

# MONITORIZAREA CORPURILOR DE APĂ AFERENTE ZONEI PLATOULUI CONTINENTAL ROMÂNESC CU AJUTORUL TELEDETECȚIEI SATELITARE

Drd. ing. Dragoș NICULESCU<sup>1</sup>, Drd. ing. Elena VLĂȘCEANU<sup>1</sup>, Fiz. Vasile DIACONU<sup>1</sup>,  
Dr. ing. Răzvan MATEESCU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>I.N.C.D.M. Grigore Antipa, Constanta

**REZUMAT.** Dinamica proceselor care au loc la interfața ocean-atmosferă sunt direct influențate de radiația solară, ca sursă de energie care determină ansamblul acestor procese. Radiația solară din domeniul infraroșu este absorbită total de suprafața oceanului planetar, fluxul rămas patrunde în adâncime cu o intensitate care scade proporțional. La rândul ei, suprafața mării, emite radiația termică cu o emisivitate ridicată. Energia măsurată de senzorii satelitari este formată din toate componentele fluxurilor de radiație care se propagă vertical. Scanerile multispectrale de pe sateliții LANDSAT permit punerea în evidență a unor particularități ale circulației apelor de suprafață în zona platoului continental românesc, furnizând informații despre calitatea fizico-chimică și biologică a apei mării.

**Cuvinte cheie:** imagini satelitare, calitatea apei, parametri bio-optici, zone costiere.

**ABSTRACT.** The dynamics of processes taking place at the ocean-atmosphere interface are directly affected by solar radiation, which is the source of all these processes. The infrared radiation is entirely absorbed by the ocean surface. The remaining radiative flux penetrates into the depth of the sea with an intensity that decreases proportionately. The sea surface emits the thermal radiation with a high emissivity. The energy level measured by the satellite sensors is comprised of all radiation flow components which propagates vertically. The multispectral scanners on satellites (LANDSAT) allow highlighting some features of surface water circulation in the Romanian continental shelf, providing information on physico-chemical and biological quality of sea water.

**Keywords:** satellite images, water quality, bio-optical parameters, coastal areas.

## 1. INTRODUCERE

Procesele de interacțiune dintre atmosfera terestră și oceanul planetar au rolul de a determina caracteristicile climei la întreaga gamă de scări spațiale și temporale. Sursa de energie care determină dinamica acestor două medii fluide este radiația solară. Cantitatea de energie primită de suprafața mării este mai mică decât cea incidentă la limita superioară a atmosferei (constanta solară =  $1360\text{W}\cdot\text{m}^{-1}$ ) datorită absorbției de către aer, vapori de apă, alte gaze, aerosoli (particule în suspensie de diferite naturi și dimensiuni). Coeficientul total de transmisie este aproximativ 0,7, dar variază în funcție de lungimea de undă. Din fluxul incident, o parte este reflectată, iar cealaltă pătrunde în apă, suferind un proces de refracție. Pentru partea vizibilă a spectrului electromagnetic, raportul dintre energia incidentă și cea reflectată se numește albedo. Valorile acestui parametru depind de înălțimea soarelui deasupra orizontului (unghiul de incidență) și de starea suprafeței mării și

variază de la zero (la răsărit și apus) și 6-13%, la latitudine medie, în funcție de perioada anului [3]. Radiația solară din domeniul infraroșu este absorbită total în pelicula superficială a mării, restul fluxului pătrunzând în adâncime cu o intensitate care scade exponențial (coeficientul de absorbție este considerat constant, dar depinde puternic de lungimea de undă). O parte din acest flux este supus reflexiei și difuziei pe particulele în suspensie și retrimis spre suprafață. Suprafața mării emite, la rândul ei, radiație termică, fiind asimilată unui corp gri, cu o emisivitate de 97-98% din cea a corpului negru ideal. Energia măsurată de senzorii instalați la bordul sateliților este formată din toate aceste componente ale fluxurilor care se propagă vertical.

## 2. METODOLOGIE

*Radiația solară.* Măsurătorile sistematice ale radiației globale (directă + difuză) la stația meteo

## MONITORIZAREA CORPURILOR DE APĂ CU AJUTORUL TELEDETECȚIEI SATELITARE

Constanta în perioada 1971- 1985, disponibile în arhiva IRCM/INCDM, permit o analiză sistematică a cantității de energie primită de la Soare [2].

Evoluția anuală a maximelor zilnice (ora 12) este determinată de variația înălțimii soarelui și de condițiile atmosferice (Fig.1). Valoarea maximă,  $1207\text{Wm}^{-1}$  nu a fost înregistrată într-o zi senină, ci în una cu cer parțial noros, ceea ce reflectă importanța componentei difuze. Cea mai mică valoare înregistrată a fost de  $14\text{Wm}^{-1}$ , într-o zi cu cer complet acoperit (nebulozitate 10/10). Diminuarea cantității de energie radiantă incidentă se produce și în cazul unor fenomene meteorologice care au loc în atmosfera joasă (ceață, pâclă).

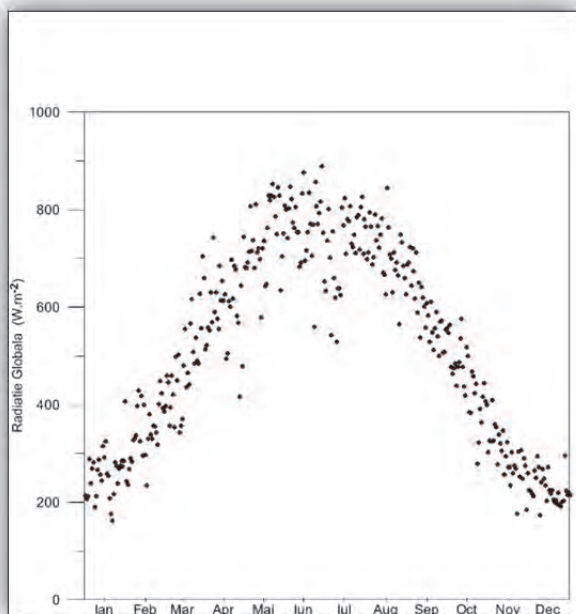


Fig. 1. Valorile maxime zilnice ale radiației globale la Constanța.

**Date satelitare.** Înregistrările efectuate cu instrumente multispectrale instalate la bordul sateliților permit identificarea și cuantificarea unor procese și fenomene oceanografice foarte importante pentru evaluarea stării ecosistemelor marine, prognoza operativă a dinamicii apelor și estimarea modificărilor climatice. În scopul stabilirii modalităților de utilizare a acestora au fost analizate câteva tipuri de date existente în bazele de date specializate ale NASA și ESA.

Primul senzor dedicat exclusiv cartării ariilor litorale ale oceanelor a fost spectrometrul CZCS (Coastal Zone Color Scanner), instalat pe satelitul Nimbus-7. În arhiva disponibilă pentru perioada 1978 – 1982, există 50 de înregistrări care acoperă platoul din vestul Mării Negre, dar numai 15 nu sunt afectate de acoperirea noroasă și mai puțin de jumătate sunt utilizabile, datorită degradării treptate a senzorilor (fig. 2). Concentrațiile de clorofilă din zona penelor fluviale de la Gurile Dunării sunt afectate și de absorbția provocată de cantitățile mari de suspensii minerale. Datele din banda de infraroșu termic sunt complet eronate.

La o lungime de undă apropiată, scanerul multispectral de pe sateliții LANDSAT permit punerea în evidență a unor particularități ale circulației apelor de suprafață în zona platoului continental românesc (fig. 3). Deși procesele de scară medie au durate de timp reduse, de ordinul zilelor sau săptămânilor, ele au un caracter repetitiv, ceea ce permite o caracterizare mai exactă.

Caracteristici asemănătoare se obțin și din datele de la spectrometrul instalat pe satelitul MODIS-AQUA (fig. 4), atât din distribuția spațială a concentrației de clorofilă, cât și din cele privind temperatura suprafeței mării, în special în zona de influență a apelor Dunării.

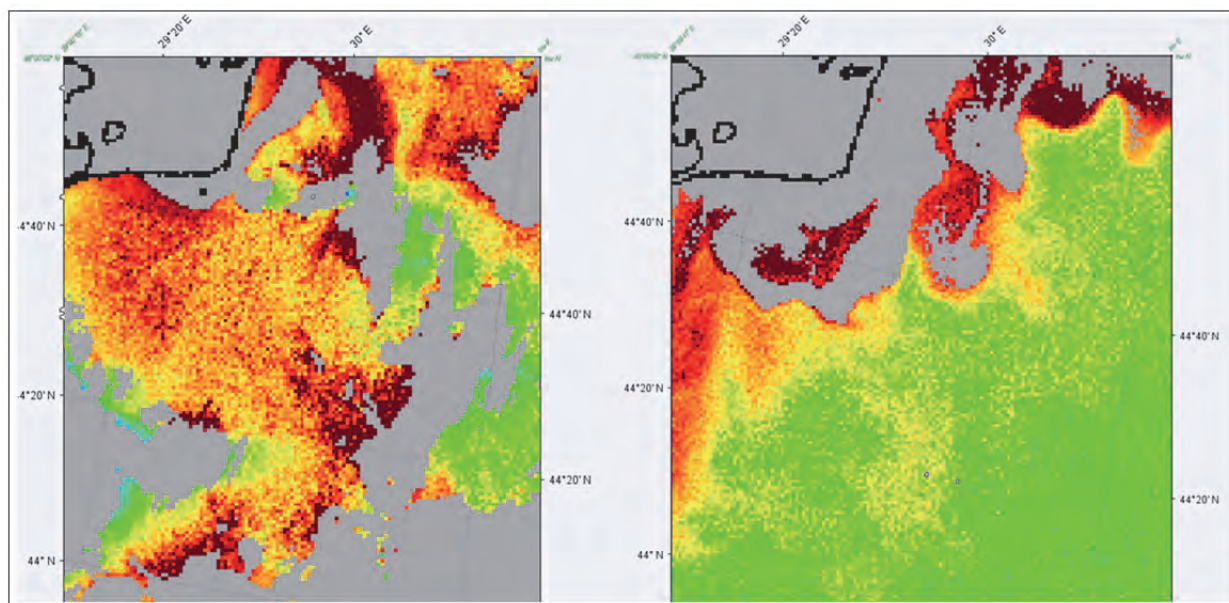


Fig. 2. Valorile maxime zilnice ale radiației globale la Constanța

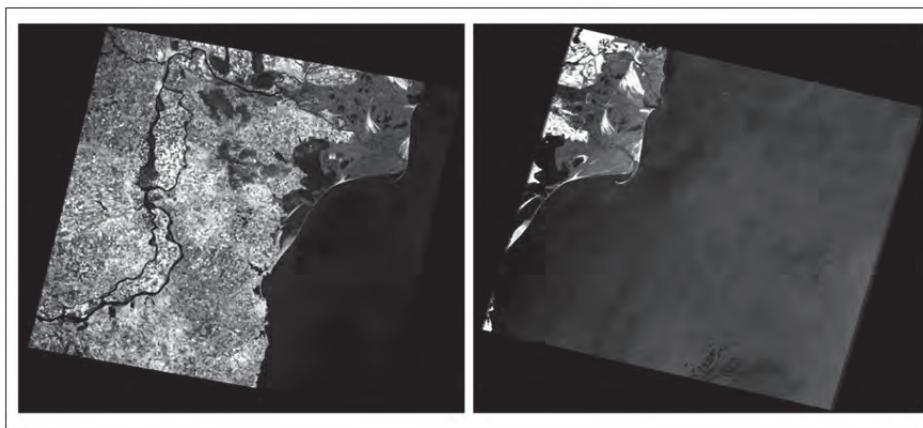


Fig. 3. TIR\_222, Imagine LANDSAT în infraroșu termic (TIR) la 10 august 1991 și 2011.

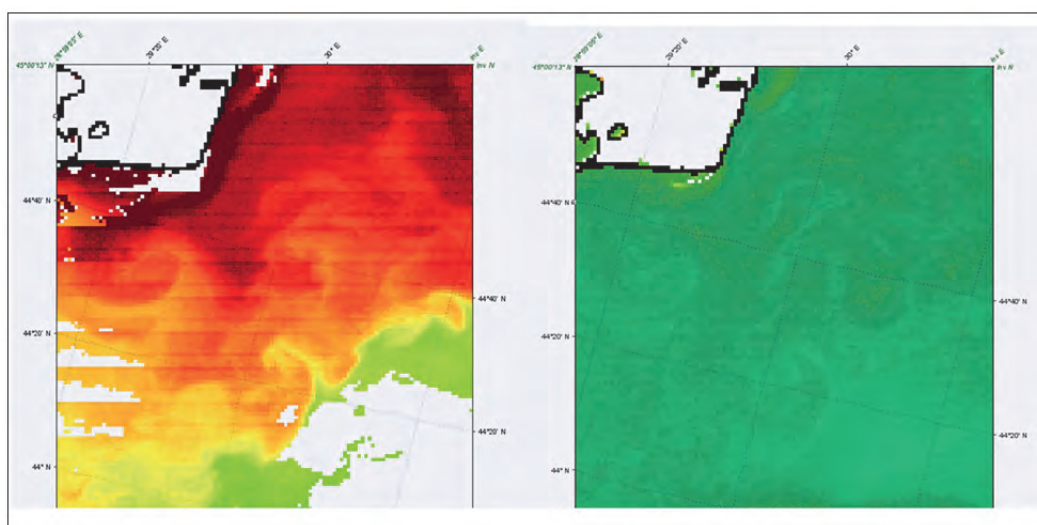


Fig. 4. MODIS-AQUA, Concentrația de clorofilă<sub>a</sub> și temperatura suprafeței mării la 23.06.2015.

În concluzie, se poate considera că utilizarea informațiilor furnizate de aparatele de măsură de la bordul sateliților se poate face atât în timp întârziat (nea-real time), cât și istoric, în scop științific. Temperatura suprafeței mării (SST) reprezintă date de intrare și validare pentru modelele numerice și permite determinarea distribuției spațiale a maselor de apă din stratul superior al mării. Datorită neomogenităților caracteristice zonei de interes, se pot detecta formațiuni specifice circulației de scară medie (turboane ciclonice și anticiclonice, jeturi și filamente desprinse din curentul principal și din circuitele anticiclonice de la Sevastopol și Kaliakra, sau formate în urma contactului apelor fluviale cu cele marine. De asemenea, se pot observa și manifestările la suprafață ale undelor interne cu amplitudine mare. Informații asemănătoare se pot obține și din analiza concentrației de suspensii și/sau pigmenți clorofilieni. Acestea sunt însă mult mai importante pentru caracterizarea ecosistemului planctonic.

O problemă importantă o reprezintă specificitatea acestuia în Marea Neagră, dar mai ales în zona de nord-vest a platoului continental. De altfel, formulele

de calcul pentru concentrația clorofitei sunt adaptate continuu pentru diferite zone de larg sau costiere, pe baza măsurătorilor *in situ*. Dificultățile sunt legate de diferența dintre spectrele de absorbție ale diferiților pigmenți rezultați din degradarea clorofitei sau produși de bacterii.

**Supravegherea calității apelor marine/costiere** din zona litoralului românesc se realizează pe rețeaua națională de monitoring a INCDM. Ca situație exemplificativă, în perioada aprilie 2010 – octombrie 2015 au fost colectate probe de apă din zona Sulina - Vama Veche, principalii indicatori fizico-chimici analizați fiind: temperatura, salinitatea, transparența, nutrienții organici și anorganici, oxigenul dizolvat și parametri înrudiți, suspensiile totale, carbonul organic și **clorofila (chl<sub>a</sub>)**. Metodologia utilizată a urmat normele uniunii europene privind introducerea sistemului calității în activitatea de monitoring.

Din punct de vedere al indicatorilor fizico-chimici, apele marine de la litoralul românesc în ultimii cinci ani au corespuns normelor de calitate pentru păstrarea echilibrului ecologic. Excepție au

făcut apele costiere din zona Constanța, ai căror parametri au prezentat mai mult sau mai puțin modificări față de valorile fondului natural. Deși la cote inferioare, importantul aport de ape uzate insuficient epurate, deversate în zonă, s-a făcut uneori simțit până în dreptul izobatei de 20m.

Distribuția medie trimestrială a principalilor parametri de calitate a apei, a fost prelucrată în SeaDAS

pentru intervale de timp multianuale, realizată pe baza datelor obținute de la satelitul MODIS-AQUA. Este foarte apropiat momentul în care vor fi folosite operativ date furnizate de satelitul Sentinel 3/ESA (lansat în toamna acestui an). Aceste date sunt obținute prin procesarea mediilor sezoniere anuale și multianuale (fig.5), permițând clasificarea maselor de apă în funcție de proprietățile lor bio-optice.

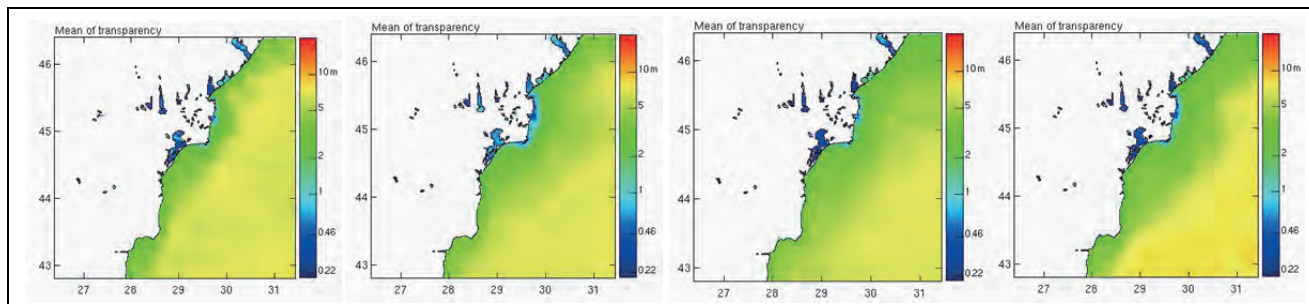


Fig. 5. Transparența sezonieră în zona șelfului românesc.

### 3. CONCLUZII

Disponibilitatea datelor reprezintă cel mai important aspect în vederea realizării analizelor complexe inter și multidisciplinare.

Un aspect important al utilizării metodelor de teledetecție este acela că în zonele de coastă, deși complexitatea determinărilor cantitative crește, metoda face posibilă obținerea informațiilor cu privire la calitatea maselor de apă.

Valorile obținute pentru parametrii de calitate a apei, atipic față de obicei, au acoperit în ultimii ani spectre foarte largi de valori, maximele fiind atinse de regula în zona gurilor Dunării, în partea centrală, la Constanța Sud sau în arealele adiacente, situație controlată atât de cantitatea și calitatea aportului fluvial și antropic cât și de regimul condițiilor meteorologice și hidrologice.

De asemenea clasificarea corpurilor de apă și cuantificarea vulnerabilității ecosistemului la variația mare a parametrilor fizici și economici este posibilă

prin folosirea acestei metode de observare a pământului de la distanță.

### Mulțumiri

*Lucrarea prezentă a fost constituită în parte pe baza cercetărilor efectuate în cadrul proiectelor finanțate de ARBDD, Ministerul Mediului în perioada 1972-2015, precum și de grantul strategic PN-II-PT-PCCA-2011-3.21427, (ECOMAGIS), contract no. 69/2012 și proiectul COSMOMAR finanțat de ROSA/Program STAR, contract no.58/2013.*

### BIBLIOGRAFIE

- [1] Marinescu A., Pușcașu S., Șelariu O., *Atlasul hidrometeorologic al bazinului de vest al Mării Negre*, Constanța
- [2] Mateescu R., *Hidrodinamica zonei marine costiere românești*, Editura Universitară, București, 2009
- [3] Stefan S., *Fizica interacției atmosferă-ocean*, Universitatea București, 1996

### Despre autori

Drd. ing. **Dragoș NICULESCU**, Drd. ing. **Elena VLĂȘCEANU**,  
Dr. ing. **Răzvan MATEESCU** și Fiz. **Vasile DIACONU**  
INCDM – Constanța

Sunt membri ai colectivului de Inginerie Costieră al Departamentului de Oceanografie al INCDM – Constanța; împreună desfășoară activități de monitoring costier din anul 2010, 2013/1998 respectiv 1982.