

SUCCESIUNI GEOLOGICE COSTIERE: OBSERVAȚII ASUPRA UNOR POSIBILE STRATE DE TIP TSUNAMI

GHEORGHE OAIE⁽¹⁾, ANTONETA SEGHEDI⁽²⁾, DAN SECRIERU⁽¹⁾, CORINA AVRAM⁽¹⁾, CRISTIANA VOICARU⁽¹⁾

⁽¹⁾INCD GEOECOMAR, Str. D. Onciul, nr. 23-25, 024053 București, Sect. 2

goaie@geoecomar.ro, dsecrieru@yahoo.com, corina.avram@geoecomar.ro, cristina.voicaru@geoecomar.ro

⁽²⁾Institutul Geologic al României, str. Caransebeș nr. 1, sector 1, 012271 București,
antoneta@ageod.org

Abstract. Conform datelor publicate, în Marea Neagră, ca în orice bazin marin, se produc hazarde naturale, cele mai frecvente fiind furtunile extreme. Acestea li se pot adăuga unele mai puțin cunoscute, de tipul valurilor de tip tsunami sau alunecărilor submarine. Studiile multidisciplinare întreprinse în ultimii ani în partea de NV a bazinului Mării Negre, dar și de-a lungul zonei de coastă, au scos în evidență existența posibilității producerii unor valuri de tip tsunami. Dovezi geologice, hidrologice și geofizice, la care se adaugă informații obținute din studiul arhivelor, confirmă posibilitatea existenței fenomenului tsunami în Marea Neagră.

Cuvinte cheie. bazin semi-închis, hazard natural, tsunamit, microfaună, șelf

INTRODUCERE

Studiile științifice referitoare la producerea hazardelor naturale în mediul marin (alunecări submarine, cutremure, degajări de gaze, procese vulcanice, furtuni extreme, tornade, tsunami, etc.) au fost abordate la scări diferite, în funcție de efectele lor asupra realizărilor socio-economice.

Bazinul Mării Negre este cunoscut ca un mediu favorabil producerii fenomenelor extreme, precum: furtuni foarte puternice, alunecări submarine, seismicitate regională recunoscută la nivel continental sau erupții de gaze cantonate în sedimentele de fund.

Datorită unor caracteristici deosebite față de restul bazinului (șelf foarte larg, adâncime redusă a apei, cote coborâte ale reliefului costier etc.), coasta românească a Mării Negre este deosebit de expusă la efectele hazardelor naturale, inclusiv la cel de tip tsunami, mai puțin cunoscut și foarte slab documentat în România.

Activități științifice, cu caracter multidisciplinar, și-au propus să studieze în mod sistematic fenomenul tsunami și caracteristicile acestuia pentru Marea Neagră. În cazul în care studiile vor demonstra că fenomenul menționat este peri-

culos și poate avea efecte negative asupra zonei de coastă a României rezultatele obținute vor sta la baza implementării unui sistem automat de monitorizare, cu avertizare în timp real asupra pericolului.

Obiectivele urmărite au fost abordate progresiv, pe parcursul a trei etape: etapa de documentare, efectuarea de cercetări multidisciplinare în bazinul Mării Negre și analiza și interpretarea integrată a datelor obținute.

În prezent sunt în curs de analiză și interpretare integrată datele geologice (granulometrie, mineralogie, macro- și micropaleontologie), hidrologice, și geofizice (electrometrie, magnetometrie, seismologie), unele probe fiind în curs de analiză pentru datări prin metoda C¹⁴.

INVESTIGAȚII DE TEREN

În intervalul 2006 - 2007 specialiști din cadrul INCD GEOECOMAR, IGR și Universitatea București – Facultatea de Geologie și Geofizică, au făcut o serie de observații geologice și măsurători geofizice de teren de-a lungul zonei costiere a României, între localitățile Vama Veche și Sulina, inclusiv pe zona de șelf intern cu adâncimi ale apei de maxim 12 m. De asemenea, au fost studiate o serie de documente din arhive

referitoare la lucrări de foraj efectuate de-a lungul coastei, cu precădere în zona Mangalia.

În zonele Vama Veche, 2 Mai și Corbu au fost efectuate măsurători electrometrice în vederea obținerii de informații referitoare la continuitatea anumitor strate deschise în aflorimentele aflate de-a lungul zonei de coastă spre interiorul uscatului. În aceleași zone au fost probate stratele suspecte de a reprezenta acumulări datorate valurilor de tip tsunami, în vederea datării.

Deoarece, zona sudică a falezei care marginește Golful Corbu este acoperită de un strat centimetric de material cochilifer, aproape identic cu cel aflat pe plaja din zonă, au fost prelevate probe în vederea efectuării de comparații în ceea ce privește vârsta și originea lor.

În zona Năvodari au fost efectuate o serie de observații în sectorul cuprins între ieșirea nordică din Mamaia și noul cartier Năvodari. Într-o serie de șanțuri, săpate până la adâncimea de 2 – 3 m, apar o serie de blocuri de conglomerat, de mari dimensiuni, de peste 1 m în diametru. Unele dintre acestea sunt îngropate sub un strat gros de sol și material brecios format din galeți de gresii și pelite, nesortați și angulari. Din observațiile de teren nu se poate afirma că în perimetru ar exista acumulări de sedimente de origine marină, care ar fi putut fi puse în loc de fenomene de tip tsunami. Dar, ținând cont de faptul că zona se află cu ~ 2 m mai sus decât zona de plajă adiacentă, și la ~150 – 200 m m față de linia valurilor, este posibil ca aceasta să fie afectată de evenimente de tip tsunami.

Observațiile sedimentologice și paleontologice de detaliu au fost efectuate pe depozitele de plajă acumulate de-a lungul zonei litorale cuprinsă între brațele Sulina și Sf. Gheorghe, în spatele cordonului litoral, în tranșee poziționate la o distanță suficient de mare de linia valurilor, astfel încât, să poată fi eliminat, pe cât posibil, efectul furtunilor. În zona Canalul cu Sondă, într-o tranșee cu adâncimea de 1.10 m, urmată de o carota (CS 1) cu lungimea de 50 cm (Fig. 1), a fost pusă în evidență o succesiune litologică alcătuită din: 0 - 46 cm – alternanță nisip fin/nisip grosier, cu lamine paralele și oblice bogate în fragmente de cochilii; 46 - 75 cm - nisip mediu-grosier, cenușiu la cenușiu-gălbui (datorită proceselor de oxidare), cu numeroase cochilii întregi sau fragmentate de moluște de talie mare, slab sortat, cu rare elemente de pietriș și fragmente fine de plante, baza erozivă într-un nisip fin și compact; 75 - 120 cm – nisip fin, cenușiu-vinețiu, cu aspect masiv, cu tulpini de stuf în poziție de creștere; 130 - 139 cm – mâl maroniu-negricios, compact, cu numeroase fragmente vegetale; 139 - 147 cm – mâl foarte bogat în materie vegetală (tulpini și rădăcini de plante), cu rare fragmente de cochilii.

În zona Canalului Împuțita succesiunea litologică, asemănătoare cu cea descrisă anterior, (Carota CI 1; poziție GPS 45°05'580"N, 29°39'111"E) prezintă următoarele aspecte: 0 - 20 cm – nisip cenușiu-gălbui, cu laminații paralele neclare și fragmente de cochilii; 20 - 21 cm strat silto-nisipos, negricios, cu baza neuniformă; 21 - 35 cm – nisip mediu, cenușiu, compact; 35 - 48 cm – masă vegetală, negricioasă, având la

partea superioară faună (moluște); 48 - 87 cm – nisip mediu, cenușiu la cenușiu-negricios, cu fragmente vegetale în poziție de creștere și ușor încarbonizate, rare fragmente de faună (moluște); 87 - 100 cm – masă vegetală, maroniu-negricioasă, compactă.

Ambele carote au fost luate de la o distanță de peste 60 m față de linia valurilor. În ambele puncte de observație pot fi remarcate intercalații de nisip mai grosier, slab sortat, bogat în faună sau material vegetal, cu baza erozivă, uneori cu elemente rare de pietriș. Conform criteriilor de departajare a depozitelor datorate valurilor de tip tsunami, intervalele 46-75 cm din carota CS 1, respectiv nivelele 20 - 48 cm din carota CI 1 îndeplinesc cel puțin o parte a acestora, sugerând posibila manifestare a acestui tip de hazard natural în Marea Neagră.

INVESTIGAȚII PE ZONELE DE ȘELF ȘI DE PLAJĂ

În campaniile de teren, efectuate la bordul navei de cercetări Mare Nigrum, au fost prelevate o serie de carote din apropierea zonei costiere din față Deltei Dunării, de la adâncimi ale apei de 10 – 12 m. Probările de detaliu efectuate asupra stratelor cu caracteristici specifice unor evenimente deosebite (furtuni, tsunami) au pus în evidență o serie de caracteristici precum:

- stratele probate, și analizate din punct de vedere granulometric, sunt alcătuite din silt nisipos sau nisip siltic, în timp ce probele din carotele prelevate de pe plajă (CS 1, CI 1) sunt formate preponderent din nisip mediu (Tabel 1);
- stratele probate prezintă baze erozive și, în mare parte sedimentele constitutive sunt slab sortate (mai ales cele provenite din plaje);
- macrofauna probată din stratele de interes este acumulată haotic, majoritatea cochiliilor fiind fragmentate și depuse neuniform;
- probele prelevate de pe zona de șelf pentru analize paleontologice prezintă un conținut redus în macrofaună, comparativ cu cele din zona litorală (CS 1, CI 1);
- carota localizată în zona Portița (MN 07 – 02), prezintă în intervalele 18-20, 47-51 și 86-88 cm un amestec de ostracode marine, salmastre și dulcicole;
- în carota localizată la sud de insula Sahalin (MN 07 – 03), în intervalele 21-25, respectiv 76-89 cm, a fost descris același amestec de populații de ostracode marine, salmastre și dulcicole; dacă fauna marină poate fi localizată *in situ*, cea dulcicolă este clar alohtonă;
- în carota CS 1 lipsesc cu desăvârșire ostracodele, iar fauna de moluște și foraminifere este foarte săracă; poate fi remarcat faptul că atât fauna de moluște (ex. *Mya arenaria*, specie intrată în Marea Neagră după 1970) cât și foraminiferele, sunt alohtone;
- carota CI 1 prin raritatea formelor de faună și lipsa totală a ostracodelor este nereprezentativă pentru marcarea unor posibile evenimente de tip tsunami.

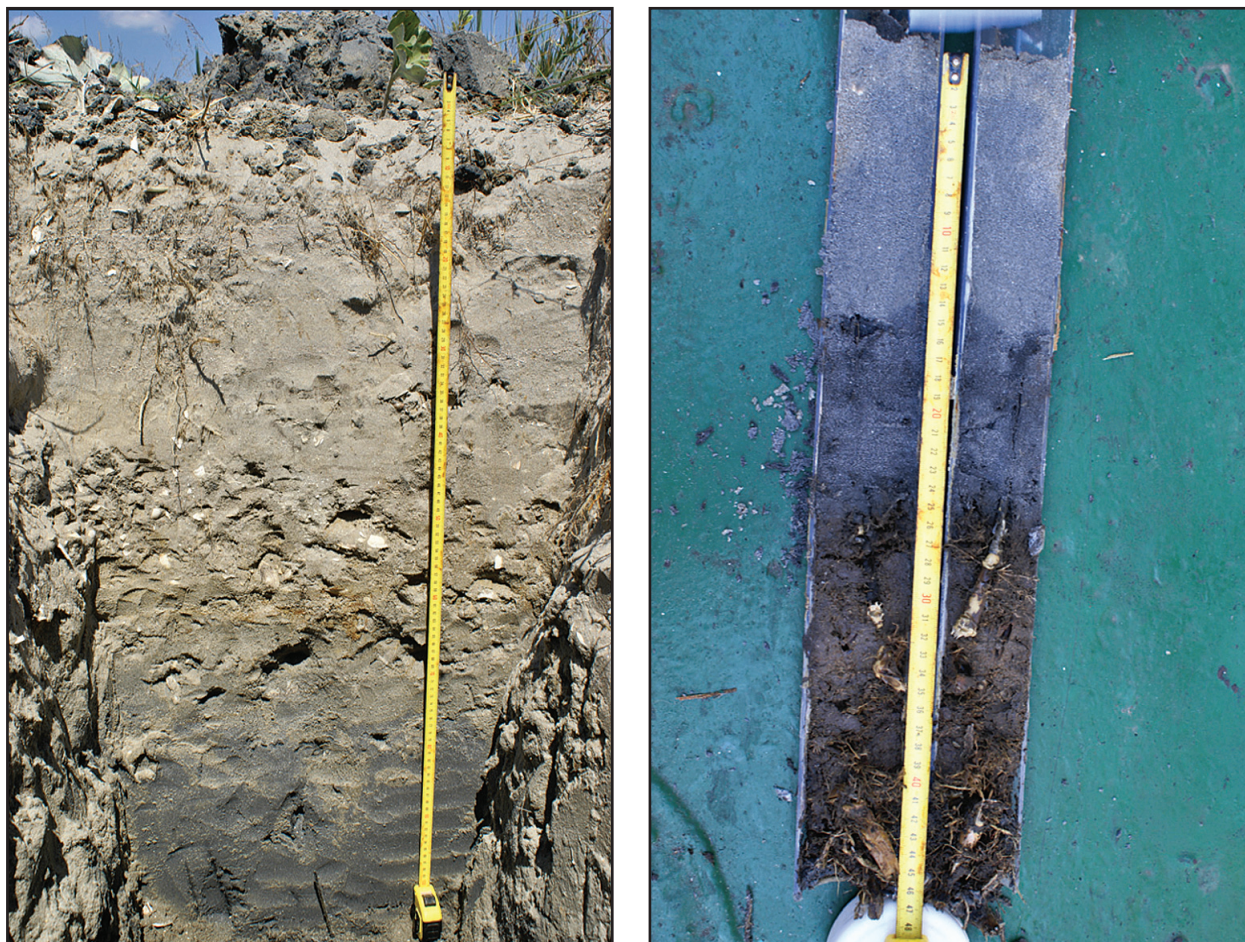


Fig. 1 Succesiune litologică în depozitele de plajă din zona Canalul cu Sondă (Pозиție GPS: 45°04'385" N, 29°38'912").

Tabel 1 Granulometria sedimentelor probate din carotele prelevate din depozite de plajă și din zona de șelf.

Proba / Interval probat	Compoziția litologică			Clasif. Shepard	Parametrii texturali				
	Nisip (%)	Silt (%)	Argilă (%)		Mediana (Φ)	Mz (Φ)	Dev. standard	Asimetria	Kurtosis
MN-07-03 (21-25 cm)	41,36	53,24	5,40	Silt nisipos	4,25	4,47	1,38	0,40	1,66
MN-07-03 (76-80 cm)	27,11	61,24	11,65	Silt nisipos	4,82	5,31	1,89	0,41	1,03
MN-07-03 (210-213 cm)	48,56	47,11	4,33	Nisip siltic	4,05	4,25	1,38	0,35	1,31
CI-1 (0-20 cm)	99,13	0,69	0,17	Nisip	2,19	2,21	0,51	0,03	0,88
CI-1 (20-21 cm)	97,54	2,46	0,00	Nisip	2,28	2,29	0,51	0,06	0,96
CI-1 (21-35 cm)	100,00	0,00	0,00	Nisip	2,12	2,14	0,47	0,05	0,92
CI-1 (35-48 cm)	100,00	0,00	0,00	Nisip	2,23	2,24	0,50	0,01	0,87
CI-1 (48-87 cm)	100,00	0,00	0,00	Nisip	2,29	2,29	0,47	-0,02	0,88
CI-1 (105-120 cm)	95,46	4,19	0,35	Nisip	2,36	2,37	0,58	0,08	1,03
CS-1 (120 -130 cm)	93,45	6,03	0,52	Nisip	2,42	2,43	0,83	0,23	1,61

INVESTIGAȚII ÎN ARHIVE

În vederea obținerii de informații utile pentru activitatea de cercetare au fost efectuate investigații în diverse arhive, biblioteci etc. De asemenea, au fost purtate discuții cu martorii oculari ai unor evenimente costiere sau marine deosebite.

În ultima perioadă au fost studiate o serie de proiecte tehnice din arhiva ICSPC, instituție care în anii 50 ai sec. XX a efectuat numeroase foraje de-a lungul zonei litorale, unele dintre acestea fiind localizate la baza falezei sau chiar pe zone de plajă. O atenție specială a fost acordată zonei Mangalia. Informațiile obținute au fost extrase din rapoarte, secțiuni geologice și foraje.

Din analiza datelor se poate spune că, succesiunea litologică din zona investigată, este cea clasică: sol sau sol cu diverse tipuri de umpluturi, loess sau depozite loessoide, argile cafenii-roșcate și „calcar degradat” (acesta se găsește, în cele mai multe cazuri, la cota -4 - -5 m).

Au fost investigate 56 de foraje cu adâncimi de 5 – 7 m, de regulă oprite la intrarea în calcarele sarmațiene. Profilele geologice au fost amplasate astfel încât să fie paralele cu linia de coastă sau perpendiculare pe aceasta. Din analiza acestora, și din datele de foraj, au putut fi făcute unele observații care pot furniza elemente noi în studiul fenomenului tsunami:

- în stratele de nisip (fin, la mediu, cu elemente de pietriș și bolovaniș), de regulă aflate la suprafața succesiunii litologice, sunt menționate „blocuri calcaroase fasonate și bolovaniș mare care sunt răspândite neuniform, implicând probleme tehnice legate de dragaj” (Fig. 2);
- prezența argilei roșii (în succesiunea litologică aflată deasupra calcarelor sarmațiene) „cu pietriș și bolovaniș calcaros”;
- în foraje au fost descrise strate de „bolovaniș și blocuri de calcare pe alocuri cu argilă roșie” (strat situat pe calcarele sarmațiene), „argile cafenii-roșcate cu pietriș și bolovaniș de calcar”, „praf argilos pe alocuri cu pietriș”, nisip fin și mijlociu cu pietriș și bolovaniș”;
- pe alte secțiuni sunt descrise strate de „loess cu intercalații de lut” care stau pe argile cafenii-roșcate iar sub ele sunt prezente strate cu elemente de calcare într-o marice argiloasă, urmate de argile și calcare sarmațiene.

Din analiza datelor, menționate mai sus, pot fi subliniate o serie de aspecte care concordă cu criteriile utilizate pentru recunoașterea stratelor depuse de valurile tsunami, și anume: prezența în depozitele nisipoase a blocurilor de calcare de mari dimensiuni, împrăștiate haotic; existența stratelor de nisip, nesortat sau slab sortat, cu elemente de pietriș și bolovaniș; prezența stratelor de argilă cu blocuri de calcare, nesortate sau cu pietriș. Toate aceste aspecte pot marca prezența unor depuneri datorate unor evenimente marine deosebite, inclusiv datorate unor valuri de tip tsunami.

PROFIL C-D

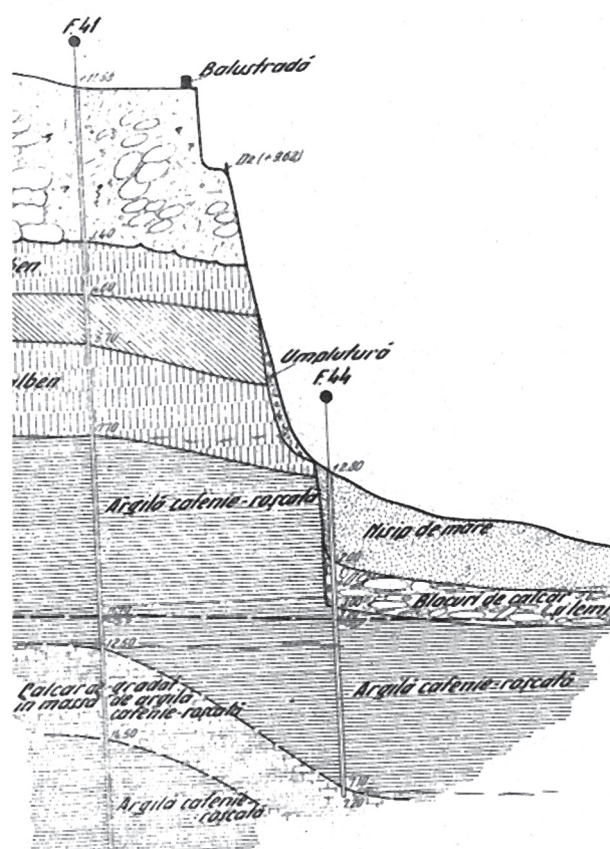


Fig. 2. Foraj la baza falezei executat în zona Mangalia (după ICSC, 1958)

CONCLUZII

Activitatea științifică a avut în vedere obținerea de informații noi, cu caracter multidisciplinar, atât din studiul documentelor de arhivă cât și din literatura de specialitate, dar și din activitatea de teren desfășurată atât pe mare, cât și de-a lungul zonei de coastă a României, inclusiv din interpretarea rezultatelor analizelor de laborator.

Dovezile geotectonice la scară regională indică existența unui regim tectonic compresiv în partea de est a Mării Negre, unde se produc scurtări crustale pe direcție N-S cu câțiva mm pe an. Coastele Ucrainei, României și Bulgariei precum și nordul Mării Marmara, situate în partea de vest a Mării Negre, ar trebui să fie influențate de tectonica extensională activă în vestul Pontidelor și Marea Egee. Elementul structural cu cel mai mare potențial seismic din zona Mării Negre îl reprezintă Falia Nord-Anatoliană, de-a lungul căreia au loc periodic (la intervale de 3, 10 sau 30 de ani) cutremure de magnitudine peste 7°. Ultimul cutremur, cel din anul 1999 de la Izmit, a determinat fenomene de subsidență tectonică, lichiefiere și alunecare a malurilor, fenomene care pot constitui cauze ale hazardului de tip tsunami și pentru bazinul Mării Negre.

Din descrierile geologice ale aflorimentelor dispuse de-a lungul zonei de coastă, precum și din descrierile carotelor analizate, au putut fi evidențiate o serie de strate de nisip, mai fin sau mai grosier, de cele mai multe ori slab sortat, bogate în faună sau material vegetal, cu baze erozive, uneori cu elemente rare de pietriș.

Aceste strate, analizate pe baza probelor analizate granulometric, geochemic, micro- și macrofaunistic, sunt suspecte de a reprezenta așa numitele „tsunamite”, adică strate depuse de valurile de tip tsunami.

Analizele micropaleontologice, cu accent pe studiul ostracodelor și foraminiferelor, au pus în evidență amestecuri

de populații marine cu specii salmastre și, uneori, dulcicole, acest aspect reprezentând un element esențial în departajarea „tsunamitelor” dintr-o succesiune de strate alcătuite din sedimente neconsolidate.

MULȚUMIRI

Rezultatele prezentate au fost obținute în urma lucrărilor de cercetare efectuate în cadrul proiectului CEEEX 161/2006, cu acronimul PROFET (Pagina web www.profet.ro), finanțat de ANCS. Mulțumiri staff-ului tehnic al Departamentului Nave al INCD GEOECOMAR și echipajului navei *Mare Nigrum* pentru sprijinul acordat în timpul lucrărilor pe mare.

PAGINA LĂSATĂ ALBĂ INTENȚIONAT