

# DE LA HARTA DELTEI DUNĂRII A ING. VIDRAȘCU (1910) LA UN SISTEM DE REFERINȚĂ ARMONIZAT PENTRU CARTOGRAFIEREA ZONELOR COSTIERE

Dr. ing. Iulian NICHERDU, Dr. Marian MIERLĂ, Dr. ing. Iuliana NICHESU,  
MSc. Cristian TRIFANOV

Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare „Delta Dunării”, Tulcea

**REZUMAT.** În perioada actuală în care schimbările climatice au un rol predominant în preocupările noastre, o problemă importantă în zonele costiere o constituie conectarea ansamblului de "mire" înregistratoare a nivelului/mareelor mărilor și oceanelor la sisteme de referință globale de mare precizie determinate prin metode satelitare (Satellite Laser Ranging) și/sau tehnici interferometrice (Very Long Baseline Interferometry), și integrarea observațiilor geodezice, a datele de la maregrafe și înregistrările privind marea, informații geofizice și geologice, în scopul de a contribui la estimarea schimbărilor la nivelul global al mărilor și la interpretarea acestora la nivel local precum și tendințele regionale. Organizația Internațională Hidrografică recomandă adoptarea sistemului celei mai mici marea astronomice (Lowest Astronomical Tide - LAT) ca suprafață de referință internațională. LAT este definită ca fiind cel mai scăzut nivel de marea, care pot fi prezise în situații meteorologice medii și în orice combinație de condiții astronomice. Multe birouri hidrografice au adoptat această recomandare. Inundabilitatea în zonele costiere au constituit din totdeauna o preocupare a oamenilor de știință, care au creat hărți și planuri pentru adaptarea la condițiile de mediu, în continuă dinamică, dar și instrumente ingineresti, pentru modelarea acestor fenomene. În acest articol, vom dezvolta instrumentul creat de ing. Vidrașcu în 1910 care poate fi adaptat tocmai la sistemul LAT.

**Cuvinte cheie:** cea mai mică marea astronomică, hidrograde marine.

**ABSTRACT.** In the current period, in which climate change has a predominant role in our concerns, a significant problem in coastal areas is the connecting assembly of "gauges" recorders of seas and oceans levels/tidal to the precision global reference systems determined by satellite methods (Satellite Laser Ranging - SLR) and/or interferometer techniques (Very Long Baseline Interferometry - VLBI), and integrating of geodetic surveys data from maregraphs, tides records and geophysical and geological information, in order to contribute to estimate changes in global sea levels and the interpretation of their local and regional trends. International Hydrographic Organization (IHO) recommends the adoption of the system, lowest astronomical tide (Lowest Astronomical Tide - LAT) as international reference surface. LAT is defined as the lowest tide level that can be predicted in weather situations and environments in any combination of astronomical conditions. Many hydrographic offices have adopted this recommendation. Floodability in coastal areas were always a concern of scientists who have created maps and plans for adaptation to environmental conditions, dynamic content, and engineering tools for modeling of these phenomena. In this article, we develop a tool created by Eng. Vidrașcu in 1910 that can be adapted precisely to the LAT system.

**Keywords:** Lowest Astronomical Tide - LAT, Marine Hydrodegree.

## 1. INTRODUCERE

După o scurtă trecere în revistă a metodelor curente bazate pe predicția mareelor și observații pentru determinarea suprafețelor de referință, ne vom concentra pe tehnici moderne bazate pe geodezie spațială și modelare matematică, pentru ca în final să dezvoltăm instrumentul creat de ing. Vidrașcu în 1910 pentru Delta Dunării, ca aplicație la LAT. Noile abordări de a determina suprafețele de referință și de corecții ale măsurătorilor batimetrice sunt bazate pe tehnologii moderne spațiale, care includ determinări GPS, calcule de LAT și altitudini elipsoidale reduse la nivelul mediu al mării.

Multă vreme concepția că nivelul mediu al mării este constant pe perioade lungi de timp a condus la definirea conceptului de geoid și, ulterior, pentru a stabili originea rețelelor de nivelment cu "nivelul mediu al mării". Fiecare țară, a determinat o stație de referință pentru a calcula această cantitate într-o perioadă arbitrară: astfel, în Franța, de exemplu, suprafața de referință a fost determinată la Marsilia pe baza înregistrărilor continue la miră, efectuate în perioada 1885-1897 și în Anglia, Ordnance Datum a fost determinat la Newlyn din înregistrările care se extind din mai 1915 până în aprilie 1921.

Cu toate acestea, nivelul mediu al mării variază spațial precum și temporal. De exemplu nivelul mării

la Marsilia se află la aproximativ 11 cm deasupra originii locale 1885-1897, și aproximativ 15 cm deasupra Ordnance Datum la Newlyn. Astfel, datele nu mai reprezintă nivelul mediu „real” al mării în aceste site-uri. Maregrafele sunt de asemenea folosite pentru a stabili originea graficului adâncimilor la care se face pe hărți nautice și de asemenea pentru predicții ale mării care sunt furnizate în scopuri practice.

Din 1996, IHO recomandă adoptarea LAT ca suprafață de referință internațională (International Chart Datum). Această suprafață de referință este definită ca fiind cel mai scăzut nivel de mare care poate fi adoptat în condiții meteorologice medii și în orice combinație de condiții astronomice. Este un nivel teoretic sub nivelul mării, care se încadrează rar, dar util pentru navigația maritimă. Marinarii întotdeauna vor să fie siguri că au mai multă apă sub chilă decât cea indicată în diagramele nautice.

Cu toate acestea, realizarea practică a suprafeței de referință, deseori, s-a abătut de la definiția sa teoretică. În principal, sunt discrepanțe datorate limitărilor tehnice, care pot fi o sursă de erori atunci când se face reducerea măsurătorilor batimetrice la suprafața de referință. Elevația acestei suprafețe variază local de-a lungul coastei, în funcție de intervalele de maree - spațial la suprafața mării și funcție de fluctuațiile temporale.

În practica actuală topo-hidrografică, suprafața de referință se determină cu ajutorul:

- unui indicator de maree temporară situat în vecinătatea zonei de lucru;
- cel mai apropiat maregraf de coastă, permanent;
- un model de maree pentru a lua în considerare variația acesteia.

În figura 1 Pineau, 1999 a prezentat un exemplu de variații spațiale pentru componenta M2 în canalul Englez folosind un model numeric. Procedul implică următoarele ipoteze de lucru:

- panta nivelului mediu al mării între calibrări temporare și permanente de maree este constantă;
- efectul meteorologic este același în întreaga zonă;
- modelul oferă rezultate precise.

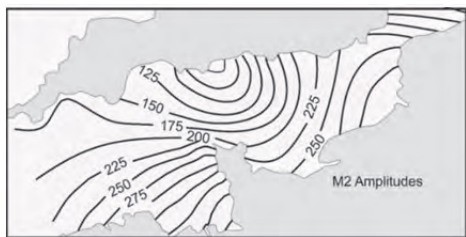


Fig. 1. Model pentru prognoza Mareelor în Canalul Mânecii. Variații ale amplitudinilor M2 (Pineau, 1999).

Ceea ce este, evident, întotdeauna apar erori. Metoda curentă de reducere a măsurătorilor se bazează pe expresia armonică a mareelor, ceea ce presupune, pentru o bună precizie, cunoașterea amplitudinii acestora, precum și decalajul de fază ceea ce implică aproximativ o sută de parametri ai mării. Expresia

armonică a mareelor este dată de următoarea formulă (1):

$$h(t) = h_{msl} + \sum_{i=1,N} A_i \cos(w_i + \theta_i) + h_{meteo} \quad (1)$$

în care:  $h(t)$  este nivelul mareelor la momentul  $t$ ;  $h_{msl}$  - nivelul mediu al mării;  $N$  - numărul de constituenți ai funcției armonice;  $A_i$  - amplitudinea mării  $i$ ;  $\theta$  - decalajul de fază a elementului constitutiv  $i$ ;  $w_i$  - argumentul de echilibru.

Nivelul mediu al mării este egal cu amplitudinea maximă a mareelor, calculată cu ajutorul elementelor constitutive ale funcției armonice. Ca urmare, în timpul măsurătorilor hidrografice suprafața de referință este setată la nivelul mediu al mării, care este, desigur, o referință instabilă. Înregistrările de maree sunt folosite pentru a ajuta la corectarea influenței meteorologice precum și a constantelor armonice insuficient cunoscute, dar chiar și așa nu este suficient.

De exemplu, în Franța, în prezent Chart Datum, se bazează pe datele de la stațiile de înregistrare a mareelor. La cele mai multe dintre aceste stații, CD-ul se bazează pe cel puțin o lună de observații la nivelul mării. Pentru mai multe stații de țarm, singurul datum de înregistrare a mareelor este un datum local. Transferul nivelului apei dintre stații sau referința la valorile medii poate să dureze chiar și o săptămână.

Necesitatea unei referințe stabile a determinat IHO să recomande ca referință internațională pentru Chart datum să fie un elipsoid terestru. Asociația Internațională de Geodezie, care a grupează specialiști în măsurători geodezice extrem de precise, Geodinamică și analiză oceanografică, recomandă (IAG Resolution, Viena, 1991), să fie utilizat ITRS în mod direct sau sisteme proprii. IAG recomandă, de asemenea, ca pentru cartografiere, navigație sau baze de date digitale în cazul în care nu este necesară o precizie sub un metru, WGS 84 poate fi utilizată în locul ITRS.

Obiectivul nostru în această lucrare este de a prezenta o nouă abordare de a stabili CD și de a rectifica măsurătorile batimetrice, pe baza datelor de altimetrie prin satelit, modelare numerică și geodezie spațială. În ultima secțiune, vom prezenta câteva rezultate preliminare obținute cu această abordare în Golful Biscaya și în Canalul Mânecii.

## 2. METODOLOGIE

### 2.1. Abordare spațială - principii

Tehnicile spațiale geodezice, cum ar fi GPS, DORIS, VLBI și SLR oferă seturi de coordonate tridimensionale ale stației care sunt combinate pentru a realiza ITRS și ITRF șBoucher & al., 1998. Cotele sunt referite la ITRS. Datele satelitare altimetrice (de la ERS1, ERS2 sau TOPEX-POSEIDON) sunt utilizate pentru a determina diferența dintre suprafața medie a mării înregistrată și elipsoidul ITRS, oferind Suprafața Medie a Mării (MSS).

Maregrafele indicatoare de maree și de modelare hidrodinamică furnizează date asupra nivelului mării în zonele de coastă și pe mare deschisă. Analiza mării din aceste date furnizează funcția de bază pentru calcul și de predicție a nivelurilor mareelor, inclusiv LAT. GPS-ul este folosit pentru a interconecta reperele de referință ale maregrafelor și furnizează pozițiile lor verticale în ITRS. Nivelul mediu al suprafeței mării și mareele pot fi exprimate în ITRS și, prin urmare, pot fi folosite pentru a compara, evalua și de a îmbunătăți suprafața medie a mării pe zona de coastă, unde metodele altimetrice sunt mai puțin precise.

Principiul metodei în abordarea spațială Wöppelmann & colab., 1999 (fig. 2): cunoscând nivelul mediu al mării în raport cu elipsoidul determinat prin altimetrie satelitară, și CD de referință (LAT) în raport cu nivelul mediu al mării, deducem CD în raport cu elipsoidul. Următoarea relație dă altitudinea de referință în raport cu elipsoidul ales:

$$h_z = (h_s - D) - Z$$

De asemenea trebuie menționat că modelul mareelor asigură relația dintre nivelul mediu al mării și cel mai scăzut nivel de maree astronomice (Z).

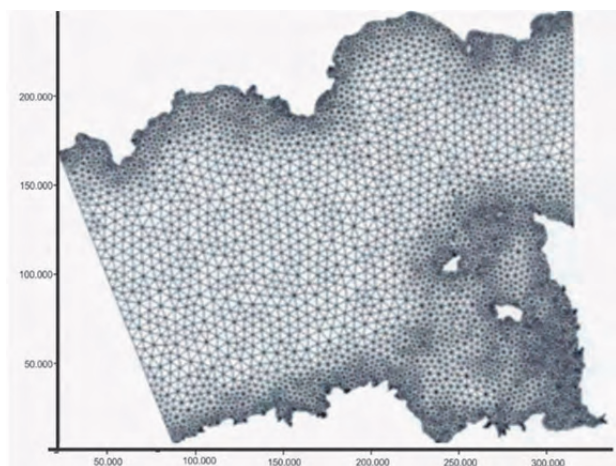


Fig. 2. Grid de tip „Mesh” pentru Modelul Mareelor în Canalul Mâneci (Wöppelmann, 1999)

## 2.2. „Harta hidrografică a Deltei Dunării” la scara 1: 50.000 - ing. I. Vidrașcu

Intre anii 1909 și 1911, Serviciul Pescăriilor Statului sub conducerea ing. Vidrașcu, întocmește „Harta hidrografică a Deltei Dunării” la scara 1: 50.000, pe baza ridicărilor în scara 1:10.000, fiind cea mai completă hartă a Deltei Dunării, pentru acea perioadă. Pentru elaborarea acestei hărți a lucrat „o echipă de 5 ingineri, cu 3 operatori, un topograf, 2 desenatori și personalul necesar de picheri și lucrători, pe un teren din cele mai dificile, mai neaccesibile și mai neospitaliere, ducând la bun sfârșit o lucrare atât de importantă, pe o întindere de aproape 430.000 hectare” în timp de 3 ani. Harta inginerului

Vidrașcu reprezintă o lucrare minuțios elaborată după cele mai moderne metode ale epocii respective. Astfel, s-a măsurat ca bază geodezică o linie de 9,461 km pe malul Brațului Sulina, măsurătoare ce s-a executat cu fir de invar construit în mod special la Paris și verificat timp de 3 luni la Biroul Internațional de măsuri și greutate din Sèvres, lângă Paris. Această bază fiind măsurată dus-întors, cu o diferență de numai 3,6 mm. „Lucrarea se sprijină pe o rețea de triangulație executată pentru prima dată în Deltă, calculată în sistemul de proiecție stereografică și pe o rețea de nivelment executată pe malurile brațelor și pe grinduri cu plan de referință „0” Marea Neagră - Sulina”.

Triangulația Deltei a cuprins 52 de triunghiuri geodezice sprijinite pe 41 de puncte geodezice, marcați prin repere de beton sprijinite pe piloți din stejar, având încastrate vertical țevi groase de fier, ale căror axe determină aceste puncte. Deasupra reperelor, s-au construit „turnurile geodezice de fier, de pe platforma superioară de unde se făceau toate măsurătorile unghiurilor. Aceste turnuri aveau o înălțime de 13,5 m pentru a para efectele sfericității pământului și a refracțiilor atmosferice și a putea viza pe deasupra stufului și sălcilor din baltă.

Nivelmentul de precizie s-a făcut de asemenea cu cea mai mare exactitate împărțindu-se întreaga Deltă în două poligoane: Insula Letea și Insula Sf. Gheorghe. Pe amândouă poligoanele nivelmentul s-a făcut dublu prin ducere și întoarcere.

Cea mai mare eroare rezultată din aceste măsurători nu a întrecut 1,28 mm pe km, iar cea mai mică de 0,71 mm pe km, știut fiind că limita erorilor admise este de 2 mm pe km pentru astfel de nivelmente.

După cum se vede din acestea, ridicările s-au făcut în cele mai bune condițiuni de exactitate și precizie”.

Odată cu efectuarea ridicărilor pentru această hartă s-au efectuat și batimetrii ale celor trei brațe, precum și a litoralului, până la cota -9,00m rMN.

Reprezentarea grafică a acestor ridicări a urmărit să satisfacă nevoia unui suport pentru proiectarea unor lucrări hidrotehnice de „regularea alimentării bălților Deltei, în vederea repopulării și sporirea producției de pește”. Astfel relieful Deltei a fost reprezentat prin trei procedee:

a) prin cote de nivel - față de nivelul „0” al Mării Negre, măsurat la Sulina - pe profiluri longitudinale și transversale;

b) pentru zonele aflate sub nivelul Mării Negre prin curbe batimetrice cu echidistanța de 0,5 m;

c) pentru zonele aflate peste nivelul Mării Negre prin curbe hidrografice raportate la etiajul punctului cel mai apropiat al Dunării.

„Curbele hidrografice au de scop de a pune în evidență nivelul la care se află apele din Deltă la diferitele stări ale nivelului Dunării, adică sunt curbe cari reunesc la un loc suprafețe de o egală inundație.

Pentru stabilirea acestor curbe, pe fiecare punct din lungul Dunării s-a împărțit variația de nivel a apelor Dunării în 10 părți numite hidrograde. S-a

fixat 0 hidrograde la etiaj și 10 hidrograde la nivelul apelor celor mai ridicate din 1897. Curba de 3 hidrograde corespunde cu nivelul apelor joase ale Dunării, cea de 5 H cu nivelul apelor medii, 7 H cu nivelul apelor mari de primăvară când se revarsă peste maluri.

Harta s-a redactat la două scări: 1) la o scară mare de 1/10.000 care cuprinde toate detaliile, putând servi la orice proiecte de lucrări ce s-ar face vreodată în Deltă și 2) la o scară de 1/50.000 pentru orientarea mai ușoară și studierea regimului general al apelor în aceste regiuni”.

În încheierea raportului asupra hărții inginerului Vidrașcu, prezentat Academiei Române, savantul Grigore Antipa conchide:

„Din compararea celor trei hărți expuse: a Comisiunii Dunărene, a Statului Major și cea a Serviciului Pescăriilor se poate cu ușurință vedea diferența relativă la detaliile atât topografice cât și hidrografice și deci rolul pe care e menit a-l îndeplini noua hartă hidrografică”.

### 3. DISCUȚII ȘI REZULTATE PRELIMINARE

#### 3.1. Propunerea noțiunii de hidrograd marin

Știind nivelul mediu al mării în raport cu elipsoidul și de asemenea LAT în raport cu MSL, deducem LAT relativ la elipsoid. Totuși sunt diferiți factori care influențează precizia de determinare a Suprafeței de referință, astfel:

- precizia de determinare a suprafeței de referință pe verticală (ITRS);
- erori de determinare a MSS;
- eroarea de predicție a nivelului apei (erori la nivel de LAT).

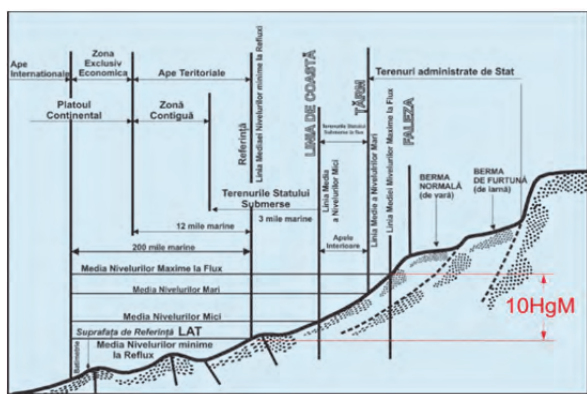


Fig. 3. Suprafețe de referință la țărnul Mărilor și Oceanelor și Hidrogradele Marine.

În acest context preluând metoda ing. Vidrașcu, propunem ca diferența dintre LAT și Nivelul maxim al Mării să fie divizat în 10 părți egale (fig. 3), determinând astfel noțiunea de Hidrograd Marin. Acest Instrument poate fi foarte util atât în sectorul navigației dar și în alte sectoare economice și nu în ultimul rând

pentru determinarea zonei costiere, plajele fiind în proprietate publică în administrarea statului.

Cu aceste Hidrograde Marine, determinate la posturile de înregistrare ale mareelor, pot fi întocmite harți la nivelul coastei Europei care să integreze măsurătorile batimetrice pe distanțe mari și la diferite hidrograde.

#### 3.2. Aplicații în măsurătorile batimetrice

GPS-ul este deja utilizat pe scară largă pentru a oferi poziții orizontale pentru măsurătorile hidrografice. Cu ajutorul tehnicilor RTK, este acum posibil să se ia în considerare în mod serios posibilitatea de a folosi GPS-ul pentru poziționarea cu acuratețe pe verticală, determinările putând fi reduse în timp real [Woppelmann, 1999].

Relieful marin va fi determinat față de suprafața de referință verticală utilizată, harta neputând furniza informații privind adâncimile la niveluri mai mari ale mării. În acest sens o reprezentare a curbelor echidistante în hidrograde vor furniza tocmai aceste informații care lipsesc.

În practica curentă de măsurători batimetrice, relieful topografic, T (2):

$$T = h_g - C - S \quad (2)$$

Adâncimea sondată redusă  $S_r$  (3 și 3.1) este:

$$S_r = h_z - T \quad (3)$$

$$S_r = h_z - (h_g - C - S) \quad (3.1)$$

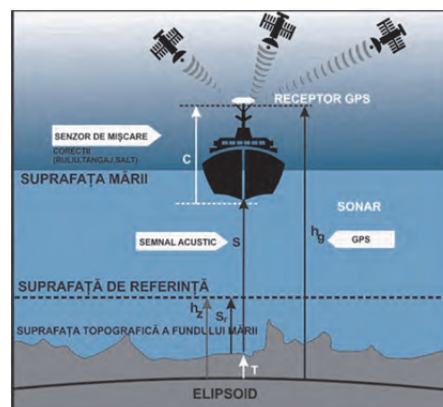


Fig. 4. Reducerea Măsurătorilor Batimetrice la Suprafața de referință (Woppelmann, 1999).

Acuratețea adâncimii sondate este afectată de (fig. 4):

- precizia suprafeței de referință pe verticală;
- poziționarea sonarului în raport cu antena GPS;
- poziționarea determinărilor RTK GPS pe suprafața de referință ITRS;
- erori ale măsurătorilor de adâncime cu sonare.

### 4. CONCLUZII

Abordarea spațială propusă de Woppelmann, în 1999, prezentată, oferă o definiție și posibilitatea

realizării suprafeței de referință LAT ce satisface recomandările internaționale ale IHO și IAG, dar pentru optimizarea procesului de reprezentare pe hărți, propunem și introducerea noțiunii de Hidrograd Marin cu efecte în siguranța navigației, coerenței la nivelul frontierelor terestre-marine, ușor de realizat, și care oferă stabilitate în timp. Hărțile realizate în acest mod vor servi în mod sigur implementării Directivei UE a Planificării spațiale Maritime, precum și definirii Zonei Costiere. Pentru a obține Hidrogradul Marin este nevoie de a efectua măsurători prin mai multe metode fiecare fiind specifică (potrivită) pentru anumite tipuri de măsurători. Astfel este nevoie de măsurători clasice cu utilizarea drumuirii pentru transmiterea cotelor de la un punct la altul, dar și efectuarea măsurătorilor cu ajutorul RTK (Real Time Kinematic). În completarea acestor măsurători trebuie introduse și cele de batimetrie cu scopul direct de a informa pe cei interesați în transporturi asupra adâncimii reale a apei de pe traseul acestora.

### BIBLIOGRAFIE

- [1] Antipa, Gr. (1914), *Câteva probleme științifice și economice privitoare la Delta Dunării* - Analele Academiei Române - 1913-1914.
- [2] Ballay, A., Simon, B., Wöppelmann, G. (2001), *Towards a Globally Consistent Nautical Chart Datum Definition in France – Vertical Reference System*, IAG Symposium Cartagena, Colombia – Springer, pg. 270-275.
- [3] Belen Martin Miguez, Ronan Le Roy, Wöppelmann, G. (2008), *The Use of Radar Tide Gauges to Measure Variations in Sea Level along the French Coast* – Journal of Coastal Research - West Palm Beach, Florida, 61–68.
- [4] Bondar, C., (1989), *Trends in the evolution of the mean Black Sea level* – Meteorology and Hydrology, v.19, n. 2, pg. 23-28.
- [5] Bradshaw, E., Rickards, L., Aarup, T., (2014), *Sea level data archaeology and the Global Sea Level Observing System (GLOSS)* – GeoResJournal 6 (2015) 9–16
- [6] Church JA, White NJ. *Sea-level rise from the late 19th to the early 21st century*. Surv Geophys 2011;32(4–5):585–602.
- [7] Intergovernmental Oceanographic Commission, (1985) - *Manual on Sea Level Measurement and Interpretation*, UNESCO Manuals and Guides 14, 1985.
- [8] Muneendra, Kumar (1996), *A Global Approach to Update the Bathymetric Data and Nautical Chart Datums* – Ninth United Nations Regional Cartographic Conference for Africa, Addis Ababa, Ethiopia, 1996
- [9] Wöppelmann, G., Zerbini, S., Marcos M. (2006), *Tide gauges and Geodesy: a secular synergy illustrated by three present-day case studies* – Elsevier C. R. Geoscience 338 (2006) 980–991
- [10] Wöppelmann, G., Allain, S., Bahurel, P., Lannuzel, S., Simon, B. (1999), *Zéro hydrographique : vers une détermination globale*, Revue XYZ 79 (1999) 27–34.
- [11] Woodworth PL. *High waters at Liverpool since 1768: the UK's longest sea level record*. Geophys Res Lett 1999;26(11):1589–92.

### Despre autori

**Dr. ing. Iulian NICHERDU**

Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare "Delta Dunării", Tulcea, România

25 de ani de experiență în cadrul Institutului Național Delta Dunării pentru Cercetare și Dezvoltare, cu experiență în GIS, proiecte de planificare spațială, cartografie, geodezie, elaborarea hărților de risc la inundații, managementul riscului la inundații, conservarea și reconstrucția ecologică a zonelor umede protejate.

**Dr. Marian MIERLĂ**

Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare "Delta Dunării", Tulcea, România

14 ani de experiență profesională în reprezentarea anumitor caracteristici pe hărți digitale cu mai multe niveluri de detaliu, rezultând în dezvoltarea de baze de date spațiale multi-scalare și a operatorilor și a tehnicilor de optimizare pentru generalizarea hărților. Implicare în elaborarea riscului la inundații și a hărților de hazard în cadrul programului INTERREG orientat spre evaluare a riscurilor la inundații în proiectul Danube Floodrisk, colaborator GIS pentru Centrul Tematic European pentru Informații Spațiale și de Analiză, în cadrul Agenției Europene de Mediu (EEA).

**Dr. ing. Iuliana NICHEȘU**

Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare "Delta Dunării", Tulcea, România

7 ani de experiență în cadrul Institutului Național Delta Dunării pentru Cercetare și Dezvoltare, cu experiență în proiecte de planificare spațială, managementul proiectelor din fonduri europene, cartografie, elaborarea hărților de risc la inundații, managementul riscului la inundații, modelarea sistemelor, elaborarea scenariilor.

**MSc. Cristian TRIFANOV**

Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare "Delta Dunării", Tulcea, România

9 ani de experiență ca cercetător științific în GIS și geomorfologie. Principalele atribuții sunt colectarea datelor în teren, interpretarea și analiza acestora, elaborarea și hărților aferente, design-ul, precum și diseminarea acestora pentru proiecte precum „Beneficiaries and flood risk assessment in Danube Floodplain” - DANUBE FLOODRISK și „Room for the river in Cat’s Bend Romania”. Membru și colaborator GIS pentru Centrul Tematic European al Agenției Europene de Mediu. Bun cunoscător al unui spectru larg de soft-uri de GIS și design.