite ca un întreg, atat din punct de vedere climatic si ecosistemic, cu legaturi de feedback cu oceanul planetar.

Modelele matematice ce vor fi elaborate in faza finala a proiectului SESAME vor fi folosite in vederea realizarii de predictii cu referire la raspunsul ecosistemelor marine la schimbarile de clima, precum si la factorii antropici. Datele noi au fost obtinute in urma efectuării unor campanii pe mare. In cursul anului 2008 INCD GEOECOMAR a efectuat doua astfel de campanii, in vederea culegerii de date noi.

In cursul anului 2009 datele obtinute in urma investigatiilor marine (CTD, chimice si biologice) au fost prelucrate, in vederea includerii in programele de modelare a evolutiei ecosistemelor marine. Faza de executie s-a concentrat asupra acuratetii masuratorilor si a calitatii lor, astfel incat sa fie in concordanta cu masuratorile efectuate de ceilalti parteneri, pe cat posibil in acelasi timp (ca luna si ca zi), cu o cat mai mare sincronicitate.

Prin utilizarea de catre toti partenerii de protocoale comune de probare, achizitie de date si metode analitice si prin organizarea unor workshop-uri de intercalibrare s-a asigurat o comparabilitate a datelor mai putin sau deloc intalnita pana acum.

Toate datele au fost centralizate intr-o baza de date comuna (Progeta), urmand sa fie utilizate in elaborarea de modele complexe, integrative. Acestea vor permite evaluarea evolutiei ecosistemelor specifice, elaborarea unor masuri corective pentru diminuarea/anihilarea efectelor inflentelor antropice, dar si evaluarea efectelor pe care le pot avea aceste masuri corective, prevenind astfel aplicarea unora care pot avea efecte neasteptate.

Pe baza analizei probelor biologice (fitoplancto, mezozooplancton, macrobentos, meiobentos), puse in formate specifice bazei de date, s-au putut calcula abundenta, frecvente, densitati si biomase (pe fiecare categorie), inclusiv distributia spatiala.

Prin utilizarea datelor obtinute in proiectul SESAME vor fi reconsiderate modelele de dezvoltare socio-economica, cel putin cele referitoare la turism si pescuit. Prin cunoasterea mecanismelor de functionare a ecosistemelor marine actuale vor putea fi apreciate modificarile pe care le vor suferi bunurile si serviciile legate direct de calitatea mediului din Marea Neagra.

## Descrierea stiintifica si tehnica a fazei de executie

Avand ca obiectiv principal pregatirea datelor CTD, chimice si biologice in vederea includerii in programele de modelare a evolutiei ecosistemelor marine, faza de executie s-a concentrat asupra acuratetii masuratorilor si a calitatii lor, astfel incat sa fie in concordanta cu masuratorile efectuate de ceilalti parteneri.

Concentratiile **oxigenului** au fost in Aprilie foarte aproape de concentratiile de echilibru cu atmosfera, destul de stabile pana la 40 m adancime, in aproape toate statiile; singura exceptie a fost inregistrata in statia S-RO1-06, unde concentratiile au fost mai scazute in stratul de suprafata, pana la aproximativ 10 m adancime, apoi au crescut rapid atingand valori de saturatie la cca. 20 m adancime. In marea majoritatea a cazurilor, distributiile verticale

prezinta oxicleline abrupte in intervalul de adancime 40-65 m; in Septembrie majoritatea statiilor au fost caracterizate de maxime bine pronuntate ale concentratiei oxigenului in intervalul de adancime 20-30 m si oxicleline mai putin pronuntate decat in aprilie, in intervalul de adancime 80 – 120-140 m.

Pe parcursul celor doua expeditii, concentratii hipoxice ( $<2\text{mg/l O}_2$ ) au fost inregistrate exclusiv in zona de tranzitie de la mediul oxidic la anoxic.

**Salinitatea:** Valori semnificativ mai scazute ale salinitatii au fost inregistrate in unele statii, in expeditia din septembrie comparativ cu cea din aprilie. Diferenta atinge 2 psu in statiile cu adancime a apei cuprinsa intre 1000 si 2000 m si se reduce semnificativ in statia abisala (S-RO-009 – adancimea apei 2150 m si gradat, odata cu descresterea adancimii, in statiile mai putin adanci (adancimea  $<1000$  m).

**Nutrientii:** profilele verticale ale concentratiilor *azotatilor* prezinta o crestere gradata in zona oxica, atingand valori maxime la 15.4  $\sigma$  theta, apoi descresc brusc in zona anoxica. Concentratii foarte ridicate de *azotati* au fost identificate in aprilie in statiile din apropierea tarmului, in special in statia S-RO1-001 ( $>20 \mu\text{M/l NO}_3$ ). Ca rezultat al activitatii fitoplanctonice crescute, concentratiile azotatilor si in special ale azotatilor au descrescut semnificativ in septembrie, la adancimi de pana la 40 m. In cazul *fosfatilor*, pentru aceeasi zona de adancime, concentratiile au crescut usor de la 0-0.2  $\mu\text{M/l PO}_4$  in aprilie la 0.3-0.5  $\mu\text{M/l}$  in septembrie.

Concentratiile *silicei dizolvate* au fost similare in ambele expeditii, relativ constante in stratul de suprafata si crescand rapid din CIL spre adanc, cu o concentratie medie ceva mai mare in aprilie.

Pentru *amoniu*, stratul de suprafata (zona eufotica) este caracterizata de concentratii scazute, care cresc rapid in zona suboxica. Cresterea continua in zona anoxica, variatia cu adancimea fiind practic liniara.

Concentratiile *cloroflei a* prezinta o variabilitate verticala ridicata, cu maxime la cca. 20-40 m adancime, in toate statiile; maximele au fost mai pronuntate in statiile efectuate in septembrie (atunci cand concentratiile maxime ale cloroflei *a* au coincis in general cu concentratiile maxime ale oxigenului).

In urma efectuarii analizelor specifice pe probele biologice au fost obtinute informatiile necesare acoperirii parametrilor specifici bazei de date a proiectului SESAME, acestea prezentandu-se dupa cum urmeaza:

#### **Fitoplancton:**

- au fost puse in evidenta 143 specii avand o densitate medie de 57.18 celule/ml (39.9% - Bacillariophyta, 49.33% - Dinophyta, 6.7% - Chrysophyta and 4.01% - Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Prasinophyceae, Xantophyta).

- au putut fi marcate diferentieri in ceea ce priveste distributia spatiala, atat in suprafata cat si in plan vertical;

- cantitatea medie de biomasa in apele de suprafata (0-20 m) a fost de 1.549 mg/l in Aprilie si doar 0,787 mg/l in Septembrie, in timp ce in zona mai adanca aceasta a fost de 1.285 mg/l in Aprilie, respectiv 1.535 mg/l in Septembrie.

Pe baza observatiilor efectuate se poate afirma ca cantitatea maxima de biomasa planctonica s-a aflat la adancimi ale apei de 20 – 30 m, in primul rand datorita abundentei speciilor de talie mare precum *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* and *Ceratium tripos*.

De asemenea, s-a conatat ca, la adancimi mari, de peste 200m, cele mai multe alge prezinta schimbari morfologice, datorate influentelor anoxice ale mediului marin.

### **Mezozooplancton:**

- au fost puse in evidenta 18 taxa in probele prelevate in luna Septembrie si doar 11 in luna Aprilie;
- densitatea medie determinata a fost de 2812.077 inds.m<sup>-3</sup>, respectiv 191.3971 mg. m<sup>-3</sup>;
- densitatea mezozooplanctonului scade odata cu reducerea adancimii apei, de la 2500 indivs.m<sup>-3</sup> la adancimi de 25-0 m, la 200 inds.m<sup>-3</sup> pentru ape adanci de 200-100 m, pentru luna Aprilie, respectiv de la 5500 inds.m<sup>-3</sup> la 360 inds.m<sup>-3</sup> in luna Septembrie.

### **Macrobenthos:**

- au fost puse in evidenta 52 de taxa (47 in Aprilie si 27 in Septembrie), cu o abundenta medie de 3,277.3 inds.m<sup>-2</sup> si 326.25 g.m<sup>-2</sup>. In sezonul de primavara populatiile bentale au fost mai abundente, prezentand urmatoarele densitati si biomase: 3,472.5 indiv.m<sup>-2</sup> si 458.01 g.m<sup>-2</sup> vs. 3,082.1 indiv.m<sup>-2</sup> si 194.62 g.m<sup>-2</sup>.

### **Meiobenthos:**

- au fost indentificate 24 taxa (19 in Aprilie si 23 in Septembrie), 18 fiind comune pentru ambele sezoane (primavara, toamna);
- schimbarile calitative si cantitative inregistrate in cele doua sezoane (50,486.8 indiv.m<sup>-2</sup> si 1.35 g.m<sup>-2</sup> in Aprilie vs. 61,745 indiv.m<sup>-2</sup> si 2.36 g.m<sup>-2</sup> in Septembrie);
- frecventele cele mai mari, 100% in Aprilie si 75% in Septembrie, sunt datorate organismelor precum Nematoda, Polychaeta, Oligochaeta, Copepoda Harpaticoida etc.

### **Posibilitati de valorificare economica a rezultatelor**

Marile semi-inchise, asa cum este si Marea Neagra, sunt cu mult mai expuse influentei factorilor antropici decat sistemele marine deschise. Din acest motiv, influenta asupra ecosistemelor este cu mult mai mare.

In ultimii 50 ani Marea Neagra a suferit modificari majore ale ecosistemului specific, datorita cresterii populatiei, urbanizarii, dezvoltarii turismului si agriculturii intensive. Din acest motiv degradarea solurilor si eutroficarea mediului acvatic au atins cote alarmante, favorizand reducerea resurselor marine specifice ecosistemului. De aceea evaluarea schimbarilor ecosistemice capata o importanta strategica atat pentru ratile riverane Marii Negre cat si la nivel de uniune.

Prin utilizarea datelor obtinute in proiectul SESAME vor fi reconsiderate modelele de dezvoltare socio-economica, cel putin cele referitoare la turism si pescuit. Prin cunoasterea mecanismelor de functionare a ecosistemelor marine actuale vor putea fi apreciate modificarile pe care le vor suferi bunurile si serviciile legate direct de calitatea mediului din Marea Neagra.

Una dintre zonele selectate pentru a cunoaste relatia climat/ecosistem este si partea de NV a Marii Negre, aceasta acoperind zone de coasta ale Ucrainei, României si Bulgariei. Zonele au fost alese in functie de caracteristicile ecosistemelor si stabilitatea lor, schimbari de climat, dar si in functie de criteriile de natura economica.

Pe baza analizei datelor referitoare la structura taxonomica si biomasa planctonica au fost identificate comunitatile cheie, care au dominat evolutia ecosistemica in perioada 1954 – 2005, in relatie directa cu parametrii fizico-chimici ai mediului. Acelasi lucru a fost realizat pentru zooplancton, ca biodiversitate, biomasa si distributie sezoniera spatiala, cunoasterea compozitei comunitatii pentru apele costiere din dreptul României fiind un bun indicator al calitatii mediului, inclusiv in ceea ce priveste procesul de eutroficare.

O atentie speciala a fost acordata speciilor invazive, care de-a lungul timpului au produs modificari semnificative in cadrul biotopului marin din Marea Neagra.

Tinand cont de observatiile de mai sus, se poate afirma ca datele obtinute in urma modelarii stiintifice a proceselor marine (ex. transparenta, temperatura, sechestrarea carbonului, etc) au devenit markeri in ceea ce priveste turismul si pescuitul (ex. rata vizitatorilor, alegerea destinatiilor turistice, stocuri de peste, etc), ca previziuni socio-economice, privite inclusiv ca problema de interes transfrontalier.

## REZUMATE PUBLICABILE

### Limba engleza

#### Introduction

North-western Black Sea ecosystem is under continuum complex stress of Danube River discharge and human activities (intensive navigation, oil-gas extractions, fishing, etc.); these basic conditions are generating oscillations in its structure and dynamics, being the origin of horizontal and vertical variability along the gradients. Nowadays, under the climate change conditions, the situation has become more complex.

By comparing the historical data and the new information, collected in 2008 from two Romanian Black Sea cruises performed in 2008, it was possible to identify some regime shifts in ecosystems that have taken place in the last decades.

On the basis of two series of biological data (April and September, 2008), from a transect located between the delta-front of the Danube River and the abyssal area of the Black Sea, it was possible to present the state variables of water masses, surface bottom sediments and biological communities of phytoplankton, zooplankton and benthos.

#### Methods

During both cruises GeoEcoMar performed CTD casts in each station and collected water samples at the preestablished sampling levels for the Black Sea. Several casts have to be performed in most stations to collect the necessary water quantity. One water sample per sampling level was used to determine on-board the pH and hydrogen sulphide concentration.

CTD files were converted to MEDATLAS format and were uploaded into the Sesame database together with the corresponding metadata sets.

One liter phytoplankton samples were collected from one Rosette bottle per sampling level.

Gelatinous zooplankton, mesozooplankton, macrobenthos and meiobenthos samples were collected using a different nets (Nansen or JUDAY types) or Van Veen grabs and a Mark II multicorer.

The samples were processed in the laboratory according to standard methods as follows: washing the material on a set of granulometric sieves with 0,500 mm 0,250mm and 0,125 mm opening diameters to separate meio- and microfauna, followed by sorting, identifying and counting benthic forms. The results were focuses on species composition, abundance and biomass.

All biological analyses were done on the preserved samples after cruises, in the laboratory. The data were stored using the model files for biological data found on the Isramar website and; with the exception of the phytoplankton, all the datafiles were uploaded into the Sesame database.

## Results of the laboratory analyses

Using the scientific data obtained after the analyses of 16 sediment cores, recovered from nine locations, 171 seawater samples, 167 phytoplankton samples, 72 zooplankton samples, 8 macrobenthos samples and other 18 meiobenthos samples the main results are:

**Biotores** and carbonate depositional environments: Upper Holocene sediments from the Danube Prodelta are mainly represented by fine sands (shells detritus and variable amounts of clay) and silty mud. In the abyssal area the laminated sedimentary sequences, coccolithic ooze (Unit I, Ross, Degens, 1974) and sapropelic mud (Unit II), are present. The sediments data (grain size, mineralogy, and characteristics facieses) show that the sedimentary deposits were accumulated in rather variable litho-dynamic conditions.

A statistically significant linear relation was identified between the water depth and pH values (standardized for 25°C), determined in the bottom water and water column. The comparison of the extrapolated pH value for 0 m water depth with older, similarly deduced, values indicates a decrease in the average pH for surface waters of 0.07 pH units over an 18 years time interval.

**Oxygen** concentrations, measured in the first cruise (April, 2008) were very close to the equilibrium with the atmosphere, more or less stable down to 40 m depth in all stations. In S-RO1-06 station the DO concentration was lower in the surface layer down to app. 10 m depth, then increased rapidly, reaching saturation values at app. 20 m depth. In most cases the vertical distributions show steep oxyclines in the depth interval 40 – 65 m. In the second cruise (September, 2009) most of the stations are characterized by well pronounced sub-surface maxima in the depth interval 20 – 30 m and less pronounced oxyclines in the depth interval 80 – 120 m.

During both cruises, with the exception of the oxic-anoxic transition zone, no hypoxic concentrations (<2 mg/l O<sub>2</sub>) were identified.

**Salinity:** Significantly lower salinities in some of the stations from the second cruise compared with the stations from the first cruise. The difference reaches up to 2.5 psu in the stations with water depth >1000m and <2000m and attenuates greatly in the deep sea station (S-RO-09 – water depth 2150 m) and gradually, with diminishing water depth, in the shallower stations (water depth <1000m).

Very high concentrations of nitrate were identified in the first cruise in the near-shore stations, notably S-RO1-001 (>20 µM/l NO<sub>3</sub>). As a result of increased phytoplankton activity, the nitrite and especially nitrate concentrations decreased significantly in the second down to 40 m water depth. However, a slight increase of phosphate concentrations from usually 0-0.2 µM/l PO<sub>4</sub> in April (first cruise) to 0.3-0.5 µM/l PO<sub>4</sub> in September (second cruise), in the same water layer, was identified.

Dissolved silica concentrations were rather similar for both cruises, increasing toward the bottom, with a slightly higher average concentration.

**Chlorophyll a** concentrations presented a very high vertical variability, with maxima in all stations at 20 – 40 m depths, better pronounced in the second cruise stations (when the chlorophyll a maxima roughly coincide with oxygen maxima).

**Phytoplankton:** 143 species, having an average density of 57.18 Cells.ml<sup>-1</sup> (39.9% - Bacillariophyta, 49.33% - Dinophyta, 6.7% - Chrysophyta and 4.01% - Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Prasinophyceae, Xantophyta).

There are some differences in the spatial distribution, both horizontally and vertically, of phytoplankton populations. The average biomass in the surface water layer (0-20 m) was 1.549 mg.l<sup>-1</sup> in April and 0,787 mg.l<sup>-1</sup> in September, but in the sub-surface layer was 1.285 mg.l<sup>-1</sup> in April and 1.535 mg.l<sup>-1</sup> in September.

The presented situation indicates that in the ecological conditions met in April, 2008, the vertical distribution of phytoplankton has a maximum in the surface water layer, while in September, 2008 the phytoplankton maximum biomass was recorded in the 20-30 m depth water layer. The explanation resides in the good representation in the biomass of big species – *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* and *Ceratium tripos*, preferentially located at these depths.

As for the vertical distribution of the phytoplanktonic populations it has to be mentioned that at greater depths – usually under 200 m – most of the alga found in the samples appear to be non-viable, some of them presenting important morphological changes compared with the normal state.

**Mezozooplankton:** 18 taxa, with an average density of 2812.077 inds.m<sup>-3</sup> and 191.3971 mg.m<sup>-3</sup>; the mezozooplankton density decreases as far as water depth decreases according to a logarithmic relation, from 2500 indvs.m<sup>-3</sup> in 25-0 m horizon, to 200 inds.m<sup>-3</sup> in the 200-100 m horizon in April and, respectively from 5500 inds.m<sup>-3</sup> to 360 inds.m<sup>-3</sup> (April  $y = -1608.6\ln(x) + 2495.1$ ,  $R^2 = 0.9931$ ) and September  $y = -3879.8\ln(x) + 5641.5$ ,  $R^2 = 0.9624$ ).

In a second series of 66 analyzed samples, 28 taxa were identified, 70% as primary consumers and 30% secondary consumers, average population abundance being 710.28 indv.m<sup>-3</sup> as density and 50,18 mg.m<sup>-3</sup> as biomass. The differences between the two series of zooplankton samples are also analyzed in the paper.

**Macrobenthos:** 52 de taxa, with an average abundance of 3,277.3 inds.m<sup>-2</sup> and 326.25 g.m<sup>-2</sup>. It is worth mentioning that during the spring season the benthic populations were more abundant, both as density and biomass: 3,472.5 indv.m<sup>-2</sup> and 458.01 g.m<sup>-2</sup> vs. 3,082.1 indv.m<sup>-2</sup> and 194.62 g.m<sup>-2</sup>.

**Meiobenthos:** 24 taxa were identified, 18 being common in the two seasons (spring and autumn) No significant qualitative and quantitative changes were registered from spring to autumn (50,486.8 indv.m<sup>-2</sup> and 1.35 g.m<sup>-2</sup> in April vs. 61,745 indv.m<sup>-2</sup> and 2.36 g.m<sup>-2</sup> in September). The highest frequencies, 100% in April and 75% in September, were recorded for the euconstant organisms, such as *Nematoda*, *Polychaeta*, *Oligochaeta*, *Copepoda* *Harpacticoida* etc.

Using the data obtained in project SESAME, models of socio-economical development will be reconsidered, at least those regarding tourism and fishing. The knowledge of functioning mechanisms of modern marine ecosystems will enable the assessment of changes of goods and services directly related to the environment quality in the Black Sea.

Data resulted through scientific modelling of marine processes (e.g. transparency, temperature, carbon sequestration, etc.) became markers in what concerns tourism and fishing (e.g. visitors rate, choices of tourist destinations, fish stocks, etc.), as social-economic forecast, regarded inclusively as issues of transborder interest.

## Limba română

### Introducere

Ecosistemul marin din partea de NV a Marii Negre este supus unui stress continuu datorat influenței fluviului Dunarea, dar și influențelor antropice (navigație, industria extractivă de petrol și gaze, pescuit). Toate aceste influențe generează oscilații în structura și dinamica ecosistemică, producând schimbări spațiale, atât în repartiția în suprafață cât și pe verticală. Sub influența schimbărilor climatice situația la nivel de bazin devine din ce în ce mai complexă.

Comparând datele istorice cu cele noi, obținute în 2008 în timpul celor două campanii de mare, a fost posibilă identificarea unor schimbări ale regimului ecosistemului marin, care s-au produs în ultimele decade.

Pe baza datelor obținute în timpul campaniilor de teren, de-a lungul unui profil localizat între gura de varsare în Marea Neagră a bratului Sf. Gheorghe și zona abisală a bazinului (direcție NE – SV), a fost posibilă cunoașterea parametrilor fizico-chimici ai coloanei de apă, a constitutiei sedimentelor de fund, dar și a comunităților biologice din zona oxica (fitoplancton, zooplancton, bentos).

### Metode

În timpul campaniilor de mare INCD GEOECOMAR a efectuat colectări de probe de apă în fiecare stație SESAME, pe nivele de adâncime prestabilite. Pentru unele paliere de adâncime, de unde era nevoie de o cantitate mai mare de probă de apă, s-au efectuat mai multe lansări ale echipamentului specific de probare (carousel cu butelii Niskin). De pe fiecare palier de probare a fost prelevată o probă necesară determinării, la bordul navei, a concentrației H<sub>2</sub>S.

O probă de 1 litru de apă a fost colectată pentru determinări de fitoplancton. Probele pentru zooplancton gelatinos, mezozooplancton, macro și meiobentos au fost colectate cu diferite filee (tip Nansen sau JUDAY) sau cu boden-greifere de tip Van Veen ori cu multicorerul Mark II.

Probele au fost procesate în laborator, în acord cu metodele standard. Spălarea materialului s-a făcut pe un set de site cu ochiuri de 0,500 mm, 0,250 mm, respectiv 0,125 mm, în vederea separării macrobentosului de meiobentos, pentru identificarea formelor specifice. S-a urmărit cunoașterea parametrilor specifici, precum compoziție, abundență și biomasa.

Metadatele biologice, o dată procesate au fost introduse pe website-ul Isramar, cu excepția celor de fitoplancton. După trecerea tuturor datelor pe formate standard acestea vor fi introduse în Proiecta, baza de date a proiectului SESAME.

Datele CTD au fost convertite în MEDATLAS format și introduse în baza de date a proiectului SESAME împreună cu seturile corespunzătoare de metadate. and were uploaded into the Sesame database together with the corresponding metadata sets.

### Rezultate

Utilizând datele științifice din analiza a 16 carote de sediment, prelevate din 9 stații de probare, 171 probe de apă, 167 fitoplancton, 72 zoobentos, 8 macrobentos și 18 de meiobentos au fost obținute următoarele rezultate:

**Biotopuri si medii depozitionale carbonatice:** sedimentele holocene din pordelta Dunarii sunt reprezentate in majoritate de nisipuri fine, continand detritus de cochilii si cantitati variabile de argila, dar si mluri siltice. In zona abisala sedimentele sunt dominate de secvente sedimentare laminate, precum ooze coccolitice (Unitatea I; Ross, Degens, 1974) si mълuri sapropelice (Unitatea II). Datele caracteristice sedimentelor (granulometrie, mineralogie, caracteristici faciale) arata ca depozitele s-au acumulat in conditii hidrodinamice foarte diferite.

O buna corelare statistica, de tip liniar, a fost stabilita intre adancimea apei si datele de pH (standardizate la 25<sup>0</sup>C), determinate atat in apa de fund cat si in coloana de apa. Comparand datele mai vechi cu cele nou masurate s-a constatat ca la suprafata apei diferenta de valoare a pH-ului este cu 0.7 mai mare in 2009, comparativ cu valorile masurate cu 18 ani in urma.

**Oxigen.** Concentratiile acestuia, masurate in prima campanie de teren, din aprilie, 2008, arata un echilibru cu atmosfera, mai mult sau mai putin stabil mai jos de 40 m adancime, pentru toate statiile de probare investigate. In statia S-RO1-06 concentratia oxigenului dizolvat a fost mai mica in stratul de suprafata, comparativ cu cea de la 10 m adancime. Crescand apoi rapid pana la valoarea maxima de saturatie<sup>4</sup> localizata de adancimea de 20 m. In cele mai multe cazuri distributiile verticale au aratat oxiclina puternic inclinate intre 40 – 65 m. In cea de-a doua campanie de teren (Septembrie, 2008), cele mai multe statii s-au caracterizat prin maxime ale concentratiilor situate intre 20 – 30 m adancime si oxiclina mai putin pronuntata intre 80 – 120 m.

In amandoua campaniile de teren, cu exceptia zonei de tranzitie oxic/anoxic, nu au fost puse in evidenta concentratii ale oxigenului dizolvat < 2 mg/l O<sub>2</sub>.

**Salinitatea.** Au fost puse in evidenta concentratii mai mici ale salinitatii apei in cea de-a doua campanie de teren. Diferentele au depasit 2.5 psu in statiile cu adancimi ale apei > 1000 m si < 2000 m, cu o atenuare semnificativa in statia S-RO-09 – adancimea apei 2150 m, si gradual cu descresterea adancimii apei, in statiile cu ape putin adanci (< 1000 m).

**Nutrienti.** Concentratii semnificative ale *nitratilor* au fost puse in evidenta in timpul primei campanii de teren in statiile din apropierea coastei, precum S-RO1-001 (>20 μM/l NO<sub>3</sub>). Ca rezultat al cresterii activitatii fitoplanctonice atat concentratiile nitratilor cat si ale *nitritilor* au scazut semnificativ, mai ales la adancimi ale apei > 40 m. O usoara crestere a concentratiei *fosfatului*, de la 0-0.2 μM/l PO<sub>4</sub> in Aprilie (campania 1 de teren) la 0.3-0.5 μM/l PO<sub>4</sub> in Septembrie (a doua campanie de teren), a fost pusa in evidenta in acelasi interval de adancime. *Silicea dizolvata* a prezentat concentratii similare in cele doua campanii de teren, crescand de la suprafata spre fund foarte putin.

**Chlorofila a.** Concentratiile clorofilei a au prezentat o variabilitate foarte ridicata in plan vertical, cu maxime in intervalul de adancime cuprins intre 20 – 40 m, mai bine pronuntata in masuratorile efectuate in a doua campanie de teren, cand maximul de concentratie al clorofilei a a coincis cu cel al oxigenului dizolvat.

**Phytoplankton.** Au fost identificate 143 specii, cu o densitate medie de 57.18 Cells.ml<sup>-1</sup> (39.9% - Bacillariophyta, 49.33% - Dinophyta, 6.7% - Chrysophyta and 4.01% - Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Prasinophyceae, Xantophyta).

Au fost marcate o serie de diferentieri in ceea ce priveste distributia spatiala, atat pe verticala cat si pe orizontala, a populatiilor fitoplanctonice. Biomasa medie, masurata in stratul de suprafata (0 – 20 m) a fost de 1.549 mg.l<sup>-1</sup> in Aprilie, respectiv de 0,787 mg.l<sup>-1</sup> in Septembrie,

in timp ce in stratul imediat inferior a fost de 1.285 mg.l<sup>-1</sup> in Aprilie si 1.535 mg.l<sup>-1</sup> in Septembrie.

Daca in luna aprilie distributia pe verticala a fitoplanctonului a prezentat un maxim in stratul de suprafata, in Septembrie, 2008 biomasa fitoplanctonica maxima s-a plasat la adancimi ale apei de 20-30 m. Explicatia rezida din aceea ca biomasa a fost dominata de speciile de talie mare, precum *Ceratium furca*, *Ceratium fusus* si *Ceratium tripos*.

La adancimile cele mai mari (sub 200 m) fitoplanctonul a prezentat importante modificari morfologice in comparatie cu stadiile normale.

**Mezozooplancton.** Au fost identificate 18 taxa, cu o densitate medie de 2812.077 inds.m<sup>-3</sup> si 191.3971 mg. m<sup>-3</sup>; densitatea mezozooplanctonului a scazut cu adancimea apei dupa o relatie logaritmica, de la 2500 indvs.m<sup>-3</sup> in orizontul 25-0 m, la 200 inds.m<sup>-3</sup> intre 200-100 m in Aprilie ( $y = -1608.6\text{Ln}(x) + 2495.1$ ,  $R^2 = 0.9931$ ), respectiv de la 5500 inds.m<sup>-3</sup> la 360 inds.m<sup>-3</sup> in Septembrie ( $y = -3879.8\text{Ln}(x) + 5641.5$ ,  $R^2 = 0.9624$ ).

Analiza unui numar de 66 probe a dus la identificarea a 28 taxa, 70% ca consumatori primari si 30% secundari, abundenta medie a populatiei fiind de 710.28 indv.m<sup>-3</sup> ca densitate si 50,18 mg.m<sup>-3</sup> ca biomasa. De asemenea, au fost analizate diferentele dintre cele doua serii de probe de zooplancton.

**Macrobentos:** Au fost identificate 52 de taxa, cu o abundenta medie de 3,277.3 inds.m<sup>-2</sup> si 326.25 g.m<sup>-2</sup>. In sezonul de primavara (campania de teren din aprilie, 2008) populațiile bentale au fost mai abundente, atat ca densitate cat si ca biomasa: 3,472.5 indv.m<sup>-2</sup> si 458.01 g.m<sup>-2</sup>, vs. 3,082.1 indv.m<sup>-2</sup> si 194.62 g.m<sup>-2</sup>.

**Meiobentos:** Au fost identificate 24 taxa, 18 fiind comune pentru cele doua sezoane (primavara si toamna) Schimbarile calitative si cantitative inregistrate intre primavara si toamna (50,486.8 indv.m<sup>-2</sup> si 1.35 g.m<sup>-2</sup> in Aprilie, vs. 61,745 indv.m<sup>-2</sup> si 2.36 g.m<sup>-2</sup> in Septembrie). Frecventele cele mai mari, 100% in Aprilie si 75% in Septembrie, au fost determinate de prezenta organismelor quasiconstante, precum *Nematoda*, *Polychaeta*, *Oligochaeta*, *Copepoda Harpacticoida* etc.

Prin utilizarea datelor obtinute in proiectul SESAME vor fi reconsiderate modelele de dezvoltare socio-economica, cel putin cele referitoare la turism si pescuit. Prin cunoasterea mecanismelor de functionare a ecosistemelor marine actuale vor putea fi apreciate modificarile pe care le vor suferi bunurile si serviciile legate direct de calitatea mediului din Marea Neagra.

Datele obtinute in urma modelarii proceselor marine caracterizate de parametrii specifici (ex. transparenta, temperatura, sechestrarea carbonului, etc) vor deveni markeri pentru viitoarele previziuni socio-economice, cel putin in ceea ce priveste turismul si pescuitul (ex. rata vizitatorilor, alegerea destinatiilor turistice, stocuri de peste, etc), privite inclusiv ca problema de interes transfrontalier.