

# ***Evoluția zonei Murighiol-Dunavăț reflectată în materiale cartografice vechi și prin tehnici moderne de teledetecție***

## ***The Evolution of the Murighiol-Dunavăț Area Reflected in Old Cartographic Materials and by Modern Remote Sensing Techniques***

**Valentin PANAIT**

### **Abstract**

*The purpose of this study was to use the old cartographic materials and modern remote sensing techniques to determine how the Danube Delta evolved in the Murighiol-Dunavăț area.*

*Although there are many studies on the Danube Delta, there are still aspects that are waiting to be discovered. This study focuses on the evolution of the Danube Delta in the Murighiol-Dunavăț area.*

*Knowing the evolution of the Danube Delta in the Murighiol-Dunavăț area is relevant, because a pattern of evolution that repeats on the scale of the entire delta is indicated by the existing information. Patterns in the natural world represent regularities that can be observed in nature. These patterns can be found in different contexts and they are the basis of some of the natural systems. The study of patterns is not a new idea and appears in the works of Greek philosophers. They observed that certain natural phenomena and processes are subject to rules that are repeated both in space and/ or time.*

*The data presented in this paper were studied based on a qualitative analysis. This type of analysis supports several types of information approach. Of these, we focused our attention on the semiotic analysis of the data used in the present paper. Thus, the semiotic analysis applied to cartographic materials and satellite images is very helpful in reading the information they contain. Because a large surface of land remains uncovered by studies and is difficult to have data collected at the same time layer a degree of inconsistency in the data obtained appeared. Thus, detecting a pattern of the evolution of the Delta that can then be applied at different levels is a good way to fill in the gaps without changing the information in any way.*

*The qualitative analysis was important because it provided information about the early stages of the evolution of the Danube Delta and how the seven subsystems evolve over time: watercourses (Sf. Gheorghe branch and channels: Dunavăț, Lipovenilor, Murighiol, Fundea), microclimate, stagnant water, sandbanks, levees, floodplains, isles.*

*The data used in this paper are from cartographic materials and satellite images. Their analysis was based on a qualitative analysis. This method of data analysis allowed the coding of data and their processing in a flexible and unitary way. From the methods of qualitative analysis, semiotic analysis was selected. Among the methods of semiotic analysis, the one proposed by Saussure was chosen. Based on this method, the data were analyzed and processed. So, the code becomes sign sub-code becomes signifier and signified his description. Finally the distribution and importance of patterns was studied based on semiotic analysis.*

*Approaching the data in this way offers the possibility of achieving a triangulation on the existing information.*

**Keywords:** *Danube Delta, Murighiol-Dunavăț area, cartographic materials, semiotic analysis, patterns.*

### **Introducere**

În această lucrare, a fost aleasă o abordare specială a evoluției zonei Murighiol-Dunavăț. Acest studiu se concentrează în special pe evoluția Deltei Dunării în zona Murighiol-Dunavăț. Delta Dunării este o zonă intens studiată, și cu toate acestea mai sunt încă multe elemente de clarificat.

Deși tiparele din teoria naturii sunt foarte vechi (apar în operele filosofilor greci), o abordare a proceselor naturale bazată pe aceasta este greu de implementat. *„Un tipar este ceva care se întâmplă sau apare în mod regulat și repetat. Modelele există sub diferite forme. Ele pot fi găsite în matematică, arte, știință, limbaj și științe sociale. Un model poate apărea ca un design vizibil, cum ar fi o spirală sau un set de dungii. Tiparele pot apărea, de asemenea, ca evenimente repetate, cum ar fi vremea sau comportamentele ființelor vii.”* (modele, <https://kids.britannica.com/kids/article/patterns/628801>)

Datele prezentate în această lucrare au fost supuse unei analize calitative. Prin intermediul acestora au fost identificate elementele componente implicate în fiecare etapă de evoluție a zonei Murighiol-Dunavăț, precum și a relațiilor dintre ele (BALL, 2009; GIBSON, BROWN, 2009).

În cadrul zonei Murighiol-Dunavăț a fost identificat un model al evoluției Deltei studiindu-se modul în care au fost depuse aluviunile. Acest model poate fi regăsit și în alte sectoare ale deltei. Evoluția Deltei Dunării urmează anumite tipare ce s-au repetat de-a lungul timpului. Astfel, felul în care Dunărea și-a dezvoltat delta, în zona Murighiol-Dunavăț, a fost caracterizată prin șapte mari etape:

1. avansarea brațului Sf. Gheorghe până în dreptul zonei Murighiol-Dunavăț;
2. desprinderea din brațul Sf. Gheorghe a canalului Dunavăț;

3. formarea grindurilor de-a lungul brațului Sf. Gheorghe și a canalului Dunavăț;
4. formarea bancurilor de nisip în formă de semilună în larg;
5. avansarea brațului Sf. Gheorghe și a canalului Dunavăț;
6. colmatarea zonei din spatele bancurilor de nisip;
7. colmatarea întregii zone.

Odată ce un ciclu de capturare-colmatare a unei zone de-a lungul brațului Sf. Gheorghe se încheie, un alt ciclu este reluat. În cadrul acestei lucrări sunt analizate nu doar etapele de evoluție ale zonei Murighiol-Dunavăț, ci și relațiile dintre componentele implicate în aceste etape. O analiză atentă a modului în care Delta a evoluat de-a lungul timpului a evidențiat un anumit tipar în modul în care au avut loc procesele de colmatare din Golful Tulcea.

*„În analiza calitativă, însă, lucrurile sunt mult mai tulburi și există puține practici tangibile care pot fi discutate precum caracteristici ale muncii ce „constituie” analiză. (...) Am spus că analiza este întotdeauna contextuală și că este foarte greu să vorbim despre aceasta în termeni generali departe de specificul unui cadru și al problemei care constituie analiza.”* (BALL, 2009; GIBSON, BROWN, 2009)

Analiza calitativă a fost importantă, deoarece a furnizat indicii despre etapele timpurii ale evoluției Deltei Dunării și despre modul în care cele șapte subsisteme evoluează în timp. Cele șapte subsisteme sunt reprezentate de:

1. cursurile de apă (brațul Sf. Gheorghe și canalele Dunavăț și Lipovenilor);
2. microclimatul;
3. apele stagnante;
4. bancurile de nisip;
5. grinduri;
6. teren aluvial;
7. ostroave.

Acest tipar se repetă într-un fel sau altul de-a lungul evoluției Deltei Dunării. Astfel, multe modele naturale au un mecanism similar de formare numit auto-organizare ce se referă la o gamă largă de procese atât în sistemele vii, cât și în cele nevii. Aceste procese se manifestă pe baza unor reguli simple ce sunt legate de interacțiunile dintre subsistemele ce alcătuiesc sistemul. *„Cu toate acestea, în ciuda simplității lor și a gamei locale a efectelor lor imediate, regulile și acțiunile lor asupra subunităților dau naștere la apariția spontană a modelului, ordinii și structurii la scară globală, la nivel de sistem.”* (CAMAZINE, 2003).

Studiul tiparelor a fost realizat pornind de la analiza calitativă a datelor. Această metodă de analiză a oferit condiții pentru analiza datelor la diferite scări, ceea ce nu este permis de analiza cantitativă. Pentru acest studiu s-a ales o scară optimă, realizată prin codificarea datelor după cum urmează:

1. **super-cod** reprezentat de *Rezervația Biosferei Delta Dunării*;

2. codul *zona Murighiol-Dunavăț*;
3. **sub-cod** ce reprezintă cele șapte subsisteme/ tipare selectate.

Pe baza acestui sistem de codificare a datelor, s-a efectuat analiza semiotică a datelor conform teoriilor lui Saussure. Astfel, codul devine semn, sub-codul devine semnificat și semnificat descrierea acestuia.

### **Materiale și Metode**

O serie de materiale cartografice și imagini satelitare au fost utilizate în lucrare după cum urmează:

1. hartă a Deltei Dunării, cu un număr de șase guri de vărsare ale Dunării în mare, realizată de Claudiu Ptolemeu (cca 160 d. Hr.) (Fig. 1);
2. reprezentare cartografică a Deltei Dunării din 1633, descoperită într-un document de I. Lepș în anul 1730 (Fig. 2);
3. hartă rusească din 1835, în care vechiul traseu al canalului Dunavățu apare în zona Murighiol-Dunavăț (Fig. 3). Această hartă a fost georeferențiată în sistemul Stereo 70;
4. Franzisco-Josephinische Landesaufnahme publicate în 1910 (Fig. 4) și obținute de pe <http://www.geo-spatial.org>;
5. planuri directe de tragere, editate între 1916-1959 (Fig. 5) la scara 1: 20.000, în proiecția Lambert-Cholesky (<http://www.geo-spatial.org/download/planurile-directoare-de-tragere>);
6. harta solurilor din Rezervația Biosferei Delta Dunării din 1995, pentru analizarea evoluției cursului Dunării, în zona Murighiol-Dunavăț (Fig. 6). Harta a fost realizată de dr. ing. I. Munteanu (1995) și editată de Institutul Național de Cercetare și Dezvoltare „Delta Dunării”. Această hartă a fost georeferențiată în sistemul Stereo 70.
7. imagini satelitare Landsat 8 – Operational Land Imager (OLI) – Construit de Ball Aerospace & Technologies Corporation (Fig. 7), pentru analiza vechiului traseu al canalului Dunavăț, dedus din Rezoluția benzilor brute Landsat este de 30 m. Band 8 Panchromatic are o rezoluție de 15 m;
8. ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) Global Digital Elevation, realizat de Ministerul Economiei, Comerțului și Industrii (METI) din Japonia și United States National Aeronautics and Space Administration (NASA) a Statelor Unite (Fig. 8);
9. Misiunea Shuttle Radar Topography (SRTM) a fost realizată la bordul navei spațiale Endeavour 11-22 feb. 2000, cu puncte de date afișate la fiecare 1 arc-secundă (aprox. 30 m) (Fig. 9);
10. EU-DEM – model digital al suprafeței terenului (DSM) al țărilor membre ale EEA și al țărilor cooperante ce reprezintă prima suprafață iluminată de senzori. Este un produs hibrid bazat pe datele SRTM și ASTER GDEM, fuzionate printr-o abordare a mediei ponderate (Fig. 10).

11. Topo15 DTM (Digital Terrain Model) – este un DEM (Digital Elevation Models) ce reprezintă înălțimea pământului gol, fără a lua în considerare caracteristicile supraterane (de ex. copaci, clădiri) (Fig. 11). (WATSON, 2020)
12. Harta Lidar (LIDAR, LiDAR) a Deltei Dunării (Fig. 12).

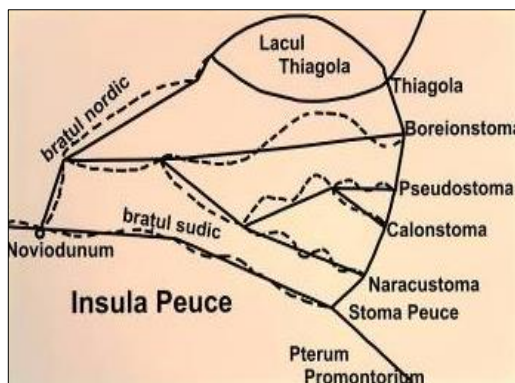


Fig. 1. Harta Deltei Dunării (după Claudiu Ptolemeu, cca 160 d.Hr.)

Figure. 2. Map of Danube Delta (after Claudiu Ptolemeu, approx. 160 a.Ch.)

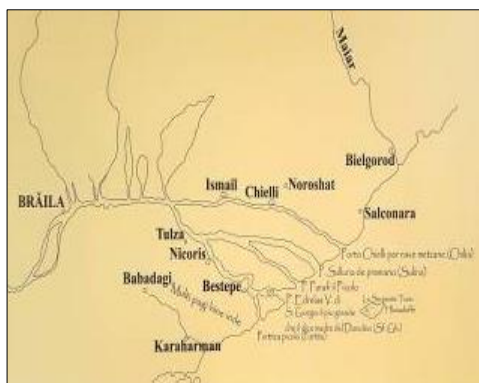


Fig. 2. Harta Deltei Dunării din anul 1633 (după I. Lepš, 1730)

Figure. 2. Map of Danube Delta from 1633 (after I. Lepš, 1730)



Fig. 3. Hartă rusească a Deltei Dunării (1835)  
Figure 3. Russian map of Danube Delta (1835)



Fig. 4. Franzisco-Josephinische Landesaufnahme, 1887 (detaliu / detail)

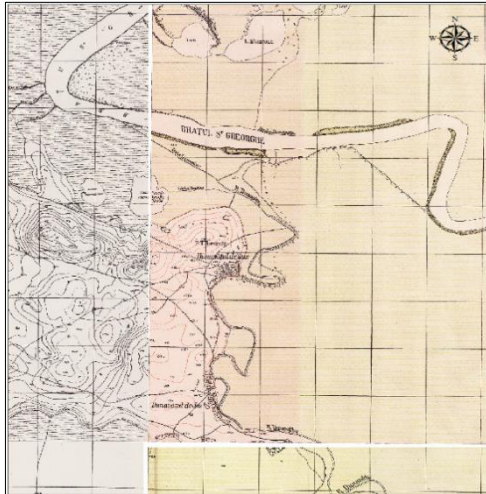


Fig. 5. Planurile directe de tragere  
Figure 5. Shooting master plans

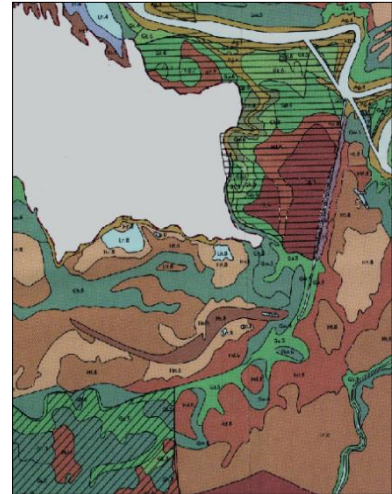


Fig. 6. Harta solurilor din  
Rezervația Biosferei Delta Dunării  
Figure 6. Map of soils from Danube  
Delta Biosphere Reserve



Fig. 7. Imagini satelitare Landsat 8 (combinarea benzilor 4, 6 și 5 – soluri și sedimente)  
Figure 7. Landsat 8 satellite imagery (combination of bands 4, 6 and 5 – soils and sediments)

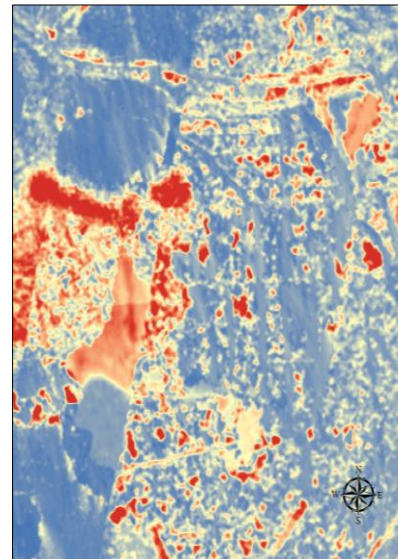


Fig. 8. ASTER (cotele cele mai înalte apar colorate în roșu, cele mai joase sunt în albastru, rezoluție 30x30 m)  
Figure 8. ASTER (highest ratings appear colored in red, the lowest are in blue, resolution 30x30 m)

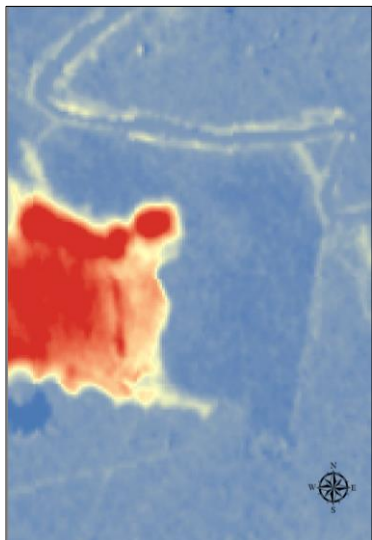


Fig. 9. SRTM (cotele cele mai înalte apar colorate în roșu, cele mai joase sunt în albastru, rezoluție 30x30 m)

Figure 9. SRTM (highest elevations are colored in red, lowest are in blue, resolution 30x30 m)

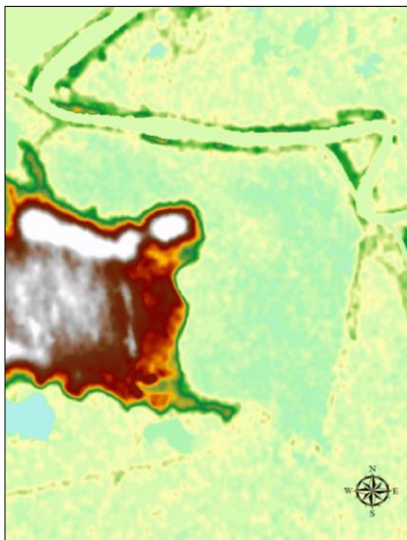


Fig. 10. EU-DEM (cotele cele mai înalte apar colorate în alb, cele mai joase sunt în albastru, rezoluție 30x30 m)

Figure 10. EU-DEM (the highest elevations are colored white, the lowest are in blue, resolution 30x30 m)

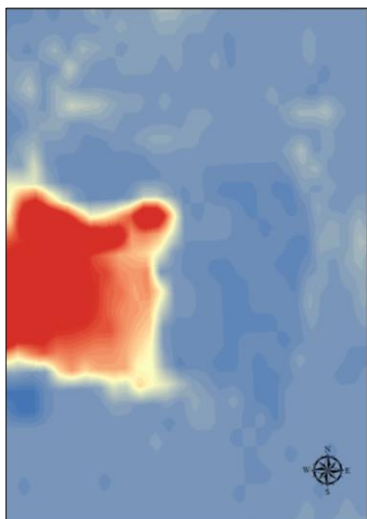


Fig. 11. Topo15 DTM

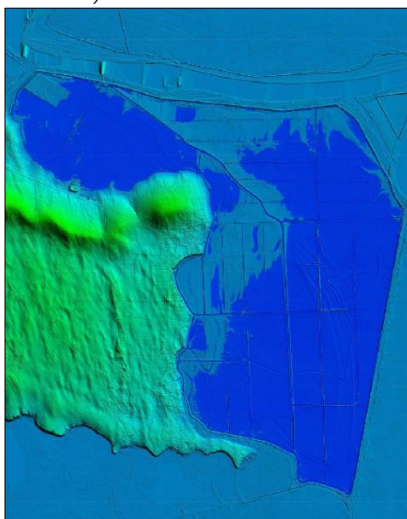


Fig. 12. Harta LIDAR a Deltei Dunării în zona Murighiol-Dunavăț

Figure 12. LIDAR map of Danube Delta in Murighiol-Dunavăț area

Deoarece observațiile de teren făcute asupra mediului natural și a siturilor arheologice sunt în general punctuale, acest fapt generează un grad de inconsecvență în datele obținute. Acest lucru se întâmplă, în primul rând, deoarece o suprafață mare de teren rămâne neacoperită prin studii, și în al doilea rând, deoarece este dificil să avem date colectate în același strat de timp. Aceste situații produc lacune în datele obținute, în special, prin studii de teren.

Pentru a rezolva aceste situații, pot fi adoptate următoarele soluții:

1. umplerea golurilor cu metode statistice și matematice tratând sistemul natural ca pe o cutie albă;
2. lăsând lacunele neumplute și tratând sistemul natural ca o cutie neagră;
3. metoda mixtă care plasează variabila ce conține valorile într-o categorie cunoscută, lăsând decalajul dintre ele neumplut și tratând-o ca o cutie neagră (cutie gri).

Modelul cutiei negre propus în această lucrare are trei variabile: variabila independentă (evoluția Dunării), variabila dependentă (materialele cartografice și evoluția Deltei Dunării în zona Murighiol-Dunavăț) și conexiunea inversă (distanța față de model).

Datele expuse în Centrul Muzeal Ecoturistic Delta Dunării au fost corelate cu nivelul evoluției Mării Negre. Evoluția Mării Negre reflectată în diferite studii oferă o imagine interesantă a evoluției Deltei Dunării în zona Murighiol-Dunavăț, din timpuri străvechi. (GENOV, 2016; LERICOLAIS *et alii*, 2009) (Fig. 13).

Unele dintre materialele cartografice prezentate în această lucrare sunt expuse la Centrul Muzeal Ecoturism Delta Dunării sau sunt descărcate de pe Internet (<http://www.geo-spatial.org>). Materialele cartografice au fost fotografiate și apoi prelucrate în GIMP (GNU Image Manipulation Program) pentru a corecta perspectiva și culoarea. În cartografierea și studierea zonei s-au folosit metode, imagini din satelit și aplicații S.G.I./ G.I.S.

Toate datele utilizate în acest studiu au fost georeferențiate în sistemul Stereo 70, pe elipsoidul Krasovsky 1940, sistemul de referință altimetric Marea Neagră din 1975.

Datele cartografice au fost procesate pe baza analizei semiotice. Această metoda de analiză oferă o metodă de lucru pentru studiul calitativ al informațiilor conținute de materialele cartografice. Semiologia, așa cum este ea înțeleasă astăzi, își are originea în tematizarea, contemporană cu noi, a comunicării. Chiar dacă o istorie mitologizantă a oricărei discipline teoretice tinde să îi găsească origini absolute, succesiunea tematizărilor sau epistemelor gândirii occidentale – „ceea ce este”, cunoașterea și comunicarea – distribuie în mod categoric disciplinele și problematizările și implicit pe cele ale semiologiei.



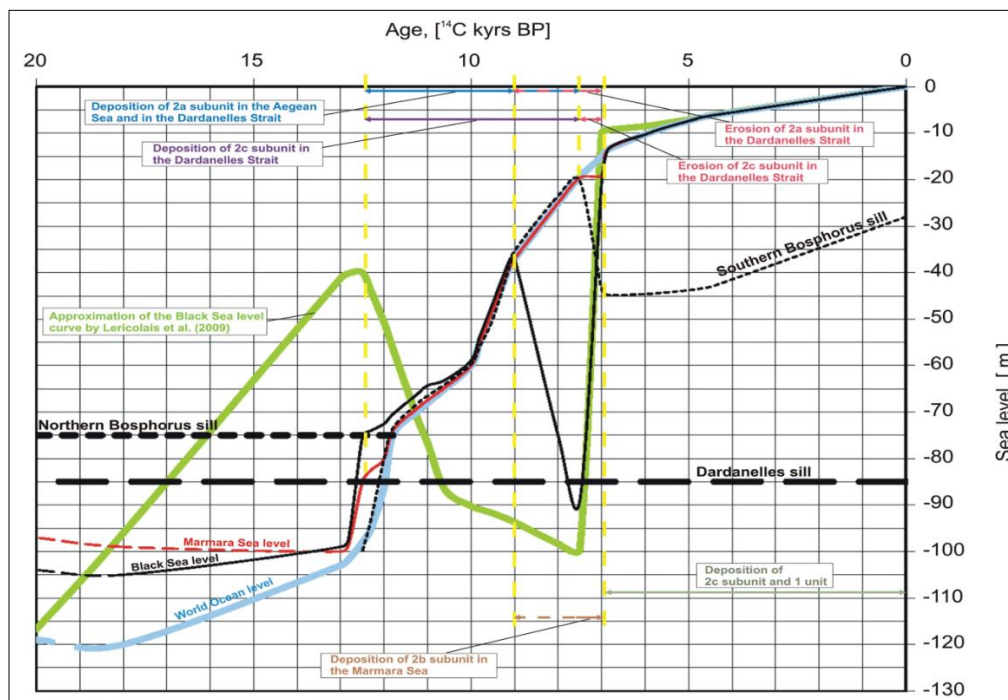


Fig. 13. Evoluția propusă a nivelului Mării Negre, reflectată în diferite studii, și corelarea acesteia cu cea a strâmtorii Dardanele, a Mării Egee și a Mării Marmara (GENOV, 2016)

Figure 13. The proposed Black Sea level evolution, reflected in different studies, and its correlation with that of Dardanelles Strait, the Aegean Sea and the Marmara Sea (GENOV, 2016)

## Rezultate și discuții

Suprafața zonei Murighiol-Dunavăț este de 2.830 ha și a fost supusă unor lucrări de îndiguire și drenaj. Zona este cuprinsă între brațul Sf. Gheorghe, la nord-nord-est, canalul Dunavățul, la est, canalul Fundea și Dunavățul de Jos, la sud-sud-vest, zona continentală a Dobrogei, la vest, și canalul Murighiol la nord-vest. În partea centrală se întâlnesc câmpiile deltaice și canalul Lipovenilor.

În cadrul analizei calitative, o etapă importantă o reprezintă stabilirea unui sistem de coduri. Codificarea datelor se face pentru a determina un sistem de etichete ce va permite clasificarea datelor. În acest mod informațiile vor fi clasterizate prin plasarea informațiilor într-un sistem de clase. În cadrul acestui sistem, Rezervația Biosferei Delta Dunării reprezintă un super-cod, zona Murighiol-Dunavăț un cod, iar cele șapte subsisteme sunt considerate drept sub-coduri.

Flexibilitatea acestei abordări este evidentă. Odată cu schimbarea rezoluției se modifică și sistemul de clasificare. Astfel, zona Murighiol-Dunavăț devine

super-cod, cele șapte subsisteme devin coduri iar elementele componente (canalul Dunavăț în cadrul cursurilor de apă) devin sub-coduri.

Dintre metodele de lucru oferite de analiza calitativă a fost preferată cea semiotică, deoarece oferă metode de lucru specifice cu imaginile. Acest fapt ușurează mult lucrul cu datele obținute pe baza materialelor cartografice și imaginilor satelitare. Evoluția zonei a fost urmărită pe baza materialelor cartografice și imaginilor satelitare. Acestea au fost analizate folosind metodele specifice analizei semiotice (Tabelul 1).

Conform GIVEN (2008), semiotica este doctrina sau știința generală a semnelor, un semn fiind orice poate reprezenta un alt lucru.

*„Semnificarea se referă la structurile de semnificație ce sunt implicate într-un anumit obiect, text, limbaj etc., iar analiza semiotică se referă la un set de abordări pentru investigarea unui astfel de sens. Analiza semiotică implică utilizarea unui set preformat de concepte pentru a ajuta la clasificarea și descrierea proceselor de creare a sensului.”* (GIBSON, BROWN, 2009)

*„O distincție cheie trebuie făcută între sensul denotiv și sensul conotiv. Denotațiile se referă la lecturi evidente dintr-o imagine sau o imagine dată, în timp ce conotațiile descriu semnificațiile și implicațiile culturale specifice asociate cu o imagine. Cel mai revelator mod de a explora acest mod de analiză este printr-un exemplu.”* (GIBSON, BROWN, 2009)

Modelele de evoluție a zonei au fost identificate pe baza analizei semiotice după cum se poate vedea în Tabelul 2. În acest tabel putem observa că *denotațiile* sunt asimilate cu *semnificații*. Și în cazul nostru, zona Murighiol-Dunavăț acționează ca semn.

Această abordare a datelor obținute pe baza studiului datelor primare (materiale cartografice și imagini satelitare) oferă posibilitatea realizării unei triangulații asupra acestora.

Tabel 1. Descrierea conceptelor de semiotică socială (GIBSON, BROWN, 2009)

*Table 1. Description of concepts in social semiotics (GIBSON, BROWN, 2009)*

<b>Concept</b>	<b>Descriere</b>
<i>Semne motivate</i>	Semnificații care pot fi citite cu ușurință de pe semnificant
<i>Semne nemotivate</i>	Înțelegerea semnificației care necesită cunoștințe culturale detaliate și specifice
<i>Însemnare</i>	Sensul direct, imediat și evident într-un semn
<i>Conotație</i>	Sensul implicit, specific cultural într-un semn
<i>Diferență</i>	Relația dintre elementele unui mesaj
<b>(Forme de diferență)</b>	
<i>Repetiție</i>	Mesaje repetate

<i>Similaritate</i>	Practici similare de semnificare
<i>Acumulare</i>	De câte ori o practică este semnificată
<i>Opoziție</i>	Sensul de contradicție între semne
<i>Metaforă</i>	Un semn ce stă metaforic pentru un anumit set de semnificații

*Repetiția* este următoarea: traseul canalului Dunavăț, cursuri de apă, bancuri de nisip, diguri, câmpii inundabile, insule, distribuția culorilor pe imaginile din satelit. Toate acestea sunt semnificative și indică evoluția Dunării, în zona fostului golf Tulcea sub forma unui arbore fractalic (figurile 1, 2 și Tabelul 2).

Această situație o întâlnim și în cazul *metaforelor*: bancuri de nisip/grinduri/ trenuri aluviale/ ostroave. Acestea indică existența unui tipar în evoluția zonei Murighiol-Dunavăț. Acest tipar poate fi regăsit la scara întregii Delte. Cât de aproape sau de departe sunt acestea de cazul ideal ne dă conexiunea-inversă.

*Opoziția* aici este reprezentată prin: imagini satelitare, elevație, radiații absorbite, hărți schematice, rezoluție. Acestea pot fi notate după cum urmează: trei benzi/ IMAGINI SATELITARE/ o singură bandă, înaltă/ ELEVAȚIE/ joasă, înaltă/ RADIAȚIE ABSORBITĂ/ joasă, foarte detaliată/ HĂRȚI SCHEMATICE/ puțin detaliate, înaltă/ REZOLUȚIE/ joasă.

Toate aceste date vorbesc despre o evoluție fractală a Deltei Dunării. „Un fractal este un obiect sau o cantitate ce prezintă asemănare de sine, într-un sens oarecum tehnic, la toate scările. Obiectul nu trebuie să prezinte exact aceeași structură la toate scările, dar același *tip de structuri* trebuie să apară pe toate scările.” (Fractal, Wolfram Research, Inc., 2020, <https://mathworld.wolfram.com/Fractal.html>)

În Tabelul 2, următorii parametri: cursuri de apă, microclimat, ape stagnante, bancuri de nisip, grinduri, terenuri inundabile și ostroave sunt semne (Denotații), iar explicațiile lor sunt semnificative (Conotații).

Tabel 2. Tiparele din cadrul zonei studiate identificate pe baza analizei semiotice (GIBSON, BROWN, 2009)

Table 2. The patterns within the studied area identified on the basis of semiotic analysis (GIBSON, BROWN, 2009)

Denotații	Conotații
<b>Cursuri de apă</b>	În neolitic, Dunărea evoluează rapid și atinge capătul de sud al cordonului litoral inițial. Traseul era aproximativ asemănător cu cel actual al ramurii Sf. Gheorghe. Apar în mare primele bancuri de nisip, în zona Murighiol-Dunavăț, cum se observă în figurile 7, 8 și 12. Tot în neolitic apare o bifurcare a Dunării în zona promontoriului Dunavăț. Până anul 1976, Canalul Dunavăț continuă să joace un rol important în dezvoltarea zonei. Pentru început își formează un ostrov (figurile 5, 6, 7 și 11), în zona de unde se deprinde de brațul Sf. Gheorghe, apoi coboară spre partea centrală a zonei studiate contribuind la colmatarea acesteia. După aceasta, canalul Dunavăț șerpuiește pe lângă promontoriul Dunavăț pe un traseu marcat de soluri aluviale notate cu Ag pe Harta Solurilor (Fig. 6).

	<p>Traseul este vizibil și pe figurile 3, 4, 5, 11 și 12. În figurile 2, 3 și 4 avem marcată importanța canalului Dunavăț ce a participat la dezvoltarea părții de sud-vest a depresiunii Dranov. Între 1916-1959, partea de sud-vest a insuliței se colmatează și apare canalul Lipovenilor (Fig. 5). După anul 1976, încep lucrările de amenajare a zonei trasându-se un nou curs pentru canalul Dunavăț, prin partea de est a zonei. Canalul Lipovenilor este extins până în partea centrală a zonei și apoi se coboară cu el spre sud. În partea de sud este trasat canalul Fundea, ca un canal de legătură între noul canal Dunavăț și urme ale fostului canal Dunavăț. În prezent, rețeaua hidrografică este compusă din brațul Sf. Gheorghe și canalele: Dunavăț, Lipovenilor, Murighiol, Fundea. La acestea se adaugă o serie de canale de drenaj ce brăzdează zona studiată.</p>
<b>Microclimat</b>	<p>În zona Murighiol-Dunavăț precipitațiile sunt deficitare, iar temperaturile sunt ridicate. Aceasta a dus la condiții de aridizare, producându-se un proces accelerat de mineralizare a turbelor și a solurilor turboase (histosoluri), ce a dus la accelerarea efectului de subsidență a solurilor (PANAIT, BASARABĂ, 2019).</p>
<b>Ape stătătoare</b>	<p>Cuvetele lacustre ale fostelor ghioluri Cruhlicul Mare și Cruhlicul Mic. Acesta prezintă cote de 0 și - 0.5 m.</p>
<b>Bancuri de nisip</b>	<p>Bancurile de nisip au apărut când o parte din apele Dunării s-au îndreptat spre sud, ducând la formarea canalului Dunavăț (figurile 2, 3, 8). În Fig. 8, bancurile de nisip apar marcate cu galben și portocaliu. Bancurile de nisip pornesc de la fostul debușeu al canalului Dunavăț și se îndreaptă spre partea de sud-est a zonei Murighiol-Dunavăț. Acestea au forma unor arce de cerc. Acestea apar cu verde pe imaginea satelitară a Landsat 8 (Fig. 7), rezultată prin combinarea benzilor 4, 6 și 5. Pe imaginile Lidar se văd clar, în partea de sud-est a zonei arcele de cerc de culoare albastră. Acestea sunt bancurile de nisip formate în primele faze ale Deltei Sf. Gheorghe I (Fig. 12). În prezent, bancurile de nisip se găsesc la baza învelișului de soluri (histosoluri), datorită proceselor de subsidență ieșind în evidență (figurile 7, 8 și 12).</p>
<b>Grinduri</b>	<p>S-au dezvoltat de-a lungul ramurii Sf. Gheorghe și apar pe zonele marginale sub forma unor cordoane de soluri aluviale. O asemenea bandă de soluri aluviale poate fi găsită și de-a lungul vechiului traseu al canalului Dunavăț (Fig. 6).</p>
<b>Terenuri inundate</b>	<p>Și-au început evoluția odată cu dezvoltarea bancurilor de nisip. Aluviunile provenite de la canalul Dunavăț s-au depus peste bancurile de nisip. Acestea au forțat canalul Dunavăț să facă un cot și să se îndrepte spre continent. Zona inundabilă a fost compusă, la formarea sa, din două unități: zonă regim semisubmers și zonă cu regim submers. Zona cu regim semisubmers prezintă cote mai mari ale terenului și este plasată în partea de nord și de vest. Zona cu regim submers prezintă cote mai joase ale terenului și este plasată în partea centrală și de est și sud-est. Situația se menține până în anul 1976 când zona este îndiguită și desecată. Zona inundabilă în prezent apare împărțită în două de canalul Lipovenilor și este brăzdată de canale de drenaj (figurile 7, 12). Partea centrală a zonei și de S - SE este ocupată de soluri turboase, în rest predominând solurile gleice și aluviale (Fig. 6). Solurile aluviale se găsesc pe marginea ramurii Sf. Gheorghe și pe traseul inițial al canalului Dunavăț (Fig. 6). În prezent, zona este afectată de subsidență pe suprafețe întinse, cu excepția fostului traseu al canalului Dunavăț (Fig. 11). În cadrul suprafețelor de teren afectate de subsidență, marcate cu albastru închis pe Fig. 12, apar perimetre cu o subsidență mai pronunțată marcate cu albastru pe Fig. 11. În condițiile în care zona a fost îndiguită și desecată, vântul și precipitațiile reduse au avut un rol important în uscarea zonei.</p>
<b>Ostroave</b>	<p>În partea de nord a zonei, în partea de unde se deprinde de ramura Sf. Gheorghe canalul Dunavăț. Se poate vedea o insuliță de soluri gleice marcată cu verde pe harta solurilor (Fig. 6) și pe imaginile satelitare Landsat 8 (Fig. 7). De asemenea, apare cu albastru deschis și pe Fig. 11. Pe Harta Planurile directe de tragere (Fig. 5) apare delimitată de canalul Lipovenilor, în vest-sud-vest, de canalul Dunavăț, în sud-sud-est, precum și în est, și de ramura Sf. Gheorghe în nord.</p>

Următoarea etapă a fost reprezentată de încercarea de a vedea cum se potrivește tiparul cu evoluția zonei. Astfel, dacă în evoluția zonei se regăsesc toate elementele din tipar, atunci putem spune că zona studiată se potrivește cu tiparul. Dacă pe diagonală apare valoarea 0 între grinduri, pe verticală și pe orizontală, înseamnă că nu există grinduri în zona studiată, și astfel tiparul nu se potrivește. În funcție de câte elemente din tiparul ales se regăsesc în evoluția zonei studiate avem și indicele de potrivire. Valoarea maximă a indicelui de potrivire este de 18 puncte. Valoarea ponderii în evoluția zonei este marcată prin indici de la 1 la 3: „1” semnifică o valoare redusă, „2” semnifică valoare medie și „3” valoare maximă. Pentru zona studiată valoarea indicelui de potrivire este 17 iar valoarea ponderii este aproape 3 (94%). Estimarea este desigur subiectivă dar ne ajută să trecem de la o analiză calitativă la una cantitativă (Tabel 3).

Rolul în evoluția zonei Murighiol-Dunavăț între mărimile de intrare reprezentate de cursurile de apă și mărimile de ieșire cum ar fi: *ape stagnante*, *bancuri de nisip*, *grinduri*, *terenuri inundate*, *ostroave* (Tabel 4).

Tabelul 3. Corelarea tiparelor  
Table 3. Patterns matching

Input/ Output	Cursurile de apă	Ape stagnante	Bancuri de nisip	Grinduri	Terenuri inundate	Ostroave
Cursuri de apă	3	2	2	3	3	2
Ape stagnante	1	3	0	0	0	0
Bancuri de nisip	2	0	3	0	2	0
Grinduri	1	0	0	3	2	1
Terenuri inundate	1	0	0	0	3	0
Ostroave	2	0	0	0	2	3

Tabelul 4. Rolul în evoluția zonei Murighiol-Dunavăț  
Table 4. The role in the evolution of the Murighiol-Dunavăț area

Cursuri de apă	Ape stagnante	Bancuri de nisip	Grinduri	Terenuri inundate	Ostroave
Brațul Sf. Gheorghe	1	2	3	2	2
Canalul Dunavăț	0	3	2	3	3
Canalul Lipovenilor	0	0	1	1	1
Canalul Fundea	0	0	1	0	0
Canalul Dunavățu de Jos	0	0	2	2	0

„Dar dacă conexiunea pozitivă ar opera singură și necontrolată, nu ar exista niciun model” (CAMAZINE, 2003).

În aceste condiții toată zona ar fi acoperită de apă și nici un tipar nu s-ar fi manifestat. „Ceea ce intră în joc este un al doilea tip de proces numit *feedback negativ*, în care mai mult duce la mai puțin. *Feedback-ul negativ pune frâna*

*proceselor cu feedback pozitiv, modelându-le astfel încât să creeze un model.”* (CAMAZINE, 2003)

Privind datele dintr-o altă perspectivă putem identifica următoarele etape:

1. desprinderea de la brațul Sf. Gheorghe a canalului Dunavăț, cu formarea *cursurilor de apă* și a *Ostroavelor*;
2. formarea *grindurilor* de-a lungul brațului Sf. Gheorghe și a canalului Dunavăț;
3. formarea de *bancuri de nisip* în formă de semilună;
4. colmatarea zonei din spatele bancurilor de nisip, cu formarea *apelor stagnante*;
5. colmatarea întregii zone, cu formarea *terenurilor inundate*.

Când forțele vântului, gravitația și frecarea acționează asupra dunelor de nisip, nenumăratele granule de nisip ricoșează și se prăbușesc. Pe măsură ce o granulă aterizează, aceasta afectează poziția altor granule, blocând vântul sau ocupând un loc unde ar fi putut ateriza o altă granulă de nisip. În funcție de viteza vântului și de dimensiunea și forma granulelor de nisip, acest proces dinamic creează un model obișnuit de dungi sau undulații (CAMAZINE, 2003).

Prin trecere de la cules și vânătoare la agricultură, omul a trecut la defrișarea pădurilor pentru terenuri agricole. Această activitate în Bazinul Dunării a dus la creșterea nivelului de aluviuni și depunerea lor la vărsarea Dunării în Marea Neagră, respectiv în deltă. Semnele apar prin analiza semnificanților: colmatare, turbe, glei soluri, soluri aluviale, deponii. Desigur valorile nivelului Mării Negre de-a lungul perioadelor istorice au fost raportate la cel actual.

## **Concluzii**

Nivelul Mării Negre a variat în timp. Astfel, când nivelul mării creștea Delta Dunării evolua pe partea fluvio-maritimă, iar când nivelul mării se reducea dezvoltarea deltei se făcea în partea ei fluvială (PANAIT, BASARABĂ, 2019).

Depunerea de sedimente în zona Murighiol-Dunavăț s-a realizat în perioada formării Deltei Sfântu Gheorghe I. Astfel, primul loc în care Dunărea a trecut de cordonul litoral inițial a fost în zona dintre capătul sudic al acestuia și promontoriul Dunavăț.

Formarea zonei Murighiol-Dunavăț a început pe două direcții. O direcție a reprezentat-o paleobrațul Sf. Gheorghe și a doua a paleocanalului Dunavăț. Aceste două trasee sugerează un arbore fractalic. Depunerea de sedimente a început în neolitic la scurtă vreme după formarea cordonului litoral inițial și se termină în epocii fierului (Fig. 14). După această perioadă, zona Murighiol-Dunavăț evoluează în regim semisubmers: este acoperită de ape la inundații, în special în partea est-sud-estică și în cea nord-vestică, și mai puțin în partea nordică și central-vestică a zonei.

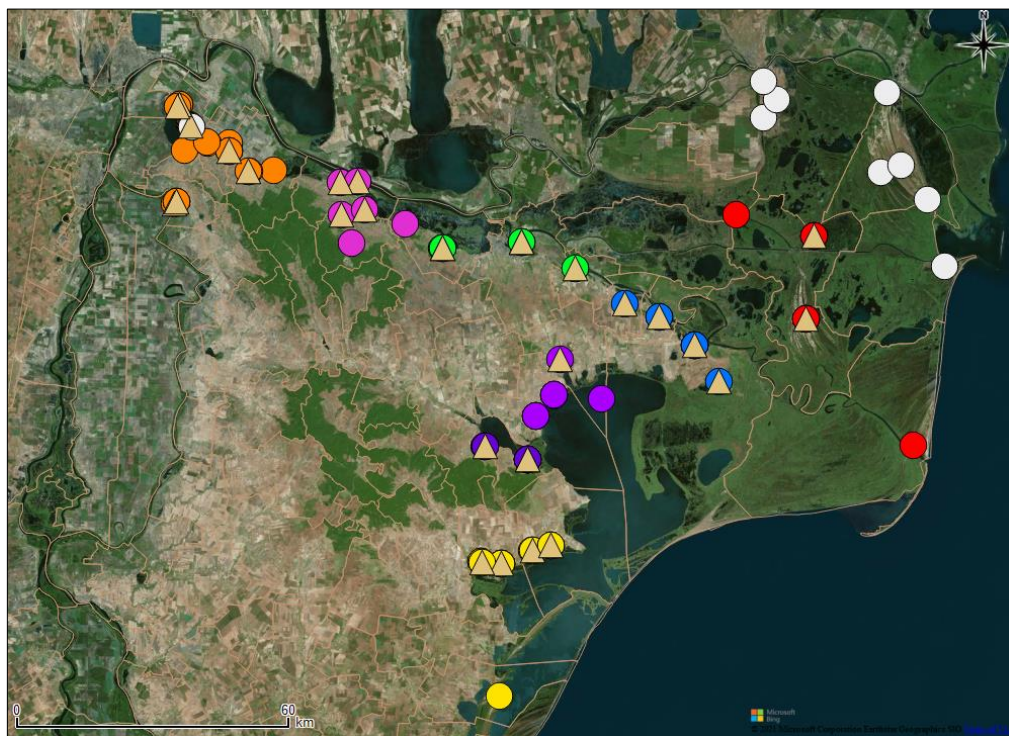


Fig. 14. Distribuția așezărilor umane în epoca fierului (triunghiuri) și a siturilor arheologice (cercuri)  
*Figure 14. Distribution of human settlements in the Iron Age (triangles) and archaeological sites (circles)*

O completare interesantă o oferă reproducerea hărții Deltei Dunării după coordonatele lui Claudiu Ptolemeu (aprox. 160 d.Hr.) (Fig. 15) expuse în Centrul Muzeal Ecoturistic Delta Dunării Tulcea. Astfel, oricât de aproape ar fi sau nu de aspectul real al Deltei Dunării, ambele prezintă distribuția principalelor brațe și canale ale Dunării sub forma unui arbore fractal.

Studiind, comparativ, harta obținută pe baza coordonatelor lui Claudiu Ptolemeu și a imaginii oferite de fotografiile din satelit putem presupune că brațul sudic al Dunării era o zonă mlăștinoasă străbătută de o serie de lacuri, rezultate din fostele meandre ale Dunării, conectate prin canale. Această zonă a fost amplasată între brațul Sf. Gheorghe și continent (Fig. 16).

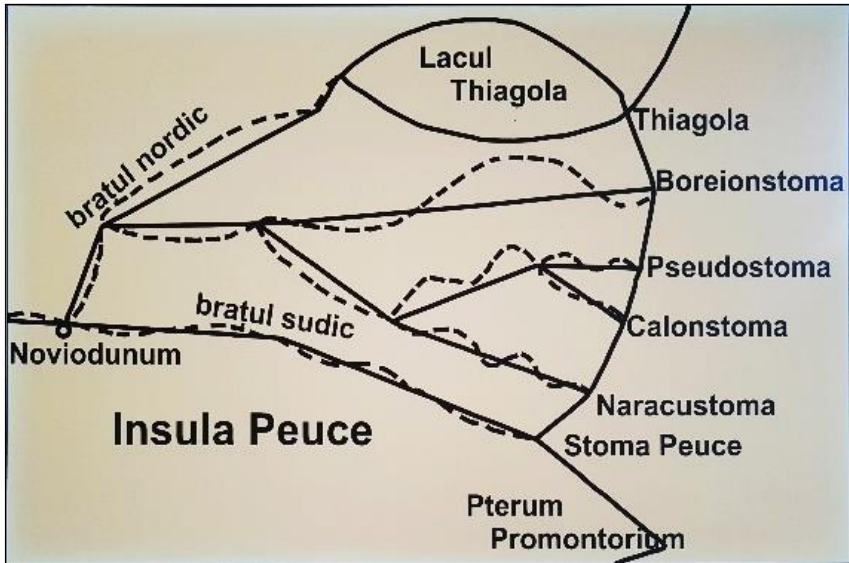


Fig. 15. Harta Deltei Dunării (după Claudiu Ptolemeu, aprox. 160 d.Hr.)  
 Figure 15. Map of Danube Delta (after Claudius Ptolemy, approx. 160 a.Ch.)



Fig. 16. Harta Deltei Dunării după coordonatele lui Claudiu Ptolemeu și sincronizarea matematică a perioadelor istorice pe baza abaterii standard  
 Figure 16. Map of the Danube Delta according to Claudius Ptolemy and mathematical timing of historical periods based on standard deviation



### Bibliografie

- BALL, Ph., 2009, *Branches, Nature's Pattern: A Tapestry in Three Parts*, Oxford University Press.
- CAMAZINE, S., 2003, *Patterns in Nature, The new focus on self-organizing processes links such diverse natural phenomena as zebra's stripes and mound of termites*, Natural History.
- GENOV, I., 2016, *The Black Sea Level from the Last Glacial Maximum to the Present Time*, *Geologica Balcanica*, **45**, Sofia: 3–19. <https://www.geologica-balcanica.eu/journal/45/pp-3-19> (last visit 2020).
- GIBSON, J., W., BROWN, A., 2009, *Working with Qualitative Data*, SAGE Publications Ltd.
- GIVEN, M. Lisa, 2008, *The SAGE Encyclopedia of Qualitative Research Methods*, Vol., 1 & 2, SAGE Publications, Inc.
- LERICOLAIS, G., BULOIS, C., GILLET, H., GUICHARD, F., 2009, *High Frequency Sea Level Fluctuations Recorded in the Black Sea since the LGM*, *Global and Planetary Change*, **66**, Issues 1-2: 65-75. [http://intranet.geoecomar.ro/rchm/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Lericolais-et-al\\_High-frequency-sea-level-fluctuations-in-the-Black-Sea.pdf](http://intranet.geoecomar.ro/rchm/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Lericolais-et-al_High-frequency-sea-level-fluctuations-in-the-Black-Sea.pdf) (last visit July 31, 2018)
- MUNTEANU, I., 1995, *Soil Map of the Romanian Danube Delta Biosphere Reserve*, "Danube Delta" National Institute for Research and Development, Tulcea.
- PANAIT, V., BASARABĂ, A. 2019, *Solurile și prognoza proceselor ecopedologice din incinta îndsiguită Murighiol-Dunavăț, Rezervația Biosferei Delta Dunării*, Edit. Granada, București: 300 p.
- WATSON, M., *Digital Elevation Models (DEM)*, 2020, <https://www.pagerpower.com/news/differences-digital-elevation-model-dtm-dsm/> (last visit 2020).
- \*\*\* Patterns, 2020, <https://kids.britannica.com/kids/article/patterns/628801> (last visit 2020).
- \*\*\* Fractal, Wolfram Research, Inc., 2020, <https://mathworld.wolfram.com/Fractal.htm> (last visit 2020).
- \*\*\* Merriam-Webster Online Dictionary, (2008). Cluster analysis. <http://www.merriam-webster-online.com> (last visit 2020)
- \*\*\* Blatt 47-45 der **Generalkarte von Mitteleuropa** 1:200.000 der Franzisco-Josephinischen Landesaufnahme, Österreich-Ungarn, ab 1887. Die Blattmitte liegt bei 45° n.Br. und 47° ö.L. (östlich von Ferro, nicht Greenwich!), [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sulina\\_-\\_47-45.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sulina_-_47-45.jpg) (last visit 2022).
- \*\*\* Planuri Directoare de Tragere, 1916-1959, at 1: 20,000 scale, <http://www.geospatial.org/download/planurile-directoare-de-tragere>
- \*\*\* Landsat 8, 2013, Operational Land Imager (OLI) sensor, Ball Aerospace & Technologies Corporation, <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- \*\*\* ASTER - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp> (last visit 2020)

- \*\*\* USGS EROS Archive – Digital Elevation – Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global, [https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1-arc?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects) (last visit 2020)
- \*\*\* Copernicus Land Monitoring Service - EU-DEM, <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-eu-dem> (last visit 2020)
- \*\*\* Harta LIDAR a Deltei Dunării, <http://85.204.145.163/Lidar/> (last visit 2020)

**Valentin PANAIT**

*Institutul de Cercetări Eco-Muzeale „Gavrilă Simion”, C.M.E.D.D.  
panvali@gmail.com*