



Victor Niță

Magda Nenciu
(editori)

Alocarea Zonelor pentru Acvacultură (AZA) marină în România. Metodologie de desemnare și exemple practice



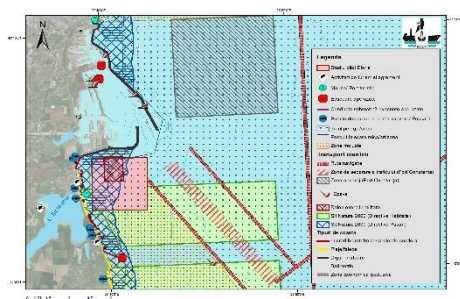
**Constanța
2023**



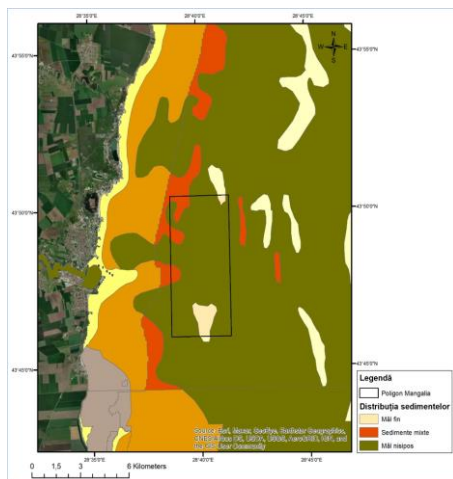
Victor Niță
(editori)

Magda Nenciu

Alocarea Zonelor pentru Acvacultură (AZA) marină în România. Metodologie de desemnare și exemple practice



$$DC = 100 \times \frac{\sum_i^n (K_i \times SI_i)}{\sum_i^n K_i}$$



Constanța
2023

*Volum realizat în cadrul proiectului POPAM 2014 - 2020
„Suport științific și informațional pentru stimularea creșterii albastre prin alocarea
zonelor de acvacultură la Marea Neagră” - acronim CreAZA, Cod SMIS 155224,
Cod apel: POPAM/997/2/3/Articolul 51, Măsura II.7 - Creșterea potențialului
siturilor de acvacultură, nr. contract: 644/2022.*

ISBN 978-973-0-37930-3

Listă abrevieri	1
Introducere	3
Concepte și definiții (<i>Victor Niță, Magda Nenciu</i>).....	5
Principii în stabilirea Zonelor Alocate pentru Acvacultură (AZA) (<i>Victor Niță, Magda Nenciu</i>).....	7
Criterii de excludere și de pre-selecție (<i>Victor Niță, Magda Nenciu</i>).....	9
Metoda de calcul a gradului de compatibilitate (GC) pentru o potențială AZA (<i>Victor Niță, Magda Nenciu</i>).....	18
• Parametri utilizați pentru a determina gradul de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultura moluștelor..... • Parametri utilizați pentru a determina gradul de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultura peștilor în viviere flotante..... • Formula de calcul a gradului de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultură.....	19 21 23
Metodologia de colectare a datelor necesare pentru calcularea indicelui de calitate a apei (ICA) și a gradului de compatibilitate (GC)	25
• Material și metode pentru achiziția și prelucrarea datelor privitoare la calitatea apei (<i>Luminița Lazăr</i>)..... • Material și metode pentru achiziția și prelucrarea datelor privitoare la condițiile oceanografice (<i>Alina Spînu, Elena Vlăsceanu-Mateescu</i>).....	25 34
Desemnarea AZA și integrarea în cadrul legislativ (<i>Victor Niță, Magda Nenciu</i>).....	38
Studiu de caz 1: Gradul de compatibilitate al zonei Agiea-Eforie pentru acvacultura moluștelor (<i>Victor Niță, Magda Nenciu, Luminița Lazăr, Alina Spînu, Elena Vlăsceanu-Mateescu</i>).....	40
Studiu de caz 2: Gradul de compatibilitate al zonei Mangalia pentru acvacultura peștilor (<i>Victor Niță, Magda Nenciu, Luminița Lazăr, Alina Spînu, Elena Vlăsceanu-Mateescu</i>).....	60
Concluzii și recomandări	77
Bibliografie	80

LISTĂ ABREVIERI

AMP	Arie marină protejată
AN APMC	Administrația Națională a Porturilor Maritime Constanța
ANANP	Agenția Națională pentru Aree Protejate
ANAR	Administrația Națională Apele Române
ANPA	Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură
ANR	Autoritatea Navală Română
ANRE	Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei
ANRM	Autoritatea Națională pentru Resurse Minerale
ANSVSA	Autoritatea Națională Sanitară-Veterinară și pentru Siguranța Alimentelor
APM	Agenția pentru Protecția Mediului
AZA	Allocated Zone for Aquaculture/Zonă Alocată pentru Acvacultură
CMEMS	Copernicus Marine Environment Monitoring Service/Serviciul European Copernicus de Monitorizare a Mediului Marin
DHM	Direcția Hidrografică Maritimă
DTM	Digital Terrain Model/model digital al terenului
FAO	Food and Agriculture Organization/Organizația pentru Alimentație și Agricultură
GC	Grad de compatibilitate
GESAMP	Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection/Grupul de experți privind aspectele științifice ale protecției mediului marin
GFCM	General Fisheries Commission for the Mediterranean/Comisia Generală pentru Pescuit la Marea Mediterană
GIS	Geographic Information System/Sistem Informațional Geografic
IA	Indice de adecvare
IAEA	International Atomic Energy Agency/Agencia Internațională pentru Energie Nucleară

ICA	Indice de calitate a apei
ICZM	Integrated Coastal Zone Management/Management Integrat al Zonei Costiere
IMO	International Maritime Organization/Organizația Maritimă Internațională
MapN	Ministerul Apărării Naționale
MC	Ministerul Culturii
MDLPA	Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației
MINAC	Muzeul de Istorie Națională și Arheologie Constanța
MSP	Maritime Spatial Planning/Planificare Maritimă Spațială
MT	Ministerul Turismului
NetCDF	Network Common Data Form
ODV	Ocean Data View
PAP	Programul pentru Acvacultură și Pescuit
RAJA	Regia Autonomă Județeană de Apă
STAU	Stație de Tratare a Apelor Uzate
UN	United Nations/Națiunile Unite
UNEP	United Nations Environmental Programme/Programul pentru Mediu al Națiunilor Unite
UNESCO- IOC	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization -Intergovernmental Oceanographic Commission/Organizația Națiunilor Unite pentru Educație, Știință și Cultură - Comisia Oceanografică Internațională
WAM	Wave Modelling
WHO	World Health Organization/Organizația Mondială a Sănătății
WMO	World Meteorological Organization/Organizația Meteorologică Internațională

INTRODUCERE

Acvacultura oferă un potențial enorm pentru furnizarea de surse durabile de hrană, jucând astfel un rol cheie în realizarea securității alimentare și a nutriției, a ocupării forței de muncă și a dezvoltării economice în toate zonele de coastă (Massa și colab., 2021). Având în vedere că litoralul românesc al Mării Negre este limitat la 245 km, din care mai mult de jumătate este reprezentat de Delta Dunării, acvacultura tradițională românească s-a bazat în principal pe specii de pești de apă dulce. Cu toate acestea, în ultimii ani, s-a pus tot mai mult accent pe potențialul mariculturii și s-au efectuat activități de cercetare și consultanță științifică pentru a stimula dezvoltarea domeniului (Niță și colab., 2019).

Problematica majoră care a împiedicat dezvoltarea acvaculturii marine în România a fost reprezentată de cadrul legislativ neclar și restrictiv. Astfel, până în anul 2020, lipsa clasificării microbiologice a apelor Mării Negre, așa cum o cere Regulamentul (CE) nr. 627/2019 (anterior 854/2004), împiedica orice potențial operator economic să comercializeze producția de moluște bivalve în Uniunea Europeană, din rațiuni de sănătate publică. Mai mult decât atât, un alt impediment fundamental ce a făcut imposibilă practicarea acvaculturii marine off-shore o constituia imposibilitatea concesionării luciului de apă pentru montarea instalațiilor în mare și a sistemului de ancoraj pe fundul mării. În acest context, în urma numeroaselor intervenții făcute de către Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare Marină „Grigore Antipa” (INCDM) (prin Centrul Demonstrativ de Acvacultură, structură ce funcționează sub egida General Fisheries Commission for the Mediterranean - GFCM), pe lângă autoritățile competente (Autoritatea Națională Sanitară-Veterinară - ANSVSA, pe de o parte, și Administrația Națională Apele Române - ANAR, pe de altă parte), aceste aspecte administrativ-legislative au fost în sfârșit rezolvate. Astfel, ancheta microbiologică a zonelor propuse spre clasificare a fost finalizată în toamna anului 2020, autoritatea competentă

(ANSVSA) clasificând toate cele 3 zone de de producție și relocare a moluștelor bivalve vii din sectorul românesc al Mării Negre (Chituc - Perișor, Baia Mamaia și Agigea - Mangalia) în clasa A, ceea ce deschide oportunități imense acvaculturii bivalvelor la litoralul nostru (Nenciu și colab., 2020).

De asemenea, concesionarea luciului apei Mării Negre pentru realizarea de activități de acvacultură a devenit posibilă prin Hotărârea de Guvern nr. 1283 pentru modificarea și completarea Hotărârii Guvernului nr. 183/2020 privind aprobarea închirierii unor bunuri imobile proprietate publică a statului, aflate în administrarea Administrației Naționale Apele Române, publicată în Monitorul Oficial nr. 42 din 14 ianuarie 2022, deschizând imense oportunități de dezvoltare.

Îndelung-așteptata soluționare a cadrului legislativ pentru concesiunea luciului de apă marină (prin Hotărârea de Guvern nr. 1.283/2021) a deblocat și activitatea de maricultură a peștilor în viviere flotante la litoralul românesc, având în vedere că mai mulți operatori economici din țară și-au exprimat interesul pentru creșterea alternativă a păstrăvului-curcubeu *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) în apă marină în perioada rece a anului (în viviere flotante, amplasate în mare deschisă), în vederea îmbunătățirii calității cărnii și sporirii eficienței economice.

La nivelul întregii Mări Negre, dezvoltarea și extinderea acvaculturii marine depind de disponibilitatea spațiului pentru desfășurarea durabilă a acestei activități, cu atât mai mult în cazul litoralului românesc, caracterizat prin condiții de mediu limitative (lipsa zonelor adăpostite, furtuni puternice, salinitate și temperatură variabile). În plus, extinderea și crearea de noi situri Natura 2000 s-a realizat prin suprapunere cu activități economice tradiționale preexistente, în principal pescuitul, dar și alte utilizări ale spațiului maritim. Zonele Alocate pentru Acvacultură (AZA) sunt, așadar, considerate un instrument esențial pentru dezvoltarea durabilă a mariculturii și au un rol deosebit în planificarea spațiului maritim într-o zonă atât de aglomerată de utilizări cum este litoralul

românesc și contribuie la o mai bună coordonare între diferitele autorități și factori interesați (Niță și colab., 2020).

Zonele propuse pentru a fi investigate în cadrul prezentului proiect sunt Agigea - Eforie (pentru dezvoltarea acvaculturii moluștelor bivalve) și Mangalia (pentru amplasarea de viviere flotante pentru acvacultura peștilor).

CONCEPTE ȘI DEFINIȚII

O Zonă Alocată pentru Acvacultură (AZA) marină este „o zonă maritimă unde dezvoltarea acvaculturii are prioritate față de alte utilizări și, prin urmare, este dedicată în primul rând acvaculturii. Identificarea unei AZA rezultă din procesele de zonare prin planificarea spațială participatorie, prin care organismele administrative stabilesc legal că anumite zone spațiale dintr-o regiune au prioritate pentru dezvoltarea acvaculturii” (Sanchez-Jerez și colab., 2016). Ținând cont de presiunea din ce în ce mai mare pe zonele costiere, disponibilitatea zonelor adecvate pentru acvacultura marină devine un mare impediment pentru dezvoltarea ulterioară a sectorului la litoralul românesc. Această situație necesită îmbunătățirea selecției locațiilor și crearea unei planificări specifice spațiului maritim pentru acvacultură, în vederea promovării unei integrări armonioase a acvaculturii cu alte activități umane care se desfășoară în zonele de coastă/spațiul maritim. În acest context, stabilirea AZA trebuie considerată o prioritate pentru dezvoltarea acvaculturii durabile în Marea Neagră, deoarece poate să faciliteze integrarea acesteia cu celelalte activități din zonele de coastă. Zonarea sau analiza spațială pentru acvacultură este solicitată pe scară largă de industrie și de autoritățile implicate în dezvoltarea acvaculturii.

Grupul comun de experți privind Aspectele științifice ale protejării mediului marin (GESAMP) al IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP definește zonarea după cum urmează: „Zonarea poate fi folosită fie ca sursă de informații pentru

potențiali dezvoltatori (de exemplu, prin identificarea acelor zone cele mai potrivite unei anumite activități), fie ca instrument de planificare și reglementare, în care diferite zone sunt identificate și caracterizate pentru îndeplinirea anumitor obiective. Zonarea terenurilor (și a luciului de apă) pentru anumite tipuri de dezvoltări în acvacultură poate contribui la controlarea deteriorării mediului la nivelul fermelor și la evitarea interacțiunilor sociale și de mediu nefavorabile. Conflictul între diferite activități de utilizare a resurselor poate fi, astfel, evitat. Prin crearea zonelor exclusive, în comunitatea de utilizatori se poate crea un sentiment de proprietate și o responsabilitate accentuată pentru gestionarea mediului“ (GESAMP, 2001).

Zonarea a fost, de asemenea, definită de FAO ca acțiunea de „a împărți o suprafață în zone sau secțiuni cu caracteristici diferite, ori rezervate pentru scopuri sau condiții de utilizare diferite, cum ar fi zonele în care pescuitul/recoltarea de resurse sunt interzise sau rezervațiile (arii marine protejate), coridoarele de biodiversitate, zonele în care este interzisă traularea și zonele destinate utilizării exclusive pentru pescuit sau acvacultură la scară mică“ (Carocci și colab., 2009).

Mai mult, conceptul de AZA este utilizat pentru a se referi în mod specific la o anumită zonă identificată în planificarea sau zonarea unei suprafețe mai mari și mai importante din punct de vedere al scării spațiale și temporale. AZA pot fi considerate un sistem de planificare spațială sau zonare la nivel local sau național, ce vizează integrarea activităților de acvacultură în zonele costiere, unde acvacultura ar trebui să aibă prioritate față de alte activități și utilizări ale spațiului și resurselor marine și în care interferențele negative cu aceste activități și utilizări sunt reduse la minimum. Aceasta implică coordonarea între diferite autorități și se bazează pe o abordare participativă.

PRINCIPII ÎN STABILIREA ZONELOR ALOCATE PENTRU ACVACULTURĂ (AZA)

Identificarea zonelor de interes pentru acvacultură este un proces care ia în considerare principiile consacrate în instrumentele legale, precum și alte principii prezentate mai jos. Selecția locațiilor depinde mai întâi de condițiile de mediu existente, apoi de activitatea planificată. În conceperea unui proces de înființare a unei AZA, trebuie luați în considerare toți factorii limitativi care ar putea interfera cu obiectivele propuse (GFCM, 2012). Într-o anumită zonă, procesul de creare a unei AZA ar trebui să se conformeze planului (planurilor) strategic(e) existent(e) pentru acvacultură (PAP, 2021-2027) și va respecta, printre altele, următoarele principii:

- AZA trebuie să fie gândită în perspectivă ecosistemică, promovând dezvoltarea durabilă, echitatea și reziliența sistemelor sociale și ecologice interconectate;
- O AZA trebuie să ia în considerare principiile Managementului Integrat al Zonei Costiere (ICZM) și ale Planificării Spațiale Maritime (MSP);
- Procesul de înființare a AZA ar trebui să urmeze o abordare participatorie și să fie transparent;
- Identificarea AZA ar trebui să se bazeze pe cele mai bune resurse administrative, sociale, economice și informații despre mediu disponibile;
- Trebuie să fie asigurată acuratețea informațiilor utilizate, iar dialogul dintre părțile interesate și toți utilizatorii domeniului public maritim ar trebui să fie facilitat;
- Monitorizarea AZA ar trebui să fie obligatorie; trebuie definit un program de monitorizare a mediului pentru fiecare AZA, care să fie flexibil și să țină seama de abordarea la scară (în timp și spațiu);
- Pregătirea procesului de înființare a unei AZA ar trebui să fie coordonată de autoritatea responsabilă/competentă la nivel local și elaborată în cooperare cu diferitele autorități și părți

interesate implicate în procedurile de autorizare și concesionare pentru acvacultură și monitorizare; și

- AZA trebuie să fie reglementate de acte normative și incluse în legislațiile naționale sau regionale.

În plus, o AZA ar trebui:

- Să fie perfect poziționată geografic și definită de un sistem de coordonate compatibil pentru integrarea în instrumentele de planificare spațială (GIS);
- Să aibă definit un plan de management în care să fie luate în considerare toate aspectele (performanțele companiilor ce activează în domeniu, interrelația acestora și interacțiunile cu mediul comun);
- Să includă zone rezervate din punct de vedere fiscal pentru activități și instalații de acvacultură; și
- Să se încadreze în parametrii descriși pentru desemnarea acesteia (a se vedea mai jos).

Aspectele generale care trebuie luate în considerare ca punct de plecare pentru selecția și stabilirea AZA pot fi rezumate după cum urmează (Macias și colab., 2019):

- Ce fel de acvacultură va fi dezvoltată?
- Tipul acvaculturii existente în zonă (dacă există)?
- Principalele activități din zonă?
- Contextul legal în vigoare?
- Condiții de mediu în zonă?
- Contextul socio-economic în zonă?
- Autoritățile competente și principalele părți interesate din zonă?
- Oportunități de piață?

CRITERII DE EXCLUDERE ȘI DE PRE-SELECȚIE

Structura socială a unei zone și identificarea principalelor activități economice existente sunt probleme-cheie care vor influența succesul înființării unei AZA. Datele și informațiile administrative și socio-economice care trebuie colectate în vederea selecției/excluderii unei potențiale AZA se referă la diferitele utilizări, activități și ocupații care apar în zona de coastă și care sunt adesea legate de limitele stabilite prin reglementări sau planuri specifice ale diferitelor autorități care au responsabilități în spațiul maritim și terestru (în România, Planul de Amenajare a Spațiului Maritim, care este în prezent în procedură de avizare/evaluare adecvată) (MDLPA, 2022). Aspectele administrative și socio-economice relevante pentru litoralul românesc în contextul AZA, precum și autoritățile potențial implicate, au fost identificate și sunt redată în Tabelul 1.

Tabel 1. Aspecte administrative și socio-economice și autorități potențial implicate în managementul acestora
(adaptat după Macias și colab., 2019).

Aspect administrativ/socio-economic	Descriere	Autorități potențial implicate
Zone portuare și rute de navigație	Descrierea, din punct de vedere administrativ, a porturilor existente în zonă, precum și a rutelor de navigație. Administrațiile portuare au, de obicei, un Plan de Utilizare și Management care stabilește activitățile permise și zonele	Administrația Națională a Porturilor Maritime Constanța (AN APMC), Ministerul Transporturilor (MT), Autoritatea Navală Română (ANR)

	în care se poate derula fiecare tip de activitate, fără a interfera cu rutele de navigație.	
Structuri de protecție costieră existente și planificate, alte structuri	Digurile și alte structuri de protecție costieră pot reprezenta elemente esențiale în proiectarea instalațiilor de acvacultură, influențând direcția și viteza curenților și a valurilor.	Autoritatea Națională Apele Române (ANAR), Agenția pentru Protecția Mediului (APM) Constanța, Agenția Națională pentru Aree Protejate (ANANP)
Gropi de împrumut, dragare și depozitare materiale dragate	Aceste zone reprezintă depozitele de nisip utilizate pentru înnisiparea și/sau crearea plajelor. În anumite țări (cum este și cazul României), în care eroziunea costieră afectează plajele turistice, atracțiile turistice sunt refăcute cu nisip extras din mare. Datorită naturii lor (sedimente mobile cu structură și granulometrie adecvată), depozitele de sedimente din aceste locații sunt pretabile pentru înnisiparea și	Autoritatea Națională pentru Resurse Minerale (ANRM), Autoritatea Națională Apele Române (ANAR), Agenția pentru Protecția Mediului (APM) Constanța, Agenția Națională pentru Aree Protejate (ANANP)

	întreținerea plajelor.	
Habitatate protejate	Habitatatele protejate, siturile Ramsar, siturile de importanță comunitară, ariile marine protejate etc. sunt parte din zone marine protejate de legislația comunitară (ex. Directiva Habitat 92/40 CEE) și națională. Ariile protejate trebuie să aibă planuri de management care să specifice ce activități pot fi desfășurate în cadrul acestora. Adesea, acvacultura este un tip de activitate ce poate fi complet integrată în aceste spații, ariile protejate putând fi un exemplu de conciliere a conservării naturii cu dezvoltarea durabilă a acvaculturii.	Agencia Națională pentru Arii Protejate (ANANP), Agenția pentru Protecția Mediului Constanța, INCDM „Grigore Antipa“, INCD GeoEcoMar
Zone de deversare ale stațiilor de epurare / alte tipuri de deversări	Punctele de deversare din zona costieră și conductele ce deversează la anumite adâncimi în mare pot avea un efect negativ	Regia Autonomă Județeană de Apă (RAJA), Autoritatea Națională Sanitară Veterinară (ANSVSA), Autoritatea

	puternic asupra producției din acvacultură. Zonele de acvacultură trebuie să fie amplasate ținând cont de toate potențialele deversări, astfel încât calitatea apei să nu afecteze producția, atât din punct de vedere microbiologic, cât și al altor tipuri de contaminanți. Este esențial să se cunoască tipul deversărilor (ape menajere, dejecții din agricultură, deșeuri industriale etc.), precum și amplasarea activităților ce le generează.	Națională Apele Române (ANAR), Agenția pentru Protecția Mediului (APM) Constanța
Cabluri/ conducte submarine	Atunci când se decide amplasarea ancorajelor unei instalații de acvacultură, trebuie să se țină cont de cablurile de distribuție a energiei electrice, de comunicații și conductele de transport combustibil submarine. De obicei, este stabilită o distanță de precauție între	Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE)

	aceste elemente și alte utilizări ale spațiului maritim.	
Zone de interes turistic (plaje)	Datorită localizării lor strategice ori caracteristicilor unice, plajele sunt de obicei încadrate în zonele cu utilizare turistică intensivă. În anumite zone ale Mării Negre, turismul este o activitate economică importantă, astfel că trebuie luat în considerare nivelul de interacțiune al acestuia cu acvacultura, pentru a evita conflicte în utilizarea spațiului.	Ministerul Turismului (MT), Autoritatea Națională Apele Române (ANAR)
Porturi turistice/marine	Datorită localizării lor, zonele costiere pot fi propice pentru sporturi nautice. În anumite zone turistice, acestea sunt relevante din punct de vedere economic și pot interfera cu acvacultura, astfel că trebuie evitate conflicte pentru utilizarea acestor zone.	Ministerul Turismului (MT), Autoritatea Națională Apele Române (ANAR)
Situri arheologice subacvatice	Vestigii arheologice pot fi localizate pe fundul mării, conducând la desemnarea unor	Ministerul Culturii, INCĐ GeoEcoMar, Muzeul de Istorie Națională și Arheologie

	situri cu valoare de patrimoniu. În mod obișnuit, acestea acoperă suprafețe mici, astfel că identificarea poziționării lor exacte prin studii este importantă, pentru amplasarea instalațiilor de acvacultură la o distanță suficientă de siturile arheologice.	Constanța (MINAC)
Zone tradiționale de pescuit	Zonele tradiționale de pescuit sunt acelea în care se desfășoară în mod obișnuit operațiuni de pescuit artizanal. Astfel de zone, îndeosebi cele pentru recoltarea moluștelor, trebuie cartate pentru a nu amplasa instalații de acvacultură în apropiere. Trebuie analizate cu atenție interacțiunile dintre pescuitul activ, în special cel artizanal, și acvacultură. O bună cunoaștere a specificității pescuitului local va preveni orice fel de interferențe nedorite între cele două activități.	Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură (ANPA)

Unelte de pescuit staționar în apropierea coastei (taliene)	De-a lungul țărmului sunt amplasate unelte de pescuit staționar (taliene). În funcție de tipul de pescuit și speciile țintă, activitățile de acvacultură realizate în proximitate pot sau nu fi compatibile. Spre exemplu, instalațiile nu trebuie amplasate în zona de deschidere a talienelor, dar pot funcționa în vecinătatea acestora.	Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură (ANPA)
Recifi artificiali	Existența recifilor artificiali trebuie luată în considerare, dat fiind că ocupă suprafețe ale fundului mării care pot interfera cu ancorajele diferitelor instalații de acvacultură. În funcție de tipul de recif, zona unde acesta este amplasat și scopul lui, acvacultura poate fi o activitate complementară, sporind protecția coloanei de apă și a mediului marin în vecinătatea recifului.	Autoritatea Națională Apele Române (ANAR), Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură (ANPA)

Instalații de acvacultură	Orice alte instalații de acvacultură din zonă trebuie luate în calcul, pentru a cunoaște ce tip de acvacultură este deja practică și a evalua capacitatea sistemului și oricare alți competitori la spațiul maritim, incluzând aici interacțiuni logistice și impactul asupra mediului al fermelor de acvacultură. Toate aceste facilități existente trebuie cartate.	Autoritatea Națională Apele Române (ANAR), Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură (ANPA)
Zone de ancoraj și alte instalații industriale	Trebuie luate în considerare zonele în care se realizează ancorajul sau manevrele navelor, ținând cont de dimensiunile ambarcațiunilor. Zonele în care operează ambarcațiuni de mici dimensiuni pot fi compatibile cu activități de acvacultură. Și alte instalații industriale din larg, cum sunt platformele petroliere, pot interfera cu activitățile de acvacultură.	Autoritatea Navală Română (ANR), Administrația Națională a Porturilor Maritime Constanța (ANAPMC), Ministerul Transporturilor (MT), companii private (GSP, OMV Petrom, Black Sea Oil and Gas etc.)
Zone militare	Zonele rezervate armatei, pentru	Direcția Hidrografică

	executarea de operațiuni militare, exerciții și antrenamente la țărnam sau pe mare trebuie luate și ele în considerare, având în vedere că acvacultura poate fi într-o anumită măsură incompatibilă cu astfel de activități.	Maritimă (DHM), Ministerul Apărării Naționale (MApN)
--	--	--

Analiza aspectelor administrative oferă o listă scurtă cu zonele în care nu ar exista incompatibilități și, prin urmare, nimic care să limiteze dezvoltarea acvaculturii. În aceste locații pre-selecționate, și odată obținute informații suficiente cu privire la potențialele interferențe de utilizare, ar fi posibilă delimitarea mai precisă a zonei în care s-ar putea localiza instalațiile de acvacultură. În această etapă, este esențial să existe informații despre condițiile de mediu actuale, pentru a evalua fezabilitatea tehnică și biologică a acvaculturii. Numărul de parametri de mediu care trebuie studiați și nivelul de analiză vor depinde în principal de zona luată în considerare, de tipul de acvacultură care trebuie efectuat și de bugetul disponibil pentru studiu.

După identificarea tuturor aspectelor relevante pentru o potențială AZA, pre-selecția zonei se realizează prin raportare la următoarele criterii, ce combină parametri administrativi, socio-economici și de mediu (Tabel 2):

Tabel 2. Criteriile de pre-selecție a zonei propuse pentru desemnare ca AZA (după Macias și colab., 2019).

Parametri de pre-selecție a zonei de recoltare/cultură a moluștelor bivalve/cultură a peștilor în viviere flotante	Adecvare zonă selectată pentru desemnare ca AZA
Absența conflictelor cu alte utilizări ale spațiului maritim	DA/NU
Absența unor surse majore de contaminare în vecinătate	DA/NU
Adâncime suficientă a apei pentru amplasarea instalațiilor de acvacultură	DA/NU
Substrat propice pentru ancorarea instalațiilor de acvacultură (preponderent nisip)	DA/NU
Existența unor structuri de protecție împotriva furtunilor (diguri, golfuri naturale etc.)	DA/NU

Numai în situația în care zona investigată bifează cu „DA” toate cele 5 criterii de pre-selecție (se aplică principiul “one out, all out”), se trece la etapa următoare (calcularea gradului de compatibilitate).

METODA DE CALCUL A GRADULUI DE COMPATIBILITATE (GC) PENTRU O POTENTIALĂ AZA

După aplicarea criteriilor de excludere și pre-selecție, va rezulta un „nivel de interes” al zonei luate în calcul, ce poate fi definit pe baza gradului de compatibilitate (GC). Gradul de compatibilitate permite evaluarea fiecărei zone analizate considerată adecvată pentru dezvoltarea activităților de acvacultură, în funcție de o serie de variabile determinate în fazele anterioare ale procesului. Parametrii utilizați sunt de mediu, administrativi, socio-economici și de mediu, iar pentru fiecare dintre aceștia se stabilesc niște intervale (Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Fourdain, 2017; Macias și colab., 2019).

Pentru fiecare parametru selectat se atribuie intervale de referință; pentru fiecare dintre aceste intervale se stabilește o valoare a indicelui de adecvare (IA) (pe baza opiniei experților), după cum urmează: -100 (criteriu de excludere), -1 (non-adecvare), 0 (adecvare medie) și 1 (adecvare optimă). Factorul de ponderare (K) variază de la 1 la 10, iar valoarea atribuită este direct proporțională cu importanța fiecărui parametru. Parametrii selectați, valorile IA și K depind de contextul socio-economic și specificitățile zonei studiate, precum și de tipul de acvacultură care se intenționează a fi dezvoltată (în cazul litoralului românesc, se face distincția între acvacultura moluștelor pe instalații de tip long-line - Tabel 3 - și acvacultura peștilor în viviere flotante - Tabel 4).

Parametri utilizați pentru a determina gradul de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultura moluștelor

Tabel 3. Parametrii și valorile nivelului de adecvare și factorului de ponderare pentru calcularea GC al unei zone pentru acvacultura moluștelor (după Marino și colab., 2020; Macias și colab., 2019).

Nr. crt.	PARAMETRU	INDICELE DE ADECVARE		FACTOR DE PONDERARE (K)
		Intervale și condiții	IA	
1.	Compatibilitate cu alte utilizări ale spațiului maritim	Zonă incompatibilă	-100	10
		Zonă cu compatibilitate limitată	0	
		Zonă compatibilă	1	
2.	Adâncime	< 8; > 40	-1	7
		10-30 m	1	
		8-10 m; 30-40 m	0	
3.	Înălțime medie val	> 3 m	-1	4
		0 - 3 m	0	
		< 0,2 m	1	
4.	Înălțime maximă val (furtună)	> 6 m	-1	4
		3-6 m	0	

		< 3 m	1	
5.	Vitezie medie curenți	< 0,02; > 0,5 cm/s	-1	8
		0,02-0,5 cm/s	0	
		0,03-1 cm/s	1	
6.	Indicele de calitate a apei (ICA)*	ICA $\leq$ 3,33	-1	5
		3,33 < ICA $\leq$ 6,66	0	
		ICA > 6,66	1	
7.	Valoare în cadrul ecosistemului	Mare	-1	6
		Medie	0	
		Mică	1	
8.	Substrat	Piatră sau măr	-1	1
		Piatră și nisip	0	
		Nisip sau scrădiș/pietriș	1	
9.	Oxygen Dizolvat**	< 5 mg/l	-1	7
		5-7 mg/l	0	
		> 7 mg/l	1	
10.	Temperatură**	< 5; > 28°C	-1	7
		5-10 > 24-28°C	0	
		10-24°C	1	
11.	Salinitate**	< 12; > 40‰	-1	6
		12-40‰	0	
12.	Clorofila α **	<0,5 μ g/l	-1	5
		0,5-10; 20-50 μ g/l	0	
		10-20 μ g/l	1	

(*) Indicele de calitate a apei se calculează utilizând o formulă standard și o serie de variabile ce vor fi explicitate în cele ce urmează.

(**) Valori conforme cu Directiva Ape pentru Moluște 2006/113/CE (CE, 2006)

Parametri utilizați pentru a determina gradul de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultura peștilor în viviere flotante

Tabel 4. Parametrii și valorile nivelului de adecvare și factorului de ponderare pentru calcularea GC al unei zone pentru acvacultura peștilor în viviere flotante (după Macias și colab., 2019).

Nr. crt.	PARAMETRU	INDICELE DE ADECVARE		FACTOR DE PONDERARE (K)
		Intervale și condiții	IA	
1.	Compatibilitate cu alte utilizări ale spațiului maritim	Zonă incompatibilă	-100	10
		Zonă cu compatibilitate limitată	0	
		Zonă compatibilă	1	
2.	Adâncime	< 20 m	-100	7
		20-50 m	1	
		>50 m	0	
3.	Înălțime medie val	> 3 m	-1	4
		< 1 m	0	
		1 - 3 m	1	
4.	Înălțime maximă val (furtună)	> 6 m	-1	4
		3-6 m	0	
		< 3 m	1	
5.	Vitezie medie curenți	< 5 cm/s	-1	8
		5 - 15 cm/s	0	
		15 - 60 cm/s	1	
		> 60 cm/s	-1	
6.	Indice calitate apă (ICA)*	$ICA \leq 3,33$	-1	5
		$3,33 < ICA \leq 6,66$	0	
		$ICA > 6,66$	1	
7.	Valoare în cadrul ecosistemului	Mare	-1	6
		Medie	0	
		Mică	1	
8.	Tip substrat	Piatră sau mâl	-1	1
		Piatră și nisip	0	
		Nisip sau scrădiș/pietriș	1	

(*) Indicele de calitate a apei se calculează utilizând o formulă standard și o serie de variabile ce vor fi explicitate în cele ce urmează.

Indicele de calitate a apei (ICA) se calculează utilizând următoarea formulă (Macias și colab., 2019):

$$ICA = \frac{K \times 10 - f_1(OD) - f_2(T) - f_3(S) - f_4(TSS) - f_5(Chl_a) - f_6(NO_2^-)}{K} \quad (1)$$

Unde:

K = numărul de variabile utilizate în analiză

$f_1(OD)$ = funcția pentru variabila Oxigen Dizolvat (OD)

Se utilizează în calcul valoarea minimă anuală a OD pe o perioadă de 10 ani.

Intervalele utilizate pentru OD:

$f_1(OD)$		OD min. (mg/l)
10	dacă	< 3
2,5 x (7 - OD min.)		3-7
0		>7

$f_2(T)$ = funcția pentru variabila Temperatură

Se utilizează în calcul valoarea minimă anuală a T pe o perioadă de 10 ani.

Intervalele utilizate pentru Temperatură (T):

$f_2(T)$		T min. (°C)
10	dacă	< 10
20 - T min.		10 - 20
0		> 20

$f_3(S)$ = funcția pentru variabila Salinitate

Având în vedere că salinitatea este un parametru relativ constant pe tot parcursul anului, formula utilizată este:

$$f_3(S) = \frac{\sigma \times 10}{\bar{x}}$$

Unde: σ = deviația standard a valorii salinității pe o perioadă de 10 ani

$\bar{x}$ = salinitatea medie anuală pe o perioadă de 10 ani

$f_4(TSS)$ = funcția pentru conținut Total Solide în Suspensie (TSS)

Se utilizează în calcul valoarea maximă anuală a TSS pe o perioadă de 10 ani. Pentru TSS, se calculează logaritmul natural al valorii maxime anuale pe o perioadă de 10 ani:

$$f_4(TSS) = \text{Ln}(TSS_{\max})$$

$f_5(Chl_a)$ = funcția pentru variabila Clorofila a

Se utilizează în calcul valoarea maximă anuală a Chl a pe o perioadă de 10 ani.

Intervalele utilizate pentru Chl a sunt:

$f_5(Chl_a)$	dacă	$Chl_{a \max.} (\mu\text{g/l})$
10		≥ 15
$\frac{Chl_{a \max.}}{1,5}$		< 15

$f_6(NO_2^-)$ = funcția pentru variabila Azotiți (NO_2^-)

Se utilizează în calcul valoarea concentrației maxime anuale a azotiților pe o perioadă de 10 ani.

Intervalele utilizate pentru NO_2^- sunt:

$f_6(NO_2^-)$	dacă	$NO_2^- \max. (\mu\text{M})$
10		≥ 10
$NO_2^- \max.$		< 10

Formula de calcul a gradului de compatibilitate (GC) al unei zone pentru acvacultură

După calcularea scorurilor pentru zonele vizate în vederea alocării pentru acvacultură (a moluștelor, respectiv a peștilor) utilizând parametrii din Tabelele 3 și 4, se aplică formula de calcul a

gradului de compatibilitate (GC) a zonelor pretabile pentru acvacultură (Macias și colab., 2019):

$$GC = 100 \times \frac{\sum_i^n (K_i \times IA_i)}{\sum_i^n K_i} \quad (2)$$

Unde:

GC = gradul de compatibilitate

K = factorul de ponderare aplicat fiecărui parametru

IA = indicele de adecvare aplicat în zonă în funcție de influența potențială a fiecărui parametru

i = parametru

n = nr. de parametri

Clasificarea rezultatelor GC în funcție de valoarea obținută în urma aplicării formulei se realizează în conformitate cu Tabelul 5:

Tabel 5. Evaluarea finală a gradului de compatibilitate pentru desemnarea unei AZA (după Del Castillo y Rey & Macias, 2006).

Valoare obținută	Evaluare finală a zonei selectate	Explicații
-10.000 < GC < -30	GC scăzut = zonă non-pretabilă	Zonă non-pretabilă pentru acvacultură din cauza incompatibilităților de mediu și/sau administrative.
-30 ≤ GC ≤ 30	GC mediu = zonă cu adecvare medie	Zonă în care activitățile de acvacultură se pot desfășura, însă cu restricții cauzate fie de interacțiunile cu alte utilizări ale spațiului, fie de constrângeri de mediu.
30 < GC < 100	GC ridicat = zonă pretabilă	Zonă pretabilă practicării acvaculturii, fără niciun fel de constrângeri sau incompatibilități.

METODOLOGIA DE COLECTARE A DATELOR NECESARE PENTRU CALCULAREA INDICELUI DE CALITATE A APEI (ICA) ȘI A GRADULUI DE COMPATIBILITATE (GC)

Material și metode pentru achiziția și prelucrarea datelor privitoare la calitatea apei

Calitatea apei din mediul marin este considerată a fi un factor limitativ major în dezvoltarea acvaculturii marine. Pentru a determina elementele de influență asupra dezvoltării sectorului este necesar să se examineze calitatea apei și condițiile de mediu din zonele alocate acvaculturii marine (Zhang și colab., 2020; Lazăr și colab., 2022).

Calitatea apei, în general, se referă la caracteristicile chimice, fizice și biologice ale sale în raport cu un anumit scop, în cazul de față, acvacultura. Este un termen subiectiv caracterizat de diferite stări/clase de calitate (de la „proastă” la „foarte bună”) definite de anumite proprietăți și de valorile acestora, stabilite pentru scopul ales. De aceea, monitorizarea factorilor abiotici reprezintă o condiție necesară a cunoașterii permanente a stării în care apele Mării Negre se află și impactul pe care calitatea acestora îl poate genera asupra organismelor marine. În consecință, atât rețeaua de stații, cât și frecvența monitorizării cu care se realizează urmărirea parametrilor care definesc calitatea apei pentru acvacultură, cât și eventualul impact al activității în sine necesită adecvarea la scopul propus.

Astfel, se impune stabilirea planului de monitoring de mediu implementat permanent și sistematic pentru evitarea potențialelor efecte dăunătoare atât la nivel local, cât și regional (Macias și colab., 2019). În plus, acest plan, care va proteja serviciile ecosistemice furnizate de Marea Neagră, este esențial pentru evaluarea măsurilor de management referitoare la reducerea impactului asupra mediului marin (Macias și colab., 2019).

Litoralul românesc este caracterizat de condiții de mediu variabile determinate atât de cauze naturale (succesiunea

sezoanelor, schimbările climatice, platoul continental extins în special în zona nordică, aportul fluvial al Dunării), cât și antropice (aportul de nutrienți, substanță organică, poluanți și sedimente al Dunării și din alte surse punctiforme și difuze - industriale, agricole și urbane) (Figura 1).

În anii 1980-1990, aportul crescut de nutrienți a condus la intensificarea eutrofizării ca urmare a creșterii intensității înfloririlor fitoplanctonice și efectelor în cascadă: reducerea transparenței, lipsa luminii (care conduce la moartea rapidă a fitobentosului, al cărui rol principal îl reprezintă producerea oxigenului necesar organismelor din habitatul respectiv), descompunerea organismelor moarte și consumul de oxigen (Gomoiu, 1992). Așadar, apele din zona de fund au devenit sezonier hipoxice sau chiar anoxice, lăsând fără viață mii de tone de plante și animale bentice (ICPDR - ICBS, 1999), transformând regiunea nord vestică a Mării Negre în cea mai mare zonă marină puternic eutrofizată din tot bazinul Mării Mediterane, de la Marea Alboran la Marea Azov (Mee & Topping, 1999). Impactul concentrațiilor mari de nutrienți s-a propagat la niveluri trofice superioare, care au contribuit la creșteri considerabile a abundenței zooplanctonului. În același timp, eutrofizarea intensă împreună cu supraexploatarea stocurilor de pești pelagici a cauzat devierea lanțului trofic clasic fitoplancton - zooplancton - pești la o stare alternativă dominată de specii gelatinoase și oportuniste (e.g. *Aurelia aurita*, *Noctiluca scintillans*) (Oguz & Velikova, 2010; Daskalov și colab., 2017).

La începutul anilor 1990, s-a constatat scăderea încărcăturilor de nutrienți care s-a concretizat în primele semne de recuperare (scăderea numărului de înfloriri fitoplanctonice, îmbunătățirea regimului bentic al oxigenului, creșterea considerabilă a macrofaunei bentice (Gomoiu, 1992) ale ecosistemului afectat de eutrofizare al Mării Negre. Astfel, în anul 2005, zona nord-vestică a Mării Negre părea să conțină un ecosistem puternic alterat, dar relativ funcțional comparativ cu anii 1960. Simptomele disfuncționalităților, precum incapacitatea sistemului

de reciclare a încărcăturii organice mari pe care o receptează/produce în unele zone sau continuarea dominanței înfloririlor fitoplanctonice monospecifice în alte zone erau încă evidente (BSC, 2007). Conform Analizei de Diagnostic Transfrontalier a Mării Negre (BSC, 2007), apele costiere și platforma continentală a Mării Negre erau încă predominant eutrofe (bogate în nutrienți), iar partea centrală era mezotrofă (nivel mediu al nutrienților).

În prezent, regăsim o stare ușor îmbunătățită față de perioada anterioară, post eutrofizare (1996-2007), dar care reprezintă un echilibru ușor de destabilizat prin fenomene extreme guvernate și de alți factori decât aportul fluvial, cum ar fi schimbările climatice sau depunerile atmosferice.

O influență semnificativă în zona de vest a Mării Negre o are Dunărea, al cărei aport de apă dulce, nutrienți și poluanți poate modifica hidrochimia Mării Negre până la o distanță în larg de 50-100 km față de țărm și până în dreptul localității Vama Veche. Dintre celelalte surse de poluare concentrate în zona central-sudică a litoralului românesc al Mării Negre, o zonă în care se regăsesc principalele aglomerări urbane și activitățile industriale aferente, pe o distanță de circa 54 km fiind dispuse o serie de stații de epurare și facilități industriale (Figura 1), se remarcă zona Constanța Sud. În vecinătatea surselor de poluare de pe uscat există un risc de eutrofizare datorită nivelurilor mari de nutrienți mari din zona Gurilor Dunării și a râurilor din NV Mării Negre și a extremelor înregistrate permanent în stația Constanța Sud 5 m și sezonier și punctiform în stațiile învecinate zonelor de deversare ale stațiilor de epurare Eforie și Mangalia.

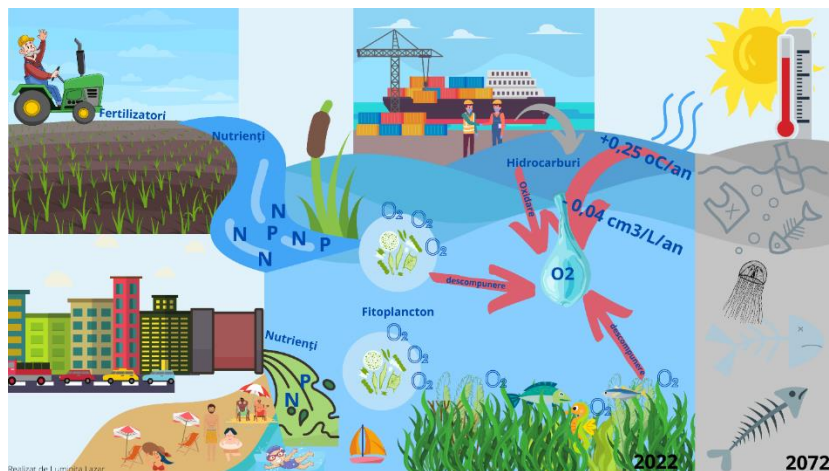


Figura 1. Influențe naturale și antropice asupra litoralului românesc.

În acest context, precum și ținând cont de importanța sa pentru dezvoltarea populațiilor conchilicole și piscicole, calitatea apei reprezintă un factor esențial în alocarea zonelor pentru acvacultură marină.

Pentru a exemplifica concret metodologia de lucru pentru colectarea datelor referitoare la calitatea apei, prezentăm etapele parcurse de către autorii prezentului volum pentru realizarea cercetărilor în cele două studii de caz.

Datele privitoare la calitatea apei pentru alocarea zonelor pentru acvacultură marină s-au colectat în 16 expediții efectuate în perioada martie-noiembrie din intervalul 2012-2021. S-au efectuat măsurători in situ și s-au prelevat probe de apă din stațiile rețelei naționale de monitoring aflate pe izobata de 20 m - stațiile Eforie 20 m și Mangalia 20 m, cu o frecvență de 1-2 expediții/an, de la orizonturile 0 m (suprafață) și 10 m. Stațiile sunt situate în zonele cu tipologie de ape costiere (cos BLK_RO_RG_CT) (Figura 2).

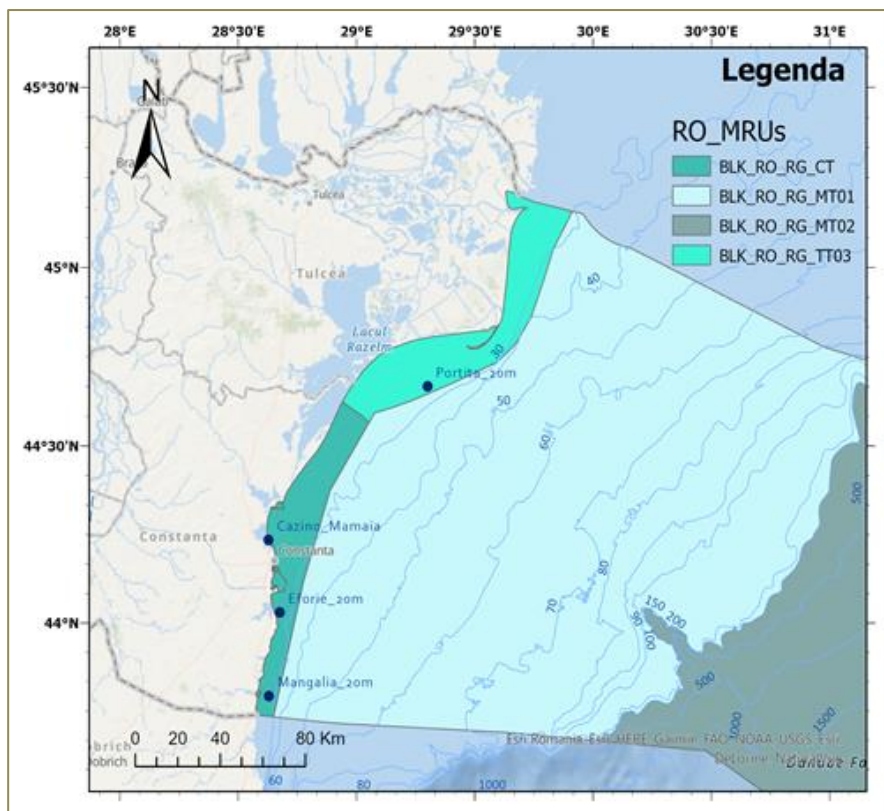


Figura 2. Rețeaua de stații folosite în evaluarea calității apei pentru acvacultura marină - litoralul românesc al Mării Negre, 2012-2021.

Având în vedere lipsa datelor din sezonul rece (decembrie-februarie), pentru o mai bună acoperire temporală a analizei efectuate, s-au analizat și datele colectate zilnic de la suprafață, din stația Cazino Mamaia.

Temperatura s-a măsurat cu termometrul reversibil sau CTD model YSI Cast Away. Gradul de acuratețe al metodei este de 0,05°C.

Efectele temperaturii, dar mai ales, variațiile acesteia pot fi critice pentru organismele acvatice (EPA, 2001). Astfel, fiziologia peștilor este puternic afectată de temperatură prin modificări ale ratei metabolice și, implicit, asupra balanței energetice și a

comportamentului locomotor și de hrănire. Sunt influențate abilitatea și dorința peștilor de a căuta hrana, digestia, absorbția elementelor nutritive în tractul gastrointestinal și stocarea energiei (Volkoff & Rønnestad, 2020). De aceea, având influență semnificativă asupra intensității proceselor fiziologice la pești (Kovacevic și colab., 2019), temperatura este considerată factorul ecologic esențial. O influență indirectă provine din faptul că unii constituenți ai apei de mare își pot fie schimba forma (în cazul formelor anorganice ale azotului) sau concentrația (oxigenul dizolvat) odată cu schimbarea temperaturii.

Salinitatea s-a măsurat in situ cu CTD model YSI Cast Away sau în laborator folosind multiparametrul Mettler Toledo sau metoda Knorr-Knudsen (Grasshoff și colab., 1999). Gradul de acuratețe al metodei este de 0,1‰.

Salinitatea joacă un rol important în distribuția speciilor în mediile acvatice, fiind unul dintre principalii factori abiotici care condiționează viața acvatică, având în vedere că fluctuațiile sale influențează întregul ecosistem. Conținutul total în săruri minerale dizolvate determină valoarea osmotică a mediului marin, care impune osmoreglarea cu precădere a speciilor marine și salmastricole (Ionescu & Peterfi, 1976).

Principalele procese naturale care conduc la modificări ale salinității apelor marine sunt cele care au la bază adăugarea sau eliminarea apei dulci din ecosistem. Astfel, în stratul de suprafață, creșterile salinității pot fi produse de fenomenele de evaporare sau înghețare, în timp ce scăderile sunt determinate de precipitațiile atmosferice, aportul fluvial sau fenomenele de dezghețare (Riley & Chester, 1971). Salinitatea mai poate fi influențată de regimul curenților și fenomenele de amestecare ale maselor de apă (Horne, 1969), precum și de aportul de apă dulce provenit din influența antropică (de ex. stațiile de epurare cu descărcare directă în mare). Toți acești factori contribuie la variabilitatea zilnică, sezonieră și temporală a salinității. Regimul sezonier al salinității, spre deosebire de temperatură, este mai puțin variabil.

Conform clasificării de la Veneția (1959), apele Mării Negre sunt ape salmastre, mixo-mezohaline. Majoritatea apelor salmastre au la origine un amestec de ape marine cu ape dulci care provin din râuri sau fluvii, care traversează suprafețe bogate în nutrienți (în special N și P). De aceea, în general, producția primară a apelor salmastre este ridicată și, ca urmare, organismele care le populează sunt numeroase. Apele salmastre sunt caracterizate de o cantitate de hrană foarte abundentă, care atrage numeroase organisme euribiotice, ce provin din mare, lacuri sau fluvii. Marea Neagră prezintă toate caracteristicile acestor tipuri de ape precum: variația mare a salinității – spațial, în coloana de apă, și temporal; variabilitate ionică, atât față de Marea Mediterană, cât și în diferite regiuni ale sale; floră și faună caracteristică, având la origini forme salmastre vechi (pontice) și la care, în timp, s-au adăugat speciile dulcicole, mediteraneene și oceanice (nordice); în apele sale au loc continuu procese de adaptare a speciilor alohtone la condițiile specifice. În același loc putem întâlni specii foarte vechi, bine adaptate, având o stabilitate ecologică remarcabilă, și specii recent adaptate, încă instabile. Acestea din urmă pot dispărea la modificări bruște și importante ale factorilor de mediu (Pora, 1977).

Oxigenul dizolvat s-a determinat prin metoda Winkler (SR EN 25813:2000) conform manualului “Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff, 1999), cu o acuratețe de 4,5 μM .

Dintre toate gazele dizolvate în apă, oxigenul este cel mai important și reprezentativ în evaluarea funcționalității și comportamentului ecosistemelor, mai ales prin faptul că poate fi relativ ușor măsurat. Concentrația oxigenului dizolvat reflectă echilibrul între procesele consumatoare (de ex. respirația) și cele producătoare (de ex. fotosinteza și schimburile cu atmosfera) și are o importanță majoră în evaluarea severității impactului schimbărilor climatice, eutrofizării sau poluării ecosistemelor marine. Variabilitatea oxigenului (anuală, sezonieră, zilnică) depinde de mai mulți factori care acționează antagonic asupra acestuia. Astfel, factorii care contribuie la îmbogățirea în oxigen

dizolvat a apei sunt: regimul curenților și vânturilor, contactul cu atmosfera care acționează în stratul superficial omogen, bine oxigenat, precum și procesele fotosintetice ale vegetației marine (fitoplancton și alge macrofite). În același timp, acționează și factorii care contribuie la reducerea concentrațiilor de oxigen dizolvat, mai numeroși și mai diversificați: contactul maselor de apă suprasaturate cu atmosfera, care poate uneori să beneficieze de aport de oxigen din apă în vederea menținerii echilibrului de la interfața aer-apă, respirația organismelor vegetale și animale din apă, diverse procese biologice, chimice care implică reacții de oxidare (a agenților reducători, H_2S , FeS , a substanței organice dizolvate sau particulare, a sedimentelor, procese enzimatice, oxidarea bacteriană a substanței organice etc.), stratificarea maselor de apă (Peres, 1961; Horne, 1969; Riley & Chester, 1971).

Conținutul Total de Solide în Suspensie (TSS) (STAS 6953-81) s-a determinat prin metoda gravimetrică, cu o acuratețe de 0,1 mg.

TSS reprezintă un bun indicator al turbidității apei care influențează starea bună a ecosistemului marin. Astfel, creșterea turbidității conduce la penetrarea scăzută a luminii în coloana de apă, cu efecte asupra productivității primare și dezvoltării vegetației benthice. Una dintre sursele turbidității ridicate o poate constitui proliferarea în exces a fitoplanctonului, situație întâlnită în cazul apelor eutrofe. Conținutul ridicat în suspensii solide poate avea efect negativ asupra peștilor și moluștelor, prin afectarea branhiilor, dar și prin reducerea conținutului de oxigen dizolvat din apă.

Azotitii (NO_2^-) dizolvați în apa de mare au fost cuantificați prin metoda analitică spectrofotometrică, validată în laborator și având ca referință manualul "Methods of Seawater Analysis" (Grasshoff, 1999). Limita de detecție este $0,03 \mu M$ și incertitudinea relativă extinsă 6,6% ($k=2$, factor de acoperire, 95,45%). Ca echipament s-a utilizat spectrofotometrul UV-VIS Shimadzu, având interval de măsură: 0-1000 nm.

Formele oxidate ale azotului marin sunt azotitul (NO_2^-) (N.O. = +3) și azotatul (NO_3^-) (N.O. = +5), ultimul reprezentând cam 65% din formele azotului combinat. Întrucât azotul din azotați deține starea finală de oxidare, se consideră că acesta poate apărea în mod natural numai ca urmare a proceselor oxidative. Precipitațiile atmosferice, drenajul continental și migrația animalelor marine care excretă compuși cu azot sunt, însă, factori care joacă un rol important în furnizarea și distribuția azotului (Riley & Skirrow, 1965). Azotii prezenți în apă pot stimula conversia hemoglobinei în metemoglobină, care, spre deosebire de hemoglobină, nu mai transportă oxigen, cauzând afecțiuni respiratorii și circulatorii (Eddy, 2005), precum și moartea peștilor și altor organisme acvatice prin anoxie (Lewis Jr. & Morris, 1986).

Pentru analiza statistică a valorilor parametrilor fizico-chimici, în realizarea studiului s-au utilizat softurile ArcGis Pro 3.0.2 (Esri, SUA) (Figura 1), Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software, SUA) și Excel (Microsoft, SUA).

Clorofila a (Chl a) este indicatorul biomasei fitoplanctonului în mediul marin, cunoașterea valorilor acestuia fiind esențială în contextul dezvoltării acvaculturii moluștelor (organisme filtratoare care depind de abundența hranei fitoplanctonice pentru a crește).

Este recunoscut faptul că disponibilitatea hranei (fitoplanctonul), alături de temperatură, reprezintă un factor reglator major în dezvoltarea midiilor (Lok și colab., 2007).

Cantități mari de moluște filtratoare se pot obține prin aplicarea unor biotehnologii de cultură prin valorificarea unei resurse marine importante - fitoplanctonul - în zone costiere improprii sau nerentabile altor utilizări ale spațiului maritim, prin folosirea unor echipamente adaptate condițiilor hidrometeorologice specifice zonei costiere românești a Mării Negre (Niță & Nenciu, 2020).

În scopul prezentelor studii de caz, s-a utilizat o estimare a biomasei fitoplanctonice în zonele de interes, exprimată prin

valorile anuale maxime ale Chl *a* pe o perioadă de 10 ani, 2011-2021 (Boicenco și colab., 2011-2021).

Toate datele privind parametrii fizico-chimici și biologici (clorofila *a*) colectate au fost utilizate pentru calcularea indicelui de calitate a apei (ICA).

Material și metode pentru achiziția și prelucrarea datelor privitoare la condițiile oceanografice

Pentru a exemplifica concret metodologia de lucru pentru colectarea datelor referitoare la parametrii oceanografici/de mediu, prezentăm etapele parcurse de către autorii prezentului volum pentru realizarea cercetărilor în cele două studii de caz.

Sursele de date privind distribuția sedimentelor și caracteristicile topografice și morfologice ale substratului marin au fost baza de date INCDM, Rețeaua europeană de observare și date marine EMODNet și bibliografia de specialitate.

Pentru stabilirea caracteristicilor batimetrice a fost utilizat modelul digital al terenului (DTM) produs în cadrul EMODNet Bathymetry, care include atât măsurători in situ, cât și date derivate din imaginile satelitare și/sau rezultate din modelarea spațială.

În ceea ce privește sedimentele și habitatele bentice, au fost folosite datele din EUSeaMap 2021 (EMODNet Seabed Habitats), care utilizează clasificarea EUNIS și este conform prevederilor Directivei Cadru Strategia Marină, ambele având la baza metoda Folk modificată (substrat tare - piatră/habitat biogene și substrat moale - nisip, măr, mixt și sedimente groiere). Datele spațiale ale layerului EUSeaMap (2021), rezoluție ~ 100 x 100 m, au fost obținute prin modelarea și agregarea la scară largă a informațiilor disponibile. Rezultatele, bazate în mare parte pe modelări, analize statistice și opinia experților sunt considerate cu grad de încredere scăzut. În zona litorală de mică adâncime, datorită variabilității ridicate și

lipsei datelor detaliate privind substratul și rezoluției modelului, este dificilă evaluarea spațială a habitatelor și sedimentelor la această scară.

Datele spațiale au fost integrate într-un sistem GIS, în vederea analizei spațiale și realizării hărților.

Topografia reliefului submarin (batimetria). Șelful continental (platforma continentală) prezintă, în sectorul nord-vestic, cea mai mare expansiune din întregul bazin al Marii Negre, ca urmare a cantității mari de sedimente aduse de rețeaua hidrografică și a configurației bazinului. În dreptul țărmului românesc, platforma continentală se îngustează de la nord la sud, astfel încât izobata de 100 m se găsește la 180-200 km distanță de țărm în sectorul nordic și la 100-110 km în sectorul sudic. Prezintă un relief uniform, cu pante line, reprezentat de acumulări fluvio-marine și nisipuri cochilifere de dată recentă. În sectorul sudic (Cap Midia-Vama Veche), prezența plăcii calcaroase submerse din Neogenul Superior impune un relief neregulat, constituindu-se în substrat dur, acoperit în general cu sedimente.

Principalii factori care determină configurația reliefului submarin în zona litorală de mică adâncime sunt reprezentați de factori geologici (structura sedimentară), hidro-morfologici (configurația țărmului, regimul valurilor și a curenților) și antropici (lucrări de protecție costieră, infrastructura portuară etc.). Totodată, topografia reliefului submarin în zona din apropierea țărmului (panta plajei submerse) acționează asupra direcției de propagare a valului prin fenomene de refracție și a distribuției curenților în zona de mică adâncime determinând intensități diferite ale proceselor de eroziune și acumulare de la o zonă litorală la alta.

Distribuția sedimentelor. Caracteristicile granulometrice ale sedimentelor din zona litorală sunt determinate de condițiile geologice locale (natura substratului), tipurile de sedimente existente și de transportul sedimentar în profil transversal și longitudinal realizat prin acțiunea curenților și valurilor. Un rol important îl au valurile, prin transferul de energie, și variațiile

curenților litorali, orientați preponderent nord-sud, care pot atinge viteze de 1 m/s la suprafață și 0,2-0,3 m/s la fund în timpul furtunilor cu vânt din N și NE (Bondar și colab., 1967; Maximov și colab., 2008).

La modul general, sedimentele marine din zona platformei continentale a litoralului românesc sunt formate preponderent din nisipuri (în zona infralitorală), mâluri, depozite mixte și cochilifere (scrădiș).

În zona de mică adâncime predomină nisipul, cu o extindere până la izobata de 5-10 m în sectorul nordic și central și până la adâncimi de 20-30 m în zona sudică, intercalat cu substrat dur, ca urmare a prezenței plăcii calcaroase. Sedimentele de pe platoul continental la adâncimi mai mari sunt reprezentate în general de mâluri, intercalat cu sedimente mixte. În unitatea sudică a litoralului este prezent și un substrat dur, calcaros, sub formă de roci izolate sau planșee submarine dispuse predominant în zona 2 Mai - Vama Veche.

Condiții hidrologice - regimul valurilor și curenților:

Înălțimea medie a valului. În zona litoralului Mării Negre, există o variabilitate considerabilă a circulației atmosferice, și ca urmare, vânturile înregistrate au un grad ridicat de instabilitate ca direcție și viteză. Regimul valurilor este asociat regimului vânturilor, din această cauză câmpul valurilor generate de vânt, în special în zona de țărm, depinde de particularitățile locale (direcția, durata și intensitatea vânturilor).

Pentru studiul de față au fost utilizate atât date obținute prin modele numerice, furnizate de Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS), cât și date in situ obținute de INCDM Constanța în zona de coastă și date observate la Platforma Gloria.

Astfel, valorile medii anuale pentru înălțimea valului în zonele de interes furnizate de CMEMS sunt date modelate multianuale, reprocesate de sistemul Black Sea Waves pe baza modelului valurilor spectrale WAM, având o rezoluție orizontală de $1/36^\circ \times 1/27^\circ$ (cca. 3 km). Pentru necesitățile studiilor de caz, au fost

extrase seturi de date pentru o perioadă de 10 ani (2011-2021), în format CSV și/sau NetCDF și au fost vizualizate cu ajutorul software-ului ODV (Schlitzer, 2021). În plus, pentru investigarea regimului de val specific ariilor de interes Eforie și Mangalia, au fost folosite date din modelul WAM pentru un punct situat în zona de larg, la est de Cap Tuzla.

Înălțimea maximă a valului (valori medii anuale pentru perioada 2012-2022). Valorile medii anuale pentru înălțimea maximă a valului sunt furnizate de Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS), procesate prin sistemul Black Sea Waves Analysis and Forecast (BLKSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_007_003), pe baza modelului spectral WAM, cu o rezoluție spațială a gridului de calcul de aproximativ 2,5 km ($1/40^\circ \times 1/40^\circ$), date valabile pentru perioada 2020 - 2022. Pentru perioada 2012-2020 au fost luate în considerare valorile maxime ale valurilor extrase din seturile de date complementare având ca parametru principal înălțimea semnificativă a valului (Hs), și reprocesate (BLKSEA_MULTIYEAR_WAV_007_006). De asemenea, pentru zona Eforie au fost luate în considerare comparativ inclusiv datele observaționale din arhiva INCDM, achiziționate de la serviciul ECMWF pe 11 ani la 5 Mm de gura portului Constanța, precum și datele măsurate in situ cu valmetrul Spotter SofarOcean poziționat în zona Eforie.

Regimul curenților. La fel ca și regimul valurilor, regimul curenților marini este unul variabil în zona costieră, fiind supus influenței vânturilor, respectiv variabilității climatice. În zona marină a României se remarcă un sistem de interacțiuni neliniare intense la scară regională și sub-regională, cu structuri dinamice ale corpurilor de apă, cum ar fi turbioane/vârtejuri, fronturi și jeturi, cu o importanță crucială pentru dinamica circulației, atât în zona de coastă, cât și în zona marină a României.

Datele de viteză și direcție a curenților marini au fost extrase din Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS), sistemul de reanaliză fizică a Mării Negre, bazat pe modelul de circulație

generală NEMO (versiunea 3.6), implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală a gridului de calcul de $1/27^\circ \times 1/36^\circ$ și 31 de niveluri verticale, datele fiind disponibile pentru perioada 1993-2020. Pentru perioada 2020 - 2022, setul de date a fost completat cu datele hidrodinamice (distribuție curenți marini) extrase din Sistemul de analiză fizică și prognoză a Mării Negre (Black Sea Physical Analysis and Forecast System), BS-PHY NRT (versiunea EAS4), care oferă circulația/pattern-urile de configurație a curenților pentru bazinul Mării Negre, cu serii de timp începând din 2019, având la bază modelul hidrodinamic NEMO implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală de $1/40^\circ \times 1/40^\circ$ și 121 de straturi verticale.

Pentru procesarea/vizualizarea datelor de curenți marini furnizate de CMEMS în format CSV și/sau NetCDF și reprezentarea lor sub formă de hărți sau histograme au fost utilizate softurile Microsoft Xls, Ocean Data View, Panoply și ArcGIS.

Toate datele privind parametrii oceanografici achiziționate au fost utilizate pentru calcularea gradului de compatibilitate (GC) al zonelor propuse.

DESEMNAREA AZA ȘI INTEGRAREA ÎN CADRUL LEGISLATIV

După aplicarea metodologiei detaliate mai sus și stabilirea gradului de compatibilitate (pentru ambele zone luate în studiu, Agigea-Eforie și Mangalia, se anticipează obținerea unui un GC ridicat, ce indică zone pretabile practicării acvaculturii, fără niciun fel de constrângeri sau incompatibilități), rezultatele vor fi puse la dispoziția autorității competente în domeniul acvaculturii (Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură/ANPA, conform PL-x nr. 474/2021 - Proiectul Legii Acvaculturii), în vederea demarării procesului de transpunere în legislația națională. Acest proces se va desfășura în colaborare cu alte autorități din domeniul afacerilor maritime, transportului, protecției mediului etc.

Conform Proiectului Legii Acvaculturii, alocarea/stabilirea zonelor de acvacultură, identificarea amplasamentelor existente sau potențiale și structura funcțională a amenajărilor piscicole/conchilicole trebuie să ia în considerare obiectivele sociale, economice, de mediu și de guvernanță ale dezvoltării durabile, indiferent de deținătorul dreptului de administrare sau utilizare a corpului de apă. Desemnarea zonelor de acvacultură marină se face la propunerea ANPA, prin Hotărâre a Guvernului. ANPA înregistrează toate zonele de acvacultură desemnate, precum și capacitățile de producție aferente în Registrul Operatorilor și Unităților de Acvacultură (ROUA). Informațiile despre zonele de acvacultură sunt publice și sunt furnizate în coordonate spațiale în format GIS. Transpunerea AZA în legislația națională este un proces complex, care se poate materializa și prin elaborarea unor:

- Planuri strategice naționale, derivate din legislația existentă pentru acvacultură;
- Ordonanțe de zonare;
- Acte normative privind acvacultura;
- Planuri de dezvoltare locală sau planuri spațiale maritime;
- Acte normative locale.

La elaborarea actelor normative ce reglementează AZA următoarele detalii trebuie incluse în mod obligatoriu:

- Coordonatele zonei/zonelor;
- Tipul de acvacultură și tehnologiile aplicabile;
- Specificațiile tehnice ale facilităților;
- Volumul de producție realizabil;
- Speciile țintă/permise;
- Drepturile și obligațiile dezvoltatorilor/investitorilor;
- Planuri de monitorizare și control.

Mecanismul legislativ trebuie să fie unul flexibil, care să permită modificări imediate, în funcție de rezultatele obținute în cursul implementării instalațiilor de acvacultură în zona/zonetele desemnate.

STUDIUL DE CAZ 1: GRADUL DE COMPATIBILITATE AL ZONEI AGIGEA-EFORIE PENTRU ACVACULTURA MOLUȘTELOR

Obiective

Studiul de caz 1 a avut drept scop stabilirea nivelului de interes al zonei Agigea - Eforie pentru cultivarea moluștelor în sistem long-line, aplicând metodologia internațională detaliată în capitolele precedente, adaptată la condițiile litoralului românesc.

Poligonul investigat în acest studiu este situat în partea de sud a litoralului românesc, în zona Agigea-Eforie, la sud de digul sudic al Portului Constanța (Figura 3), și acoperă o suprafață de **1.580 ha**. Distanța de la țărm până în centrul poligonului este de 2,75 km.

Coordonatele colțurilor perimetrului propus pentru desemnare sunt următoarele:

- 44° 4'57.73" lat. N / 28°39'10.08" long. E
- 44° 4'52.49" lat. N / 28°42'10.87" long. E
- 44° 2'43.30" lat. N / 28°42'1.42" long. E
- 44° 2'49.75" lat. N / 28°39'4.34" long. E

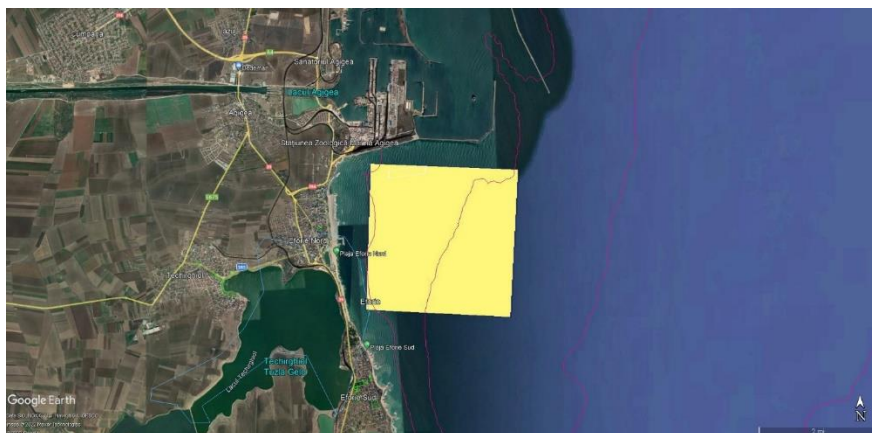


Figura 3. Localizarea poligonului pre-selectat (zona Agigea-Eforie) pentru acvacultura moluștelor (sursa: Google Earth, 2023).

Material și metode

Selecția acestei zone s-a făcut ținând cont de o serie de parametri care să garanteze pretabilitatea acesteia pentru activitatea de acvacultură a moluștelor, zona Agigea - Eforie răspunzând acestor criterii de pre-selecție (Tabel 6), precum și de interesul exprimat de operatorii economici pentru desfășurarea de astfel de activități și al factorilor de decizie, ce au luat în considerare acest poligon.

Tabel 6. Criteriile de pre-selecție a zonei Agigea-Eforie pentru desemnare ca AZA (după Macias și colab., 2019).

Parametri de pre-selecție a zonei de recoltare/cultură a moluștelor bivalve	Adecvare zonă selectată Agigea - Eforie
Absența conflictelor cu alte utilizări ale spațiului maritim	DA
Absența unor surse majore de contaminare în vecinătate	DA
Adâncime apă suficientă (10-20 m)	DA
Substrat propice pentru ancorarea instalațiilor de acvacultură (nisip și piatră)	DA
Existența unor structuri de protecție împotriva furtunilor (digul de sud al portului Constanța)	DA

Analiza preliminară realizată pentru zona Agigea - Eforie a confirmat faptul că acvacultura moluștelor reprezintă o activitate cu mare potențial de dezvoltare viitoare, însă trebuie ținut cont de necesitatea armonizării conflictelor cu celelalte utilizări ale spațiului maritim, astfel încât desemnarea unei Zone Alocate pentru Acvacultură în locația respectivă este un demers dezirabil pe termen lung.

Având în vedere că zona investigată a bifat cu „DA” toate cele 5 criterii de pre-selecție, s-a aplicat în continuare metodologia folosită pentru a delimita zona cea mai adecvată pentru dezvoltarea acvaculturii moluștelor bivalve prin evaluarea nivelului de interes și estimarea gradului de compatibilitate (GC) al zonei preselectate (Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Fourdain, 2017; Macias și colab., 2019).

Gradul de compatibilitate a permis evaluarea zonei analizate considerată adecvată pentru dezvoltarea activităților de acvacultură a moluștelor, în funcție de o serie de variabile determinate esențiale. Parametrii utilizați au fost administrativi, socio-economici și de mediu, iar pentru fiecare dintre aceștia s-au stabilit niște intervale de valori (Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Fourdain, 2017; Macias și colab., 2019) (conform Tabelului 3 din prezentul ghid).

Compatibilitatea (Parametrul 1) acvaculturii moluștelor cu alte utilizări ale spațiului maritim din zona Agigea - Eforie a fost evaluată ca urmare a analizei tuturor utilizărilor documentate în baza de date EMODnet Human Activities (EMODnet Human Activities, 2023), proiectul de Plan național de amenajare a spațiului maritim (MDLPA, 2022) și baza de date a proiectului MARSPLAN BS-II (“Cross-Border Maritime Spatial Planning for Black Sea Bulgaria and Romania”) (MARSPLAN, 2023) și ulterior vizualizate într-o hartă integrată utilizând instrumente GIS.

Adâncimea apei (Parametrul 2) din zonă a fost extrasă de pe portalul EMODnet Bathymetry (EMODnet Bathymetry, 2023). Pentru stabilirea caracteristicilor batimetrice a fost utilizat modelul digital al terenului (DTM) produs în cadrul EMODNet Bathymetry, care include atât măsurători in situ, cât și date derivate din imagini satelitare și/sau rezultate din modelarea spațială.

În ceea ce privește regimul valurilor, pentru studiul de față, au fost utilizate atât date obținute prin modele numerice, furnizate de Serviciul European de Monitorizare a Mediului Marin Copernicus (CMEMS) (CMEMS, 2023), cât și datele in situ obținute de INCDM în zona de coastă și datele observate la Platforma Gloria. Pentru

Înălțimea medie a valurilor (Parametrul 3), valorile medii anuale în zona de interes furnizate de CMEMS sunt date modelate multianuale, reprocesate de sistemul Black Sea Waves pe baza modelului valurilor spectrale WAM, având o rezoluție orizontală de $1/36^\circ \times 1/27^\circ$ (cca. 3 km). Pentru necesitățile studiului de caz, au fost extrase seturi de date pentru o perioadă de 10 ani (2011-2021) în format CSV și/sau NetCDF și au fost vizualizate cu ajutorul software-ului ODV (Schlitzer, 2021). În plus, pentru investigarea regimului de val specific ariei de interes Agigea - Eforie, au fost folosite date din modelul WAM pentru un punct situat în zona de larg, la est de Cap Tuzla. Pentru **înălțimea maximă a valurilor** (Parametrul 4), valorile medii anuale pentru înălțimea maximă a valului au fost furnizate de Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS) (CMEMS, 2023), procesate prin sistemul Black Sea Waves Analysis and Forecast (BLKSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_007_003), pe baza modelului spectral WAM, cu o rezoluție spațială a gridului de calcul de aproximativ 2,5 km ($1/40^\circ \times 1/40^\circ$), date valabile pentru perioada 2020-2022. Pentru perioada 2012-2020 au fost luate în considerare valorile maxime ale valurilor extrase din seturile de date complementare având ca parametru principal înălțimea semnificativă a valului (Hs), și reprocesate (BLKSEA_MULTIYEAR_WAV_007_006) (CMEMS, 2023). De asemenea, pentru zona Agigea - Eforie au fost luate în considerare comparativ inclusiv datele observaționale din arhiva INCDM, achiziționate de la serviciul ECMWF pe 11 ani la 5 Mm de gura portului Constanța, precum și datele măsurate in situ cu valmetrul Spotter SofarOcean poziționat în zona Eforie.

Datele pentru calcularea **vitezei medii a curenților** (Parametrul 5) din zona Agigea - Eforie au fost extrase din Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS), sistemul de reanaliză fizică a Mării Negre, bazat pe modelul de circulație generală NEMO (versiunea 3.6), implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală a gridului de calcul de $1/27^\circ \times 1/36^\circ$ și 31 de niveluri verticale, datele fiind disponibile pentru perioada 1993-2020

(CMEMS, 2023). Pentru perioada 2020 - 2022, setul de date a fost completat cu datele hidrodinamice (distribuție curenți marini) extrase din Sistemul de analiză fizică și prognoză a Mării Negre (Black Sea Physical Analysis and Forecast System), BS-PHY NRT (versiunea EAS4), care oferă circulația/pattern-urile de configurație a curenților pentru bazinul Mării Negre, cu serii de timp începând din 2019, având la bază modelul hidrodinamic NEMO implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală de $1/40^\circ \times 1/40^\circ$ și 121 de straturi verticale (Niculescu et al., 2021).

Variabilele utilizate pentru calcularea **indicielui de calitate a apei (ICA)** (Parametrul 6) au fost: oxigenul dizolvat (OD), temperatura (T), salinitatea (S), conținutul total de solide în suspensie (TSS), clorofila *a* (Chl *a*) și azoțiții (NO_2^-).

Datele privitoare la calitatea apei pentru alocarea zonei pentru acvacultură marină Agigea - Eforie s-au colectat în 16 expediții efectuate în perioada martie-noiembrie din intervalul 2012-2021. S-au efectuat măsurători in situ și s-au prelevat probe de apă din stațiile rețelei naționale de monitoring aflate pe izobata de 20 m, cu o frecvență de 1-2 expediții/an, de la orizonturile 0 m (suprafață) și 10 m. Stația Agigea - Eforie este situată într-o zonă cu tipologie de ape costiere (cos BLK_RO_RG_CT). Având în vedere lipsa datelor din sezonul rece (decembrie-februarie), pentru o mai bună acoperire temporală a analizei efectuate, s-au analizat și datele colectate zilnic de la suprafață, din stația Cazino Mamaia.

Oxigenul dizolvat s-a determinat prin metoda Winkler (SR EN 25813:2000) conform manualului “Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff și colab., 1999), cu o acuratețe de $4,5 \mu\text{M}$.

Temperatura s-a măsurat cu termometrul reversibil sau CTD model YSI Cast Away. Gradul de acuratețe al metodei este de $0,05^\circ\text{C}$.

Salinitatea s-a măsurat in situ cu CTD model YSI Cast Away sau în laborator folosind multiparametrul Mettler Toledo sau metoda Knorr-Knudsen (Grasshoff și colab., 1999). Gradul de acuratețe al metodei este de $0,1\text{‰}$.

Conținutul total de solide în suspensie (TSS) (STAS 6953-81) s-a determinat prin metoda gravimetrică, cu o acuratețe de 0,1 mg.

În ceea ce privește **clorofila a (Chl a)**, în scopul prezentului studiu de caz, s-a utilizat o estimare a biomasei fitoplanctonice în zona de interes, exprimată prin valorile anuale maxime ale Chl a pe o perioadă de 10 ani, 2011-2021 (Boicenco și colab., 2011-2021).

Azotii (NO_2^-) dizolvați în apa de mare au fost cuantificați prin metoda analitică spectrofotometrică, validată în laborator și având ca referință manualul "Methods of Seawater Analysis" (Grasshoff și colab., 1999). Limita de detecție este 0,03 μM și incertitudinea relativă extinsă 6,6% ($k=2$, factor de acoperire, 95,45%). Ca echipament s-a utilizat spectrofotometrul UV-VIS Shimadzu, având interval de măsură: 0-1.000 nm.

În vederea calculării ICA pentru zona luată în studiu, s-a utilizat ecuația dedicată (1) (după Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Macias și colab., 2019).

Valoarea ecosistemică a zonei propuse (Parametrul 7) a fost evaluată prin aprecierea experților, luând în considerare valoarea ecosistemică globală a zonei Agigea - Eforie, în ceea ce privește tipul de sedimente, biocenozele asociate, habitatele sensibile și biodiversitatea în general, făcând referire la planurile de management ale ariilor marine protejate relevante din zonă (în cazul de față ROSCI00197) (ANANP, 2023 a).

În ceea ce privește tipul de **substrat** (Parametrul 8), au fost folosite datele din EUSeaMap 2021 (EMODNet Seabed Habitats, 2023), care utilizează clasificarea EUNIS (EUNIS, 2023) și sunt conforme prevederilor Directivei Cadru Strategia Marină (DCSMM, 2023), ambele având la baza metoda Folk modificată (substrat tare - piatră/habitate biogene și substrat moale - nisip, mъл, mixt și sedimente grosiere). Datele spațiale ale layerului EUSeaMap (2021) rezoluție ~ 100 x 100 m au fost obținute prin modelarea și agregarea la scară largă a informațiilor disponibile. Datele spațiale au fost

integrate într-un sistem GIS, în vederea analizei spațiale și realizării hărților.

Pentru Parametrul 9 introdus în formulă s-a utilizat în calcul **valoarea minimă a oxigenului dizolvat** înregistrată în perioada 2012-2021, pentru Parametrul 10 - **temperatura medie** înregistrată în zonă în aceeași perioadă de studiu, pentru Parametrul 11 - **salinitatea medie** în intervalul 2012-2021, iar pentru Parametrul 12 a fost utilizată **valoarea maximă a clorofilei *a*** înregistrată în perioada 2012-2021 (Marino și colab., 2020).

În cele din urmă, după calcularea scorurilor pentru zona vizată în vederea alocării pentru acvacultura moluștelor utilizând parametrii din Tabelul 3, s-a aplicat formula de calcul a gradului de compatibilitate (GC) a zonelor pretabile pentru acvacultură (ecuația 2) (după Macias și colab., 2019, și Del Castillo y Rey și colab., 2006):

Rezultate obținute

Nivelul de interes și compatibilitatea zonei Agigea - Eforie pentru acvacultura moluștelor au fost evaluate pe baza celor 12 parametri indicați în metodologie, iar rezultatele sunt prezentate în cele ce urmează.

Parametrul 1. Compatibilitatea cu alte utilizări ale spațiului maritim

În urma analizei tuturor activităților din zona propusă (Figura 4), se poate concluziona că în majoritatea poligonului preselectat de la Agigea - Eforie nu există conflicte potențiale cu alte utilizări ale spațiului maritim, având în vedere că perimetrul nu se suprapune cu activități care ar putea fi incompatibile cu acvacultura. În partea vestică (dinspre mal) se desfășoară activități de pescuit la scară mică, fiind instalat un talian (unealtă fixă de tip capcană), însă această activitate nu interferează major cu acvacultura moluștelor. Singura precauție ce trebuie luată în calcul este că instalațiile long-line nu trebuie amplasate în zona de deschidere a talianului, dar pot

funcționa în vecinătatea acestuia. În interiorul perimetrului selectat nu există conducte submarine ori epave/vestigii arheologice și acesta nu se suprapune cu rute de navigație sau zone de ancoraj. O suprafață redusă din poligonul propus este ocupată de un raion de exerciții militare, însă cu o activitate sporadică, fără influență potențială majoră.

Mai mult decât atât, nu au fost identificate surse potențiale de contaminare în apropierea zonei pre-selectate, Stația de Tratare a Apelor Uzate (STAU) Constanța Sud deversând în incinta portului Constanța, iar STAU Eforie la o distanță de aproximativ 3 km față de limita sudică a poligonului. STAU Constanța Sud este cea mai mare stație de tratare de pe coasta românească a Mării Negre, tratând apele uzate mecanic și biologic înainte de deversarea în Marea Neagră. Cu o capacitate de 3.200 l/s, această stație are rolul de a extrage și purifica apele reziduale municipale, industriale și pluviale din cea mai mare parte a orașului Constanța (60%). Evacuarea acestora se face cu ajutorul gravitației în apele portului Constanța, Danele 84 și 86 (INCDM, 2020). STAU Eforie Sud este amplasată între Tuzla și Lacul Techirghiol. Stația de tratare primește ape reziduale din aglomerările Costinești, Schitu, Tuzla, Eforie, Techirghiol și Agigea și deservește un număr mare de persoane, în special vara (140.000). Stația funcționează optim, asigurând condițiile de mediu impuse de normele românești și ale Comunității Europene. Stația deversează la o adâncime a apei mării de 10 m, printr-o conductă de 1.350 m lungime (INCDM, 2020). Având în vedere circulația curenților de la nord la sud și existența digului Portului Constanța, orice potențiale deversări de la cele două stații de epurare prezintă o probabilitate redusă de a ajunge în zona poligonului selectat și a contamina microbiologic moluștele.

Nici activitatea turistică din vecinătate (plaje, port turistic de agrement), precum și existența și funcționarea punctelor pescărești de la țărm nu prezintă potențiale incompatibilități.

Prin urmare, acestui parametru i-a fost atribuit un **Indice de Adecvare = 1**.

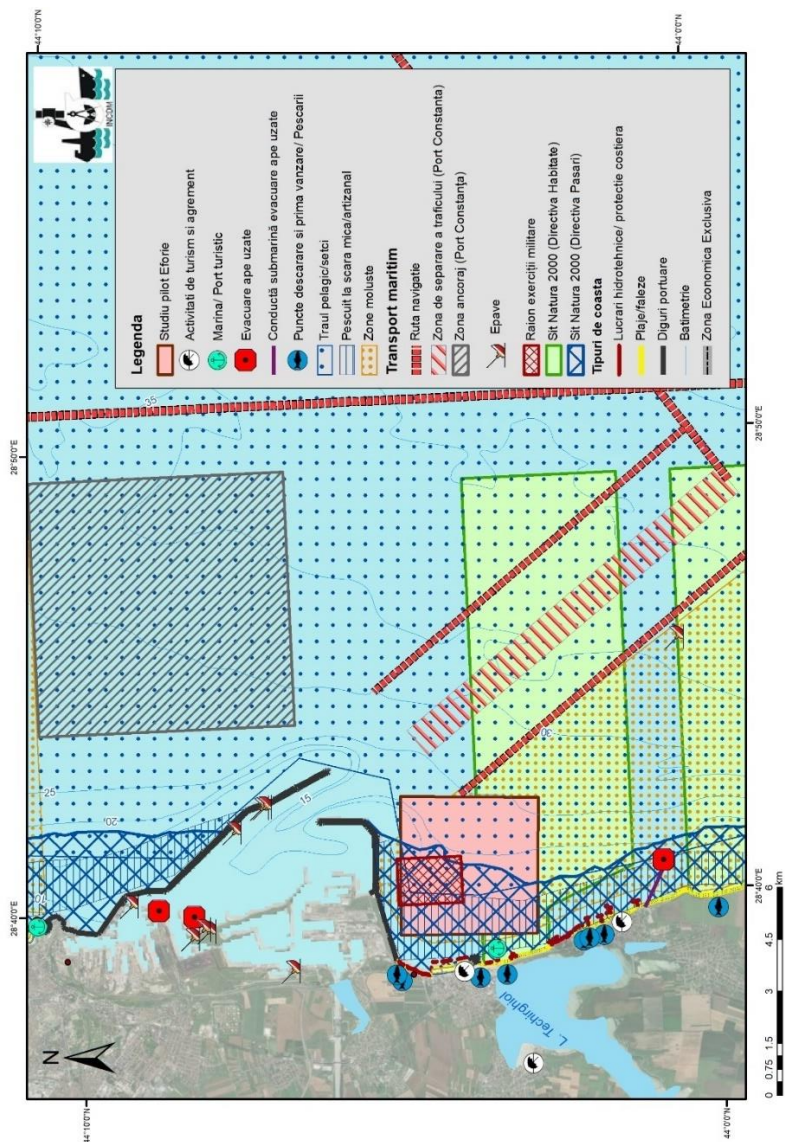


Figura 4. Harta integrată a utilizărilor spațiului maritim în zona Agigea - Eforie.

Parametrul 2. Adâncimea apei în zona propusă

În partea sudică a litoralului românesc sunt prezente zone cu mîl nisipos presărate cu roci căzute de pe faleză și celule de nisip, ce acoperă substratul calcaros reprezentat de placa sarmațiană. Principalii factori ce determină relieful subacvatic sunt în principal cei naturali (regimul valurilor și al curenților marini), dar și de cei antropici (lucrări de protecție costieră și refacere a plajelor).



Figura 5. Harta batimetrică a poligonului Agigea - Eforie.

Poligonul Agigea - Eforie este situat în unitatea sudică a litoralului, în proximitatea Portului Constanța Sud - Agigea (Figura 5 de mai sus), limitat în extremitatea nordică de digul de sud al portului. Panta batimetrică este constantă în partea de nord și, respectiv, abruptă în apropierea malului, în zona de SV a poligonului.

Adâncimea minimă de 7,5 m se regăsește în extremitatea de SV, înspre țărm, adâncimea maximă de 26,5 m în zona de SE, cu o adâncime medie totală raportată la întreaga suprafață a poligonului de **17,5 m**, o adâncime propice pentru montarea de instalații de tip long-line pentru creșterea midiilor. Astfel, acestui parametru îi este atribuit un **Indice de Adecvare = 1**.

Parametrul 3. Înălțimea medie a valurilor

În zona litoralului Mării Negre, există o variabilitate considerabilă a circulației atmosferice, vânturile înregistrate având un grad ridicat de instabilitate ca direcție și viteză. Regimul valurilor este asociat regimului vânturilor, din această cauză, câmpul valurilor generate de vânt, în special în zona de țărm, depinde de particularitățile locale (direcția, durata și intensitatea vânturilor).

Înălțimea medie a valurilor (de vânt) în zona Agigea - Eforie a înregistrat valori între 1,8 - 2,5 m în perioada investigată (2011 - 2021) (conform modelării datelor furnizate de CMEMS, 2023) (Figura 6). Astfel, pentru Parametrul 3, **Indicele de Adecvare = 0**.

Parametrul 4. Înălțimea maximă a valurilor (furtună)

Înălțimea maximă a valurilor în zona de studiu a variat între 3 - 3,5 m (Figura 7), rezultând un **Indice de Adecvare = 0**.

În mod caracteristic pentru litoralului românesc, valurile cu cel mai mare impact apar în lunile decembrie și ianuarie, iar cele mai blânde în iunie și iulie. Direcția predominantă a valurilor cu influență determinantă este direcția nord-estică în timpul iernii și sud-estică în timpul sezonului estival (în special pentru zona litoralului sudic).

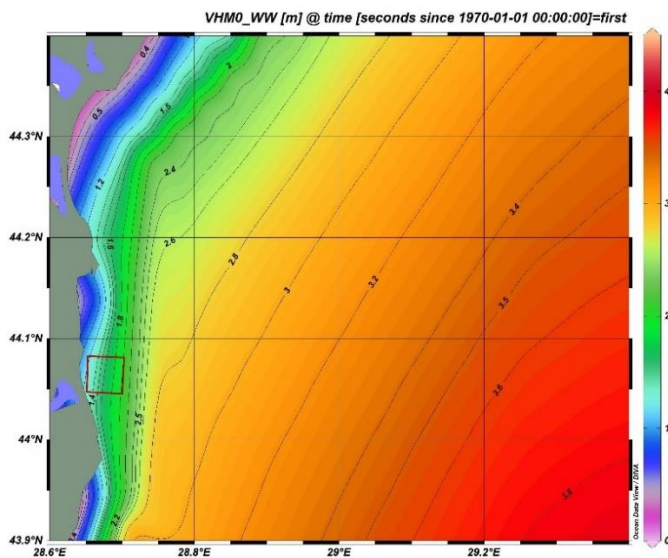


Figura 6. Înălțimea medie a valurilor semnificative în zona Agiea - Eforie.

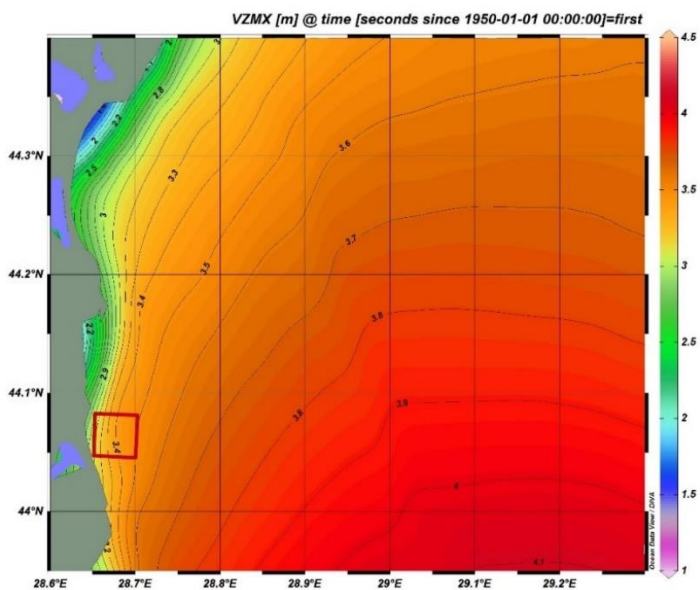


Figura 7. Înălțimea maximă a valurilor în zona Agiea - Eforie.

Parametrul 5. Viteza medie a curenților

La fel ca și regimul valurilor, regimul curenților marini în zona costieră românească este unul variabil, fiind supus influenței torsorului vânturilor, respectiv variabilității climatice.

În zona marină a României se remarcă un sistem de interacțiuni neliniare intense la scară regională și subregională, cu structuri dinamice ale corpurilor de apă, cum ar fi turbioane/vârtejuri, fronturi și jeturi, cu o importanță crucială pentru dinamica circulației, atât în zona de coastă, cât și în zona marină a României.

Direcțiile dominante ale curenților se înscriu în direcția dominantă a curentului RIM raportată la caracteristicile șelfului românesc, orientat NE-SV, dar prezintă și tipare specifice circulației costiere (sub-mezoscală), cu predilecție în zona litoralului sudic (Figura 8).

Distribuțiile multianuale ale curenților de suprafață furnizați de CMEMS (2023) pentru șelful românesc corespund cu valori obținute pe model (NEMO) și evidențiază situațiile de intensificare a curenților costieri în zone de promontoriu sau obstacol marin, care depășesc de multe ori valorile curenților în larg. Direcțiile dominante ale curenților se înscriu în direcția dominantă a curentului RIM raportată la caracteristicile șelfului românesc, orientat NE-SV, dar prezintă și tipare specifice circulației costiere (sub-mezoscală) cu predilecție în zona litoralului sudic

În perioada investigată (2011 - 2021), valorile medii ale intensității curenților de suprafață pentru aria de interes Agigea - Eforie au variat între 20 - 30 cm/s, ceea ce a condus la atribuirea unui **Indice de Adecvare = -1** pentru acest parametru.

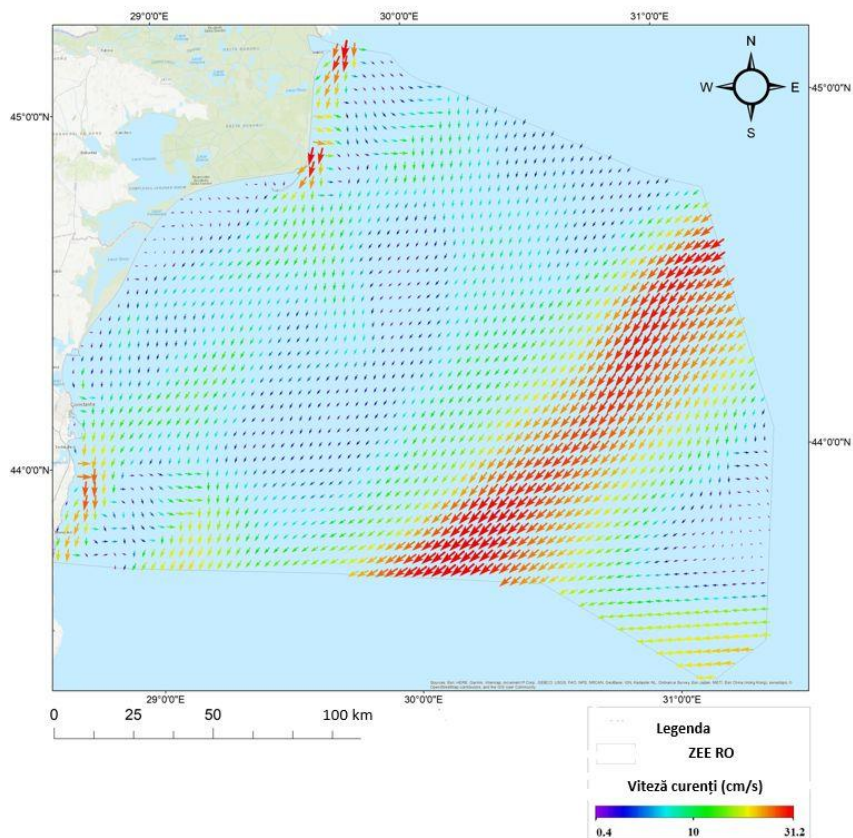


Figura 8. Distribuția medie multianuală a curenților de suprafață la litoralul românesc (sursa <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/200/165>).

Parametrul 6. Indicele de calitate a apei (ICA)

Așa cum am menționat anterior, variabilele utilizate pentru calcularea ICA au fost: oxigenul dizolvat (OD), temperatura (T), salinitatea (S), conținutul total de solide în suspensie (TSS), clorofila *a* (Chl *a*) și concentrația de azotiți (NO_2^-) (Del Castillo y Rey & Macias, 2006).

Valoarea minimă a OD în zona Agigea - Eforie a fost 7,88 mg/l (valoarea medie a probelor colectate atât în sezonul rece, cât și în cel

cald în perioada 2012 - 2021). După aplicarea ecuației, scorul obținut pentru $f_1(O_2) = 0$.

Referitor la temperatura apei mării în zona investigată în perioada 2012 - 2021, valoarea minimă înregistrată a fost 7°C. În consecință, scorul atribuit pentru $f_2(T) = 10$.

În ceea ce privește salinitatea, utilizând deviația standard 4,82‰ și media 14,17‰ a valorilor înregistrate în ultimii 10 ani, a rezultat scorul pentru $f_3(S) = 3,40$.

Pentru conținutul total de solide în suspensie (TSS), rezultatul logaritmului natural al valorii maxime (30,8 mg/l) a condus la scorul $f_4(TSS) = 3,42$.

Reprezentând estimarea biomasei fitoplanctonice în zonă, valoarea maximă a clorofilei *a* în perioada analizată a fost 55,94 µg/l (înregistrată în 2012), conducând la obținerea unui scor $f_5(Chl_a) = 10$.

Valoarea maximă a concentrației azoților în zona de studiu Mangalia a fost 8,77 µM (valoarea medie a probelor colectate atât în sezonul rece, cât și în cel cald în perioada 2012 - 2021), rezultând un scor pentru $f_6(NO_2^-) = 8,77$.

Toate valorile obținute pentru cele 6 variabile luate în calcul au fost introduse în ecuația pentru calcularea ICA (3) (Del Castillo y Rey & Macias, 2006), obținându-se în final un scor de 4,06, ceea ce a condus la atribuirea unui **Indice de Adecvare = 0** pentru acest parametru.

$$WQI = \frac{6 \times 10 - 0 - 10 - 3,40 - 3,42 - 10 - 8,77}{6} = 4,06 \quad (3)$$

Parametrul 7. Valoarea în cadrul ecosistemului

Conservarea habitatelor și a speciilor cu valoare ridicată în cadrul ecosistemului, precum și menținerea biodiversității ecologice și a calității apei vor contribui cu siguranță la creșterea acceptabilității sociale a acvaculturii marine. În această lumină, valoarea ecosistemică a sitului propus (Agigea - Eforie) a fost

evaluată în raport cu prezența/absența speciilor și habitatelor foarte valoroase din punct de vedere ecologic/sensibile.

În ciuda faptului că AZA propusă se suprapune parțial (jumătatea sudică) cu aria marină protejată ROSCI00197 Plaja submersă Eforie Nord și Eforie Sud, nu estimăm niciun potențial conflict cu acțiunile de conservare a naturii, având în vedere că în interiorul poligonului nu se regăsesc specii și habitate sensibile/esențiale (Figura 9). Din punct de vedere al conservării naturii, zona Eforie este singura din România unde există populații semnificative ale bivalvelor psamobionte *Donacilla cornea* și *Donax trunculus* (ANANP, 2023 a), însă funcționarea unei ferme de acvacultură nu poate afecta negativ aceste specii, cu atât mai mult cu cât lipsesc orice fel de deversări/încărcare cu nutrienți ca urmare a furajării (bivalvele cultivate se hrănesc prin filtrarea apei înconjurătoare, contribuind ele însele la bio-purificarea acesteia). Prin urmare, acestui parametru i-a fost atribuit un **Indice de Adecvare = 1** (valoare ecosistemică mică).

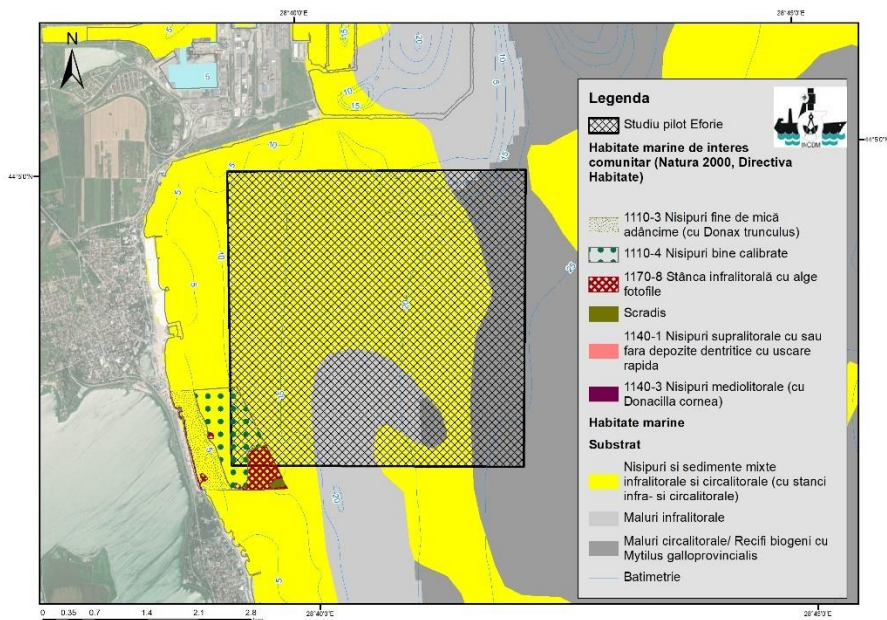


Figura 9. Harta habitatelor în zona poligonului Agiea - Eforie.

Parametrul 8. Tipul de substrat

La modul general, sedimentele marine din zona platformei continentale a litoralului românesc sunt formate preponderent din nisipuri (în zona infralitorală), mълuri, depozite mixte și cochilifere (scrădiș). În zona de mică adâncime predomină nisipul, cu o extindere până la izobata de 5-10 m în sectorul nordic și central și până la adâncimi de 20-30 m în zona sudică, intercalat cu substrat dur, ca urmare a prezenței plăcii calcaroase. Sedimentele de pe platoul continental la adâncimi mai mari sunt reprezentate în general de mълuri, intercalat cu sedimente mixte. În unitatea sudică a litoralului este prezent și un substrat dur, calcaros, sub formă de roci izolate sau planșee submarine dispuse prodominant în zona 2 Mai - Vama Veche (Maximov și colab., 2008).

Caracteristicile granulometrice ale sedimentelor din zona litorală sunt determinate de condițiile de transport și depunere prin acțiunea curenților și valurilor.

Situat în umbra Portului Constanța, poligonul Agigea - Eforie prezintă o structură sedimentară formată preponderent din nisip mълos în proporție de aproximativ 43% care se extinde în zona centrală a poligonului. Sedimentele de mъл nisipos sunt prezente în zona dinspre larg, dar și în zona sudică, acoperind o suprafață de aproximativ 30% (Figura 10).

Sedimentele mixte formate din mълuri cu pietriș și nisip până la mixturi de pietrișuri, nisipuri și mълuri în proporții relativ egale acoperă aprox. 14% din suprafața poligonului. Substratul dinspre țărm al poligonului este acoperit cu nisip în proporție de 13% din suprafața totală. În zona dinspre larg, substratul prezintă și o porțiune redusă acoperită cu sedimente fine mълoase. Am putut concluziona, astfel, că structura substratului este adecvată pentru ancorarea/lestarea instalațiilor de creștere a moluștelor bivalve de tip long line, acest parametru primind un **Indice de Adecvare = 1**.

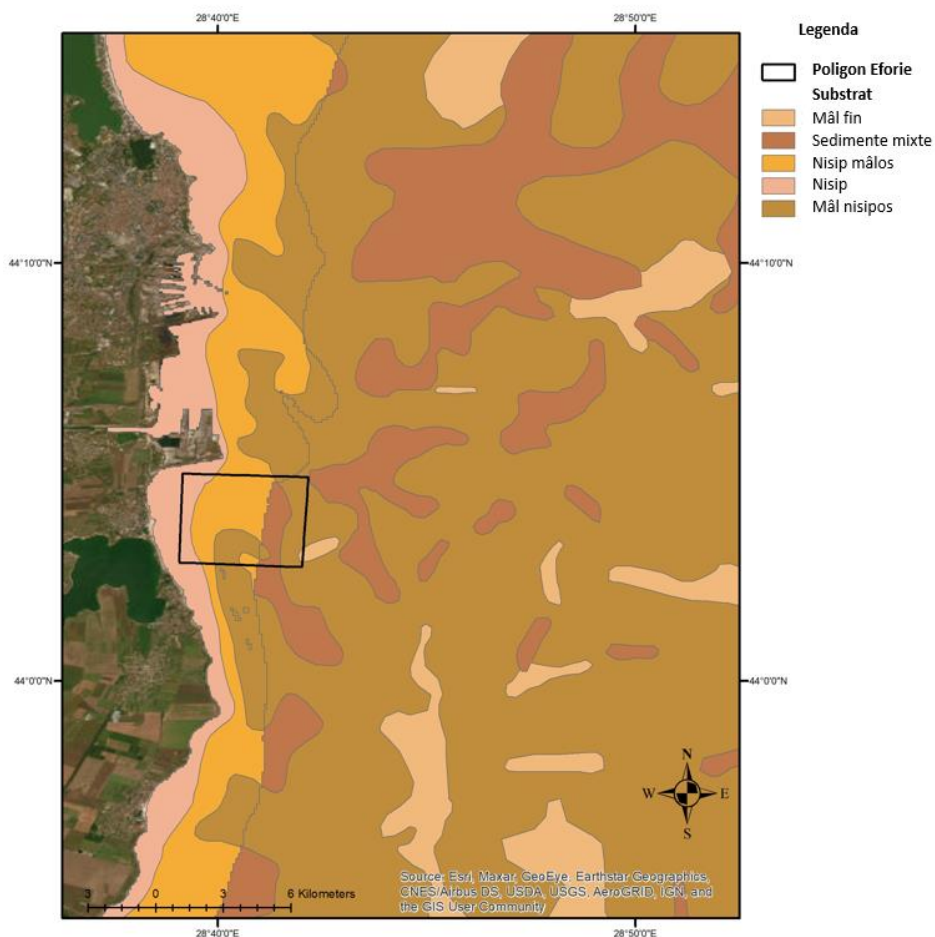


Figura 10. Configurația substratului în zona Agigea - Eforie.

Parametrul 9. Oxigenul dizolvat

Valoarea minimă a oxigenului dizolvat înregistrată în perioada 2012 - 2021 a fost 7,88 mg/l, o valoare optimă, ce a condus la atribuirea unui **Indice de Adecvare = 1**.

Parametrul 10. Temperatura

În intervalul investigat, temperatura medie a apei mării în zona Agigea - Eforie a fost de 17,43°C, rezultând pentru acest parametru un **Indice de Adecvare = 1**.

Parametrul 11. Salinitatea

Salinitatea medie de 14,17‰ înregistrată la Eforie în perioada 2012 - 2021 a condus la un **Indice de Adecvare = 0**.

Parametrul 12. Clorofila *a*

În intervalul 2012 - 2021, clorofila *a* a înregistrat o valoare maximă de 55,94 µg/l, rezultând un **Indice de Adecvare = 0**.

Scorurile obținute de cei 12 parametri investigați pentru poligonul Agigea - Eforie sunt rezumate în Tabelul 7 de mai jos:

Tabel 7. Scorurile înregistrate de parametrii utilizați pentru calcularea GC în vederea desemnării poligonului Agigea - Eforie ca AZA pentru creșterea moluștelor.

PARAMETRU	VALOARE	IA	K
1. Compatibilitate cu alte utilizări ale spațiului maritim	Zonă compatibilă	1	10
2. Adâncime	17,5 m	1	7
3. Înălțime medie val	1,8 - 2,5 m	0	4
4. Înălțime maximă val (furtună)	3 - 3,5 m	0	4
5. Viteză medie curenți	20 - 30 cm/s	-1	8
6. Indice calitate apă (ICA)	4,06	0	5
7. Valoare în cadrul ecosistemului	Mică	1	6
8. Tip substrat	Nisip mâlos, nisip	1	1
9. Oxigen dizolvat (min.)	7,88 mg/l	1	7
10. Temperatură (medie)	17,43°C	1	7
11. Salinitate (medie)	14,17‰	0	6
12. Clorofila <i>a</i> (max.)	55,94 µg/l	0	5
Gradul de compatibilitate (GC)			42

Gradul de compatibilitate (GC) determinat

La final, toate valorile Indicelui de Adecvare pentru fiecare din cei 12 parametri (precum și factorii de ponderare asociați) au fost integrate în ecuația de calculare a GC (4), după cum urmează:

$$GC = 100 \times \frac{10x1+7x1+4x0+4x0+8x(-1)+5x0+6x1+1x1+7x1+7x1+6x0+5x0}{10+7+4+4+8+5+6+1+7+7+6+5} = 42 \quad (4)$$

Rezultatul obținut ($30 < 42 < 100$) (GC ridicat, conform Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Macias și colab., 2019) indică faptul că zona pre-selectată Agigea - Eforie este pretabilă pentru activități de acvacultură a moluștelor în sistem long-line: nu există conflicte majore cu alte utilizări ale spațiului maritim, iar condițiile de mediu sunt propice.

STUDIUL DE CAZ 2: GRADUL DE COMPATIBILITATE AL ZONEI MANGALIA PENTRU ACVACULTURA PEȘTILOR

Obiective

Studiul de caz 2 a urmărit stabilirea nivelului de interes al zonei Mangalia pentru potențiala desemnare ca Zonă Alocată pentru Acvacultura (AZA) peștilor în viviere flotante, prin calcularea Gradului de Compatibilitate (GC), aplicând metodologia internațională detaliată în capitolele precedente ale acestui ghid.

Poligonul investigat în acest studiu este situat în partea de sud a litoralului românesc, travers de Portul Mangalia (Figura 11), și acoperă o suprafață de **3.050 ha**. Distanța de la țărm până în centrul poligonului este de 6,6 km.

Coordonatele colțurilor perimetrului propus pentru desemnare sunt următoarele:

- 43°50'26.34" lat. N/28°38'40.68" long. E;
- 43°50'27.17" lat. N/28° 41'23,53" long. E;
- 43°45'57,86" lat. N/28°41'24,65"long.E;
- 43°45'57,90" lat. N/28°38'39,45" long. E

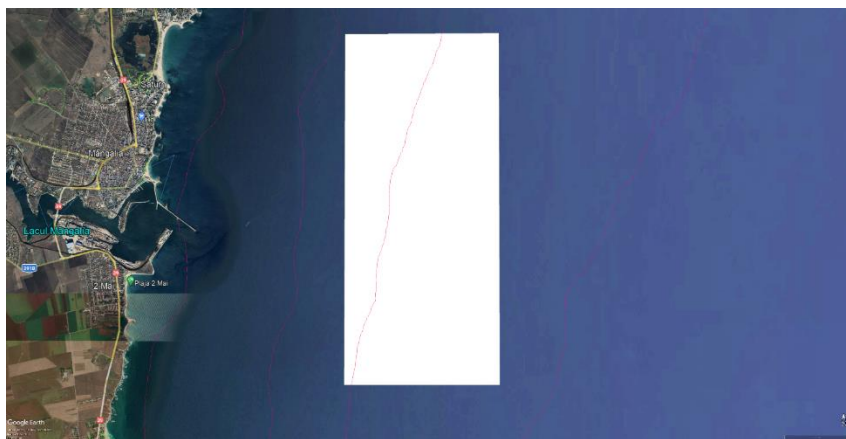


Figura 11. Localizarea poligonului pre-selectat (zona Mangalia) pentru acvacultura peștilor (sursa: Google Earth, 2023).

Material și metode

Selecția zonei de studiu pentru potențiala desemnare ca AZA pentru creșterea peștilor la litoralul românesc (Mangalia) s-a bazat pe criteriile preselectate de evaluare a adecvării acestora pentru dezvoltarea acvaculturii (Tabelul 8), precum și pe interesul exprimat de operatorii economici pentru desfășurarea de astfel de activități și al factorilor de decizie, ce au luat în considerare acest poligon.

Tabel 8. Criteriile de pre-selecție a zonei Mangalia pentru desemnare ca AZA (după Macias și colab., 2019).

Parametri de pre-selecție a zonei de creștere a peștilor în vichiere flotante	Adecvare zonă selectată pentru desemnare ca AZA
Absența conflictelor cu alte utilizări ale spațiului maritim	DA
Absența unor surse majore de contaminare în vecinătate	DA
Adâncime suficientă a apei pentru amplasarea instalațiilor de acvacultură	DA
Substrat propice pentru ancorarea instalațiilor de acvacultură	DA
Existența unor structuri de protecție împotriva furtunilor	N/A (acvacultura peștilor în mare deschisă nu necesită zone adăpostite)

Având în vedere că zona investigată a bifat cu „DA” 4 din cele 5 criterii de pre-selecție (în cazul de față, ultimul criteriu, referitor la existența unor structuri de protecție împotriva furtunilor, nu este aplicabil), s-a aplicat în continuare metodologia folosită pentru a delimita zona cea mai adecvată pentru dezvoltarea acvaculturii peștilor prin evaluarea nivelului de interes și estimarea gradului de compatibilitate (GC) al zonei preselectate (Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Fourdain, 2017; Macias și colab., 2019).

Gradul de compatibilitate a permis evaluarea zonei analizate considerată adecvată pentru dezvoltarea activităților de acvacultură a moluștelor, în funcție de o serie de variabile determinate esențiale. Parametrii utilizați au fost administrativi, socio-economici și de mediu, iar pentru fiecare dintre aceștia s-au stabilit niște intervale de valori (Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Fourdain, 2017; Macias și colab., 2019) (conform Tabelului 4 din prezentul ghid).

Compatibilitatea (Parametrul 1) acvaculturii peștilor în viviere flotante cu alte utilizări ale spațiului maritim din zona Mangalia a fost evaluată ca urmare a analizei tuturor utilizărilor documentate în baza de date EMODnet Human Activities (EMODnet Human Activities, 2023), proiectul de Plan național de amenajare a spațiului maritim (MDLPA, 2022) și baza de date a proiectului MARSPLAN BS-II ("Cross-Border Maritime Spatial Planning for Black Sea Bulgaria and Romania") (MARSPLAN, 2023) și ulterior vizualizate într-o hartă integrată utilizând instrumente GIS.

Adâncimea apei (Parametrul 2) din zonă a fost extrasă de pe portalul EMODnet Bathymetry (EMODnet Bathymetry, 2023). Pentru stabilirea caracteristicilor batimetrice a fost utilizat modelul digital al terenului (DTM) produs în cadrul EMODNet Bathymetry, care include atât măsurători in situ, cât și date derivate din imagini satelitare și/sau rezultate din modelarea spațială.

În ceea ce privește regimul valurilor, pentru studiul de față, au fost utilizate atât date obținute prin modele numerice, furnizate de Serviciul European de Monitorizare a Mediului Marin Copernicus (CMEMS) (CMEMS, 2023), cât și datele in situ obținute de INCDM în zona de coastă și datele observate la Platforma Gloria. Pentru **înălțimea medie a valurilor** (Parametrul 3), valorile medii anuale în zona de interes furnizate de CMEMS sunt date modelate multianuale, reprocesate de sistemul Black Sea Waves pe baza modelului valurilor spectrale WAM, având o rezoluție orizontală de $1/36^\circ \times 1/27^\circ$ (cca. 3 km). Pentru necesitățile studiului de caz, au fost extrase seturi de date pentru o perioadă de 10 ani (2011-2021) în format CSV și/sau NetCDF și au fost vizualizate cu ajutorul software-ului ODV (Schlitzer, 2021). În plus, pentru investigarea regimului de val specific ariei de interes Mangalia, au fost folosite date din modelul WAM pentru un punct situat în zona de larg, la est de Cap Tuzla. Pentru **înălțimea maximă a valurilor** (Parametrul 4), valorile medii anuale pentru înălțimea maximă a valului au fost

furnizate de Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS) (CMEMS, 2023), procesate prin sistemul Black Sea Waves Analysis and Forecast (BLKSEA_ANALYSISFORECAST_WAV_007_003), pe baza modelului spectral WAM, cu o rezoluție spațială a gridului de calcul de aproximativ 2,5 km ($1/40^\circ \times 1/40^\circ$), date valabile pentru perioada 2020 – 2022. Pentru perioada 2012-2020 au fost luate în considerare valorile maxime ale valurilor extrase din seturile de date complementare având ca parametru principal înălțimea semnificativă a valului (Hs), și reprocesate (BLKSEA_MULTIYEAR_WAV_007_006) (CMEMS, 2023).

Datele pentru calcularea **vitezei medii a curenților** (Parametrul 5) din zona Mangalia au fost extrase din Serviciul European Copernicus Marine (CMEMS), sistemul de reanaliză fizică a Mării Negre, bazat pe modelul de circulație generală NEMO (versiunea 3.6), implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală a gridului de calcul de $1/27^\circ \times 1/36^\circ$ și 31 de niveluri verticale, datele fiind disponibile pentru perioada 1993-2020 (CMEMS, 2023). Pentru perioada 2020 - 2022, setul de date a fost completat cu datele hidrodinamice (distribuție curenți marini) extrase din Sistemul de analiză fizică și prognoză a Mării Negre (Black Sea Physical Analysis and Forecast System), BS-PHY NRT (versiunea EAS4), care oferă circulația/pattern-urile de configurație a curenților pentru bazinul Mării Negre, cu serii de timp începând din 2019, având la bază modelul hidrodinamic NEMO implementat pentru Marea Neagră, cu o rezoluție orizontală de $1/40^\circ \times 1/40^\circ$ și 121 de straturi verticale (Niculescu și colab., 2021).

Variabilele utilizate pentru calcularea **indicelui de calitate a apei (ICA)** (Parametrul 6) au fost: oxigenul dizolvat (OD), temperatura (T), salinitatea (S), conținutul total de solide în suspensie (TSS), clorofila *a* (Chl *a*) și azoțiții (NO_2^-).

Datele privitoare la calitatea apei pentru alocarea zonei pentru acvacultură marină Mangalia s-au colectat în 16 expediții efectuate în perioada martie-noiembrie din intervalul 2012-2021. S-au efectuat măsurători in situ și s-au prelevat probe de apă din stațiile rețelei naționale de monitoring aflate pe izobata de 20 m, cu o frecvență de 1-2 expediții/an, de la orizonturile 0 m (suprafață) și 10 m. Stația Mangalia este situată într-o zonă cu tipologie de ape costiere (cos BLK_RO_RG_CT). Având în vedere lipsa datelor din sezonul rece (decembrie-februarie), pentru o mai bună acoperire

temporală a analizei efectuate, s-au analizat și datele colectate zilnic de la suprafață, din stația Cazino Mamaia.

Oxigenul dizolvat s-a determinat prin metoda Winkler (SR EN 25813:2000) conform manualului “Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff și colab., 1999), cu o acuratețe de 4,5 μM .

Temperatura s-a măsurat cu termometrul reversibil sau CTD model YSI Cast Away. Gradul de acuratețe al metodei este de 0,05°C.

Salinitatea s-a măsurat în situ cu CTD model YSI Cast Away sau în laborator folosind multiparametrul Mettler Toledo sau metoda Knorr-Knudsen (Grasshoff și colab., 1999). Gradul de acuratețe al metodei este de 0,1‰.

Conținutul total de solide în suspensie (TSS) (STAS 6953-81) s-a determinat prin metoda gravimetrică, cu o acuratețe de 0,1 mg.

În ceea ce privește **clorofila a (Chl a)**, în scopul prezentului studiu de caz, s-a utilizat o estimare a biomasei fitoplanctonice în zona de interes, exprimată prin valorile anuale maxime ale Chl a pe o perioadă de 10 ani, 2011-2021 (Boicenco și colab., 2011-2021).

Azotii (NO_2^-) dizolvați în apa de mare au fost cuantificați prin metoda analitică spectrofotometrică, validată în laborator și având ca referință manualul “Methods of Seawater Analysis” (Grasshoff și colab., 1999). Limita de detecție este 0,03 μM și incertitudinea relativă extinsă 6,6% ($k=2$, factor de acoperire, 95,45%). Ca echipament s-a utilizat spectrofotometrul UV-VIS Shimadzu, având interval de măsură: 0-1.000 nm.

În vederea calculării ICA pentru zona luată în studiu, s-a utilizat ecuația dedicată (1) (după Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Macias și colab., 2019).

Valoarea ecosistemică a zonei propuse (Parametrul 7) a fost evaluată prin aprecierea experților, luând în considerare valoarea ecosistemică globală a zonei Mangalia, în ceea ce privește tipul de sedimente, biocenozele asociate, habitatele sensibile și biodiversitatea în general, făcând referire la planurile de management ale ariilor marine protejate relevante din zonă (ROSCI0094 și ROSCI0269) (ANANP, 2023 b și c).

În ceea ce privește tipul de **substrat** (Parametrul 8), au fost folosite datele din EUSeaMap 2021 (EMODNet Seabed Habitats, 2023), care utilizează clasificarea EUNIS (EUNIS, 2023) și sunt

conforme prevederilor Directivei Cadru Strategia Marină (DCSMM, 2023), ambele având la baza metoda Folk modificată (substrat tare - piatră/habitate biogene și substrat moale - nisip, măr, mixt și sedimente grosiere). Datele spațiale ale layerului EUSeaMap (2021), rezoluție ~ 100 x 100 m, au fost obținute prin modelarea și agregarea la scară largă a informațiilor disponibile. Datele spațiale au fost integrate într-un sistem GIS, în vederea analizei spațiale și realizării hărților.

În cele din urmă, după calcularea scorurilor pentru zona vizată în vederea alocării pentru acvacultura peștilor în viviere flotante utilizând parametrii din Tabelul 3, s-a aplicat formula de calcul a gradului de compatibilitate (GC) a zonelor pretabile pentru acvacultură (ecuația 2) (după Macias și colab., 2019, și Del Castillo y Rey și colab., 2006).

Rezultate obținute

Nivelul de interes și compatibilitatea zonei Mangalia pentru acvacultura peștilor în viviere flotante au fost evaluate pe baza celor 8 parametri indicați în metodologie, iar rezultatele sunt detaliate în cele ce urmează:

Parametrul 1. Compatibilitatea cu alte utilizări ale spațiului maritim

În urma analizei tuturor activităților din zona propusă (Figura 12), se poate concluziona că în majoritatea poligonului preselectat de la Mangalia nu există conflicte potențiale cu alte utilizări ale spațiului maritim, având în vedere că perimetrul nu se suprapune cu zone tradiționale de pescuit, zone militare ori alt tip de activități care ar putea fi incompatibile cu acvacultura.

Singurul aspect de care trebuie ținut cont este reprezentat de ruta (coridorul) de navigație dinspre/înspre Portul Mangalia (1 km lățime), ce traversează poligonul selectat, ce va fi exclusă din zona alocată pentru acvacultură propusă.

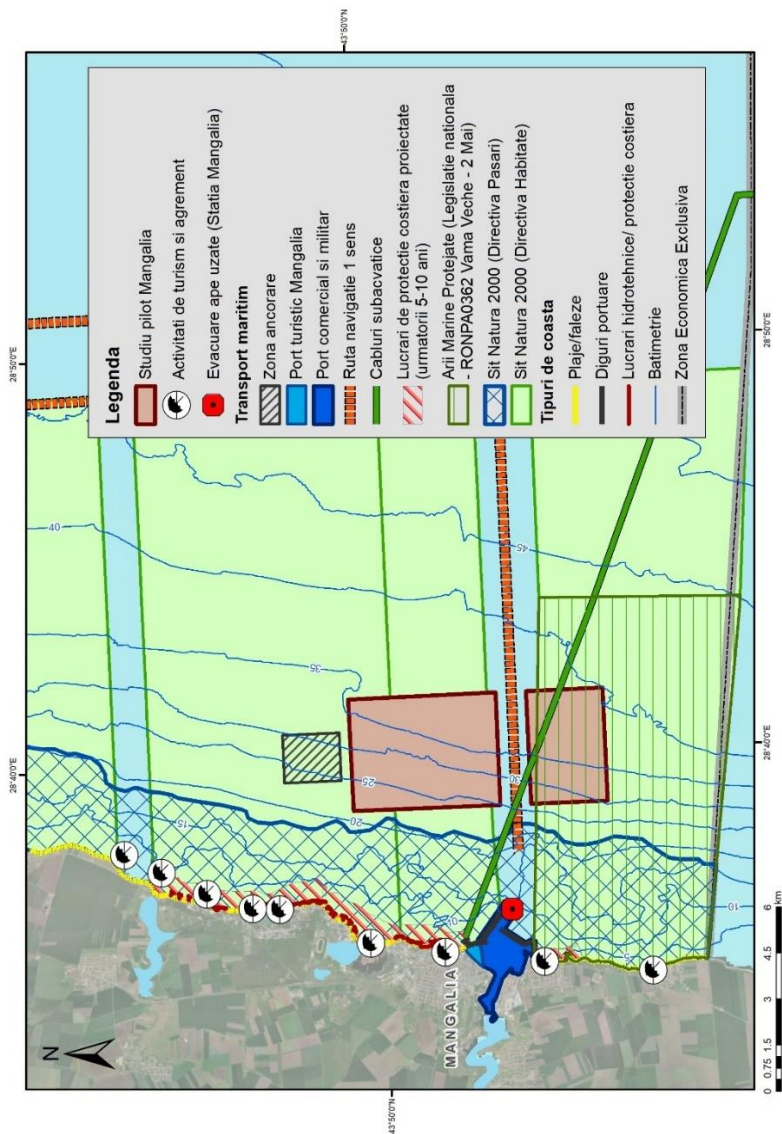


Figura 12. Harta integrată a utilizărilor spațiului maritim în zona Mangalia.

În consecință, AZA Mangalia poate fi împărțită în 2 sub-zone: o zonă nordică, pretabilă pentru instalații la scară mare, și o zonă sudică, pretabilă pentru ferme de mici dimensiuni.

Mai mult decât atât, nu au fost identificate surse potențiale de contaminare în apropierea zonei pre-selectate, Stația de Tratare a Apelor Uzate (STAU) Mangalia deversând în apropierea portului Mangalia. STAU Mangalia deservește Mangalia și stațiunile turistice din zonă și este amplasată în partea de sud a orașului. Capacitatea proiectată a stației de tratare este de 900 l/s, aceasta tratând apa mecanic și biologic. Receptoarea apelor evacuate de stația de tratare este zona Mării Negre în aval de portul Mangalia, din apropierea stației; apele reziduale tratate sunt evacuate printr-o conductă cu diametrul de 1.200 mm, aflată la 4 m distanță de țărm, la o adâncime a apei de 2,5 m, deci în imediata apropiere a țărmului și fără a avea o influență asupra poligonului investigat (INCDM, 2020).

Prin urmare, acestui parametru i-a fost atribuit un **Indice de Adecvare = 1**.

Parametrul 2. Adâncimea apei în zona propusă

În partea sudică a litoralului românesc sunt prezente zone cu mîl nisipos presărate cu roci căzute de pe faleze și celule de nisip, ce acoperă substratul calcaros reprezentat de placa sarmațiană. Principalii factori ce determină relieful subacvatic sunt în principal cei naturali (regimul valurilor și al curenților marini), dar și de cei antropici (lucrări de protecție costieră și refacere a plajelor). Chiar dacă este situat în exteriorul unei zone batimetrice complexe, cu promontorii și canioane submerse, batimetria în zona de interes Mangalia este relativ uniformă și simetrică pe diagonala poligonului. Poligonul cuprinde aproximativ simetric izobatele de 25 și 30 de metri, în colțurile de NE și SE extinzându-se spre adâncimile de 20 și respectiv 37 de metri. Adâncimea medie raportată la suprafața totală a poligonului este de aproximativ **33 m** (Figura 13), o adâncime propice pentru instalarea de viviere flotante pentru creșterea

peștilor, ceea ce conduce la un **Indice de Adecvare = 1** pentru acest parametru.

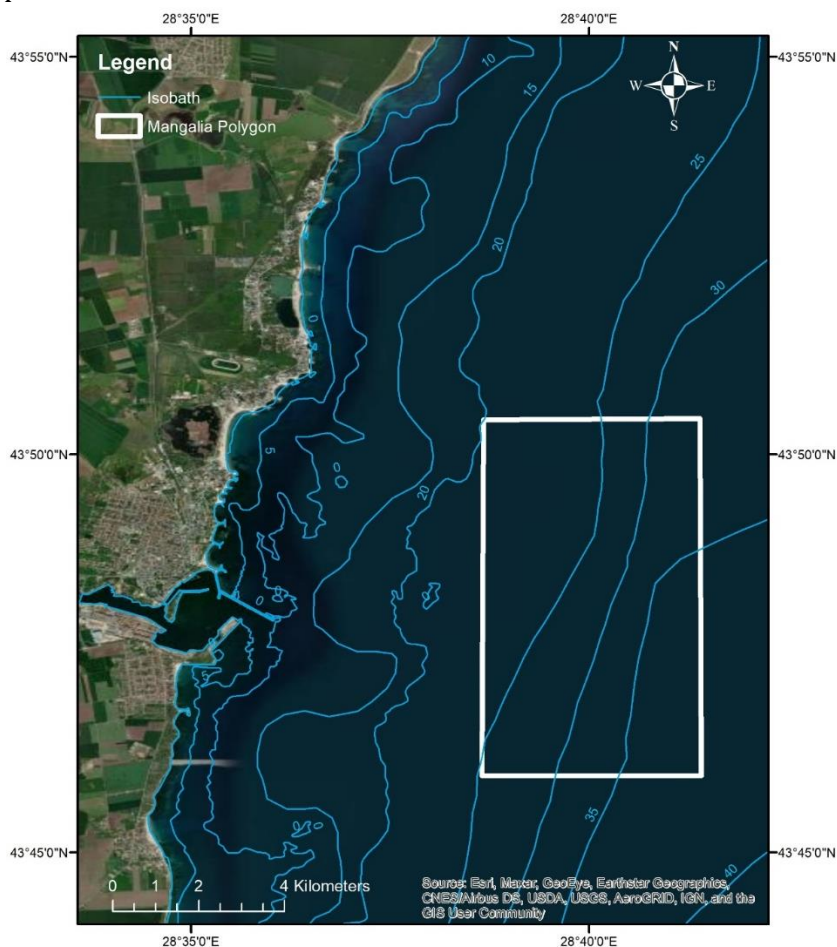


Figura 13. Harta batimetrică a poligonului Mangalia.

Parametrul 3. Înălțimea medie a valurilor

În zona litoralului Mării Negre, există o variabilitate considerabilă a circulației atmosferice, vânturile înregistrate având un grad ridicat de instabilitate ca direcție și viteză. Regimul valurilor este asociat regimului vânturilor, din această cauză, câmpul valurilor

generate de vânt, în special în zona de țărm, depinde de particularitățile locale (direcția, durata și intensitatea vânturilor).

Înălțimea medie a valurilor (de vânt) în zona Mangalia a înregistrat valori între 1,5 - 2,8 m în perioada investigată (2011 - 2021) (conform modelării datelor furnizate de CMEMS, 2023) (Figura 14). Astfel, pentru Parametrul 3, **Indicele de Adecvare = 1**.

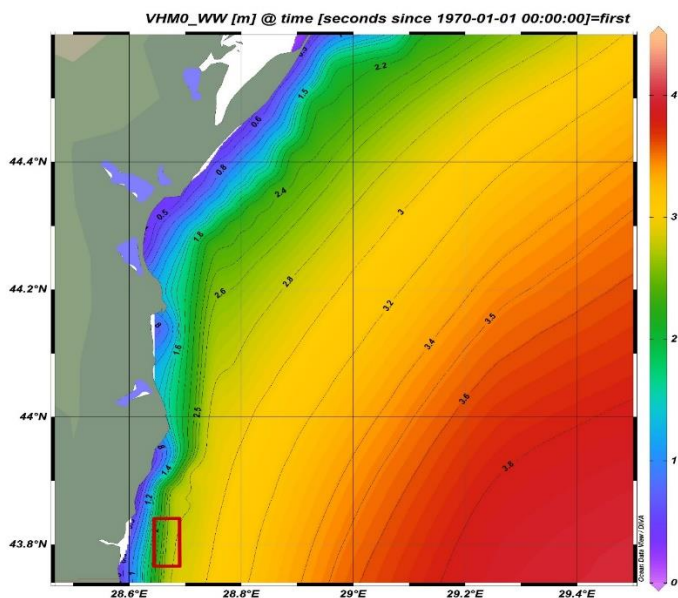


Figura 14. Înălțimea medie a valurilor semnificative în zona Mangalia.

Parametrul 4. Înălțimea maximă a valurilor (furtună)

Înălțimea maximă a valurilor în zona de studiu a variat între 3,5 - 4 m (Figura 15), rezultând un **Indice de Adecvare = 0**.

În mod caracteristic pentru litoralului românesc, valurile cu cel mai mare impact apar în lunile decembrie și ianuarie, iar cele mai blânde în iunie și iulie. Direcția predominantă a valurilor cu influență determinantă este direcția nord-estică în timpul iernii și sud-estică în timpul sezonului estival (în special pentru zona litoralului sudic).

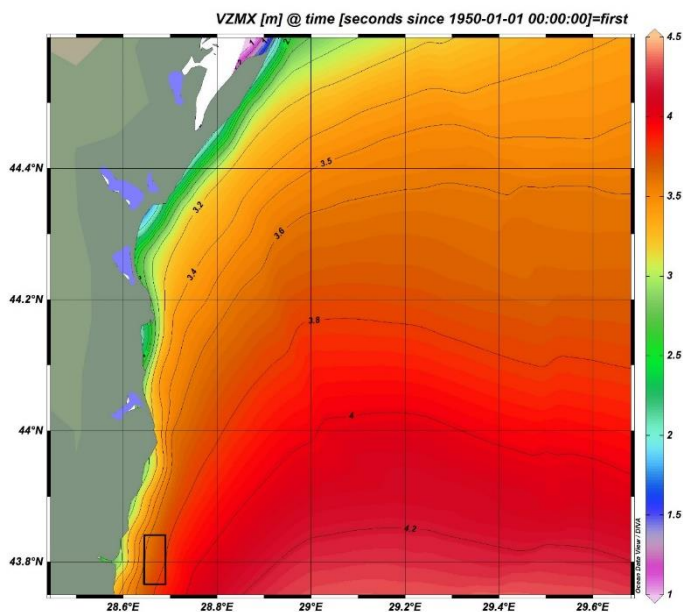


Figura 15. Înălțimea maximă a valurilor în zona Mangalia.

Parametrul 5. Viteza medie a curenților

La fel ca și regimul valurilor, regimul curenților marini în zona costieră românească este unul variabil, fiind supus influenței torsorului vânturilor, respectiv variabilității climatice. În zona marină a României se remarcă un sistem de interacțiuni neliniare intense la scară regională și subregională, cu structuri dinamice ale corpurilor de apă, cum ar fi turbioane/vârtejuri, fronturi și jeturi, cu o importanță crucială pentru dinamica circulației, atât în zona de coastă, cât și în zona marină a României. Direcțiile dominante ale curenților se înscriu în direcția dominantă a curentului RIM raportată la caracteristicile șelfului românesc, orientat NE-SV, dar prezintă și tipare specifice circulației costiere (sub-mezoscală), cu predilecție în zona litoralului sudic.

În perioada investigată (2011 - 2021), valorile medii ale intensității curenților de suprafață pentru aria de interes Mangalia

au variat între 10 - 20 cm/s (Figura 16), ceea ce a condus la atribuirea unui **Indice de Adecvare = 1** pentru acest parametru.

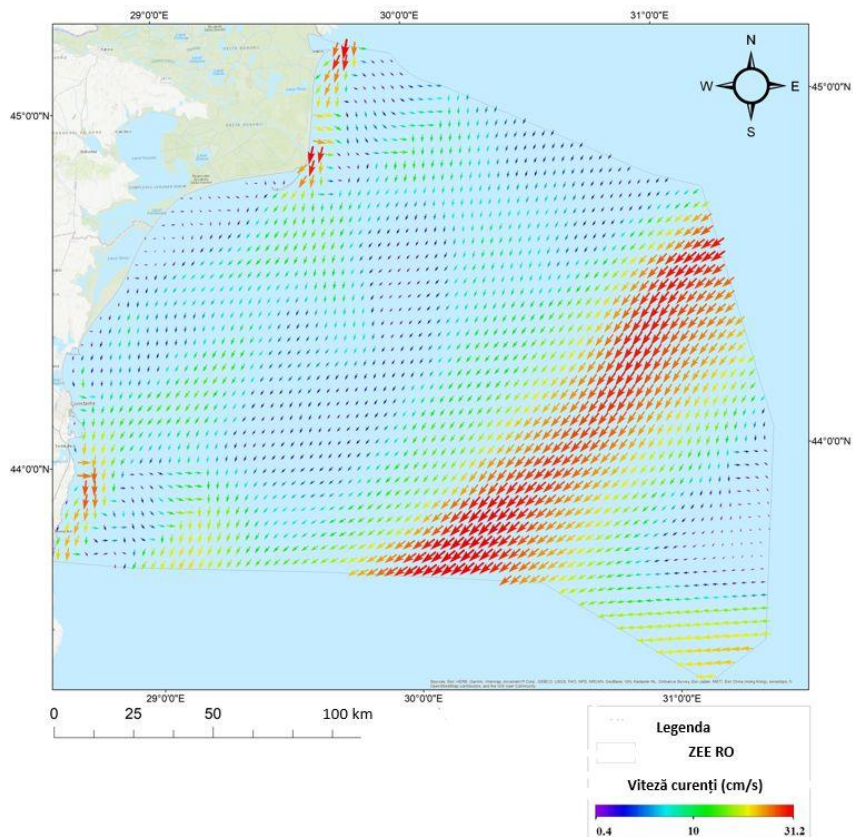


Figura 16. Distribuția medie multianuală a curenților de suprafață la litoralul românesc (sursa <http://www.marine-research-journal.org/index.php/cmrm/article/view/200/165>).

Parametrul 6. Indicele de calitate a apei (ICA)

Așa cum am menționat anterior, variabilele utilizate pentru calcularea ICA au fost: oxigenul dizolvat (OD), temperatura (T), salinitatea (S), conținutul total de solide în suspensie (TSS), clorofila *a* (Chl *a*) și concentrația de azotiți (NO_2^-) (Del Castillo y Rey & Macias, 2006).

Valoarea minimă a OD în zona Mangalia a fost 7,7 mg/l (valoarea medie a probelor colectate atât în sezonul rece, cât și în cel cald în perioada 2012 - 2021. După aplicarea ecuației, scorul obținut pentru $f_1(O_2) = 0$.

Referitor la temperatura apei mării în zona investigată în perioada 2012 - 2021, valoarea minimă înregistrată a fost 7,42°C. În consecință, scorul atribuit pentru $f_2(T) = 10$.

În ceea ce privește salinitatea, utilizând deviația standard 2,47‰ și media 15,60‰ a valorilor înregistrate în ultimii 10 ani, a rezultat scorul pentru $f_3(S) = 1,58$.

Pentru conținutul total de solide în suspensie (TSS), rezultatul logaritmului natural al valorii maxime (25,20 mg/l) a condus la scorul $f_4(TSS) = 3,22$.

Reprezentând estimarea biomasei fitoplanctonice în zonă, valoarea maximă a clorofilei *a* în perioada analizată a fost 55,94 μg/l (înregistrată în 2012), conducând la obținerea unui scor $f_5(Chl_a) = 10$.

Valoarea maximă a concentrației azoților în zona de studiu Mangalia a fost 20,44 μM (valoarea medie a probelor colectate atât în sezonul rece, cât și în cel cald în perioada 2012 - 2021), rezultând un scor pentru $f_6(NO_2^-) = 10$.

Toate valorile obținute pentru cele 6 variabile luate în calcul au fost introduse în ecuația pentru calcularea ICA (5) (Del Castillo y Rey & Macias, 2006), obținându-se în final un scor de 4,2, ceea ce a condus la atribuirea unui **Indice de Adekvare = 0** pentru acest parametru.

$$WQI = \frac{6 \times 10 - 0 - 10 - 1,58 - 3,22 - 10 - 10}{6} = 4,2 \quad (5)$$

Parametrul 7. Valoarea în cadrul ecosistemului

Conservarea habitatelor și a speciilor cu valoare ridicată în cadrul ecosistemului, precum și menținerea biodiversității ecologice și a calității apei vor contribui cu siguranță la creșterea

acceptabilității sociale a acvaculturii marine. În această lumină, valoarea ecosistemică a sitului propus (Mangalia) a fost evaluată în raport cu prezența/absența speciilor și habitatelor foarte valoroase din punct de vedere ecologic/sensibile.

În ciuda faptului că AZA propusă se suprapune cu 2 arii marine protejate (AMP), și anume ROSCI0094 Izvoarele sulfuroase de la Mangalia și ROSCI0269 Vama Veche - 2 Mai, nu estimăm niciun potențial conflict cu acțiunile de conservare a naturii, având în vedere că în interiorul poligonului nu se regăsesc specii și habitate sensibile/esențiale (Figura 17).

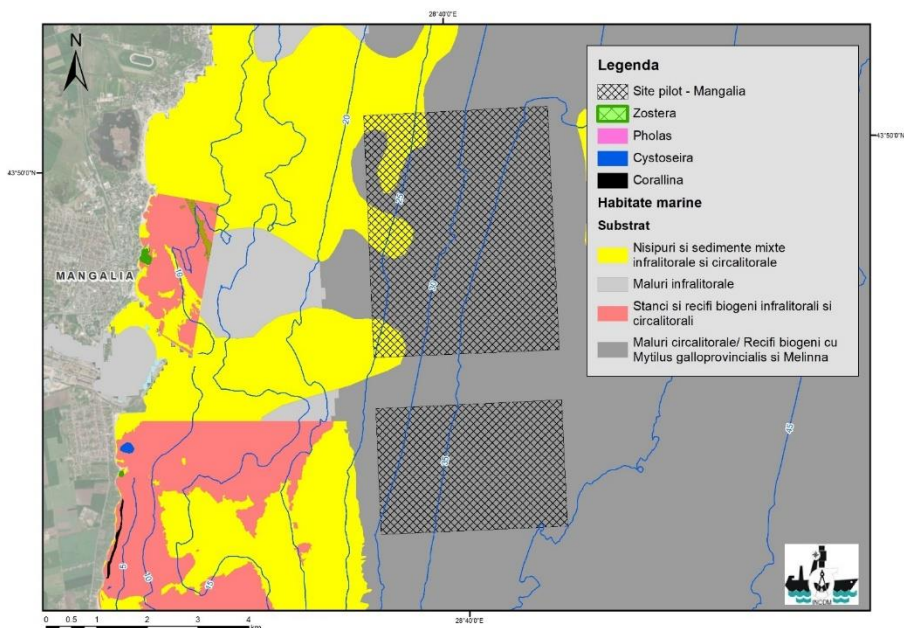


Figura 17. Harta habitatelor în zona poligonului Mangalia.

Toate speciile cu valoare conservativă ridicată raportate în cele două arii protejate (ANANP, 2023 b și c), și anume alga brună perenă *Treptacantha (Cystoseira) barbata* (Stackhouse) Orellana & Sansón, 2019, fanerogama marină *Zostera noltei* Hornemann, 1832, alga roșie încrustată *Corallina officinalis* Linnaeus, 1758, precum și

bivalva forantă *Pholas dactylus* Linnaeus, 1758, sunt distribuite în zona de mică adâncime, în apropierea coastei, fiind exclus orice fel de impact potențial negativ al vivierelor flotante pentru creșterea peștilor (prin exces de nutrienți rezultat în urma furajării peștilor/proceselor de excreție, impact fizic cauzat de instalațiile de ancorare). Prin urmare, acestui parametru i-a fost atribuit un **Indice de Adecvare = 1**.

Parametrul 8. Tipul de substrat

La modul general, sedimentele marine din zona platformei continentale a litoralului românesc sunt formate preponderent din nisipuri (în zona infralitorală), mълuri, depozite mixte și cochilifere (scrădiș). În zona de mică adâncime predomină nisipul, cu o extindere până la izobata de 5-10 m în sectorul nordic și central și până la adâncimi de 20-30 m în zona sudică, intercalat cu substrat dur, ca urmare a prezenței plăcii calcaroase.

Sedimentele de pe platoul continental la adâncimi mai mari sunt reprezentate în general de mълuri, intercalat cu sedimente mixte. În unitatea sudică a litoralului este prezent și un substrat dur, calcaros, sub formă de roci izolate sau planșee submarine dispuse predominant în zona 2 Mai - Vama Veche (Maximov și colab., 2008).

În zona sudică a litoralului substratul este format în general din formațiuni consolidate specifice plăcii sarmațiene, acoperite preponderent de mъл nisipos în cea mai mare parte a poligonului Mangalia (85%), cu insule de sedimente mixte și argiloase (mъл fin) (Figura 18). Am putut concluziona, astfel, că structura substratului este adecvată pentru ancorarea/lestarea vivierelor de creștere a peștilor, acest parametru primind un **Indice de Adecvare = 1**.

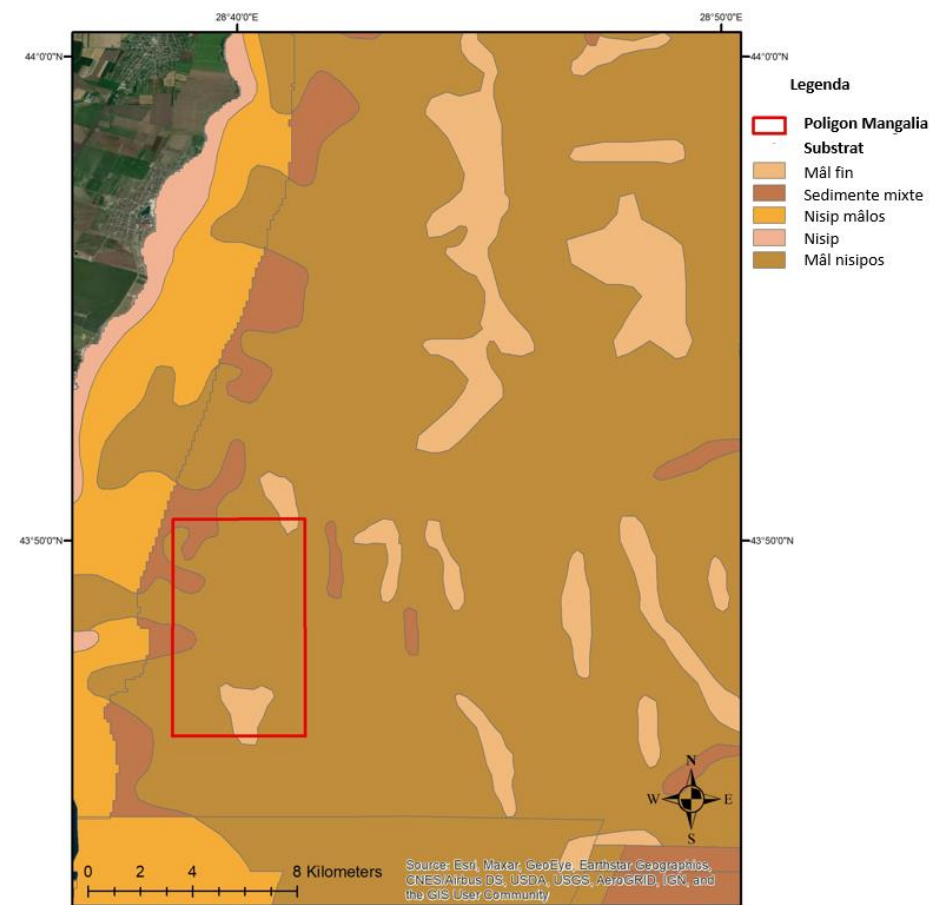


Figura 18. Configurația substratului în zona Mangalia

Scorurile obținute de cei 8 parametri investigați pentru poligonul Agigea - Eforie sunt rezumate în Tabelul 9 de mai jos:

Tabel 9. Scorurile înregistrate de parametrii utilizați pentru calcularea GC în vederea desemnării poligonului Mangalia ca AZA pentru creșterea peștilor în viviere flotante.

PARAMETRU	VALOARE	IA	K
1. Compatibilitate cu alte utilizări ale spațiului maritim	Zonă compatibilă	1	10
2. Adâncime	33 m	1	7
3. Înălțime medie val	1,5 - 2,8 m	1	4
4. Înălțime maximă val (furtună)	3,5 - 4 m	0	4
5. Viteză medie curenți	10 - 20 cm/s	1	8
6. Indice calitate apă (ICA)	4,2	0	5
7. Valoare în cadrul ecosistemului	Mică	1	6
8. Tip substrat	Mâl nisipos (85%)	1	1
Gradul de compatibilitate (GC)			80

La final, toate valorile Indicelui de Adecvare pentru fiecare din cei 8 parametri (precum și factorii de ponderare asociați) au fost integrate în ecuația de calculare a GC (6), după cum urmează:

$$GC = 100 \times \frac{10x1+7x1+4x1+4x0+8X1+5x=0+6X1+1X1}{10+7+4+4+8+5+6+1} = 80 \quad (6)$$

Rezultatul obținut ($30 < 80 < 100$) (GC ridicat, conform Del Castillo y Rey & Macias, 2006; Macias și colab., 2019) indică faptul că zona pre-selectată Mangalia este pretabilă pentru activități de acvacultură a peștilor în viviere flotante: nu există conflicte majore cu alte utilizări ale spațiului maritim, iar condițiile de mediu sunt propice.

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

O Zonă Alocată pentru Acvacultură (AZA) marină este o zonă maritimă unde dezvoltarea acvaculturii are prioritate față de alte utilizări și, prin urmare, va fi dedicată în primul rând acvaculturii. Identificarea unei AZA rezultă din procesele de zonare prin planificarea spațială participativă, prin care organismele administrative (în România, Agenția Națională pentru Pescuit și Acvacultură) stabilesc legal că anumite zone spațiale dintr-o regiune marină au prioritate pentru dezvoltarea acvaculturii. Identificarea zonelor de interes pentru acvacultură este un proces care ia în considerare principiile consacrate în instrumentele legale, precum și principiile metodologiilor internaționale. Selecția locațiilor depinde atât de condițiile de mediu existente, cât și de activitatea planificată și potențialele interacțiuni cu alte utilizări ale spațiului maritim.

Maricultura este integrată în planificarea spațială marină în multe regiuni ale lumii, fiind bazată pe diferite abordări administrative. Cel mai bun scenariu este ca extinderea spațială a acvaculturii marine să fie încadrată în contextul mai larg al planificării spațiale, pentru a minimiza impactul negativ asupra mediului și al biodiversității și pentru a conserva serviciile ecosistemice la scară regională.

În mod alternativ, selecția AZA poate fi efectuată de organisme specifice de planificare a activităților de acvacultură sau selectarea locațiilor ar putea fi chiar realizată de la caz la caz (la cerere), luând în considerare aspectele de mediu și sociale la scară locală. Acesta este situația ce a condus la realizarea prezentului ghid, deoarece investigarea adecvării zonei Agigea - Eforie pentru creșterea moluștelor și a zonei Mangalia pentru creșterea peștilor în viviere flotante s-a realizat, pe de o parte, datorită bifării criteriilor de pre-selecție și, pe de altă parte, datorită cerințelor actuale ale pieței (potențialii investitori) și intențiilor factorilor de decizie de a desemna aceste zone ca AZA la litoralul românesc.

Metodologia internațională a fost adaptată condițiilor litoralului românesc și a fost aplicată pentru realizarea a două studii de stabilire a gradului de compatibilitate (GC) a zonelor propuse pentru practicarea acvaculturii la litoralul românesc: zona Agigea - Eforie (pentru acvacultura moluștelor bivalve în sistem long-line) și zona travers de portul Mangalia (pentru acvacultura peștilor în viviere flotante).

Rezultatele obținute pentru poligonul Agigea - Eforie (grad de compatibilitate = 42 pentru acvacultura moluștelor) și Mangalia (grad de compatibilitate = 80 pentru creșterea peștilor în viviere flotante) reprezintă un fundament științific solid pentru propunerea acestora ca primele zone alocate pentru acvacultură la litoralul românesc. De asemenea, pot fi extrem de utile pentru a încuraja diseminarea de exemple de bune practici la nivel regional.

Managementul acvaculturii marine din nord-vestul Mării Negre ar trebui să fie bazat pe abordarea ecosistemică, aducând un echilibru între obiectivele ecologice, economice și sociale pentru dezvoltarea durabilă, astfel că autoritățile naționale responsabile cu gestionarea zonelor costiere ar trebui să utilizeze planificarea spațială pentru identificarea AZA și implementarea acestora pe scară largă. Includerea acvaculturii în planurile de amenajare a spațiului maritim și crearea de AZA vor contribui la evitarea conflictelor între utilizatori, vor oferi oportunități de creștere economică și vor stopa degradarea mediului, încurajând în același timp dezvoltarea zonelor de coastă.

Este clar, însă, că desemnarea unei AZA nu este suficientă pentru a garanta o acvacultură marină durabilă. În cadrul unei AZA, selecția specifică a amplasamentului și producția pe amplasament trebuie să corespundă capacității de suport a ecosistemului, iar implementarea unui program permanent de monitorizare în cadrul corpului de apă relevant este absolut necesară pentru a evalua impactul fiecărei ferme individuale.

Principalii utilizatori ai rezultatelor cercetării sunt dezvoltatorii/investitorii privați din domeniul acvaculturii din zona costieră românească, prin procesul de transfer de tehnologie, precum și autoritățile competente (Ministerul Agriculturii - Agenția Națională de Pescuit și Acvacultură ș.a.). Transferul tehnologic urmărește tocmai valorificarea rezultatelor cercetării propuse, asigurând crearea cadrului legislativ și instituțional pentru sprijinirea dezvoltării acvaculturii marine în economia de piață din România.

BIBLIOGRAFIE

- ANANP (2023a). Planul de Management al sitului Natura 2000 ROSCI00197 Plaja submersă Eforie Nord - Eforie Sud. Disponibil online: <http://ananp.gov.ro/wp-content/uploads/PM-SCI-Word.pdf>;
- ANANP (2023b). Planul de Management al sitului Natura 2000 ROSCI0094 Izvoarele sulfuroase de la Mangalia. Disponibil online: <http://ananp.gov.ro/wp-content/uploads/PM-SCI-Word.pdf>;
- ANANP (2023c). Planul de Management al sitului Natura 2000 ROSCI0269 Vama Veche - 2 Mai. Disponibil online: <http://ananp.gov.ro/wp-content/uploads/PM-SCI-Word.pdf>;
- Boicenco L., Vasiliu D., Vlas O., Pantea E. (2011-2021). Clorofila *a*, în *Raportul anual privind starea mediului marin și costier*. Rapoarte anuale INCDM 2011-2021;
- BSC (2007). *Black Sea Transboundary Analysis*. Publication of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution: 1-269;
- Bondar C., Roventța V., Șelariu O. (1976). Influența factorilor hidrometeorologici marini asupra porturilor și amenajărilor hidrotehnice de pe litoralul românesc la Mării Negre. *Buletinul Institutului de Marină „Mircea cel Bătrân”*: 36-46;
- Carocci F., Bianchi G., Eastwood P., Meaden G. (2009). Geographic Information Systems to Support the Ecosystem Approach to Fisheries: Status, Opportunities and Challenges. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 532. Rome, FAO: 1-101;
- CE (2006). European Commission - EU Shellfish Waters Directive No. 97/923(2006/113/EC). *Official Journal of the European Union*, L 376/14;
- Daskalov G.M., Boicenco L., Grishin A.N., Lazăr L., Mihneva V., Shlyakhov V.A., Szengín M. (2017). Architecture of Collapse: Regime Shift and Recovery in an Hierarchically Structured Marine Ecosystem. *Global Change Biology*, 23(4): 1486-1498, doi: 10.1111/gcb.13508;
- DCSMM (2023). Directiva 2008/56/CE a Parlamentului și a

- Consiliului din 17 iunie 2008 de instituire a unui cadru de acțiune comunitară în domeniul politicii privind mediul marin (Directiva-cadru Strategia pentru mediul marin). Disponibil online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0056> (accesat pe 3 februarie 2023);
- Del Castillo y Rey F., Macias J.C. (2006), *Zonas de interés para el desarrollo de la acuicultura en el litoral andaluz*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, ISBN 84-690-1933-3: 1-485;
- Eddy F.B. (2005). *Effects of Nitrite on Fish. Report for EPA*. Disponibil online: https://www.researchgate.net/profile/Forrest-Eddy/publication/315798700_Effects_of_nitrite_on_fish/links/58e6236baca2727858cc2896/Effects-of-nitrite-on-fish.pdf;
- EPA (2001). *Parameters of Water Quality: Interpretation and Standards*. Environmental Protection Agency, Wexford. Disponibil online: <https://thewaternetwork.com/document-XAs/parameters-of-water-quality-interpretation-and-standards-2001-epa-835aGBfDasoKpplzyGUWHg>;
- EUNIS Habitat Classification (2023). Disponibil online: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eunis-habitat-classification-1>;
- European Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) (2023). Disponibil online: <http://marine.copernicus.eu/faq/cite-cmems-products-cmems-credit/?idpage=169>;
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet), Bathymetry (2023). Disponibil online: <https://emodnet.ec.europa.eu/en/bathymetry>;
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet), Human Activities (2023). Disponibil online: <https://emodnet.ec.europa.eu/en/human-activities>;
- European Marine Observation and Data Network (EMODnet), Seabed Habitats (2023). Disponibil online: <https://emodnet.ec.europa.eu/en/seabed-habitats>;
- Fourdain L. (2017). *Establishment of an Allocated Zone for Aquaculture (AZA) within Marine Spatial Planning in*

- Monastir, Tunisia. Alicante, Spain, University of Alicante (MA thesis). Disponibil online: <https://rua.ua.es/dspace/handle/10045/78072>;
- GESAMP (2001). (IMO/ FAO/ UNESCO-IOC/ WMO/ WHO/ IAEA/ UN/ UN Environment Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2001. Planning and management for sustainable coastal aquaculture development. *GESAMP Reports and Studies*, 68. Rome, GESAMP: 1-90. Disponibil online: www.fao.org/3/a-y1818e.pdf;
- GFCM (2012). Resolution GFCM/36/2012/1 on Guidelines on Allocated Zones for Aquaculture (AZA). Disponibil online: <http://bit.ly/Resolution-GFCM-36-2012-1>;
- Gomoiu M.-T. (1992). Marine Eutrophication Syndrome in the North-Western Part of the Black Sea. *Science of the Total Environment*, Elsevier: 683-692;
- Grasshoff K., Kremling K., Ehrhardt M. (1999). *Methods of Seawater Analysis*, Wiley-VCH: 1-599;
- Horne R.A. (1969). *Marine Chemistry. The Structure of Water and the Chemistry of the Hydrosphere*. Wiley - Interscience: 1-567;
- ICPDR-ICPBS, (1999). *Causes and Effects of Eutrophication in the Black Sea Summary Report*. Programme Coordination Unit UNDP/GEF Assistance: 1-93;
- INCDM (2020). *Anchetă documentară, de teren și de hidrodinamică în vederea stabilirii și clasificării microbiologice a zonelor de producție și relocare a moluștelor bivalve vii din sectorul românesc al Mării Negre conform Regulamentului (CE) nr. 627/2019*. Raport către Autoritatea Națională Sanitară-Veterinară și pentru Siguranța Alimentelor: 1-57;
- Ionescu A., Peterfi S. (1976). *Tratat de algologie*, Vol. I, Editura Academiei RSR: 1-587;
- Kovacevic A., Latombe G., Chown S.L. (2019). Rate Dynamics of Ectotherm Responses to Thermal Stress. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 286 (1902): 20190174;
- Lazăr L., Rodino S., Pop R., Tiller R., D'Haese N., Viaene P., De Kok J.-L. (2022). Sustainable Development Scenarios in the Danube Delta - A Pilot Methodology for Decision Makers. *Water*, 14: 3484. <https://doi.org/10.3390/w14213484>;
- Lewis Jr. W.M., Morris D.P. (1986). Toxicity of Nitrite to Fish: A

- Review. *Transactions of the American Fisheries Society*, 115 (2): 183-195;
- Lok A., Acarli S., Serdar S., Kosel A., Yildiz H. (2007). Growth and Mortality of Mediterranean Mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819, in Relation to Size on Longline in Mersin Bay, Izmir (Turkey - Aegean Sea). *Aquaculture Research*, 38: 819-826;
- Macias J.C., Avila Zaragoza P., Karakassis I., Sanchez-Jerez P., Massa F., Fezzardi D., Yücel Gier G., Franičević V., Borg J.A., Chapela Pérez R.M., Tomassetti P., Angel D.L., Marino G., Nhhala H., Hamza H., Carmignac C., Fournain L. (2019). Allocated Zones for Aquaculture: a Guide for the Establishment of Coastal Zones Dedicated to Aquaculture in the Mediterranean and the Black Sea. General Fisheries Commission for the Mediterranean. *Studies and Reviews - Rome, FAO*, 97: 1-90;
- Marino G., Petoichi T., Cardia F. (2020). Assegnazione di Zone Marine per l'Acquacoltura (AZA). *Guida Tecnica. Documenti Tecnici ISPRA 2020*: 1-214;
- MARSPLAN BS-II project database ("Cross-Border Maritime Spatial Planning for Black Sea Bulgaria and Romania") (2023). Disponibil online: <http://www.marsplan.ro/en/news/631-interactive-maps-developed-within-the-marsplan-bs-ii-project-were-published.html> (accesat pe 10 februarie 2023);
- Massa F., Aydin I., Fezzardi D., Nenciu M., Niță V. și colab. (2021). Black Sea Aquaculture: Legacy, Challenges & Future Opportunities. *Aquaculture Studies*, 21: 181-220, <http://doi.org/10.4194/2618-6381-v21 4 05>;
- Maximov G., Stănică A., Dan S., Caraivan G. (2008). Studiul proceselor sedimentare de pe litoralul sudin românesc al Mării Negre. *Geo-Eco-Marina*, (14), Supliment nr. 1, Științele Pământului, Cunoaștere și Mediu – Sesiune Anuală de Comunicări Științifice: 83-86;
- MDLPA (2022). Planul de amenajare a spațiului maritim - Proiect 2022, Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației. Disponibil spre consultare: <https://www.mdlpa.ro/uploads/articole/attachments/6267e6b6558ed561369567.pdf>;
- Mee L.D., Topping G. (1999). Black Sea Pollution Assessment. *Black*

- Sea Environmental Series*, 10: 1-380;
- Nenciu M., Niță V., Țoțoiu A. (2020). Zoo-Sanitary Survey for Potential Mussel Aquaculture Zone Designation at the Romanian Coast. *Scientific Papers, Series D, Animal Science*, LXIII (1): 469-474;
- Niculescu D., Vlăsceanu E., Marin D., Mateescu R. (2021). GIS-Based Assessment of the Romanian Marine and Coastal Areas Hydrodynamical Characteristics as Part of Maritime Spatial Planning. *Cercetări Marine*, 51 (1): 6 - 13, <https://doi.org/10.55268/CM.2021.51.6>;
- Niță V., Massa F., Fourdain L., Nenciu M. (2020). Establishing the Suitability of the Agigea - Eforie Area for Designation as Allocated Zone for Aquaculture (AZA) and for Unlocking the Potentiality of Mariculture in Romania. *Cercetări Marine/Marine Research Journal*, 50(1): 152-173;
- Niță V., Nenciu M.I. (2020). *Ghid practic de conchilicultură*. București, Editura CD Press, ISBN 978-606-528-510-1: 1-81;
- Niță V., Theodorou J., Nicolaev S., Nenciu M.I. (2019). Advancing Shellfish Aquaculture as a Sustainable Food Procurement Option in Emerging Black Sea Riparian Countries: Romania Country Report. *Scientific Papers. Series D. Animal Science*, LXII (2): 364-370;
- Oguz T., Velikova V. (2010). Abrupt Transition of the Northwestern Black Sea Shelf Ecosystem from a Eutrophic to an Alternative Pristine State. *Marine Ecology Progress Series*, 405: 231-242;
- PAP (2021-2027). Programul pentru Acvacultură și Pescuit 2021-2027. Disponibil spre consultare: <https://ampeste.ro/pap-2021-2027/programul-pentru-acvacultura-si-pescuit-2021-2027.html>;
- PL-x nr. 474/2021 Proiectul Legii Acvaculturii. Disponibil spre consultare: https://www.cdep.ro/pls/proiecte/docs/2021/pr474_21.pdf;
- Peres J.-M. (1961). *Océanographie Biologique et Biologie Marine. Tome Premier. La Vie Benthique*. Presses Universitaires de France, Paris: 1-541;
- Pora A.E. (1977). Le probleme d'eau saumâtre en general. *Biologie des Eaux Saumâtres de la Mer Noire. Premier Partie*. Institut Roumain de Recherches Marines, Constanta, Roumanie: 7-

- Riley J.P., Chester R. (1971). *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press London and New York: 1-465;
- Riley J.P., Skirrow G. (1965). *Chemical Oceanography*, Vol. II. Academic Press London and New York: 1-647;
- Sanchez-Jerez P., Karakassis I., Massa F., Fezzardi D., Aguilar-Manjarrez J., Soto D. și colab. (2016). Aquaculture's Struggle for Space: The Need for Coastal Spatial Planning and the Potential Benefits of Allocated Zones for Aquaculture (AZAs) to Avoid Conflict and Promote Sustainability. *Aquaculture Environment Interactions*, 8: 41–54;
- Schlitzer R. (2021): Ocean Data View, www.odv.awi.de;
- Volkoff H., Rønnestad I. (2020) Effects of Temperature on Feeding and Digestive Processes in Fish. *Temperature (Austin)*, 7(4):307-320. doi: 10.1080/23328940.2020.1765950;
- Zhang X., Zhang Y., Zhang Q., Liu P., Guo R., Jin S., Liu J., Chen L., Ma Z., Liu Y. (2020). Evaluation and Analysis of Water Quality of Marine Aquaculture Area. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17: 1446. <https://doi.org/10.3390/ijerph17041446>.

Volum realizat în cadrul proiectului POPAM 2014 - 2020 „Suport științific și informațional pentru stimularea creșterii albastre prin alocarea zonelor de acvacultură la Marea Neagră” - acronim CreAZA, Cod SMIS 155224, Cod apel: POPAM/997/2/3/Articolul 51, Măsura II.7 - Creșterea potențialului siturilor de acvacultură, nr. contract: 644/2022.

ISBN 978-973-0-37930-3