

ANALIZA COMPARATIVĂ A DATELOR DE VALURI MĂSURATE ȘI CALCULATE ÎN ZONA LITORALĂ ROMÂNEASCĂ

Sebastian DAN¹, Adrian STĂNICĂ¹

¹*Institutul Național de Geologie și Geoecologie Marină (GEOECOMAR București)
Strada Dimitrie Onciul, Nr. 23-25, RO-024053 București, România*

Abstract

The objective of the present study is the investigation of wave heights recordings from Mangalia station by comparing them with computed wave heights and wind data recorded at Sulina and Gloria Platform meteorological stations. The wave heights start to be recorded in 1995 until present day at Mangalia station. Initially the sensor which records the vertical water movements was installed off-shore at 11 m depth, but in 1999 a severe storm destroys the hoisting system. After 1999 the sensor was placed very close to the edge of Mangalia northern dyke. In order to describe both positions of the sensor, the years 1997 and 2002 have been selected for analyses. The results of the comparisons between recorded wave heights, the computed ones and the wind data show a poor correlation for both considered years. The correlations are slightly better for 2002, somehow unexpected since the placement of the sensor was very close to the dyke. The average differences between the recorded and computed wave heights range between 0.4 m for eastern directions and over 1 m for some south-western directions. The poor correlation between the recorded and computed wave heights and wind data, as well as the missing records of the wave directions, make the Mangalia wave records improper to use in future studies.

Cuvinte cheie: valuri măsurate, valuri calculate, măsurători vânt, analiza comparativă.

1. Introducere

Valurile reprezintă cel mai important factor în evoluția zonei costiere. Principala cauză a formării valurilor o reprezintă mișcările maselor de aer, ce transferă energia lor apei, formând valurile. Importanță pentru formarea valurilor este și mărimea suprafeței de apă deasupra căreia masele de aer au caracteristici constante (fetch).

Curenții formați de valuri, de-a lungul și perpendicular pe țărm, transportă sedimentele ce alcătuiesc plaja determinând retragerea sau avansarea acesteia. În același timp, datorită mobilității foarte mari, valurile sunt relativ greu de măsurat și de calculat.

Pe litoralul românesc datele de valuri măsurate sunt puține și au precizie scăzută, datorită estimării vizuale a înălțimii și direcției. Înregistrările sunt întrerupte în timpul evenimentelor extreme (furtuni etc.) datorită vizibilității scăzute, în acest fel datele cele mai importante pentru dinamica zonei costiere lipsind.

În 1995, la Mangalia, a fost instalată o stație automată de măsurare a înălțimii valurilor, stație ce funcționează și în prezent (localizare în Figura 1). Obiectivul acestei lucrări este analiza acestor măsurători în comparație atât cu valurile calculate (Dan et al. 2007, 2009) cât și cu măsurătorile de vânt, pentru a vedea în ce măsură acestea se corelează. Primele măsurători de vânt disponibile, efectuate de patru ori pe zi (direcție și viteză) sunt din 1997 la stația meteorologică Sulina și din 2002 la Platforma Gloria.

2. Metodologie

Stația de măsurare a valurilor a fost construită la extremitatea estică a digului de larg ce delimitează la nord portul Mangalia și este formată dintr-o platformă aflată pe dig (Figura 2a) și un senzor ce măsoară variațiile nivelului apei, amplasat inițial la 11 m adâncime, în prelungirea digului. În 1999 o furtună foarte puternică a distrus sistemul de ancorare al senzorului, în prezent acesta fiind amplasat chiar la marginea digului (Figura 2b). Anii de măsurători ale valurilor selectați pentru analiză sunt 1997 și 2002, tocmai pentru a surprinde situația înainte și după schimbarea poziției senzorului.

Măsurătorile de vânt utilizate în acest studiu au fost efectuate de către Agenția Națională de Meteorologie de 4 ori pe zi (viteză și direcție a vântului) la stațiile Sulina (1997) și Platforma Gloria (2002).

Climatul valurilor în fața Deltei Dunării a fost simulat de Dan et al. (2007, 2009) folosind ca principal input datele de vânt măsurate la Sulina (1991 – 2000 și 2002) și la Platforma Gloria (2002). Alături de datele de valuri a mai fost folosită și o hartă batimetrică realizată de GeoEcoMar în 1995, precum și alte date privind caracteristicile apei mării, structurile existente pe plajă etc. Modelul numeric utilizat pentru simularea formării valurilor a fost SWAN (Simulating WAVes Nearshore). Acest model numeric (a treia generație) simulează formarea și propagarea valurilor de vânt în apele costiere ținând cont de refracția, difracția, interacțiunea și disiparea energiei valurilor datorită spargerii și rugozității interfeței apă-sediment (Booij et al., 1999). Rezultatele acestei simulări indică trei mari direcții ale valurilor ce controlează litoralul Deltei Dunării. Prima direcție este cea nordică (N – ENE) și acoperă 102 zile pe an, mai ales în timpul iernii, iar valurile din această direcție au cele mai mari înălțimi. A doua direcție ca importanță este cea sudică (SSE – VSV), valurile din această direcție se produc predominant în timpul verii, media înălțimii este mai mică decât pentru valurile nordice și acoperă 90,8 zile pe an. A treia direcție, cu cea mai mică înălțime medie a valurilor, este cea estică (E – SE) și acoperă numai 27,8 zile pe an. Restul de 144,4 zile pe an acoperă perioadele de calm și cu vânturi sub 3 m/s, precum și valurile din V – NNV, care nu afectează în mod semnificativ dinamica zonei litorale românești (Dan et al., 2009).

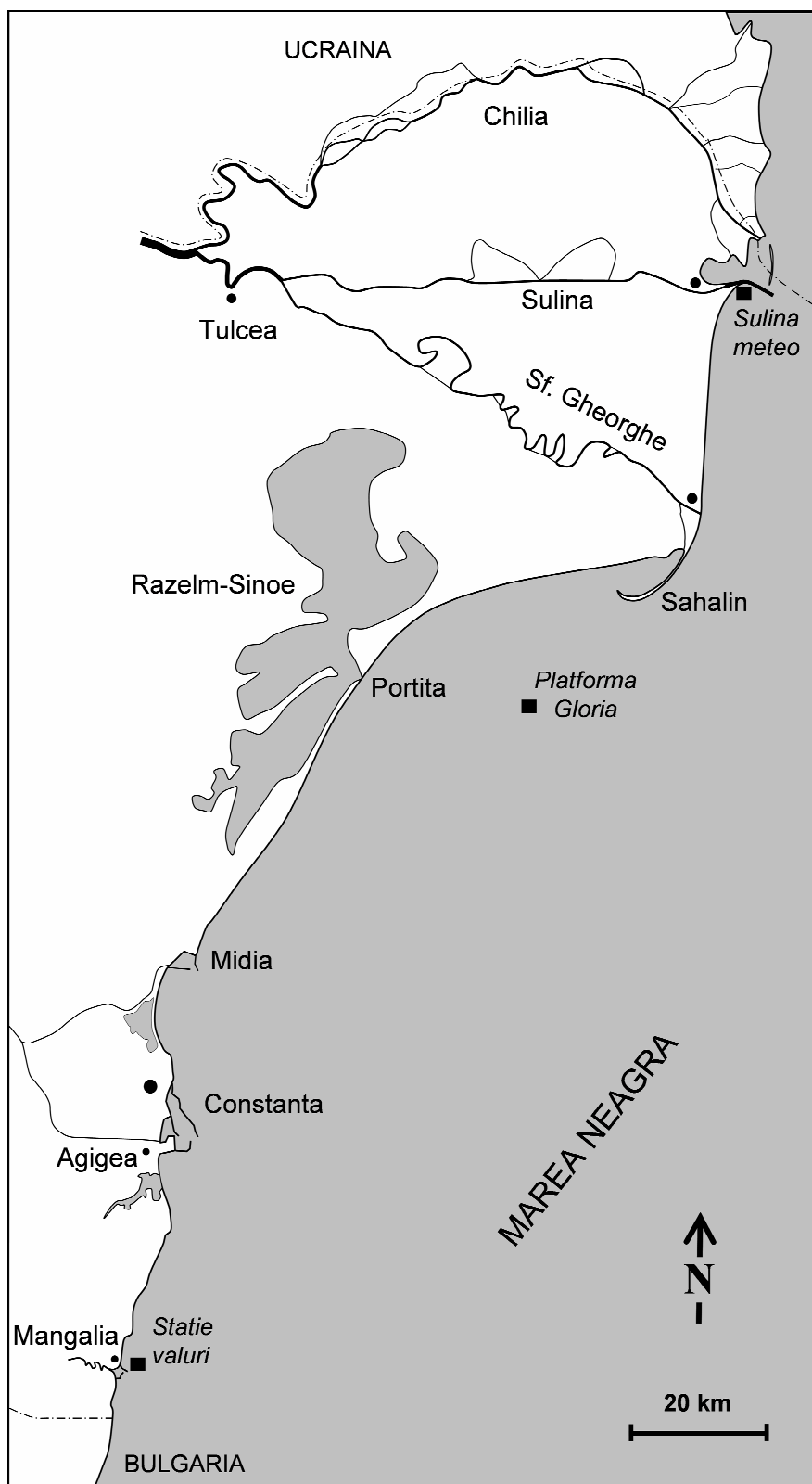


Fig. 1 Litoralul românesc la Marea Neagră



Fig. 2 Stația de măsurare a înălțimii valurilor de la Mangalia: a) platforma stației; b) amplasarea senzorului ce măsoară valurile. Foto I. Jurchă, 2008.

Înălțimea valurilor măsurată la Mangalia a fost comparată atât cu înălțimea valurilor simulate cât și cu viteza vântului pentru anii 1997 și 2002. Cele mai potrivite date de vânt, pentru comparația cu valurile măsurate, sunt cele de la Platforma Gloria pentru că este situată în largul mării, acolo unde se produc valurile. Acest lucru a fost posibil doar pentru anul 2002, pentru anul 1997 date de vânt disponibile fiind doar cele de la Sulina.

3. Rezultate

3.1. Anul 1997

Comparația între înălțimea valurilor măsurată la Mangalia și cea calculată (Figura 3) a fost făcută la aceeași dată și oră (de patru ori pe zi) pentru întreaga perioadă a anului 1997. Valurile calculate au o înălțime medie de 0,85 m, iar cele măsurate de 0,24 m, dar media diferențelor pentru perechile măsurat-calculat este 0,66 m.

Înălțimea valurilor măsurate în 1997 a fost comparată și cu viteza vântului din același an, măsurată la Sulina, pentru se identifica o eventuală corelație între cele două măsuratori (Figura 4). Corelația este foarte slabă, puține dintre valorile maxime ale înălțimii valurilor corelându-se cu cele ale vitezei vântului. Pe direcții de valuri cele mai bune corelații între valorile măsurate și cele calculate sunt pentru direcțiile estice (ESE – SE), cu o medie a

diferențelor sub 0,4 metri, iar cele mai slabe pentru direcțiile sud-vestice (SSV – VSV), cu o medie a diferențelor de peste 0,8 metri (Tabel 1).

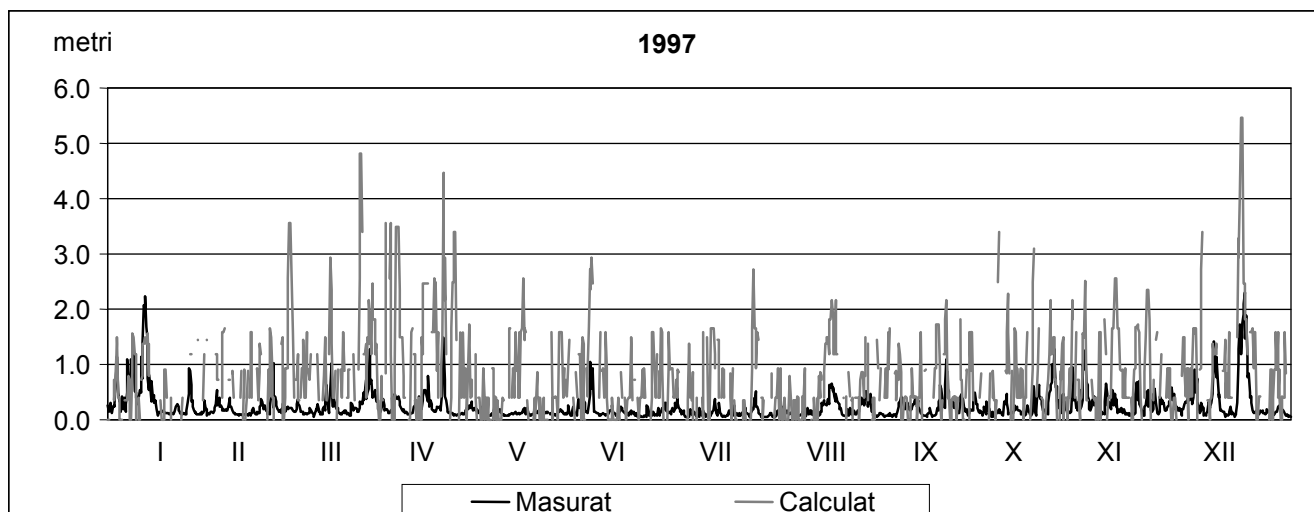


Fig. 3 Comparația între valurile măsurate și cele calculate pentru anul 1997

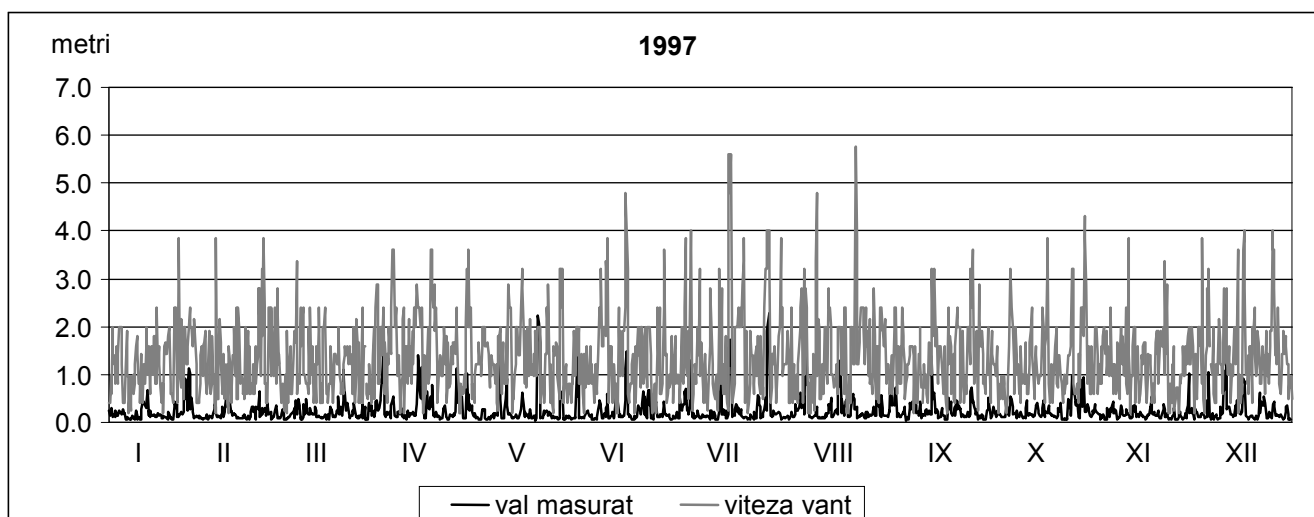


Fig. 4 Comparația între valurile măsurate și viteza vântului (împărțită la 5) la Sulina

Tabel 1. Media diferențelor (în metri) între valurile măsurate și cele calculate pe direcții de valuri pentru anul 1997. Valorile pozitive arată că valurile calculate sunt mai mari decât cele măsurate în medie.

Direcție val	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV
Media diferențelor	0.53	0.70	0.61	0.77	0.39	0.39	0.38	0.48	0.63	1.05	0.93	0.80

3.2. Anul 2002

Pentru comparația valorilor măsurate, calculate și a vitezei vântului în anul 2002 s-a folosit aceeași metodologie ca pentru anul 1997, singura diferență fiind folosirea datelor de vânt de la Platforma Gloria. Valorile calculate au o înălțime medie de 0,80 m, iar cele măsurate de 0,76 m, media diferențelor pentru perechile măsurat-călulat fiind de 0,54 m. Comparația pe tot anul 2002 arată o mult mai bună corelare între valorile măsurate și cele calculate față de anul 1997 (Figura 5).

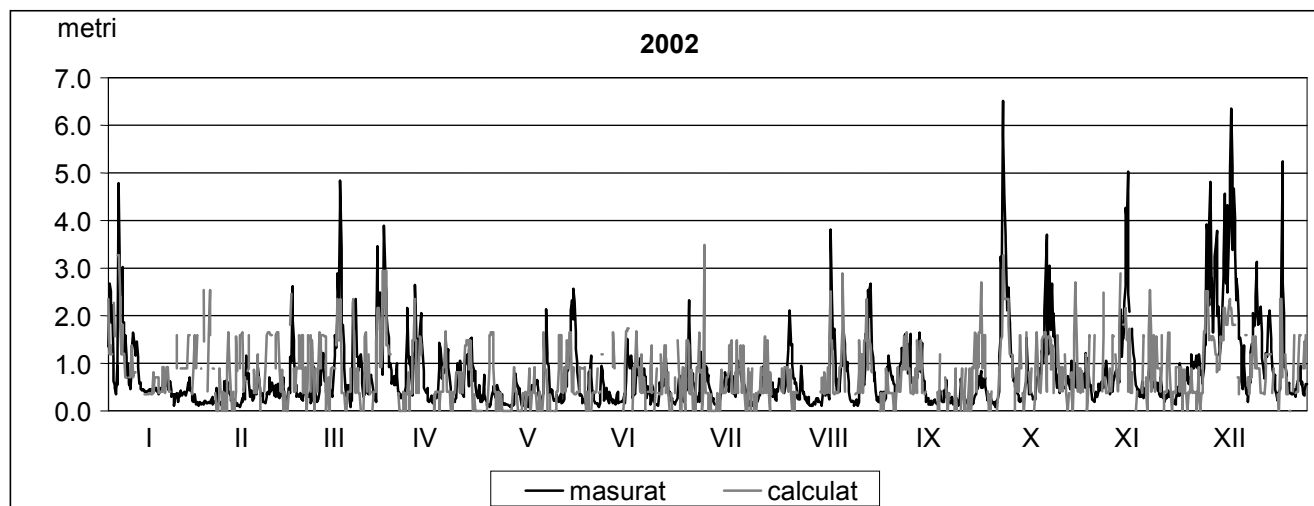


Fig. 5. Comparația între valurile măsurate și cele calculate pentru anul 2002

Înălțimea valurilor măsurate în 2002 a fost comparată și cu viteza vântului din același an, măsurată la Platforma Gloria, pentru a se identifica o eventuală corelație între cele două măsurători (Figura 6). Corelația este parțial bună, doar jumătate dintre valorile maxime ale înălțimii valurilor corelându-se cu cele ale vitezei vântului.

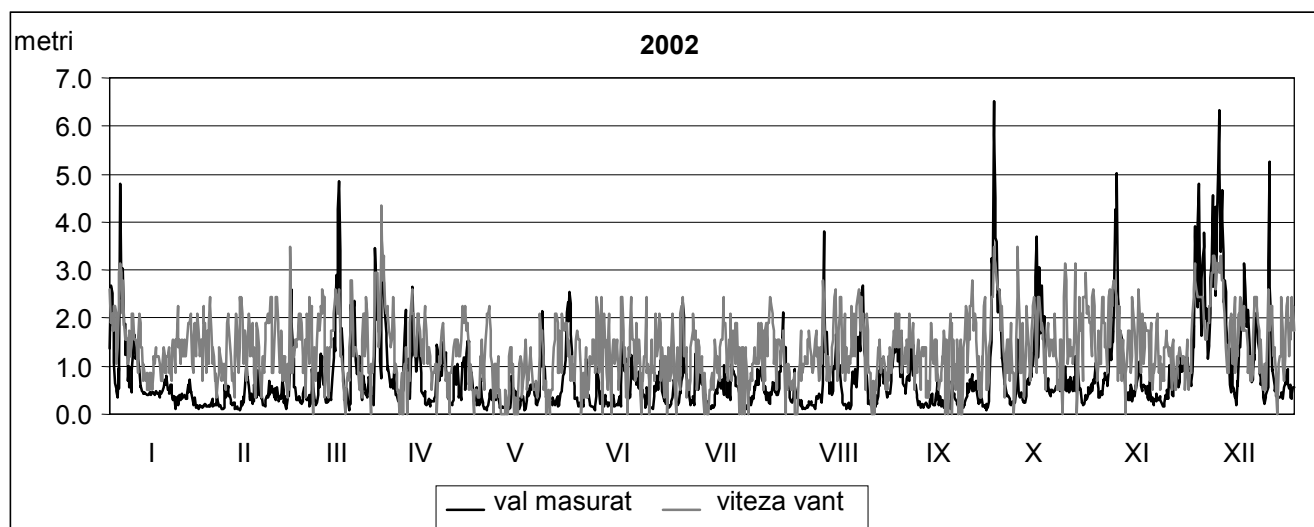


Fig. 6. Comparația între valurile măsurate și viteza vântului (imparțită la 5) la Platforma Gloria

Pe direcții de valuri cele mai bune corelații între valorile măsurate și cele calculate sunt din nou pentru direcțiile estice (SE - SSE), cu o medie a diferențelor sub 0,4 metri, iar cea mai slabă pentru direcția SSV, cu o medie a diferențelor de 0,7 metri (Tabel 2). De remarcat că, pentru direcțiile S – VSV, înălțimea valurilor calculate este mai mare decât a celor măsurate.

Tabel 2. Media diferențelor (în metri) între valorile măsurate și cele calculate pe direcții de valuri, pentru anul 2002. Valorile negative arată că valorile calculate sunt mai mici decât cele măsurate în medie.

Direcție val	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSV	SV	VSV
Media diferențelor	-0.56	-0.52	-0.68	-0.63	-0.45	-0.46	-0.35	-0.36	0.59	0.70	0.46	0.40

4. Discuții și concluzii

Această lucrare are un caracter preliminar și de aceea au fost folosiți pentru comparație doar doi dintre cei 13 ani de măsurători. De asemenea, datele de vânt folosite sunt înregistrate la o distanță de circa 100 km de locul în care au fost măsurate valurile, iar climatul valurilor a fost calculat pentru zona litorală a Deltei Dunării.

Analizele prezentate în studiul de față arată o corelație slabă între valurile măsurate, pe de o parte, și valurile calculate și măsurătorile de vânt, pe de altă parte. O posibilă explicație este dată de distanța dintre locurile în care au fost făcute măsurătorile de valuri și cele de vânt. Dar această explicație nu este susținută în primul rând de diferența foarte mare, mai ales în cazul anului 1997, a înălțimii medii a valurilor calculate și a celor măsurate. În cazul anului 2002 valoarea medie anuală este mult mai aproape de cea calculată. Acesta este un fapt neașteptat din moment ce senzorul se afla, în acest an, foarte aproape de mal, iar refracția, difracția și spargerea valurilor au afectat semnificativ precizia măsurătorilor.

Valorile pe direcții arată diferențe medii foarte mari între valurile calculate și cele măsurate, între 0,36 și 1,05 m, pentru ambii ani luați în calcul. Se observă o corelație mai bună a valurilor din direcțiile estice (E – SSE) și mai slabă în cazul celorlate direcții. Probabil că orientarea liniei țărmului diferită pentru zona Sahalin (unde au fost calculate valurile), față de zona Mangalia (unde au fost măsurate valurile) putându-se astfel explica diferențele de corelație între diferite direcții ale valurilor. O altă explicație poate fi dată de faptul că amplasarea senzorului în vecinătatea digului este și în apropierea falezei de la Mangalia. Astfel, impactul vânturilor din direcțiile sud-vestice și nordice nu se poate face simțit din cauza adăpostirii și din lipsa fetch-ului.

Înălțimea medie anuală a valurilor pe litoralul românesc a fost calculată de mai mulți autori, valorile obținute fiind între 0,8 și 0,98 m. Raportul privind reabilitarea litoralului sudic românesc (JICA/ECOH, 2006) a analizat în detaliu dinamica litoralului dintre Capul Midia și Vama Veche. Dinamica valurilor a fost investigată utilizând date de valuri estimate vizual și calculate folosind modelul numeric WAM. Datele meteorologice necesare simulării au fost furnizate de către European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. În final s-a obținut o medie anuală a înălțimii valurilor de 0,95 m pentru zona Constanța. Pentru litoralul deltaic a fost folosită media anuală de 0,8 m (Giosan et al., 1999), bazată pe estimările vizuale ale înălțimii valurilor. Vespremeanu-Stroe (2007) a calculat aceași înălțime medie anuală a valurilor pentru un punct situat la 10 km sud de Sulina și 6 km în larg, folosind nomograme de

vânt-val, iar rezultatul a fost 0,95 m. Un studiu extensiv asupra dinamicii litoralului deltaic românesc (Dan et al., 2009) prezintă distribuția spațială a mediilor anuale ale înălțimii valurilor între Sulina și Gura Portița, acestea fiind cuprinse între 0,66 și 0,98 m. Toate aceste studii au indicat valori similare, iar acestea au fost verificate prin calcularea transportului de sedimente de-a lungul coastei și a ratelor de eroziune ce se potrivesc cu cele observate.

Măsurătorile valurilor efectuate la stația Mangalia prezintă însă și un alt inconvenient major, și anume acela că înregistrează doar înălțimea și perioada valurilor, nu și direcția lor. Dintre procesele caracteristice dinamicii zonei costiere, precum circulația curenților, dispersia poluanților, navigația etc., direcția valurilor este un factor esențial. Singura metodă prin care s-ar putea asocia acestor măsurători și o direcție, este corelarea cu datele de vânt. Dată fiind corelația foarte slabă între înălțimea valurilor măsurate și intensitatea vântului acest lucru este practic imposibil. Toate aceste dezavantaje, cumulate, fac foarte dificilă utilizarea datelor înregistrate la stația din Mangalia pentru viitoare studii.

Bibliografie

- Booij N., Ris R. C. and Holthuijsen L. H., 1999. A third-generation wave model for coastal regions; 1. Model description and validation. *Journal of Geophysical Research*, 104, (C4), 7649–7666.
- Dan S., Stive M.J.F., Walstra D.J., Sabatier F., 2007. Sediment budget of the Danube Delta coastal zone. *Coastal Sediments 2007*. S.U.A., New Orleans, pp. 207–220.
- Dan S., Stive M.J.F., Walstra D.J.R., Panin N., 2009 (in press). Wave climate, coastal sediment budget and shoreline changes for the Danube Delta, *Marine Geology*, doi:10.1016/j.margeo.2009.03.003.
- JICA/ECOH report – Japan International Cooperation Agency and Ministry of Environment and Water Management, Romania, 2006. The Study of Protection and Rehabilitation of the Southern Romanian Black Sea Shore in Romania.
- Giosan L., Bokuniewicz H., Panin N., Postolache I., 1999. Longshore Sediment Transport Pattern along the Romanian Danube Delta Coast, *Journal of Coastal Research*, 15, (4), 859-871.
- Vespremeanu-Stroe A., 2007. Țărmlul Deltei Dunării: studiu de geomorfologie. Teză de doctorat, Editura Universitară, București.