

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
RECTORATUL

Către

Vă facem cunoscut că, în ziua de **16.03.2017** la ora **11.00**, în **Sala de Consiliu a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului**, va avea loc susținerea publică a tezei de doctorat intitulată:

"Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lentice în curs de eutrofizare-lacul Amara"

**ELABORATĂ DE DOAMNA OFELIA AXINTE (CORTEL) ÎN VEDEREA CONFERIRII
TITLULUI ȘTIINȚIFIC DE DOCTOR.**

COMISIA DE DOCTORAT ESTE ALCĂTUITĂ DIN:

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1. Conf. univ. dr. habil. ing. Irina Volf
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași | președinte |
| 2. Conf. univ.dr. habil. chim. Laura Bulgariu
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași | conducător de doctorat |
| 3. Prof. univ. dr. ing. Maria Gavrilescu
Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași | referent oficial |
| 4. Prof. univ. dr. habil. chim. Cecilia Arsene
Universitatea "Al. I. Cuza" din Iași | referent oficial |
| 5. Conf. univ. dr. chim. Lucia Carmen Trincă
Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară "Ion Ionescu de la Brad" din Iași | referent oficial |

**CU ACEASTĂ OCAZIE VĂ INVITĂM SĂ PARTICIPAȚI LA SUSȚINEREA PUBLICĂ A
TEZEI DE DOCTORAT.**

RECTOR,
PROF.UNIV.DR.ING. Dan Cașcaval

SECRETAR UNIVERSITATE,
ING.Cristina Nagiț





**UNIVERSITATEA TEHNICĂ
„GHEORGHE ASACHI” IAȘI
FACULTATEA DE INGINERIE CHIMICĂ
ȘI PROTECȚIA MEDIULUI
DEPARTAMENTUL DE INGINERIA MEDIULUI**



Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lentice în curs de eutrofizare- lacul Amara

- TEZĂ DE DOCTORAT -

**Coordonator științific,
Conf. dr. habil. chim. LAURA BULGARIU**

**Doctorand,
biol. OFELIA AXINTE (CORTEL)**

IAȘI, 2017

CUPRINS

Introducere.....	1
Capitolul I. POLITICI DE REDUCERE A POLUĂRII APELOR	7
I.1. Poluarea apelor.....	7
I.2. Directiva Cadru Apă.....	9
I.3. Legislația românească.....	18
I.4. Concluzii.....	24
Capitolul II. EUTROFIZAREA ECOSISTEMELOR ACVATICE.....	26
II.1. Ecosistemele lentice.....	26
II.2. Trofismul ecosistemelor lentice.....	28
II.3. Eutrofizarea ecosistemelor lentice.....	35
II.4. Concluzii.....	38
Capitolul III. LACUL AMARA.....	40
III.1. Lacul Amara- poziție geografică.....	40
III.2. Lacul Amara-caracteristicile ecosistemului.....	41
III.3. Lacul Amara- importanță socio-economică.....	44
III.4. Concluzii.....	47
Capitolul IV. METODOLOGIA EXPERIMENTALĂ.....	48
IV.1. Metodologia monitorizării calității apelor de suprafață.....	48
IV.2. Prelevarea probelor de apă din lacul Amara.....	53
IV.3. Metodele utilizate pentru analiza probelor de apă.....	57
IV.3.1. Determinarea temperaturii.....	58
IV.3.2. Determinarea transparenței.....	59
IV.3.3. Determinarea pH-ului.....	60
IV.3.4. Determinarea culorii.....	60
IV.3.5. Determinarea conductivității electrice.....	60
IV.3.6. Determinarea azotaților.....	62
IV.3.7. Determinarea azotiților.....	64
IV.3.8. Determinarea ortofosfaților și a fosforului total.....	65
IV.3.9. Determinarea oxigenului dizolvat.....	67
IV.3.10. Determinarea CBO ₅	68
IV.3.11. Inventarierea macrofitelor.....	68
IV.3.12. Determinarea materiilor în suspensie.....	69
IV.3.13. Determinarea bicarbonaților.....	70
IV. 4. Prelucrarea și modelarea datelor experimentale.....	70
IV. 4.1. Prelucrarea statistică a datelor experimentale.....	70
IV. 4.2. Simularea stării de eutrofizare a lacului Amara - Programul PAMOLARE.....	72
IV.5. Concluzii.....	75
Capitolul V. EVALUAREA STĂRII DE EUTROFIZARE A LACULUI AMARA	77
V.1. Caracterizarea procesului de eutrofizare în lacul Amara.....	77
V.2. Parametri utilizați în caracterizarea procesului de eutrofizare a lacului Amara, perioada 2006- 2010.....	79
V.2.1. Regimul termic.....	80
V.2.2. Transparența.....	81
V.2.3. Evoluția pH-ului.....	84
V.2.4. Conductivitatea.....	86
V.2.5. Materii în suspensie.....	88

V.2.6. Bicarbonații.....	90
V.2.7. Alcalinitatea.....	92
V.2.8. Oxigenul dizolvat.....	93
V.2.9. Consumul biologic de oxigen.....	98
V.2.10. Regimul nutrienților.....	104
V.2.11. Biomasa fitoplanctonică.....	104
V.2.12. Indicele de stare trofică.....	106
V.2.13. Biocenoza.....	108
V.3. Evoluția eutrofizării lacului Amara- simularea procesului prin aplicarea programului PAMOLARE.....	109
V.4. Concluzii.....	113
Capitolul VI. MANAGEMENTUL ADAPTAT SCOPULUI DEZVOLTĂRII DURABILE A LACULUI AMARA.....	114
VI.1. Conceptul de dezvoltare durabilă.....	114
VI.2. Analiza SWOT a Ariei Protejate Amara.....	115
VI.3. Măsurile de management pentru dezvoltarea durabilă a lacului Amara.....	129
VI.4. Concluzii.....	140
Capitolul VII. EFECTELE MĂSURILOR DE MANAGEMENT APLICATE PE LACUL AMARA.....	141
VII.1. Monitorizarea impactului înființării zonei verzi limitrofe a lacului Amara.....	141
VII.2. Evoluția indicatorilor gradului de eutrofizare în urma aplicării măsurilor de management, perioada 2011-2015.....	142
VII.2.1. Regimul termic.....	143
VII.2.2. Transparența.....	144
VII.2.3. Evoluția pH-ului.....	146
VII.2.4. Conductivitatea.....	149
VII.2.5. Materii în suspensie.....	150
VII.2.6. Bicarbonații.....	152
VII.2.7. Alcalinitatea.....	153
VII.2.8. Oxigenul dizolvat.....	154
VII.2.9. Consumul biologic de oxigen.....	156
VII.2.10. Regimul nutrienților.....	158
VII.2.11. Biomasa fitoplanctonică.....	162
VII.2.12. Indicele de stare trofică.....	164
VII. 2.13. Biocenoza.....	165
VII.3. Evoluția clasei globale de calitate.....	166
VII.4. Prognoza evoluției stării trofice a lacului Amara.....	169
VII.5. Concluzii.....	171
CONCLUZII	175
BIBLIOGRAFIE.....	181

Introducere

La nivel global, apa reprezintă o resursă limitată. Asupra acestei prețioase resurse activitatea antropică exercită presiuni de ordin cantitativ și calitativ.

Eutrofizarea corpurilor de apă dulce (dar nu numai a lor, deoarece au fost observate „înfloriri” algale și în Marea Neagră, în golfuri și în estuare marine) constituie în prezent principala problemă care îi preocupă pe cercetători și pe factorii de decizie politică și economică. Eutrofizarea, datorată poluării cu nutrienți proveniți din activitatea umană, accelerează procesul de îmbătrânire a lacurilor, accelerează succesiunea ecologică, ceea ce ar putea conduce, în unele cazuri, la „ștergerea” de pe hartă a unor lacuri puțin adânci, aflate în zone puternic antropizate, cum este cazul lacului Amara.

Cercetările efectuate în ultimii ani nu au dus la descoperirea unui model care să poată fi aplicat tuturor lacurilor, fiecare având particularitățile sale. De aceea, studierea fenomenului de eutrofizare, cu aplicație pe lacul Amara, precum și pentru cât mai multe corpuri lacustre, contribuie la caracterizarea cât mai cuprinzătoare a acestor ecosisteme, care duc la identificarea tipului de eutrofizare, a cauzelor principale și a metodelor de încetinire, stopare sau chiar reversare a procesului, și reprezintă punctul de plecare în realizarea unui plan de management bazinal care să permită o dezvoltare durabilă a zonei. Plecând de la informațiile din literatură au putut fi evidențiate o serie de aspecte ale procesului de eutrofizare din lacul Amara identice cu procesele de eutrofizare observate și pentru alte lacuri asemănătoare din punct de vedere geomorfologic. Dintre metodele de stopare și de reversare a procesului de eutrofizare, înființarea de perdele verzi de protecție reprezintă metoda care a fost cel mai puțin investigată, dar a cărei caracterizare și utilizare ar spori șansele ca managementul bazinal să producă efectele favorabile dorite, fără o creștere semnificativă a costurilor de implementare. Deși există un număr semnificativ de publicații care tratează eutrofizarea lacurilor, literatura de specialitate nu oferă prea multe informații privind posibilitatea aplicării unor metode unice, universale, eficiente și fiabile pentru rezolvarea acestui fenomen care tinde să se generalizeze.

În acest context, teza de doctorat intitulată „*Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lentice în curs de eutrofizare- lacul Amara*” are ca **obiectiv principal studiul și analiza procesului de eutrofizare a ecosistemului lentic Amara în scopul propunerii și aplicării de măsuri de management pentru stoparea și reversarea procesului de degradare a lacului.**

Pentru îndeplinirea obiectivului principal, au fost formulate și realizate următoarele **obiective specifice**:

1. Prezentarea metodelor experimentale folosite în timpul monitorizării și a principalilor indicatori de calitate monitorizați;
2. Prezentarea structurii programului de monitoring desfășurat pe lacul Amara pentru principalii indicatori ai gradului de eutrofizare;
3. Monitorizarea lacului Amara în ceea ce privește starea trofică și ecologică a acestuia;
4. Descrierea stadiului procesului de eutrofizare în lacul Amara la momentul propunerii temei tezei de doctorat, ca stare de referință, prin analiza transparenței, regimului termic, compoziției ionice, pH-ului, regimul oxigenului, regimul nutrienților și analiza biocenozelor;
5. Simularea procesului de eutrofizare pornind de la valorile inițiale ale indicatorilor și evoluția acestui proces, pe o perioadă de 3 ani;
6. Analiza SWOT a ecosistemului lentic Amara și propunerea de măsuri de management pentru dezvoltarea durabilă a lacului Amara;
7. Monitorizarea impactului înființării zonei verzi limitrofe a lacului Amara prin analiza evoluției indicatorilor gradului de eutrofizare;
8. Realizarea unei prognoze a evoluției stării trofice a lacului Amara în anii ulterioari înființării centurii de protecție.
9. Formularea de concluzii și recomandări în vederea utilizării perdelelor verzi de protecție în scopul dezvoltării durabile a ecosistemelor lentice eutrofizate sau în curs de eutrofizare datorită preponderent poluărilor de natură antropică, cu nutrienți.

Pentru îndeplinirea obiectivului principal și a obiectivelor specifice, teza de doctorat a fost structurată în șapte capitole urmate de concluzii și bibliografie.

Teza de doctorat este structurată în două părți: partea I- **Studiu de documentare**, care prezintă stadiul actual al cunoașterii în privința fenomenului eutrofizării, așa cum rezultă din lucrările științifice existente, și partea a II-a- **Contribuții originale** – în care sunt prezentate rezultatele analizei proprii privind caracterizarea stării trofice a ecosistemului reprezentat de lacul Amara.

Analiza critică realizată în cadrul capitolelor I-III a permis formularea obiectivului principal și a obiectivelor specifice ale tezei de doctorat, așa cum au fost ele menționate anterior.

În **Capitolul IV**, intitulat **Metodologia experimentală**, au fost prezentate modalitățile și tehnicile de prelevare a probelor de apă din lacul Amara, care respectă metodologia monitorizării calității apelor de suprafață reglementată de OM 31/2006 pentru aprobarea Manualului pentru Modernizarea și Dezvoltarea Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din România – SMIAR. Sunt, de asemenea, descrise, metodele utilizate pentru analiza probelor de apă, conform STAS-urilor în vigoare la momentul prelucrării acestora. Datele experimentale au fost prelucrate prin metode statistice, iar simularea stării de eutrofizare a fost realizată folosind softul PAMOLARE (Planning and Management of Lakes and Reservoirs Focusing on Eutrophication), pus la dispoziția cercetătorilor și a inginerilor de mediu de U.N.E.P (United Nations Environment Programme).

În **Capitolul V**, intitulat **Evaluarea stării de eutrofizare a lacului Amara** s-a realizat caracterizarea procesului de eutrofizare în lacul Amara prin analiza următorilor parametri: transparența, regimul termic, conductivitatea, pH-ul, materii în suspensie, alcalinitatea, regimul oxigenului, regimul nutrienților și biocenoza. Această analiză se referă la perioada 2006-2010, fiind urmată de simularea procesului de eutrofizare și de o prognoză a acestuia pentru o perioadă de trei ani. Analiza și simularea au relevat importanța și gravitatea efectelor eutrofizării pe termen mediu și lung asupra ecosistemului reprezentat de lacul Amara și asupra oportunităților de dezvoltare durabilă a zonei.

Capitolul VI, intitulat **Managementul adaptat scopului dezvoltării durabile a lacului Amara**, definește conceptul de dezvoltare durabilă, cu aplicație pe particularitățile morfologice, sociale și economice ale lacului Amara și zonei sale limitrofe. Analiza SWOT a ariei protejate oferă suportul necesar elaborării măsurilor de management care să armonizeze interesele antropice cu preservarea capitalului natural. Dintre măsurile de management propuse, a fost implementată reînființarea zonei verzi limitrofe (care fusese defrișată în anul 1980) datorită posibilității utilizării proiectelor europene pentru dezvoltare. Proiectul a prevăzut fondurile necesare studiului de fezabilitate, achiziționării și plantării puieților de *Acer campestre*, specie selectată pentru reîmpădurire datorită rezistenței sale în mediu.

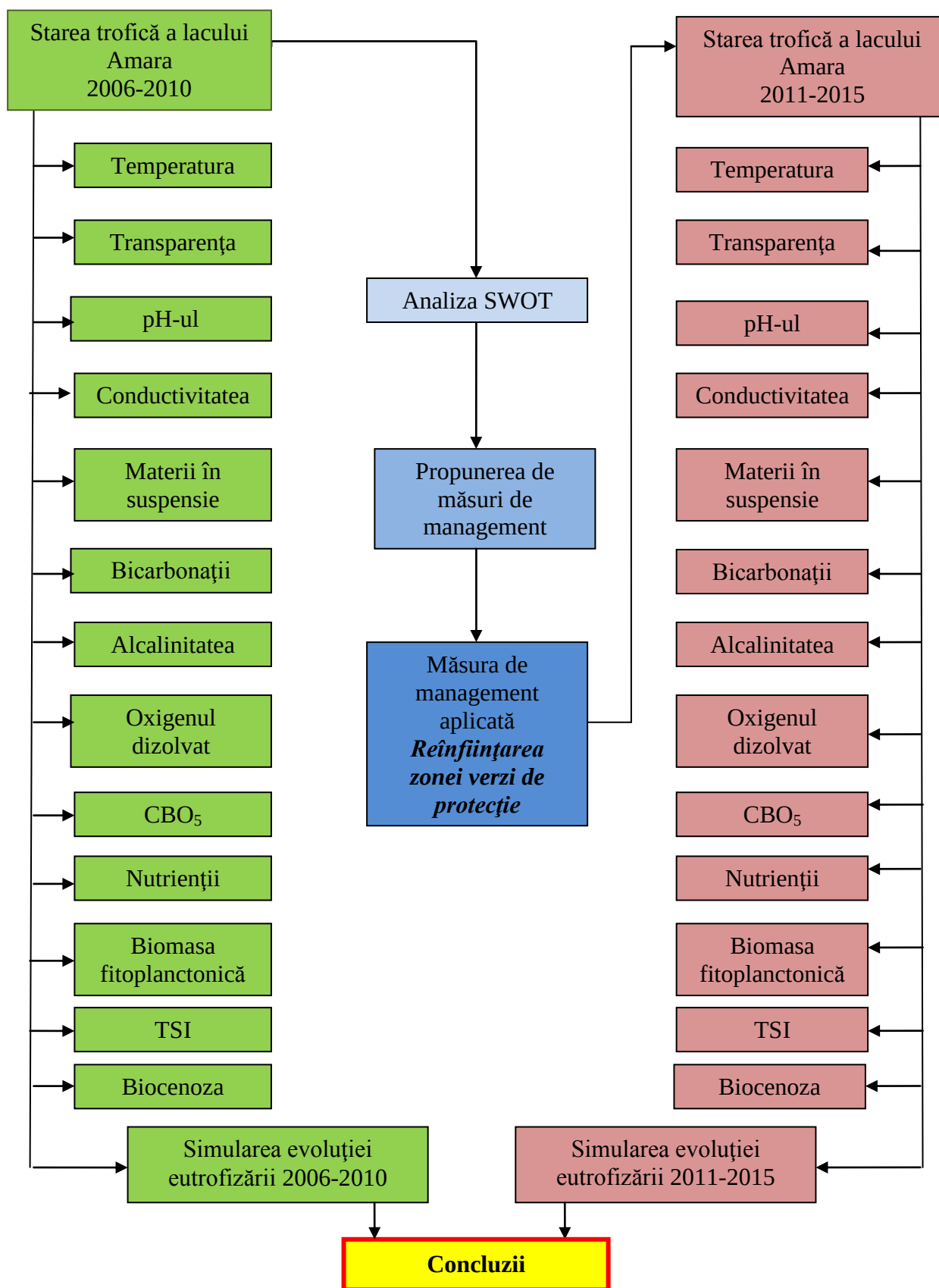
În **Capitolul VII**, intitulat **Efectele măsurilor de management aplicate pe lacul Amara** s-a realizat analiza impacturilor generate în mediu de implemetarea măsurii de management propuse, plantarea zonei verzi tampon, în anul 2010. Au fost monitorizați și analizați aceiași parametri din perioada anterioară (transparența, regimul termic, conductivitatea, pH-ul, materii în suspensie, alcalinitatea, regimul oxigenului, regimul nutrienților și biocenoza). Analiza perioadei 2011-2015, ulterioară reîmpăduririi, a fost urmată de o nouă simulare pe trei ani a evoluției procesului de eutrofizare, ambele punând în evidență eficiența aplicării măsurii de management propuse, dar și necesitatea propunerii și aplicării altor măsuri de management și continuarea eforturilor de stopare și de reversare a procesului de eutrofizare.

Teza de doctorat include, de asemenea **Concluzii finale** și **Bibliografia** care a stat la baza documentării în vederea elaborării tezei de doctorat. Concluziile prezintă contribuțiile la caracterizarea procesului de eutrofizare din lacul Amara. Descrierea evoluției principalilor indicatori ai gradului de eutrofizare reprezintă o bază de date care poate fi pusă la dispoziția factorilor de decizie pentru a fundamenta planurile de management și poate constitui, de asemenea, o stare referință pentru caracterizarea altor ecosisteme aflate în curs de eutrofizare.

Structura generală a tezei este reprezentată mai jos, în formă schematică.

Teza de doctorat a fost elaborată în cadrul Școlii Doctorale a Facultății de Inginerie Chimică și Protecția Mediului – Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, analizele fiind efectuate în laboratorul Direcției de Ape Buzău- Ialomița, filiala Slobozia

Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lactice în curs de eutrofizare- lacul Amara



CAPITOLUL I- Politici de reducere a poluării apelor cu nutrienți

Apa reprezintă cea mai importantă resursă a capitalului natural, fără de care viața nu este posibilă. Modalitățile de utilizare a apei sunt foarte diverse și la fel de diverse sunt modurile de poluare: punctiformă, difuză, accidentală, continuă, naturală, antropică, cu compuși organici sau anorganici, radioactivă, cu specii alohtone, etc. Efectele poluării sunt mai mult sau mai puțin vizibile în funcție de tipul de folosință a corpului acvatic, de intensitatea și tipul poluării, de poziția geografică și de substratul geomorfologic al acviferului.

Problemele ridicate de poluarea apei sunt în atenția specialiștilor și a factorilor de decizie, iar, în a doua jumătate a secolului al XX-lea, aceste preocupări s-au concretizat în congrese, conferințe, convenții, seminarii, ș.a., care au avut ca rezultat încheierea de acorduri între state. Aceste acorduri au propus măsuri de reducere a poluării, au stabilit obiective de conservare și de îmbunătățire a calității apei, contravenții sau alte metode de sancționare a poluatorilor. Adoptarea de către Consiliul Europei în anul 2000 a Directivei Cadru Ape reprezintă un jalon important în conștientizarea și implementarea politicilor de mediu.

La nivel național, cele mai importante acte normative, care sunt încă în vigoare, sunt: OM 161/2006 pentru aprobarea „Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă” și Legea 112/2006 pentru modificarea și completarea Legii Apelor 107/1996. Legislația românească trebuie să reflecte și să transpună obiectivele Directivei Cadru Apă astfel încât să se atingă scopul principal al acesteia: starea bună și foarte bună a tuturor corpurilor de apă.

CAPITOLUL II- Eutrofizarea ecosistemelor acvatice

Ecosistemele acvatice se clasifică în funcție de mai multe criterii. După criteriul mobilizării corpului acvatic se clasifică în lotice (curgătoare) și lentice (stătătoare). Ecosistemele lentice se clasifică, la rândul lor, în funcție de adâncime, salinitate, zonă geografică, altitudine, morfologie, etc. Apa lacurilor poate prezenta stratificare, în funcție de adâncime, fiecare strat având, trasături fizico-chimice și biologice diferite în ceea ce privește: temperatura, concentrația de oxigen, densitatea, salinitatea, asociațiile de viețuitoare. Pentru a supraviețui și a se dezvolta, biocenoza din lacuri are nevoie de nutrienți. Starea trofică a unui ecosistem acvatic descrie atât concentrația și tipul nutrienților, rețeaua trofică existentă, cât și procesele care au loc în apă. Din punct de vedere al stării trofice, apele se clasifică în: ultraoligotrofe, oligotrofe, mezotrofe, eutrofe și hipertrofe. Principalii indicatori de calitate ai stării trofice sunt: fosforul total, azotul mineral total, biomasa fitoplanctonică și clorofila „a”. Deoarece apa lacurilor influențează și este influențată de zonele adiacente (aport de nutrienți, umiditate, aport de praf, temperatură, etc.) statutul trofic se referă la întregul bazin de recepție. Eutrofizarea este un fenomen îngrijorător datorită efectelor nedorite asupra folosințelor din bazinele hidrografice afectate: apa nu mai este proprie consumului uman, are aspect, gust, miros neplăcute, circulația ambarcațiunilor este îngreunată sau chiar blocată, dispar specii valoroase și sunt înlocuite cu specii oportuniste, etc. Măsurile de corectare a stării eutrofe sunt costisitoare, laborioase, iar efectele nu sunt întotdeauna cele așteptate, astfel încât, măsurile de prevenire sunt cele care pot avea o eficiență mai mare.

CAPITOLUL III. Lacul Amara

Lacul Amara este un liman fluviatil al râului Ialomița, este situat în parte de Sud-Est a României, pe o intercalație argiloasă aflată pe un orizont de tip loessoid provenit din Pleistocen și Holocen. Apa lacului este de tip salmastru datorită condensărilor din timpul geomorfogenezei, în cuveta acestuia formându-se nămol terapeutic de tip sapropelic, Amara fiind unul dintre cele cinci lacuri de acest tip de la noi din țară. Adâncimea maximă este de 4 m, iar cea medie este de 1.4 m. Din acest punct de vedere lacul se încadrează în categoria lacurilor puțin adânci, a căror particularitate este aceea că procesul de colmatare, deci succesiunea ecologică poate fi accelerată. În ultimul deceniu, lacul a fost încadrat în stările trofice **eutrof** și **hipertrof**, stările ecologice nivel **III, IV, V** (calitate moderată, slabă,

proastă) aspectul său suferind degradări ușor detectabile: exces de macrofite acvatice, explozii algale, invadarea malurilor de către asociații de stuf și de papură, reducerea luciului liber de apă. Unele golfuri sunt deja colmatate, transformate în zone umede (bălți) și chiar izlaz. În parte de nord se întind orașul și stațiunea balneoclimaterică omonime. Ocupațiile și veniturile locuitorilor din orașul Amara provin din turismul estival (de agrement, recuperatoriu, de tratament și de întreținere) practicat pe cele cinci plaje amenajate. Complexul de lacuri Amara-Fundata (alt lac în care se formează nămol sapropelic, din Județul Ialomița) a fost declarat Arie de Protecție Specială Avifaunistică (SPA) în anul 2004 deoarece reprezintă un habitat pentru 10 specii de păsări care necesită conservare, 33 specii de păsări care necesită protecție strictă și 14 specii de interes comunitar. În sezonul estival, în acest SPA, sunt peste 20 000 de păsări care cuibăresc, se hrănesc sau sunt păsări de pasaj.

CAPITOLUL IV. Metodologia experimentală

Metodologia de monitorizare a calității apelor de suprafață este reglementată de OM 31/2006 pentru aprobarea Manualului pentru Modernizarea și Dezvoltarea Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din România – SMIAR. Acesta prevede ca, în cazul apariției fenomenului de eutrofizare sau în cazul poluărilor accidentale, frecvența monitorizării să fie mărită de la 4/an, la un număr suficient de mare (lunară) atâta timp cât aceste fenomene persistă, în perioada de vegetație mai-septembrie.

Dintre elementele de calitate, cele fizico-chimice (transparența, temperatura, pH-ul, conductivitatea, reziduul fix, oxigenul, nutrienții) se monitorizează prin programele de supraveghere și cele operaționale, de patru ori pe an, iar cei biologici au frecvențe diferite: fitoplanctonul 4/an, microfitorosul și zoobentosul 1/an, iar macrofitele o dată la trei ani.

Programul de monitorizare a calității apei în lacul Amara s-a desfășurat până în anul 2006 în 13 puncte de prelevare, de patru ori pe an, dar în perioada 2006-2015 monitorizarea a fost discontinuă. În 2006 au fost monitorizate 6 puncte de prelevare a probelor cu o frecvență de nouă ori pe an, în 2007 s-a monitorizat un punct de prelevare în patru campanii, între 2008-2014 au fost monitorizate două puncte de prelevare, cu câte patru campanii, iar în 2015 au fost monitorizate două puncte de prelevare în numai două campanii.

Din anul 2016, lacul a ieșit de sub supravegherea Administrației Bazinale Buzău-Ialomița, sarcina supravegherii, dar numai din punct de vedere bacteriologic, revenind Direcției de Sănătate Publică, fiind considerat lac terapeutic, bun pentru înbăiere.

Prelevarea, conservarea și analizarea probelor s-a făcut în laboratorul Administrației Bazinale Buzău-Ialomița, în afara de temperatura apei, temperatura aerului și transparența- care s-au determinat la fața locului, respectându-se standardele în vigoare.

CAPITOLUL V- Evaluarea stării de eutrofizare a lacului Amara

V.1.Caracterizarea procesului de eutrofizare a lacului Amara

Procesul de eutrofizare a lacului Amara este o consecință a activității antropice. Lacul Amara este exploatat în scopuri terapeutice și turistice de aproximativ șaptezeci de ani (Sandu, 2004) În această perioadă, pe malul nordic, s-a dezvoltat o rețea de hoteluri dotate cu baze de tratament, care au intrat în circuitul turistic și balnear organizat de stat. Imediat după anul 1989, aceste complexe turistice (al tineretului, al sindicatelor, al pensionarilor, al taberelor școlare), care corespund celor cinci plaje (Lebăda, Splendid, Mircești, plaja pentru copiii din cadrul taberei, plaja pentru nudiști), au intrat într-o perioadă de regres economic și nu au mai fost susținute financiar de către proprietari (Uniunea Tinerilor Comuniști- UTC, Uniunea Generală a Sindicatelor din România- UGSR, Casa Pensionarilor, Taberele Școlare). Falezele cimentuite (construite înainte de 1989) care se întindeau pe întregul mal al lacului s-au degradat în lipsa unei întrețineri corespunzătoare, și au fost invadate de stuf și de papură, contribuind la fixarea sedimentelor. (Figura V.1.)



Figura V.1. Zonă litorală pe lacul Amara

De asemenea, plaje mai mici, neamenajate, micile debarcadere, au devenit nefuncționale, fiind și ele invadate de stuf. În *Figura V.1.* este prezentată o porțiune din malul betonat și invadat de stuf lacului Amara, în care efectele poluării și ale eutrofizării (explozia algală și dezvoltarea macrofitelor) sunt ușor de observat.

Se impune realizarea unui studiu complex al proceselor fizico-chimice și biologice care se desfășoară în lac, iar punctul de plecare al unui astfel de studiu îl reprezintă valorile indicatorilor generali în raport cu care se realizează clasificarea calității apei. Acești indicatori sunt:

- a) indicatori fizico-chimici (regim termic, transparență, pH, materii în suspensie);
- b) salinitate (conductivitate, alcalinitate, bicarbonați);
- c) compoziție ionică, oxigen, nutrienți);
- d) regimul oxigenului (oxigen dizolvat, CBO₅)
- e) regimul nutrienților (azotiți, azotați, ortofosfați);
- f) indicatori ai gradului de eutrofizare (fosfor total, azot mineral total, biomasă fitoplanctonică).

Cu ajutorul valorilor determinate pentru ultimii doi indicatori ai gradului de eutrofizare, a fost calculat raportul N/P, care reprezintă un alt parametru foarte important în descrierea condițiilor specifice apariției „înfloririlor algale”, iar cu ajutorul valorilor determinate pentru fosforul total a fost calculat și analizat indicele de stare trofică (**TSI**) necesar încadrării apei lacului Amara întruna dintre categoriile trofice: oligotrof, mezotrof, eutrof, hipertrof. În scopul descrierii complete a procesului de eutrofizare au fost realizate o prognoză a acestuia, folosind programul PAMOLARE și o analiză SWOT care să permită propunerea și adoptarea unor măsuri pentru dezvoltarea durabilă a zonei.

V.2. Parametri fizico-chimici utilizați în caracterizarea stării trofice a lacului Amara

V.2.1. Regimul termic

Pentru punctele „Mijloc lac”, „Coadă lac (Mircești)”, și „Ieșire Complex Perla”, unde adâncimea este maximă (4.1 m), există un anumit grad de stratificare, probele prelevate atât din epilimnion, cât și din hipolimnion (termeni folosiți în documentele oficiale ale Direcției de Ape Buzău-Ialomița), indicând o diferență de temperatură de maxim 4°C. În anul 2006, de exemplu, când au existat 9 campanii de recoltare (cele mai multe dintre anii 2006-2015), pentru punctul „Coadă lac (Mircești)” s-au recoltat probe de la adâncimi diferite (suprafață și limită zonă fotică), iar valorile măsurate au indicat diferențe de temperatură mici în lunile mai, iunie și nesemnificative în lunile aprilie, august și septembrie, nefiind indentificată o stratificare termică propriu-zisă a apei din lac. Mai mult, în lunile martie, octombrie și noiembrie nu au fost înregistrate diferențe între straturi, întreaga masă de apă a lacului având aceeași temperatură. Pentru lunile decembrie, ianuarie, februarie nu au fost făcute măsurători de temperatură. Reprezentând grafic valorile de temperatură măsurate în anul 2006 (*Anexa 10*), se observă creșterea temperaturii în perioada de vară și scăderea acesteia primăvara și toamnă, precum și lipsa stratificării termice. (*Figura V.2.*)

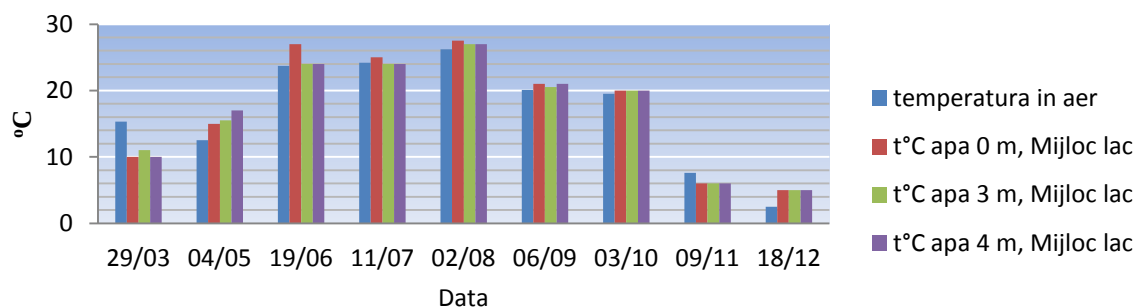


Figura V.2. Dinamica temperaturii (°C) în aer și în apă, 2006, Amara, „Mijloc lac”

Temperatura apei măsurată pentru aceste probe fiind foarte apropiată (o diferență de 0.5 °C), poate fi considerată constantă pentru campania respectivă. Temperatura apei acestor probe fiind foarte apropiată, poate fi considerată constantă pentru campania respectivă. Consumul biologic de oxigen, însă, prezintă diferențe semnificative: 7.79 mgO/L în profilul de suprafață și 3.96 mgO/L la limita zonei fotice (perioadă de înflorire algală). Diferențele valorice ale parametrilor cuantificați se datorează celorlalte caracteristici fizico-chimice ale apei din lac: luminozitate, pH, conductivitate, ș.a.

V.2.2. Transparența

Indicele de transparență, reprezentat de raportul dintre T= transparență și A= adâncime (T/A) este asociat cu dezvoltarea macrofitelor. La un indice mai mic de 0.20, acestea nu au condiții de luminozitate pentru a putea fotosintetiza substanțe organice. (Botnariuc, 1961)

Lacurile puțin adânci au, de obicei, o transparență redusă, deoarece masele de aer în mișcare determină apariția valurilor și a curenților, ceea ce duce la antrenarea depozitelor de la baza cuvetei, ducând la creșterea cantității de materii aflate în suspensie în masa apei. Acest fenomen este întâlnit și în lacul Amara, a cărui adâncime maximă este de 4.1 m.

Creșterea cantității de materii în suspensie determină reducerea limitei zonei fotice, însă valorile indicelui de transparență nu scad sub 0.20, fapt dovedit și de prezența macrofitelor în probele prelevate în cadrul campaniilor de recoltare. (Cocârlan, 2009)

Analizând valorile la care se situează zona fotică pentru anii 2008 și 2009, se constată descreșteri sezoniere spre finalul anotimpului cald, ce pot fi puse în corelație cu creșterea macrofitică, precum și cu acumularea materiilor în suspensie provenite din activități agricole, turistice, descompuneri, dejecții, alte tipuri de poluări. (Figura V.5.)

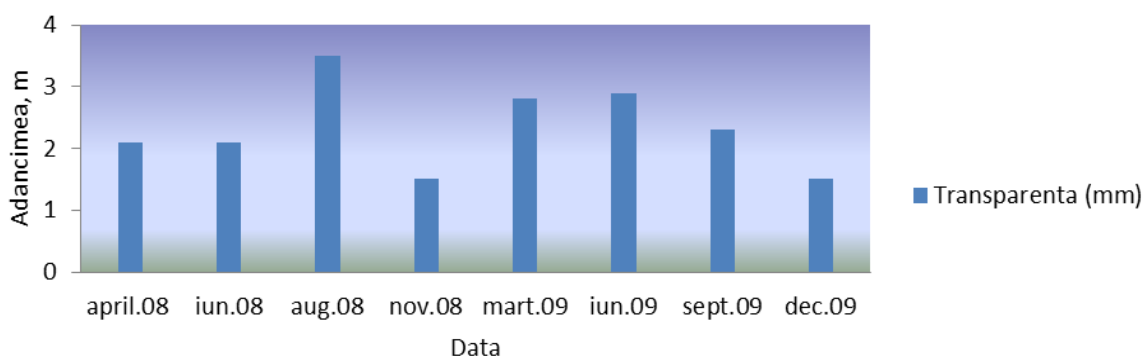


Figura V.5. Evoluția transparenței (m) apei în lacul Amara (2008-2009)

Analizând comparativ valorile indicilor de transparență (Anexa 7) pentru anii 2008-2009 se poate observa creșterea acestuia în lunile august-septembrie pentru anul 2008, un an cu regim termic foarte ridicat (25°C-

temperatura apei la momentul determinării) și în luna iunie pentru anul 2009 (22°C- temperatura apei la momentul determinării), un indice de transparență ridicat reprezentând un factor favorizant pentru exploziile algale. (Figura V.6.)

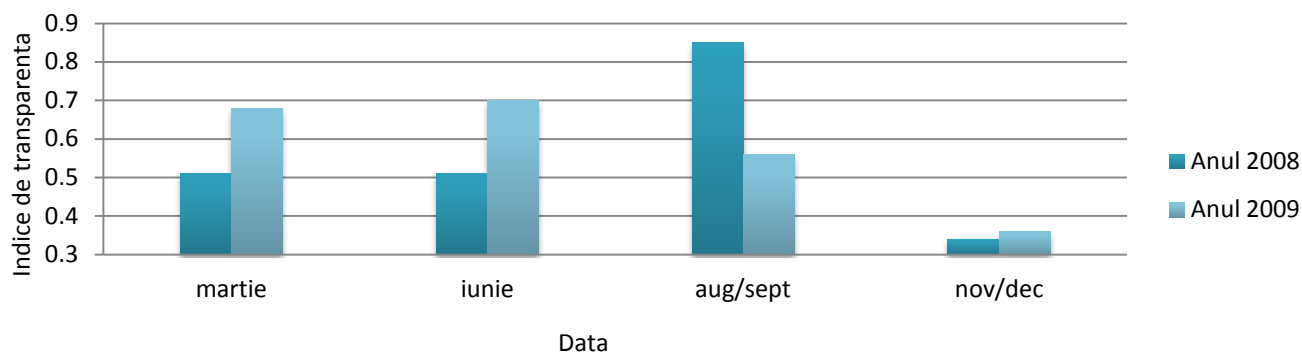


Figura V.6. Evoluțiile indicelui de transparență în lacul Amara, anii 2008 și 2009

Pentru cei doi ani comparați, indicii de transparență înregistrează o scădere în sezonul rece datorată acumulării de materii în suspensie în apă, provenite atât din procesele biochimice proprii, cât și aportului exogen (praf, alți poluanți solizi).

V.2.3. Evoluția pH-ului

Lacul Amara, este un lac continental și se încadrează în categoria lacurilor cu ape slab alcaline ($8 \leq \text{pH lac} \leq 9$). Astfel, valorile măsurate pentru apa din lacul Amara în anul 2006 – 9 campanii (Figura V.7.) au arătat că pe parcursul întregului an nu apar variații semnificative ale pH, toate valorile acestui parametru încadrându-se în intervalul 8,6 – 9,0, caracteristic lacurilor continentale slab alcaline. Acest lucru a permis reducerea numărului de determinări de pH pentru lacul Amara în anii următori (2007-2010). Anul 2006, a fost luat drept an de referință, datorită numărului mare de campanii de recoltare, și oferă o imagine asupra variației anuale a pH-ului, aceste valori având un trend anual ascendent. (Figura V.7.)

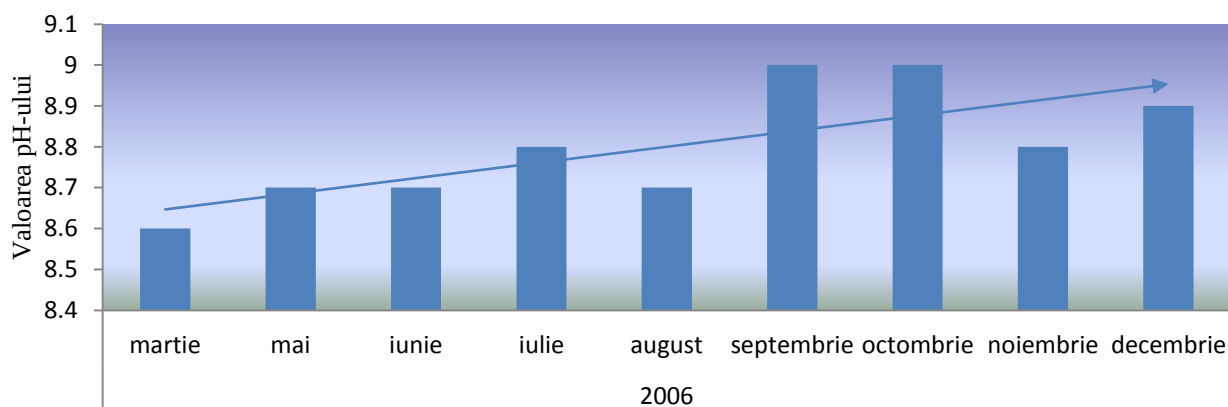


Figura V.7. Dinamica pH-ului, Amara, 2006 (medii pe puncte de prelevare)

Reprezentarea grafică a mediilor multianuale ale valorilor de pH pentru perioada 2006 – 2010 (Figura V. 8) indică totuși o ușoară creștere a pH în timpul perioadei de vegetație, valorile maxime fiind obținute spre sfârșitul acesteia. De asemenea, nu în fiecare an, după terminarea perioadei de vegetație, ecosistemul reușește să corecteze pH-ul apei, astfel încât acesta să revină la valoarea inițială (8,6) considerată în acest studiu.



Figura V.8. Dinamica pH-ului apei din lacul Amara, 2006-2010
(medii pe puncte de prelevare)

Analizând valorile obținute experimental (Figura V.8.) se poate observa o alcalinizare treptată a apei, în perioadele călduroase înregistrându-se perioade scurte de acidifiere. Această evoluție are efecte nefavorabile atât asupra peloidogenezei, cât și asupra biotei, în ansamblu.

V.2.4. Conductivitatea

Compoziția ionică, respectiv cationii (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , etc) și anionii (HCO_3^- , SO_4^- , Cl^- , etc) influențează biocenoza prin participarea acestora la formarea materiei organice prin procesul de fotosinteză.

În lacul Amara conductivitatea se înregistrează din anul 2009 folosindu-se metoda de determinare conform SR EN 27888 /1997, la 25 °C. Media se situează în jurul valorii de 21190 $\mu\text{S}/\text{cm}$, având tendință crescătoare în timpul verii din primăvară spre toamnă (Figura V.9.). Această tendință crescătoare se păstrează pentru fiecare an luat în studiu.

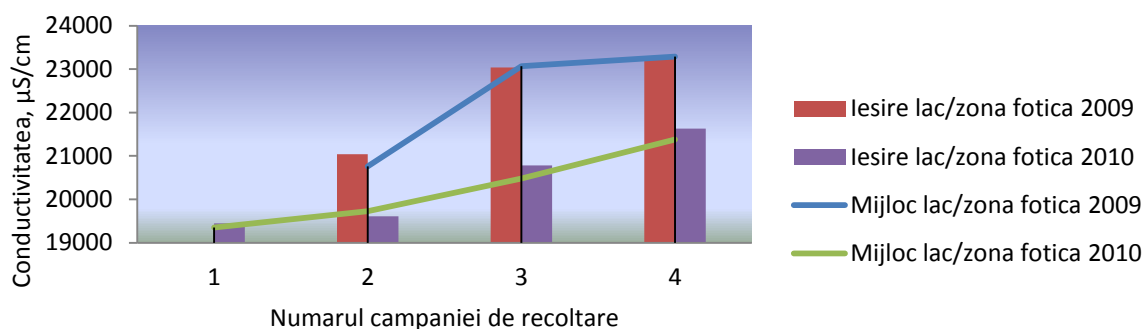


Figura V.9. Evoluția conductivității în timpul anotimpului cald ($\mu\text{S}/\text{cm}$),
Amara, 2006

În ceea ce privește gradul de mineralizare, cantitatea de săruri în apa lacului prezintă o scădere continuă, datorată, în principal, apelor slab mineralizate, freatice, care alimentează cuveta lacului. În prezent, gradul de mineralizare se situează în jurul valorii de 9 g/L, constant din anul 1997 (Anexa 4).

Din aportul total de apă în lac, 47.3% reprezintă apa provenită din izvoare subterane, 46.7 % reprezintă ape din precipitații, iar 6 % - percolările (Figura V.10.)

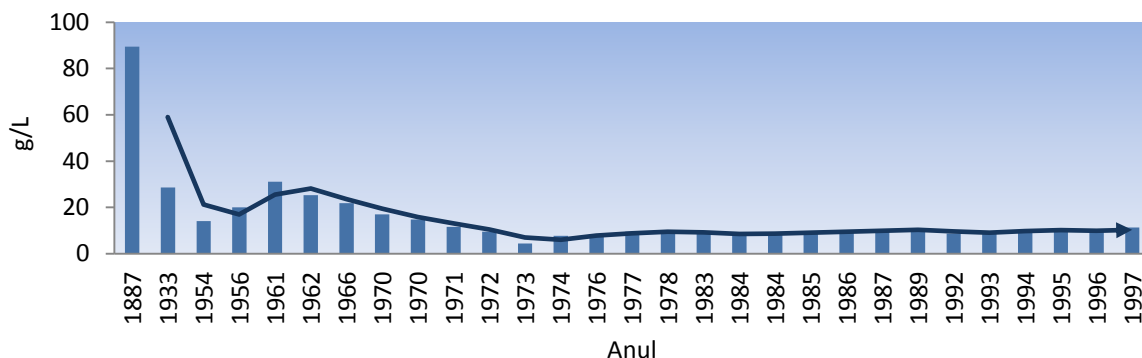


Figura V.10. Evoluția gradului de mineralizare (g/L) a apelor lacului Amara (1887-1997)

(Direcția de Ape Buzău-Ialomița- *Formarea și evoluția lacului Amara ca ecosistem*, document nepublicat- Anexa 4).

Această reducere drastică a gradului de mineralizare a apei lacului Amara a condus la scăderea rezervei de nămol sapropelic datorită neîndeplinirii condițiilor biochimice de regenerare, dar, mai ales, la diminuarea calităților lui curative. Peloidogeneza se desfășoară în condiții optime la valori ale mineralizării cuprinse între 8-11.4 g/L și un pH cuprins între 7-8.2 (Direcția de Ape Buzău-Ialomița- *Formarea și evoluția lacului Amara ca ecosistem*, document nepublicat).

V.2.5. Materii în suspensie

Pentru anul 2006 (luat ca an de referință datorită numărului mare de campanii de recoltare, 9, față de numărul mediu de campanii de recoltare, 4, dintre ceilalți ani luați în studiu – 2006-2015) situația materiilor particulate aflate în suspensie (sestonul) prezintă o tendință crescătoare pentru întreg anul, din martie până în decembrie, cu o creștere bruscă în luna aprilie, datorată, în principal, creșterii temperaturii medii atmosferice în luna respectivă ceea ce a dus la topirea stratului de zăpadă, fenomen urmat de cel de șiroire, aportul de sedimente adus astfel fiind important, reprezentând principala sursă alohtonă.

Pentru anii 2006-2010 situația materiilor particulate aflate în suspensie (sestonul) prezintă o tendință crescătoare pentru întreaga perioadă. În Anexa 9 se regăsesc valorile materiilor aflate în suspensie (mg/L) din punctele de prelevare a probelor din anii 2006-2010. Acestea au valori maxime spre sfârșitul perioadei estivale: 188,2 mg/L, în septembrie 2006, 495 mg/L în august 2007, 282 mg/L în noiembrie 2008, 433,5 mg/L în septembrie 2009, 340 mg/L în august 2010. Față de anul de referință, 2006, cantitatea de materii în suspensie prezintă o creștere continuă, ajungând chiar să se dubleze, la sfârșitul anului 2007. (Figura V.12.)

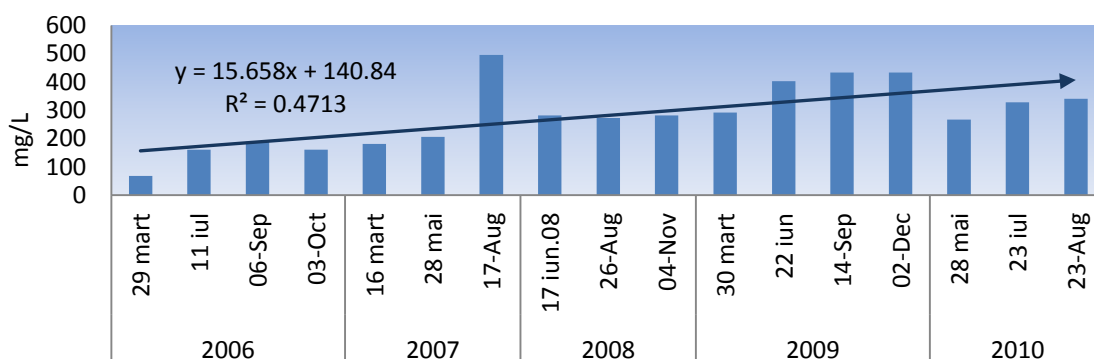


Figura V.12. Materii în suspensie lac Amara (mg/L), perioada 2006-2010

În literatura de specialitate (Vădineanu, 2004) este menționat faptul că materiile în suspensie din apa lacurilor influențează transparența, împiedicând desfășurarea procesului de fotosinteză, dar influențează și fauna acvatică, în special peștii. O cantitate mare de materii în suspensii, blochează branhiile, provoacă răni ale acestora, împiedicând

respirația. Valorile optime, în acest caz, sunt cuprinse între 60 și 80 mg/L, iar limita la care viața acvatică (peștii) dispare este de 1000 mg/L. Lipsa aplicării unor măsuri de management care să ducă la reducerea cantității de materii în suspensie va determina dispariția vieții piscicole din lac, cu afectarea gravă a întregii rețele trofice.

V.2.6 Bicarbonații

Dioxidul de carbon din atmosferă sau din apă reprezintă sursa de carbon pentru substanțele organice formate prin fotosinteză sau prin chemosinteză, produs principal al procesului de respirație și al proceselor degradative, oxidări, etc. În lacul Amara, în programul de monitoring a stării ecologice, valorile bicarbonaților (mg/L) se înregistrează alături de indicatorii de salinitate: conductivitate ($\mu\text{S}/\text{cm}$), reziduu filtrabil (mg/L), cloruri (mg/L), sulfati (mg/L), calciu (mg/L), magneziu (mg/L), sodium (mg/L) și alcalinitate (mval/L).

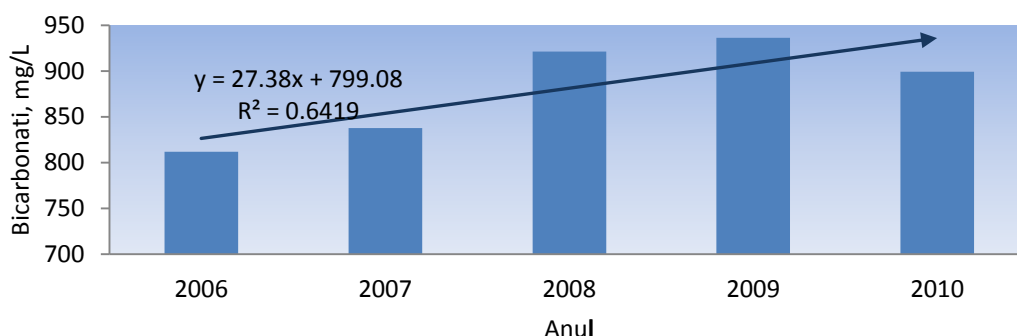


Figura V.13. Dinamica valorilor parametrului bicarbonați, mg/L, Amara, 2006-2010

Dinamica valorilor bicarbonaților în perioada 2006- 2010 (*Figura V.13.*) arată existența unei valori minime în anul 2006- 811,7 mg/L și a unei valori maxime în 2009- 933,2 mg/L, medii anuale, datorate, în principal, variațiilor factorilor climatici, restul valorilor mediilor multianuale se încadrează în limita valorilor medii de 800-900 mg/L, cu o tendință crescătoare în ultimii ani. Cu toate că nu există valori maxim admise pentru bicarbonați, clasa globală de calitate a apei lacului Amara stabilită în funcție de salinitate (unde sunt incluși și bicarbonații) este V (calitate proastă), și este constantă pentru întreaga perioadă 2006-2010.

V.2.7. Alcalinitatea

Pentru acest parametru, limitele de încadrare pentru viața piscicolă sunt următoarele: 0.2 mval/L limita minimă, 2-4 mval/L valorile optime, 6 mval/L limita maximă. (OM 161/2006)

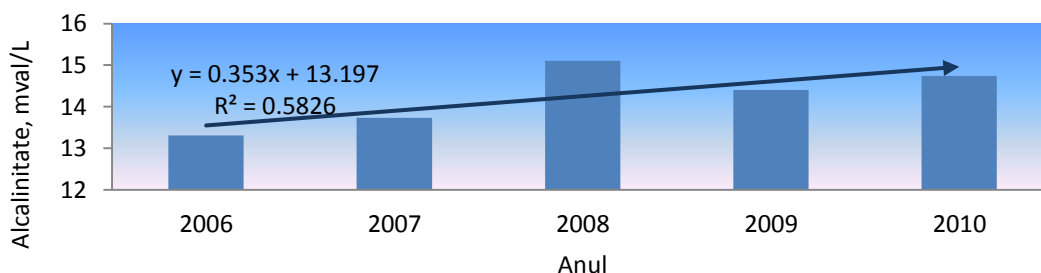


Figura V.14. Dinamica valorilor alcalinității, mval/L, Amara, 2006-2010

Pentru lacul Amara alcalinitatea se monitorizează, în vederea încadrării în clasele de calitate ale apelor de suprafață. După cum se poate observa în *Figura V.14.*, pentru lacul Amara valorile alcalinității sunt în continuă creștere, valoarea optimă pentru viața piscicolă este depășită, pentru întreaga perioadă studiată (alcalinitatea are valori mult mai mari decât valoarea maximă care permite viața piscicolă, 6 mval/L).

Astfel, din punct de vedere al salinității apa lacului Amara se încadrează în clasa de calitate globală V, care este cea mai puțin favorabilă vieții lacustre.

V.2.8. Oxigenul dizolvat

Regimul de oxigen se referă la cantitatea, tipul și proveniența oxigenului acvatic. Dizolvarea în apă a oxigenului atmosferic este influențată de compoziția (salinitatea), temperatura și turbulența apei, dar și de condițiile mediului atmosferic (ex: presiunea atmosferică). Între cantitatea de oxigen dizolvat și temperatura apei există o corelație inversă.

Oxigenul fotosintetizat în lacurile puțin adânci depinde de cantitatea și de distribuția fitoplanctonului, principalul producător, dar și de cantitatea și de distribuția macrofitelor și a fitobentosului. În cazul lacurilor eutrofe, în perioada „înfloririlor”, fitoplanctonul formează un strat dens la suprafața apei, împiedicând pătrunderea luminii în straturile de adâncime, ceea ce reduce cantitatea de oxigen, afectând organismele pelagice și bentale. În perioadele în care nu se manifestă „exploziile” algale, un lac eutrof, datorită cantității mari de nutrienți, are și o cantitate sporită de fitoplancton, ceea ce determină un confort trofic al multor viețuitoare acvatice.

Această „hiperoxie” poate fi temporară, diurnă, deoarece în timpul nopții același fitoplancton consumă masiv oxigenul, în procesul de respirație. La acest consum datorat fitoplanctonului se adaugă consumul de oxigen al bacteriilor care descompun și mineralizează materia organică de la baza cuvetei lacustre, ducând la perioade de hipoxie, chiar de anoxie. Aceste perioade pot fi de scurtă durată și nu au putut fi depistate de monitorizările realizate în lacul Amara, dar prezența lor este foarte importantă pentru viețuitoarele lacustre, deoarece pot duce la dispariția unor specii, înlocuirea lor cu altele și perturbarea lanțurilor trofice.

Efectele acestor hipoxii repetate se pot identifica tardiv sau există posibilitatea să nu se poată stabili cu certitudine relația de cauzalitate dintre fenomenele de acest tip și modificarea rețelelor trofice. Hipoxia poate duce și la înlocuirea descompunătorilor aerobi cu cei anaerobi, cu efecte în creșterea cantității de sulf organic în sedimente și a unor gaze toxice precum hidrogenul sulfurat, metanul, chiar și dioxidul de carbon, în zona profundă. (Nicoară, 2008) În general se apreciază că în lacurile eutrofe există un deficit de oxigen, cu toate că în epilimnion, pentru perioade scurte, poate exista excedent.

Analiza oxigenului dizolvat în perioada 2006-2010 pentru lacul Amara arată o tendință descrescătoare a valorilor înregistrate prin monitorizarea acestui parametru, cu perioade scurte de creștere în anii 2008 și 2009. Din anul 2009, tendința descrescătoare este constantă, fiind în corelație inversă cu clasa globală de calitate în care s-a încadrat regimul oxigenului (*Figura V.17.*).

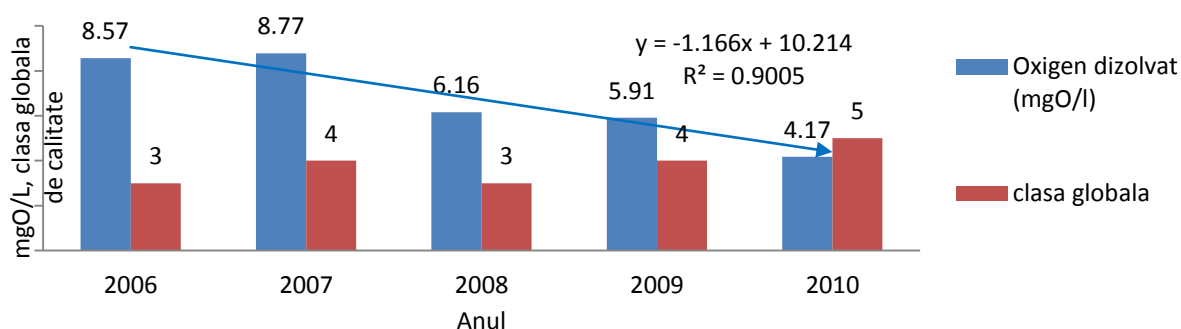


Figura V.17. Evoluția comparativă a cantității de oxigen dizolvat (media anuală) și încadrarea în clasa de calitate a regimului oxigenului, Amara, 2006-2010

Încadrarea în clase de calitate în funcție de valoarea determinată pentru oxigenul dizolvat se face conform OM 161/2006 astfel: clasa I- 9 mg O/L, clasa a II-a- 7 mg O/L, clasa a III-a- 5mg O/L, clasa a IV-a- 4 mg O/L, clasa a V-a- 4mg O/L. Clasele de calitate în care s-a încadrat oxigenul dizolvat în perioada 2006-2010 au fost: clasa a III-a în 2006, clasa a IV-a în 2007, clasa a III-a în 2008, clasa a IV-a în 2009, clasa a V-a în 2010. În lipsa unor măsuri de remediere, organismele planctonice și benthice vor suferi în urma anoxiei.

V.2.9. Consumul biologic de oxigen

În ceea ce privește consumul biochimic de oxigen CBO_5 , care reprezintă diferența de oxigen în urma consumului de către microorganisme (prin descompunere biochimică) a substanțelor organice din apă timp de 5 zile (la 20°C), acest indicator oferă informații despre capacitatea de epurare biologică a apei: < 0,2 mg/dm³- apa nu poate fi epurată biologic, 0,2- 0,4 mg/dm³, apa are nevoie de aport caloric pentru a putea fi epurată biologic (în stațiile de epurare), 0,6 mg/dm³, apa are proprietatea de epurare biologică facilă. (Angelescu, 2006) Parametrul CBO_5 arată indirect gradul de încărcare al apei cu substanțe biodegradabile.

În ceea ce privește dinamica mediilor multianuale în perioada 2006-2010, valorile CBO_5 prezintă creșteri în anii 2007 și 2010 (în 2004 fiind înregistrată cea mai mare medie) și perioade de scădere în anii 2004-2007. (Figura V. 19) Încadrarea apei în clase de calitate în funcție de valoarea indicatorului CBO_5 se face conform OM161/2006 astfel: clasa I- 3 mg O₂/L, clasa a II-a- 5 mg O₂/L, clasa a III-a- 7 mg O₂/L , clasa a IV-a- 20 mg O₂/L , clasa aV-a- > 20 mg O₂/L.

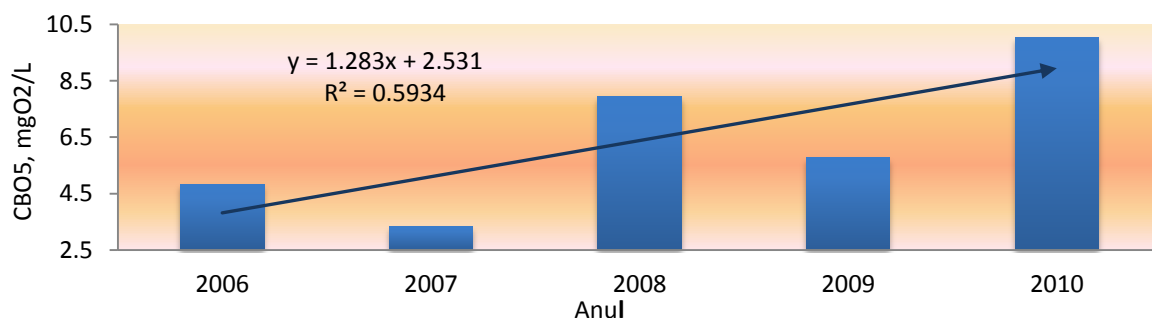


Figura V.19. Dinamica mediilor multianuale ale consumului biochimic de oxigen, mgO₂/L, Amara, 2006-2010

Procesul de eutrofizare se desfășoară într-un ritm accelerat deoarece toți acești parametri (indicatori ai stării trofice) sunt corelați, iar atingerea valorii valoarea critice a unuia dintre ei declanșează în ecosistem o reacție în lanț.

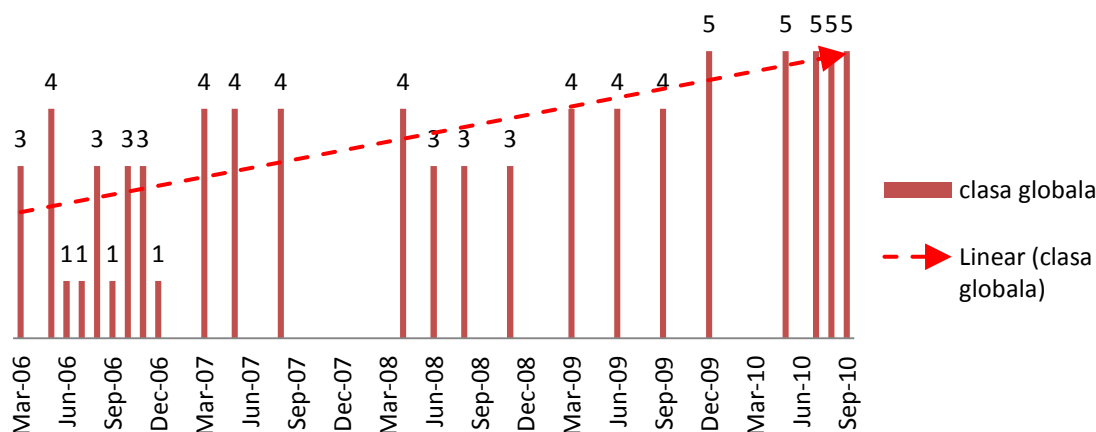


Figura V.21. Clasa de calitate în funcție de regimul oxigenului, Amara, 2006-2010

Luând în considerare toți parametrii care definesc regimul oxigenului: oxigen dizolvat, saturație în oxigen, CBO₅, CCO-Cr, CCO-Mn (ultimii 2 parametri determinați în 15 campanii, diferite unele de celelalte, din cele 32 de campanii desfășurate în perioada 2006-2010), încadrarea în clasele de calitate din punct de vedere al regimului oxigenului demonstrează o tendință de degradare continuă a apei lacului Amara, predominante pentru perioada studiată fiind clasele de calitate IV și V, 4, respectiv 5, în reprezentarea grafică. (Figura V.21.)

V.2.10. Regimul nutrienților

Determinările fizico-chimice pentru clasificarea calității apei de suprafață din punct de vedere al nutrienților se fac prin aflarea concentrațiilor de: fosfor total, azot mineral total, clorofila „a”, la care se adaugă și biomasa fitoplanctonică (conform OM 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă). Media anuală a **fosforului total**, reprezentată grafic în Figura V.22., arată că, în ultimii doi ani ai perioadei studiate (2009-2010), a avut loc o uniformizare a valorilor, fără schimbări bruște, pozitive sau negative, ceea ce sugerează o tendință spre echilibrare a proceselor din lac, în care este implicat fosforul. Valoarea mediei anuale pentru anul 2010 este de 0.094 mg P/L care încadrează apa lacului Amara, din punctul de vedere al acestui nutrient, în starea trofică **eutrofă** ($0.03 \text{ mg P/L} < 0.094 \text{ mg P/L} < 0.1 \text{ mg P/L}$).

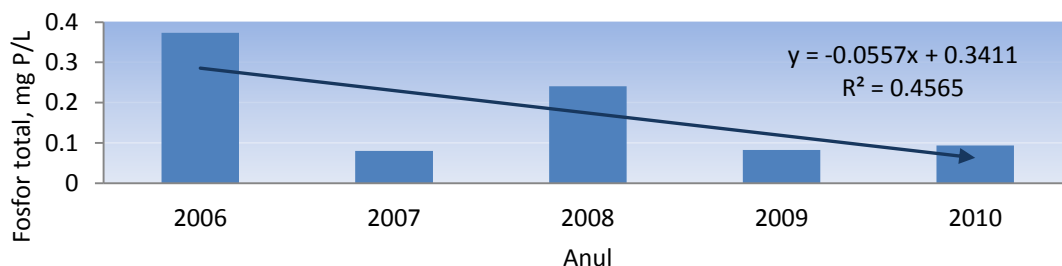


Figura V.22. Fosfor total (mg P/L), Amara, 2006-2010

Pentru ca apa lacului Amara să poată fi încadrată, din punct de vedere al regimului nutrienților, la clasa **mezotrofă**, superioară celei la care sunt încadrați în perioada 2006-2010, valoarea maximă a mediei anuale pentru fosfor total trebuie să fie de 0.03 mg P/L. Prelucrarea datelor experimentale cu ajutorul regresiei liniare oferă orizontul de timp la care valorile fosforului total ar putea ajunge la starea mezotrofă, ieșind, din punct de vedere al regimului nutrienților, din starea eutrofă. Acest orizont de timp este $x = 6$ (ani), la $y = 0.03 \text{ mg P/L}$ ($R^2 = 0.456$), în condițiile păstrării aceleiași tendințe. Dacă se analizează seria valorică a mediilor anuale numai pentru perioada 2007-2010, fără media anuală a anului 2006 (fosfor total=0.3735) aceasta fiind considerată o excepție, se poate observa o tendință crescătoare (Figura V.23.), mai apropiată de starea trofică reală a apei lacului. În această situație, din ecuația liniei de regresie, pentru $y = 0.03 \text{ mg P/L}$, $x = 69$ de ani, deci o perioadă foarte îndelungată până la care concentrația fosforului total ar ajunge la limita încadrării apei lacului într-o stare trofică inferioară celei actuale (mezotrofă în loc de eutrofă).

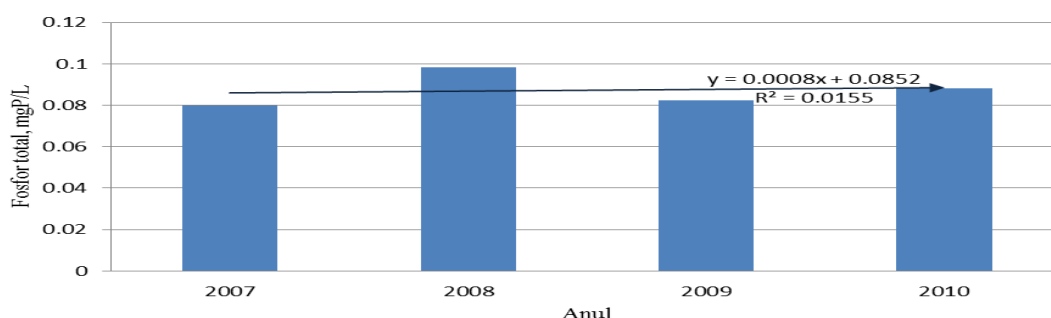


Figura V.23 Fosfor total (mg P/L), Amara, 2007-2010

Clasa trofică globală este dată de valorile coroborate ale concentrațiilor fosforului total (PT) și ale azotului mineral total (NT) împreună cu ceilalți indicatori ai gradului de eutrofizare: clorofila *a* (chl *a*) și biomasa fitoplanctonică (BF). De exemplu, pentru anul 2010, mediile anuale ale indicatorilor gradului de eutrofizare au încadrat lacul astfel: fosforul total- clasa eutrofă; azotul mineral- clasa mezotrofă; biomasa fitoplanctonică- clasa oligotrofă; clorofila *a*- clasa eutrofă. Din analiza globală a acestor patru indicatori rezultă **clasa globală de calitate-eutrofă**. Astfel, în perioada 2006-2010, chiar dacă azotul mineral total, clorofila *a* și biomasa fitoplanctonică au valori medii care încadrează apa lacul Amara, strict din punctul lor de vedere, în clase inferioare ale trofismului (oligotrof- azotul mineral total în anul 2009, biomasa fitoplanctonică în 2006, 2007, 2008, 2010 și mezotrof - azotul mineral total în anul 2010, biomasa fitoplanctonică în 2009) **clasa globală** pentru întreaga perioadă a fost **eutrofă** (2007-2010) și chiar **hipertrofă** în 2006.

Pentru a atinge o stare bună a ecosistemului lacustru Amara, concentrația medie a fosforului total trebuie să se încadreze în valorile 0.01-0.03 mg P/L, corespunzătoare stării **mezotrofe**, iar concentrația medie a azotului mineral total trebuie să se încadreze în valorile 0.2-0.4 mg N/L, corespunzătoare **stării oligotrofe**, astfel încât raportul N/P să fie mai mare de 10.

Valorile medii ale **azotului mineral total** (Figura V.24.) indică fluctuații influențate de regimul hidrologic al zonei, în special de fenomenul de percolare care duce la acumularea nutrienților proveniți de pe maluri, concentrațiile mari corespunzând anilor cu precipitații abundente.

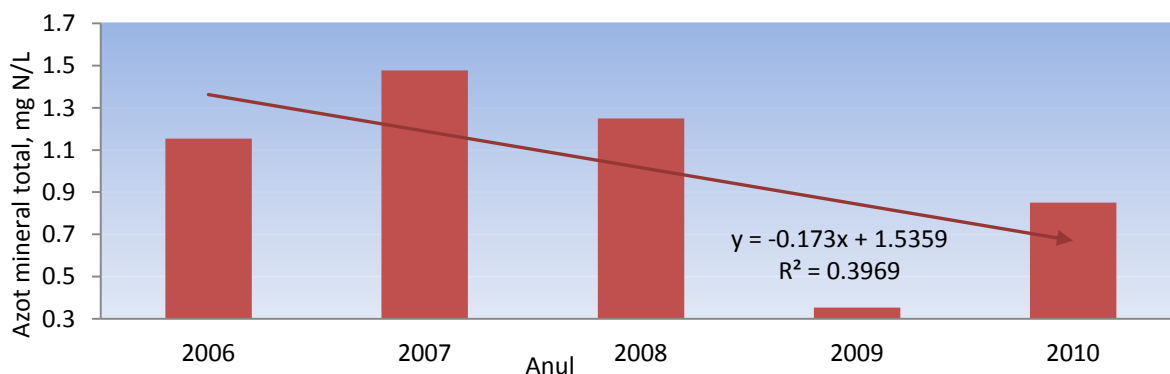


Figura V.24. Azot mineral total (mg N/L), Amara, 2006-2010

Prelucrarea datelor experimentale cu ajutorul regresiei liniare oferă orizontul de timp la care valorile azotului mineral total ar putea ajunge la starea oligotrofă necesară menținerii raportului N/P mai mare de 10, pentru a se împiedica apariția „înfloririlor” algale. Acesta este $x = 6$ (ani), la $y = 0.4$ mg N/L ($R^2 = 0.3969$), în condițiile păstrării acestei tendințe.

Analiza statistică a valorile raportului N/P, reprezentate grafic în (Figura V.25.), arată o tendință ușor descrescătoare a acestui raport pentru perioada 2006-2010.

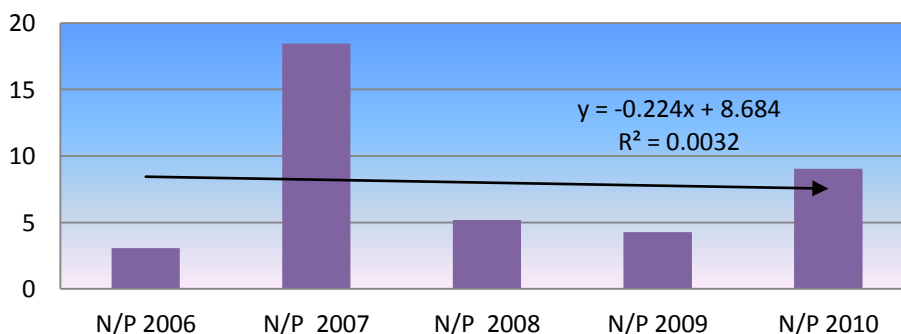


Figura V.25. Raportul N/P, Amara, 2006-2010

Astfel, din ecuația dreptei de regresie, s-a putut estima că pentru a atinge valoarea optimă a raportului N/P (raport N/P = 16), perioada de timp necesară ar fi de aproximativ 32 de ani. Aceasta arată că, deși prelucrările statistice ale ecuațiilor liniilor de regresie ale celor doi nutrienți, azot și fosfor, dau ca orizont de timp la care concentrațiile acestora ar ajunge la valori care fac improbabilă apariția „înfloririlor” algale (fenomen cu consecințe foarte grave pentru ecosistem, care demonstrează efectul eutrofizării accentuate) o perioadă scurtă, de numai 6 ani, pentru ca pericolul să fie cu adevărat îndepărtat (raportul N/P să fie optim) trebuie să treacă o perioadă mult mai lungă, de aproximativ trei decenii.

V.2.11. Biomasa fitoplanctonică

Ca și indicatori ai gradului de eutrofizare, fitoplanctonul (densitatea fitoplanctonică exprimată în număr de exemplare/L) și biomasa fitoplanctonică mg/L, sunt parametri care au fost monitorizați în perioada 2006-2010, pentru lacul Amara. Reprezentând grafic valorile măsurate pentru biomasa fitoplanctonică pentru anii 2006-2010 se observă tendința crescătoare a acestui parametru, în concordanță cu ceilalți indicatori ai gradului de eutrofizare. (Figura V.26.)

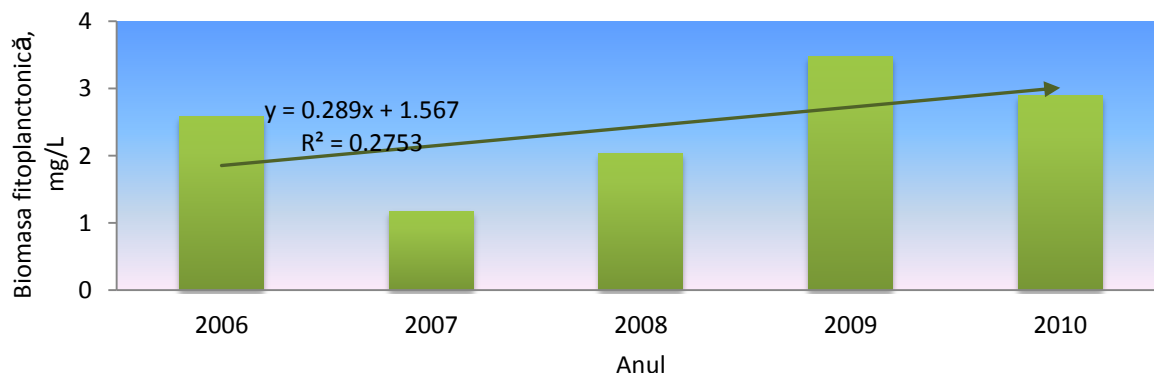


Figura V.26. Evoluția biomasei fitoplanctonice (mg/L), Amara, 2006-2010

O analiză comparativă a valorilor biomasei fitoplanctonice și ale raportului N/P, relevă corelația între fluxurile fosfor și creșterea biomasei fitoplanctonice. (Figura V.27.)

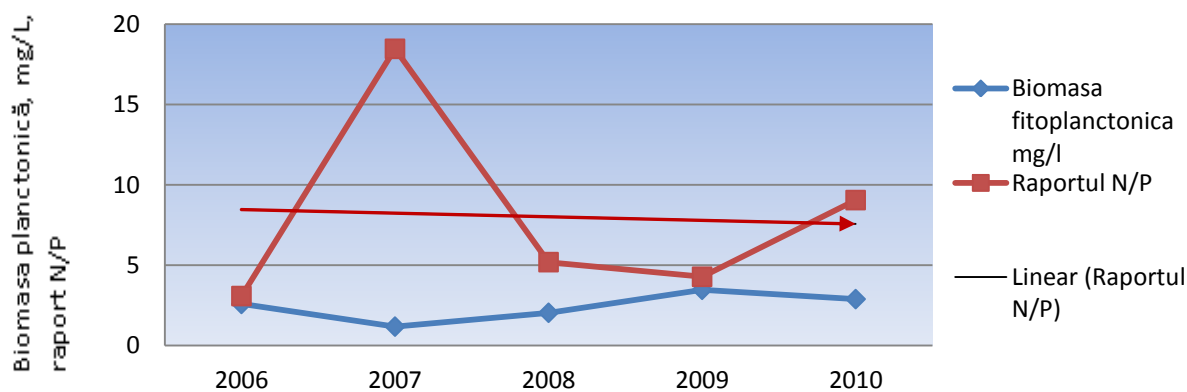


Figura V.27. Dinamica N/P și a biomasei fitoplanctonice, Amara, 2006-2010

Pentru caracterizarea completă și unitară a unui ecosistem valorile și prognozele pentru principalii indicatori care descriu ecosistemele trebuie interpretate în corelație cu evoluțiile factorilor politici, economici, sociali, astfel încât obiectivele propuse pentru programele de monitoring de către consiliile locale, administrațiile bazinale sau agențiile de mediu să fie specifice, realiste, semnificative și realizabile.

V.2.12. Indicele de stare trofică

Cantitatea de biomasă fitoplanctonică se poate evalua indirect, folosind **indicele de stare trofică (TSI)** cu ajutorul unei scale de la 0 la 100. Creșterea cu 10 unități a acestui indice coincide cu dublarea cantității de biomasă fitoplanctonică din apă. (Pătroescu, 2013)

TSI este folosit, împreună cu indicele de producere și consum de oxigen prin fotosinteză, indicele de diversitate biologică Shannon-Weimer, indicele de calitate a apei și indicii de pretabilitate a corpurilor de apă la susținerea biocenozelor și pentru susținerea activităților de recreere la descrierea calității apelor, folosind indicatorii monitorizați conform OM 161/2006 pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață. Indicele de stare trofică se calculează folosind următorii parametri: transparența (m), clorofila *a* ($\mu\text{g/L}$), fosfor total ($\mu\text{g/L}$), azot mineral total ($\mu\text{g/L}$), consumul chimic de oxigen (COD, $\mu\text{g/L}$). (Huang, 2016).

În cazul lacului Amara, valorile indicelui de stare trofică (în funcție de fosfor total (TSI/TP), clorofila *a* (TSI/chl *a*) și transparență măsurată cu discul Secchi (TSI/DS) calculate pe baza valorile măsurate pentru acești indicatori, în perioada 2006-2010, sunt prezentate în *Tabelul V.9*.

Tabelul V.9. Valorile indicelui de stare trofică pentru Amara, 2006-2010

Perioada	TSI TP	TSI chl a	TSI DS
2006	89.5	-	-
2007	67.33	8.12	-
2008	70.32	27.74	48.93
2009	67.73	21.46	48
2010	68.71	24.91	55.04

Reprezentând grafic valorile indicelui de stare trofică (*Figura V.27.*) se observă că pentru lacul Amara, din punct de vedere al fosforului total, caracteristică este starea **eutrofă**, pentru anii 2007, 2009 și 2010, cu valori ale TSI cuprinse între 50-70 și starea **hipertrofă** în anii 2006 și 2008.

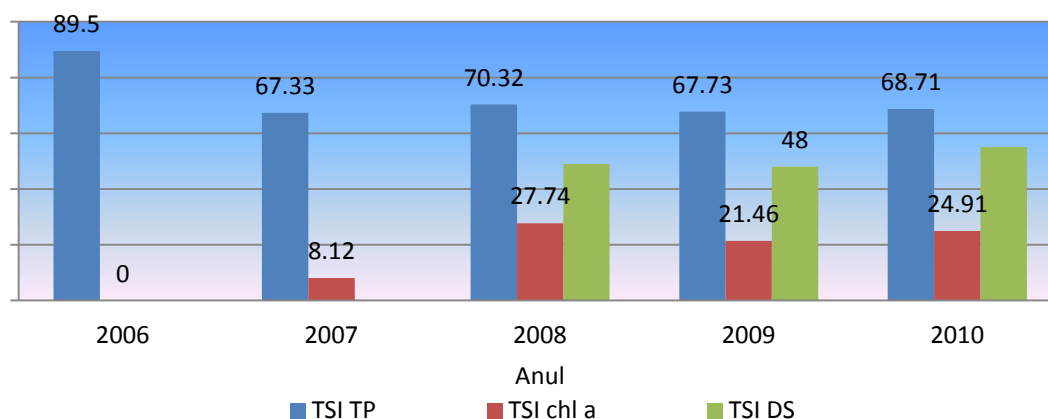


Figura V.27. Valorile TSI, Amara, 2006-2010

Valorile TSI calculate pentru transparență indică starea de eutrofizare pentru ultimul an al acestei perioade, 2010, iar din punct de vedere al clorofilei *a*, lacul Amara se încadrează în categoria oligotrofă. În stabilirea clasei de calitate globală se ia în considerare parametrul cu valorile cele mai mari. În cazul lacului Amara acest parametru este fosforul total care este factorul limitativ al biocenozei. Din acest punct de vedere, clasa globală de calitate trofică a lacului Amara este **eutrofă** pentru anii 2007, 2009 și 2010 și **hipertrofă** pentru anii 2006 și 2008.

V.2.13 Biocenoza

Analizând situația speciilor eudominante din lacul Amara, între anii 2006-2010 se observă o succesiune a acestora, ca urmare a competiției pentru nutrienți. Descrierea stării trofice pentru un moment dat, considerat de referință, pentru fiecare ecosistem lacustru va permite realizarea unei baze de date utilă în enunțarea de observații generale menite să găsească soluții pentru stoparea unor fenomene nedorite, precum eutrofizarea, și să ducă la elaborarea unor seturi de măsuri de reversare, ce pot fi aplicate în aceste cazuri.

V.3. Evoluția eutrofizării lacului Amara- simularea procesului prin aplicarea programului PAMOLARE

Softul PAMOLARE (acronim de la *Planning and Management of Lakes and Reservoirs Focusing on Eutrophication*), permite caracterizarea unui ecosistem acvatic dat, din punct de vedere al calității trofice a acestuia. Utilizarea softului PAMOLARE presupune introducerea în program a mai multor parametri caracteristici ecosistemului studiat pe baza cărora se realizează modelarea matematică.

Dintre cei 12 parametri utilizați pentru calibrare și validare, 5 au fost determinați experimental pentru lacul Amara, iar pentru 7 parametri au fost utilizate valorile existente în literatura de specialitate. (Anexa 5) Astfel, pentru calibrare au fost folosite valorile parametrilor măsurate în anul 2006, iar pentru validare valorile corespunzătoare anului 2007, reprezentând media anuală pentru fiecare indicator.

Simularea proceselor care au loc în lacul Amara a fost realizată pentru o perioadă de 3 ani (1095 zile), iar indicatorii avuți în vedere au fost azot mineral total și fosfor total, ale căror valori sunt în strânsă corelație cu starea trofică a ecosistemului studiat (regimul nutrienților). Valorile prognozate de programul PAMOLARE pentru anii 2008, 2009 și 2010 au fost apoi comparate cu cele măsurate experimental.

Ambele serii de valori (măsurate prin analiza probelor de apă prelevată din lacul Amara și obținute prin modelare cu softul PAMOLARE) au tendințe descrescătoare. (Figura V.29) Aceste tendințe sunt benefice pentru starea trofică a apei lacului Amara deoarece reprezintă o reducere a încărcării ecosistemului lacustru cu acest nutrient, azotul, dar mediile anului 2010 încadrează lacul în aceeași stare trofică- **eutrofă** ($0.65 \text{ mg N/L} < 0.863 \text{ mg N/L} < 1.5 \text{ mg N/L}$, Tabelul II.1) Concluzia este că pericolul reprezentat de „înfloririle” algale nu este îndepărtat și că trebuie aplicate măsuri de management care să reducă în continuare cantitatea de azot din apă, până la valoarea acestuia mai mică de 0.65 mg N/L .

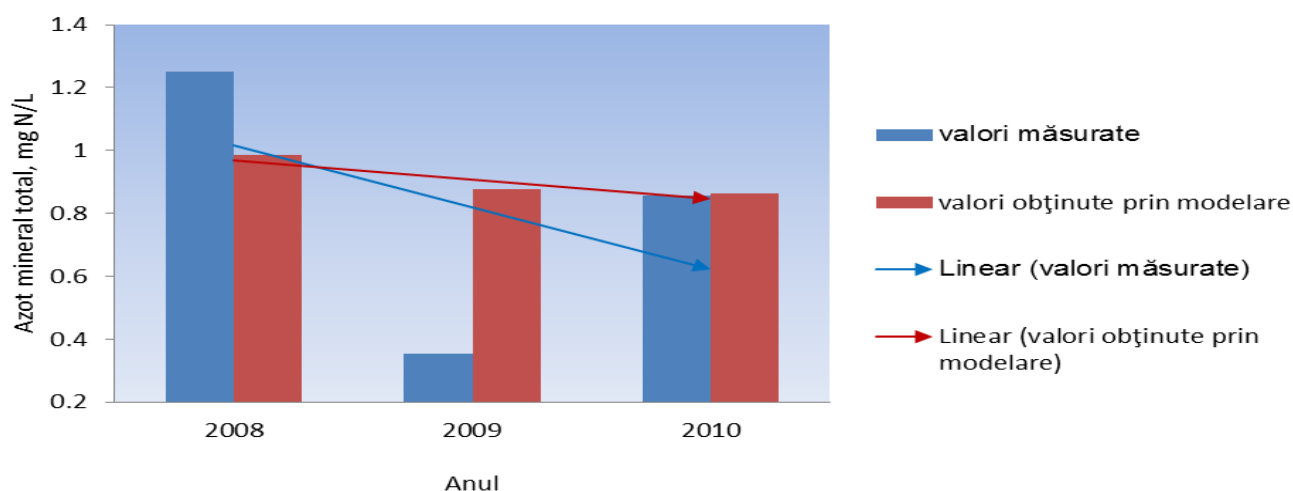


Figura V.29. Dinamica azotului mineral total, mg N/L, pentru lacul Amara în perioada 2008-2010

Reprezentarea grafică a acestor serii de valori pentru fosfor (măsurate prin analiza probelor de apă prelevată din lacul Amara și obținute prin modelare cu softul PAMOLARE) au, de asemenea, tendințe descrescătoare. Media

fosforului total pentru anul 2010 încadrează apa lacului Amara, din punctul de vedere al acestui nutrient tot în clasa trofică- eutrofă ($0.03 \text{ mg P/L} < 0,088 \text{ mg P/L} < 0.1 \text{ mg P/L}$, *Tabelul II.1*)

Comparând valorile indicatorilor azot mineral total și fosfor total pentru anii 2008, 2009 și respectiv 2010, măsurate experimental și estimate cu ajutorul soft-ului PAMOLARE, se poate observa că acestea sunt destul de apropiate. Acest lucru confirmă faptul că în cazul lacului Amara, calitatea ecosistemului este puternic afectată de procesele de eutrofizare, iar utilizarea unui astfel de soft permite estimarea perioadei de timp până la care apa din lac va atinge clasa de calitate cea mai joasă (V- stare ecologică proastă, stare trofică- hipertrofă), care duce, de fapt, la dispariția lacului.

În aceste condiții, utilizarea unui astfel de soft pentru evaluarea procesului de eutrofizare a unui ecosistem acvatic dat, este deosebit de utilă mai ales atunci când se urmărește elaborarea unui plan de măsuri care vizează creșterea calității acestuia, deoarece reduce semnificativ timpul necesar analizei ecosistemului.

V.4. Concluzii

Lacul Amara este un lac puțin adânc, puternic eutrofizat. Starea trofică a unui lac se stabilește prin raportarea stării actuale la o stare de referință, o stare bună sau foarte bună a calității apei sau prin raportarea la limitele de încadrare stabilite de normativele în vigoare.

Valorile principalilor indicatori fizico-chimici și biologici, din 2006-2010, au fost analizați pentru a descrie stadiul procesului de eutrofizare a lacului Amara. Parametrii analizați sunt: transparența, regimul termic, compoziția ionică, pH-ul, regimul oxigenului, regimul nutrienților și biocenoza. Toți acești parametri indică persistența fenomenului de eutrofizare, iar simularea procesului, folosind soft-ul PAMOLARE, confirmă rezultatele obținute experimental. Starea globală de calitate oscilează, în intervalul acestor ultimi cinci ani, între nivelurile patru și cinci, care corespund stărilor ecologice slabe și foarte slabe. În lipsa aplicării unor măsuri de management integrat, a unei monitorizări constante și riguroase, în lipsa aplicării restricțiilor prevăzute în Regulamentul Ariei Protejate, atât tendințele dreptelor de regresie ale reprezentărilor grafice ale parametrilor analizați, cât și prognoza rezultată în urma simulării, indică accelerarea succesiunii ecologice și transformarea lacului într-o baltă în următoarele două-trei decenii. Acest lucru ar duce la părăsirea plajelor, hotelurilor și a bazelor de tratament, locuitorii din zonă rămânând fără principala lor sursă de venit și de locuri de muncă.

Atât simularea, cât și dovezile direct observabile din teren cum ar fi: extinderea suprafețelor acoperite de stuf, explozia macrofitelor acvatice, reducerea calității apelor și a nămolului terapeutic, conduc la concluzia că lacul Amara continuă procesul de eutrofizare, ceea ce impune adoptarea și aplicarea unor măsuri eficiente de management în cadrul bazinului hidrografic Buzău-Ialomița, cât și în cadrul SPA (Special Protection Area) Amara-Fundata.

CAPITOLUL VI- Managementul adaptat scopului dezvoltării durabile a lacului Amara

VI.1. Conceptul de dezvoltare durabilă

Dezvoltarea durabilă a zonei lacului Amara presupune conservarea condițiilor de microclimat și macroclimat prin propunerea și implementarea de practici care să armonizeze aspectele economice, sociale și ecologice ale zonei. Respectarea principiilor dezvoltării durabile de către autoritățile și managerii ariilor protejate constă în tratarea integrată a acestui subiect, prin corelarea documentelor oficiale privind măsurile de management și a legislației de mediu, cu starea de fapt a mediului. Această stare de fapt, considerată stare de referință pentru momentul luării în custodie a ariei protejate, se determină prin măsurarea parametrilor fizico-chimici, dar și ecologici (exemplu: frecvența, dominanța unei specii, etc).

Un model de dezvoltare durabilă presupune restructurarea și redimensionarea subsistemului economic, astfel încât acesta să fie complementar structurii și capacității productive a capitalului natural, iar densitatea fluxurilor produșilor secundari/finali ai “metabolismului” sistemului socio-economic să nu depășească capacitatea de retenție a componentelor capitalului natural. Cu toate acestea, elaborarea unor planuri de management care să respecte

principiile dezvoltării durabile este încă limitată și este, de cele mai multe ori, determinată de o înțelegere insuficientă a relațiilor complexe dintre diferitele structuri, la scară de timp și spațiu. (Vădineanu, 2004) Pentru înțelegerea acestor relații complexe este necesară, mai întâi, descrierea ecosistemelor cu ajutorul parametrilor fizico-chimici și biologici, încadrarea acestor parametri în limitele admise, enunțate în documentele oficiale (legi, normative), urmată de efectuarea unor analize (analize SWOT) și de elaborarea planurilor de măsuri.

VI.2. Analiza SWOT a Ariei Protejate Amara

În vederea elaborării unui plan de management adaptat scopului dezvoltării durabile este necesară o analiză SWOT a ecosistemului reprezentat de SPA Amara-Fundata. Încadrarea sitului în rețeaua *Natura 2000* nu înseamnă excluderea desfășurării activităților antropice, planurile de management având rolul, în acest caz, să definească starea de fapt a sitului și să prevadă măsuri care să păstreze sau să îmbunătățească aceasta stare permițând, în același timp, utilizarea resurselor naturale.

Elaborarea planului de management trebuie să se bazeze pe o analiză completă a ecosistemului. În *Capitolul V* au fost analizați și interpretați parametrii care descriu starea lacului Amara în perioada 2006-2010: pH, conductivitate, materii în suspensie, bicarbonați, alcalinitate, oxigen dizolvat, CBO_5 , azot total, fosfor total, biomasa fitoplanctonică. Au fost, de asemenea, calculați raportul N/P și indicii de stare trofică pentru a obține o imagine de ansamblu cât mai completă a ecosistemului. Pentru fiecare dintre acești parametri a fost interpretată tendința mediilor anuale și, cu ajutorul analizei statistice, a fost estimat un orizont de timp până la care fiecare parametru ar ajunge la o valoare critică pentru lacul Amara. Această valoare critică a fost considerată starea *hipertrofă* (în ceea ce privește trofismul apei) și *starea ecologică V* (în ceea ce privește ecosistemul în ansamblul său). *Tabelul VI.1.*

Tabelul VI.1. Analiza comparativă a parametrilor care descriu starea lacului Amara în perioada 2006-2010

Nr.	Parametrul / Unitate de măsură	Ecuția liniei de regresie	Tendința
1	pH	$y=0.0075x+8.8599$ $R^2=0.0314$	
2	Conductivitate $\mu\text{S}/\text{cm}$	$y=-2155x+24561$ $R^2=1$	
3	Materii în suspensie mg/L	$y=15.65x+140.8$ $R^2=0.4713$	
4	Bicarbonați mg/L	$y=27.38x+799.0$ $R^2=0.641$	
5	Alcalinitate mval/L	$y=0.353x+13.19$ $R^2=0.582$	
6	Oxigen dizolvat $\text{mg O}/\text{L}$	$y=1.166x+10.214$ $R^2=0.9005$	
7	CBO_5 $\text{mg O}/\text{L}$	$y=1.283x+2531$ $R^2=0.5934$	
8	Azot total $\text{mg N}/\text{L}$	$y=-0.173x+1.5359$ $R^2=0.3969$	
9	Fosfor total $\text{mg P}/\text{L}$	$y=0.0557x+0.3411$ $R^2=0.4565$	
10	Raportul N/P	$y=0.224x+8.684$ $R^2=0.0032$	
11	Biomasa fitoplanctonică mg/L	$y=0.289x+1.567$ $R^2=0.2753$	

Dintre acești parametri, pH-ul, materiile în suspensie, bicarbonații, fosforul total, consumul biologic de oxigen și biomasa fitoplanctonică au tendințe crescătoare, iar conductivitatea, alcalinitatea, oxigenul dizolvat, azotul mineral

total, precum și raportul acestora, au tendințe descrescătoare. Aceste tendințe demonstrează legătura de cauzalitate între parametri, caracterizează starea de eutrofizare a lacului Amara și justifică încadrarea ecosistemului în starea ecologică IV, stare ecologică proastă. În ceea ce privește concentrațiile principalilor nutrienți pentru fitoplancton (azotul, fosforul), cu toate că tendințele seriilor lor valorice sunt descrescătoare (fosfor total, 2006-2010, *Capitolul V.2.10.*) sau antagonice (*Tabelul VI.1.*, fosfor total 2007-2010, *Capitolul V.2.10.*), valorile mediilor anuale ale acestora sunt, în continuare foarte mari și încadrează lacul în aceeași stare eutrofă. De asemenea, tendința descrescătoare a raportului N/P demonstrează că lacul necesită aplicarea urgentă a măsurilor de management care să stopeze procesul eutrofizării, atât prin stoparea poluării cu nutrienți, cât și prin poluarea cu alți compuși alohtoni. Legătura de cauzalitate este cel mai bine observată în cazul celor doi parametri ai regimului oxigenului, oxigenul dizolvat (tendință de scădere) și de CBO₅ (tendință de creștere), ceea ce demonstrează încărcarea cu microorganisme a apei din lac și starea de hipoxie a apei. Tendințele crescătoare ale materiilor în suspensie și ale biomasei fitoplanctonice, de asemenea, justifică îngrijorarea față de fenomenul de colmatare a lacului, fapt demonstrat de reducerea suprafeței luciului liber de apă cu aproximativ 15% în ultimii 10 ani. (Axinte et al, 2015) Această analiză comparativă a principalilor parametri care descriu starea lacului Amara în perioada 2006-2010 a stat la baza realizării unei analize SWOT care a condus la propunerea de măsuri de management și la aplicarea argumentată a acestora.

Analiza **SWOT** constă în identificarea factorilor interni și externi care influențează un proces (procesul de eutrofizare a lacului Amara, în acest caz) și clasificarea lor în patru categorii: puncte tari, puternice (strengths), puncte slabe, defecte (weaknesses), oportunități (opportunities) și amenințări (threats). Într-o analiză SWOT, punctele tari și oportunitățile reprezintă părțile pozitive, pe care se bazează realizarea planului de măsuri, iar punctele slabe și amenințările reprezintă părțile negative, care trebuie remediate, atenuate, îndepărtate prin intermediul aplicării măsurilor propuse.

Analiza SWOT a ecosistemului lentic Amara	
Punctele tari (S- strengths)	Punctele slabe- W (weaknesses)
S1. Biodiversitatea întâlnită în ecosistem; S2. Numărul mare de specii de păsări protejate; S3. Numărul mare de indivizi sau de perechi din fiecare specie de păsări protejate; S4. Formarea nămolului terapeutic.	W1. Poluarea datorată utilizării lacului ca zonă de agrement; W2. Construirea de zone noi de recreere pe malul nordic al lacului; W3. Înmulțirea necontrolată a câinilor fără stăpân; W4. Întârzierea elaborării planului de management.
Oportunitățile- O (opportunities)	Amenințările- T (threats)
O1. Declararea SPA în anul 2004; O2. Elaborarea regulamentului ariei protejate; O3. Implementarea de proiecte europene; O4. Restaurarea zonei verzi adiacente lacului Amara.	T1. Creșterea numărului de turiști; T2. Culturile agricole și anexele de pe malul sudic; T3. Accelerarea procesului de eutrofizare; T4. Distrugerea ecosistemului acvatic.

Punctele tari (S- strengths) identificate în ecosistem sunt:

S1. Biodiversitatea întâlnită în ecosistem

Flora din perimetrul lacului cuprinde 6 specii de arbori (salcâm, mălin, plop alb, salcia, ulm, dud), 5 specii de arbuști (porumbur, măceș, păducel, sânger, lemnul câinesc) iar dintre plantele ierboase se întâlnesc: stuful, rogozul, săgeata apei, papura, colilia, pirul, jaleșul, scrântitoarea, sunătoare, firuța-buloasă, firuța, pelinița, pirul gros, obsiga, mohorul, scaiul dracului, păiușul, cicoarea, etc. Vegetația acvatică este reprezentată, în principal, de vâscul apei. (Simionescu, 1981) Din fauna zonei fac parte 8 mamifere (iepurele de câmp, vulpea, șoarecele de câmp, popândăul, cățelul pământului, viezurele, dihorul și dihorul de stepă), 3 specii de pești (carasul, crapul, roșioara) și 131 de specii de păsări (Formularul *Natura 2000*, Anexa 2.a.). Pentru 33 dintre aceste specii de păsări situl a fost desemnat arie protejată.

S2. Numărul mare de specii de păsări protejate

În sit au fost identificate:

- 33 specii din Anexa 1 a Directivei Păsări (Directiva 79/409/CEE- Păsări), care necesită măsuri speciale de conservare pentru supraviețuire și reproducere;

- 123 de alte specii migratoare din anexele Convenției asupra speciilor migratoare (Bonn), care sunt amenințate de micșorarea habitatelor lor, vânătoare și de degradarea zonelor de hrănire;
- 5 specii periclitare la nivel global, considerate ca fiind rare (*Anexa 2.b.*).

S3. Numărul mare de indivizi sau de perechi din fiecare specie de păsări protejate

În perioada de migrație în sit se pot afla până la 20 000 de indivizi. Aceste specii pot fi: specii de pasaj, de cuibărire și de hrănire, care ierneză în zona noastră sau sunt rezidente.

S 4. Formarea nămolului terapeutic

Păstrarea condițiilor de mediu, a bioclimului din jurul lacului, precum și a calității ecologice a apei din lac sunt foarte importante pentru păstrarea calității nămolului terapeutic care se formează aici. Nămolul este negru, unsuros, sărat (apa lacului are gust amar provenit de la sulfatul de magneziu și de sodiu dizolvate, care maschează gustul sărat) cu miros foarte puternic de hidrogen sulfurat. Stratul de nămol este de aproximativ 30-60 cm și este valorificat prin produse cosmetice de tip „Pelamar”. (Munteanu, 2011)

Punctele slabe- W (weaknesses) identificate sunt:

W1. Poluarea datorată utilizării lacului ca zonă de agrement

În stațiunea balneoclimaterică situată pe malul nordic al lacului Amara se află mai multe hoteluri, vile, camping-uri în care se cazează turiștii care vin pentru tratament, recuperare sau pentru agrement. Tot pe malul nordic se întind cele 5 plaje ale stațiunii, Lebăda, Splendid, Mircești, plaja pentru copiii din cadrul taberei, plaja pentru nudiști. În timpul sezonului estival numărul turiștilor ajunge la 10 000, mai ales în timpul festivalurilor care se desfășoară în stațiune. Inevitabil, creșterea numărului de turiști, duce la creșterea poluării, atât sonore, cât și celei datorate ajungerii în apa lacului a deșeurilor de plastic, a detergenților, a cosmeticelor, etc.

W2. Construirea de zone noi de recreere pe malul nordic al lacului

În anul 2015, SC Amara Turism SRL a obținut acordurile de la Administrația Bazinală Buzău-Ialomița, Agenția pentru Protecția Mediului Ialomița, Autoritatea Națională pentru Turism și Direcția de Sănătate Publică pentru proiectul „Modernizare și extindere plajă, cazare, centru de evenimente și refacere alei”, lista de lucrări efectuate fiind: extinderea capacității de cazare, restaurant, centru de evenimente, cort pentru evenimente, spații pentru relaxare (spa, saună), piscină, plajă extinsă și modernizată, reabilitare alei, spații verzi, împrejmuire incintă.

W3. Înmulțirea necontrolată a câinilor fără stăpân

Datorită unui vid legislativ, care nu depistează și nu pedepsește persoanele care își părăsesc animalele de companie, s-a ajuns în situația în care, „iubitorii” de animale, în special de câini, care nu sunt de acord cu eutanasierea câinilor fără stăpân, îi transportă la mari distanțe de locuințele lor și îi părăsesc în locuri, cum ar fi Parcul Dendrologic Amara. Această practică a dus la creșterea numărului de câini fără stăpân, care sunt hrăniți de turiști în sezonul estival, dar care vânează în celelalte perioade, punând în pericol populațiile de păsări care cuibăresc sau se hrănesc pe malul lacului. La creșterea numărului acestora se adaugă și neaplicarea prevederilor legilor care restricționează numărul de câini la stâni. Acești câini afectează, de asemenea, populația de păsări din sit.

W4. Întârzierea elaborării planului de management

Custodia ariei protejate Amara a fost deținută, din anul 2004, de la declararea SPA Amara, de Oficiul de Gospodărire a Apelor Ialomița, SC. Vivani SRL și, din 2011 până în prezent de Asociația dintre orașul Amara și comuna Gheorghe Doja. Convenția de custodie a fost încheiată în anul 2011 pentru o perioadă de 5 ani. Din anul 2005 până în prezent, aria protejată nu a avut un plan de management, care ar fi trebuit elaborat în termen de 6 luni de la luarea în custodie. Există însă un regulament al ariei (*Anexa 13*) și un plan de acțiune realizat de APM Ialomița, elaborate în anul 2013, care sunt publicate pe site-ul APM Ialomița și cel al Primăriei Amara.

Oportunitățile- O (opportunities), pe care trebuie fundamentat planul de management:

O1. Declararea SPA în anul 2004

În anul 2003 s-a înființat, prin hotărâre a Consiliului Județean Ialomița, „Aria de Protecție Specială Avifaunistică lac Amara”, iar în anul 2004 zona este declarată „Arie de Protecție Specială” la nivel național. Datorită numărului mare de indivizi găzduit în perioada de migrație, Grupul de lucru *Natura 2000* din cadrul Ministerului Mediului propune acest ca fiind posibil candidat sit RAMSAR (Convenția pentru protecția zonelor umede).

O2. Elaborarea regulamentului ariei protejate

Regulamentul SPA a fost elaborat și publicat pe site-urile Primăriei Amara și pe cel al APM Ialomița dar, conform proiectului co-finanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Sectorial Mediu „Parteneriat în vederea elaborării planurilor de management/ planurilor integrate de management pentru arii protejate aparținând complexelor de ecosisteme din bazinul Dunării Inferioare și râurile tributare Ialomița și Călmățui (PARTMAP)”, ar fi trebuit să fie deja elaborat și planul de management pentru această arie protejată atât de importantă.

O3. Implementarea de proiecte europene

Consiliul Local al orașului Amara, situat pe malul nordic al lacului Amara, a demarat, folosind fonduri europene, o serie de proiecte care, deși nu au avut ca scop primordial protejarea ecosistemului lacustru, au avut ca efect îmbunătățirea stării ecologice a lacului. Astfel au fost atrase fonduri în valoare de 5 miliarde de euro pentru proiecte pentru infrastructură și pentru dezvoltarea economică a zonei, care au ca scop îmbunătățirea stării mediului în zona Amara (canalizare, platforme de gunoi, stație de epurare).

O4. Restaurarea zonei verzi adiacente lacului Amara

Cel mai important proiect derulat pentru bioclima lacului Amara este „Reabilitarea parcului balnear din stațiunea Amara” care prevede printre obiectivele specifice ale proiectului „stoparea proceselor de degradare a vegetației și îmbunătățirea condițiilor de mediu și protecția mediului”, iar pentru atingerea acestor obiective specifice s-a realizat un studiu de fezabilitate care a subliniat importanța refacerii perdelei de protecție din jurul lacului. În anul 2007 a fost demarată acțiunea de depunerea a proiectului de reabilitare a parcului balnear al orașului Amara, care a cuprins și refacerea zonei verzi limitrofe, cerută de statutul de arie protejată a zonei. Obiectivul general stabilit pentru acest proiect a fost: „creșterea gradului de atractivitate a stațiunii Amara prin valorificarea potențialului turistic oferit prin reabilitarea parcului balnear Amara”. (Studiu de fezabilitate, 2009)

Amenințările- T (threats) întâlnite în SPA Amara sunt:

T1. Creșterea numărului de turiști

Creșterea numărului de turiști este benefică pentru economia localității. Această creștere este, însă, o amenințare pentru ecosistemul lentic Amara datorită impactului antropic crescut. Trebuie folosite metode de armonizare a acestui fenomen (creșterea numărului de turiști) cu acțiunea de conservare a habitatelor, care să nu perturbe cuibărirea și hrănirea păsărilor, să nu crească poluarea zonei.

T2. Culturile agricole și anexele de pe malul sudic

Versanții sudici nu au pante mari, dar, datorită activităților agricole din zonă, sunt destul de intens circulați, existând chiar și anexe gospodărești apărute în ultimii ani, printre terenurile cultivate, care sunt responsabile de producerea eroziunii și de apariția ravenelor. Aceste anexe gospodărești nu sunt prevăzute cu racordare la rețeaua de colectare a apelor menajere, au doar fose septice, majoritatea fără bază betonată, ceea ce permite pătrunderea dejecțiilor, și, astfel, a nutrienților, în apa freatică din care este alimentat lacul.

T3. Accelerarea procesului de eutrofizare

Procesul de eutrofizare este datorat, în principal, pătrunderii în apă a nutrienților, în special a azotului din deversările construcțiilor fără fosă septică și a percolărilor de pe suprafețele agricole aflate în partea sudică a lacului. (Figura VI.9.)



Figura VI.9. Poluarea datorată excesului de nutrienți

T4. Distrugerea ecosistemului acvatic

În ultimele trei decenii, suprafața lacului, luciul liber de apă, s-a redus cu aproximativ 30% datorită creșterii suprafețelor acoperite de macrofite, stuf, papură (*Figura VI.10.*), și datorită colmatării golfurilor (de Nord și Cânepii). (Axinte et al., 2015)

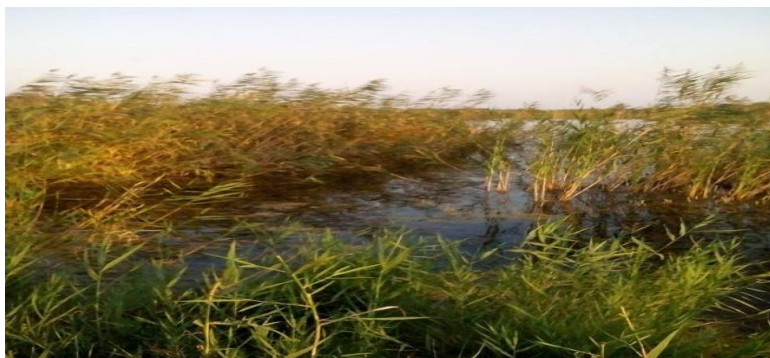


Figura VI.10. Creșterea suprafețelor acoperite de stuf

În urma analizei SWOT se evidențiază un echilibru între cele patru capitole, punctele tari, cele slabe, oportunitățile și amenințările, ceea ce reprezintă un avantaj pentru zonă.

Dezechilibrul acestor capitole, cu preponderența punctelor slabe și a amenințărilor conduce la o lipsă de eficiență și de realism a planului de management în propunerea obiectivelor și a termenelor de realizare.

Analiza SWOT precede elaborarea planurilor de management, de aceea ea trebuie actualizată și completată periodic, astfel încât să țină cont atât de aspectele legate de mediul natural, cât și de cele economice, sociale, politice, etc.

VI.3. Măsuri de management pentru dezvoltarea durabilă a lacului Amara

Analiza SWOT stă la baza elaborării planului de management. Punctele tari și oportunitățile stau la baza elaborării măsurilor și sunt utilizate ca mijloace în scopul eliminării amenințărilor și contrabalansării punctelor slabe. Comunitatea locală, prin reprezentanții în Consiliul Local, poate accesa în continuare fonduri europene pentru implementarea de proiecte care să protejeze biodiversitatea, să creeze condiții optime pentru formarea nămolului sapropelic, să aplice măsuri din ce în ce mai restrictive în zonă, să realizeze înlocuirea și toaletarea arborilor uscați din cadrul zonei tampon, folosindu-se de oportunitatea declarării SPA în anul 2004.

Punctele tari identificate în ecosistem sunt: biodiversitatea întâlnită în ecosistem, numărul mare de specii de păsări protejate, numărul mare de indivizi sau de perechi din fiecare specie de păsări protejate, formarea nămolului terapeutic. Pentru toate acestea, trebuie prevăzute măsuri care să le protejeze statutul de puncte tari, puncte puternice, pe care se fundamentează dezvoltarea durabilă a zonei.

Măsuri prevăzute pentru protejarea punctelor tari

Planul de management al SPA al lacului Amara trebuie să fie foarte cuprinzător și să prevadă obiective, măsuri și activități care să răspundă scopului dezvoltării durabile. Printre aceste obiective, foarte importante sunt cele care urmăresc asigurarea conservării speciilor enumerate în formularul standard Natura 2000, menținerea stării favorabile de conservare a speciilor și promovarea utilizării durabile a resurselor naturale, cu scopul conservării speciilor și a habitatelor de interes comunitar.

Trebuie insistat pe importanța păstrării biodiversității și asupra importanței fiecărui act de intervenție în mediu, care poate determina distrugerea habitatului și a condițiilor de viață a unei specii, cu efecte pe termen mediu și lung, asupra lanțurilor trofice și asupra ecosistemului în ansamblu. În lipsa unor studii aprofundate și a unor monitorizări permanente nu înțelegem de fiecare dată ce pierdem și nici consecințele acestor pierderi.

Situl ariei protejate este situat la 27°15' longitudine Estică și 44° 61' latitudine Nordică, are o suprafață de 2036 ha și se află, în întregime, într-o zonă stepică. Ca și tipuri de habitat, pe teritoriul ariei protejate se afla: 41.20 %

corpuri de apă interioare (bălți, apă curentă), 49,82 % culturi cerealiere extensive (inclusiv culturile de rotație), 4,37% pășune îmbunătățită, 3,45% alte tipuri de teren arabil, 1,16% alte terenuri (inclusiv localități, drumuri, locuri pentru depozitarea de deșeuri, situri turistice), fiind conforme clasei generale de habitat.

Principalul document care oferă informații despre lacul Amara este Formularul Standard Natura 2000. În acest formular este precizat codul site-ului, ROSPA0065, precum și informații despre localizarea, limitele, descrierea geologică și ecologică generală a acestuia. Situl a fost declarat SPA (Arie de Protecție Specială) pentru următoarele specii de păsări:

- a) 33 de specii din Anexa 1 a Directivei Păsări;
- b) 123 de alte specii migratoare, listate în anexele Convenției asupra speciilor migratoare de la Bonn;
- c) 5 specii periclitare la nivel global (Anexa 2).

Situl este important pentru populațiile cuibăritoare ale speciilor următoare: *Ixobrychus minutes* (Stârc pitic) și *Lanius minor* (Sfrâncioc cu frunte neagră) (Figurile VI.12. și VI.13.- <http://birds.nature>).



Figura VI.12. *Ixobrychus minutes*



Figura VI.13. *Lanius minor*

Situl este important în perioada de migrație pentru speciile: *Branta ruficollis*, *Anser erythropus*, *Philomachus pugnax*, *Platalea leucorodia*, *Haliaeetus albicilla*, *Milvus migrans*, *Phalacrocorax pygmaeus*, *Nycticorax nycticorax*, *Pelecanus onocrotalus*, *Himantopus himantopus*, *Recurvirostra avosetta*, *Sterna albifrons*, *Grus grus* și *Sterna hirundo*. Formularul mai conține amenințări, presiuni și activități cu impact asupra ecosistemului, precum și măsuri de conservare care atrag atenția factorilor de decizie asupra importanței lacului.

Punctele slabe identificate în ecosistem sunt: poluarea datorată utilizării lacului ca zonă de agrement, construirea de zone noi de recreere pe malul nordic al lacului, înmulțirea necontrolată a câinilor fără stăpân, întârzierea elaborării planului de management. Pentru toate acestea, trebuie prevăzute măsuri care să atenueze statutul de puncte slabe.

Măsuri prevăzute pentru atenuarea punctelor slabe

Firmele care iau în locație de gestiune sau care sunt proprietarele plajelor, hotelurilor și ale pensiunilor din stațiunea Amara trebuie să încheie contracte cu custodele ariei protejate (Consiiliul Local Amara) prin care se obligă să respecte regulamentul ariei protejate, să respecte distanța de 10 m impusă ca zonă de protecție în jurul lacului (unde nu se pot desfășura activități economice sau de alt tip), să asigure curățenia pe malul lacului prin angajarea de personal suplimentar în perioada aglomerată, prin amplasarea de pubele și coșuri de gunoi în zonele circulate de turiști. Aceleași prevederi trebuie aplicate și organizatorilor de evenimente artistice sau sportive.

Reabilitările construcțiilor și a altor obiective din zonă să se desfășoare cu respectarea prevederilor exprimate în mod expres în avizele obținute de la APM și de la Administrația Bazinală Buzău- Ialomița: „Să respecte zona de protecție internă cu regim sever de 10 metri, astfel încât lucrările ce se vor executa să nu producă efecte negative asupra malurilor și cuvei lacului. Pe parcursul derulării investiției se vor lua permanent măsuri pentru respectarea legislației în domeniul gospodăririi apelor și protecția apelor de suprafață și subterane.” (PUZ, 2015)

Pentru alte tipuri de activități este necesar acordul scris al custodelui, cum ar fi:

- amplasarea proiectelor și/sau desfășurarea oricărei activități susceptibile să genereze un impact negativ semnificativ asupra ariei naturale protejate;
- activitățile de cercetare științifică în aria naturală protejată, practicate de persoane, altele decât custodele/administratorul ariei.

Pentru reducerea numărului de câini fără stăpân, custodele poate încheia acorduri de parteneriat cu ONG-uri care se ocupă de protecția animalelor, dar și cu poliția locală, în vederea depistării persoanelor care abandonează câini pe raza orașului Amara și sancționarea acestora.

Organizația care va lua în custodie SPA este obligată, în conformitate cu prevederile Ordinului 494/2005 și cu cele ale convenției de custodie, să realizeze planul de management în decurs de un an de la preluare și regulamentul ariei în decurs de 6 luni.

Oportunitățile identificate în ecosistem sunt: declararea SPA în anul 2004, elaborarea regulamentului ariei protejate, restaurarea zonei verzi adiacente lacului Amara, implementarea de proiecte europene. În acest context, trebuie prevăzute măsuri să aibă ca punct de plecare aceste oportunități.

Măsuri care au ca punct de plecare oportunitățile identificate în ecosistem

Situl este unul dintre cele cinci cele mai importante din regiunea europeană (regiune codificată NUTS- Nomenclature of Territorial Units for Statistics), respectiv pentru o specie sau subspecie considerate amenințate în Uniunea Europeană (Directiva Păsări a Consiliului European, Anexa I) și trebuie promovat pentru a fi candidat RAMSAR și IBA.

Regulamentul SPA al lacului Amara prevede ca scop principal protecția, conservarea avifaunei, a habitatelor păsărilor, al diversității biologice în ansamblu, prin excluderea și prevenirea activităților de exploatare sau utilizare a resurselor naturale care contravin obiectivului de conservare. Sunt asigurate condițiile necesare pentru desfășurarea activităților educaționale, de cercetare științifică, recreative și sunt permise activitățile tradiționale desfășurate de deținătorii cu orice titlu de terenuri/ape de pe teritoriul ariei și din zona limitrofă, cu respectarea prevederilor legale. Sunt interzise o serie de activități, precum:

- accesul cu mijloace motorizate care utilizează carburanți fosili pe suprafața lacului de apă din cadrul ariei naturale protejate, în orice scop;
- pășunatul și amplasarea de stâni și locuri de târlire fără aprobarea structurilor de administrare;
- abandonarea deșeurilor în afara locurilor special amenajate și semnalizate pentru colectare;
- practicarea sporturilor nautice;
- în perioada 1 aprilie – 30 iunie este interzisă deranjarea păsărilor prin deplasări cu barca și zgomote de orice natură;
- modificarea structurii lacului Amara;
- evacuarea dejecțiilor sau ale altor deșeuri provenite din orice tip de activitate (industrială, agricolă, casnică, etc.) în aria naturală protejată.

În urma analizei tuturor acestor factori s-a ajuns la concluzia că plantare unei perdele forestiere verzi poate asigura un grad de protecție corespunzător a lacului Amara.

Această soluție este viabilă din punct de vedere economic deoarece costurile de implementare pot fi limitate prin alegerea unei specii forestiere adecvate. Astfel, în partea sudică a lacului Amara a fost înființată o plantație silvică de protecție cu specii de *Acer campestre* (în conformitate cu concluziile studiului de fezabilitate realizat pentru implementarea proiectului „Reabilitarea parcului balnear din stațiunea Amara”). Din păcate, protecția solului în restul malurilor este încă necorespunzătoare.

Jugastrul, *Acer campestre* din familia Sapindaceae, este un copac înalt de până la 10 m, mai este cunoscut și cu denumirea populară de arțarul de câmpie. Crește în Europa, în pădurile de foioase (alături de carpen și de stejar), la marginea acestora sau în luminișuri, pe dealuri și câmpii, până la altitudini de 1500 m. Această specie de copac are un trunchi înalt, robust, cu multe noduri, și scoarța gri-maronie (*Figura VI.14*), dar și o coroană densă, ramurile lungi

frumos bifurcate în sus, netede, de culoare roșiatică. (Simionescu, 1981)

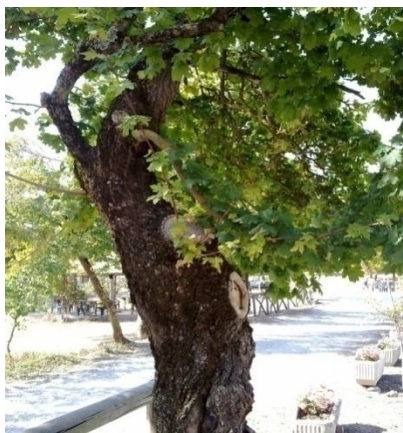


Figura VI.14. *Acer campestre*



Figura VI.15. *Acer campestre*- fructe și frunze

Frunzele sunt simple, verzi, palmate, divizate în lobi, de forma frunzelor de viță-de-vie, pețiolate (cu pețiol violet, lung de 3-9 cm). Inflorescențele sunt alcătuite din 10-20 de flori și cresc de la pețiolul frunzelor. Fructele sunt aripate, au două aripi întinse pe aceeași axă de culoare galben-verzuie, cu două semințe. (Figura VI. 15)

Această specie a fost selectată pentru reînființarea zonei verzi deoarece este o specie rezistentă la poluare, la secetă și ger. Este specie ornamentală, folosită în orașe pentru garduri vii, dar și în scopuri forestiere, lemnul acestui copac fiind dur, greu, poate fi utilizat ca lemn de foc, pentru încălzirea locuințelor.

Plantația silvică de protecție cu specii forestiere (*Acer campestre*) a fost înființată în partea sudică a lacului Amara, în anul 2010 și însumează o suprafață de 20 de hectare (Figura VI. 16).



Figura VI.16. Zona tampon reîmpădurită

Această zonă a fost aleasă deoarece în această parte, lacul Amara este înconjurat numai de terenuri agricole care contribuie semnificativ la poluarea apei lacului cu compuși cu fosfor și azot, proveniți, cel mai probabil, de la fertilizatorii utilizați pentru culturile agricole. De aceea, plantarea speciei forestiere *Acer campestre* în această zonă este de așteptat să aibă o serie de efecte benefice asupra ecosistemului lacului Amara, cele mai importante fiind:

- (i) reducerea cantităților de compuși cu fosfor și azot (adică de nutrienți) care ajung în apele lacului Amara și care contribuie semnificativ la poluarea acestuia;
- (ii) reglarea microclimatului în zonă, prin menținerea unei cote de umiditate cât mai constantă, fapt deosebit de important pentru dezvoltarea ecosistemului mai ales în cazul anilor în care apar extreme meteorologice (ani foarte ploioși sau foarte secetoși);
- (iii) crearea unei imagini pitorești a malurilor lacului (Figurile VI. 17 și VI. 18)



Figura VI.17. Reîmpădurirea zonei verzi-puiet de *Acer sp.*



Figura VI.18. Reîmpădurirea zonei verzi-vedere de ansamblu

În partea nordică a lacului, acolo unde sunt amplasate stațiunea balneoclimaterică și parcul balnear, înființarea unei astfel de plantații silvice de protecție nu a fost posibilă, din considerente care țin de importanța turistică și funcția estetică a zonei. Astfel s-a considerat că o astfel de plantație ar putea reduce pitorescul zonei (camerele de hotel nu vor mai avea vedere directă la lac), ceea ce ar putea diminua numărul de turiști, și ar afecta implicit dezvoltarea microclimatului economic în zonă.

Cu toate acestea, în partea nordică a lacului Amara, au fost realizate o serie de lucrări de amenajare (Studiu de fezabilitate, 2009), cum sunt:

- înlăturarea uscăciunilor (arbori, lăstăriș, vegetație invadatoare);
- eliminarea vegetației arboricole excedentare sau deficitar amplasată;
- crearea raportului spațiu plantat/spațiu liber prin înființări de peluze;
- înlocuirea aleilor prevăzute cu macadam și borduri cu alei pietonale pavate cu pavele din beton sau asfaltate;
- propuneri de plantări de arbori (cu balot și la dimensiunile indicate) valoroși din punct de vedere peisagistic, care, împreună cu arborii existenți și păstrați, să creeze un cadru decorativ, verde și însoțit de perspective și accente.

Toate aceste măsuri urmăresc atât reducerea poluării, cât și crearea unui spațiu ambiental sănătos, relaxant, iar acest lucru trebuie să fie făcut cu un minim de cheltuieli.

Cele mai importante rezultatele pe termen lung estimate în urma implementării acestor măsuri de management sunt:

- (i) sporirea atractivității turistice a zonei;
- (ii) revitalizarea comunității locale;
- (iii) crearea de noi locuri de muncă;
- (iv) dezvoltarea spiritului civic.
- (v) inducerea sentimentului de mândrie și de apartenență la comunitate.

Din păcate rezultatele pe termen lung asupra ecosistemului reprezentat de lacul Amara nu pot fi prognozate fără o monitorizare corespunzătoare atât din punct de vedere al indicatorilor gradului de eutrofizare, cât și din punctul de vedere al celorlalți indicatori: fizico-chimici și de calitate microbiologică.

Amenințările identificate în ecosistemul Amara sunt: accelerarea procesului de eutrofizare, creșterea numărului de turiști, culturile agricole și anexele de pe malul sudic, distrugerea ecosistemului acvatic. De aceea sunt necesare aplicarea unor măsurile care trebuie să remedieze și să îndepărteze aceste amenințări.

Măsuri care contracarează efectul amenințărilor identificate în ecosistemul Amara

Formularul *Natura 2000* descrie poluarea cu nutrienți, în special poluarea cu azot, ca fiind una dintre cele mai importante amenințări asupra biodiversității zonei și asupra ecosistemului în ansamblu. Această poluare poate fi internă, datorită proceselor desfășurate în apa lacului sau externă, datorată poluării din cauza activităților umane.

Indiferent care este cauza poluării, aceasta trebuie redusă considerabil pentru ca apa lacului să întrețină lanțuri trofice echilibrate.

Poluarea cu nutrienți este principala cauză a eutrofizării și a accelerării procesului de îmbătrânire a lacurilor. Acest proces a dus la reducerea suprafeței lacului și acoperirea acestuia cu stuf. Luciul de apă al lacului Amara a scăzut considerabil în ultimii ani, zone mari fiind acum acoperite cu stuf, iar procesul de colmatare se află în plină desfășurare. (Axinte et al, 2015) Variațiile regimului azotului și al oxigenului sugerează desfășurarea unui proces de endoeutrofizare autoîntreținută care a fost declanșată de exoeutrofizarea datorată folosințelor din lac și din bazinul său de recepție. (Axinte et al, 2014)

Cele mai importante efecte și activități cu efect de mare interes pentru lacul Amara conform listei de referință privind amenințările, presiunile și activitățile, în conformitate cu articolul 17 din lista de coduri, sunt:

- alte impacturi de agrement și turism / alte intruziuni umane și perturbații (690)- rang al efectelor negative, scăzut;
- intruziuni și tulburări umane, structuri sportive și de agrement, alte complexe sportive/petrecere a timpului liber, de ex. urmarirea păsărilor (G02.10)- rang al efectelor negative, scăzut;
- urbanizare, dezvoltare rezidențială și comercială, zone urbane, locuire umană (E01)-rang al efectelor negative, mediu;
- utilizarea resurselor biologice, altele decât agricultura și silvicultura, pescuitul și recoltarea resurselor acvatice (F02.01.01)- rang al efectelor negative, scăzut;
- modificări ale sistemului natural, schimbările induse de om în condițiile hidraulice, îndepărtarea sedimentelor (nămol terapeutic) (J02.02) - rang al efectelor negative, scăzut.

Așa cum se observă în imaginea satelitară (*Figura VI.19.*) în interiorul lacului Amara, datorită sedimentării materiilor în suspensie, apărut deja a o „insulă” de stuf (a) în dreptul unor construcții, declarate anexe (b), iar culturile agricole nu respectă una dintre măsurile cerute pentru protejarea lacului de percolările care transportă nutrienți, și anume aceea de a se ara și de a se desfășura alte lucrări agricole pe conturul lacului, nu perpendicular cu malurile acestuia (c).



Figura VI.19. Imagine satelitară a lacului Amara, 2016 (www.google.ro/maps)

Analiza stadiului în care se află ecosistemul trebuie să implice toți factorii interesați (custodele, Garda Națională de Mediu, autoritățile publice centrale și teritoriale pentru protecția mediului, autoritățile publice centrale care răspund de silvicultură, structurile teritoriale ale acestora și gestionarii fondurilor de vânătoare). Între acești factori de decizie interesați trebuie să existe colaborare strânsă.

În consecință, măsurile de management propuse pentru menținerea părților pozitive identificate prin analiza SWOT (punctele tari și oportunitățile), și pentru ameliorarea punctelor slabe și îndepărtarea amenințărilor, trebuie să aibă în vedere:

- păstrarea biodiversității;
- conservarea habitatelor pentru a menține numărul mare de specii prezente în sit;
- conservarea numărului mare de păsări din speciile prezente în sit prin interzicerea producerii de zgomote, interzicerea vânătorii, a altor activități care perturbă viața păsărilor,;

- păstrarea condițiilor de formare a nămolului terapeutic și exploatarea sustenabilă a acestuia;
- reducerea poluării datorată folosirii lacului ca zonă de agrement prin amplasarea de coșuri de gunoi, pubele, aplicarea de amenzi descurajante pentru aruncarea deșeurilor în alte locuri decât cele destinate special acestui scop;
- restricționarea acordării de avize pentru construcții noi;
- aplicarea legislației în vigoare pentru reducerea numărului de câini fără stăpân de către custodele ariei protejate;
- elaborarea planului de management al ariei protejate, punerea lui în dezbatere publică, aprobarea, publicarea și aplicarea măsurilor prevăzute de acesta;
- promovarea sitului în rețelele IBA și RAMSAR prin completarea formularelor de aplicație;
- folosirea regulamentului deja elaborat al ariei protejate ca bază pentru elaborarea planului de management;
- întreținerea zonei verzi limitrofe prin lucrări de toaletare și de înlocuire a arborilor;
- continuarea aplicării de proiecte pentru obținerea de fonduri europene care să rezolve probleme de infrastructură, dar și pe cele sociale sau de protecția mediului ale zonei;
- monitorizarea continuă și sistematică a apei lacului în vederea reducerii poluării cu nutrienți, pentru stoparea și reversarea procesului de eutrofizare;
- calibrarea numărului de turiști cu capacitatea de întreținere a plajelor, angajarea de personal suplimentar pentru întreținere și pentru curățenie în perioada estivală, de supraaglomerare a stațiunii;
- aplicarea de amenzi descurajante pentru poluatori și pentru cei care încalcă prevederile regulamentului SPA Amara;
- informarea proprietarilor de terenuri agricole din partea sudică a lacului asupra tipului de arătură care trebuie practică (pe conturul lacului și nu perpendicular cu malurile acestuia), asupra tipului de îngrășăminte folosite, asupra regulamentului ariei protejate;
- reducerea semnificativă a ritmului succesiunii ecologice prin aplicarea tuturor acestor măsuri, astfel încât calitatea și aspectul actual al lacului să fie păstrate și chiar îmbunătățite, pentru dezvoltarea durabilă a zonei.

Dintre toate măsurile de management de mediu propuse, până în prezent a fost implementată doar **reînființarea zonei verzi limitrofe**, cu rol de zonă tampon care protejează apa lacului de poluarea cu nutrienți proveniți de pe malul sudic, unde există culturi agricole. Celelalte măsuri de management urmează să se constituie într-o bază de date pusă la dispoziția custodelui, pentru elaborarea planului de management al ariei protejate.

VI.4. Concluzii

Dezvoltarea durabilă a lacului Amara trebuie corelată cu contextul socio-economic al întregii zone. Interesele socio-economice ale localității Amara și ale stațiunii balneoclimaterice trebuie corelate și armonizate cu interesele ariei protejate, astfel încât locuitorii să beneficieze în continuare de venituri și de locuri de muncă, iar păsările acvatice, precum și celelalte viețuitoare ale ecosistemului să găsească aici habitatele proprii necesare hrănirii și reproducerii.

Între cele două categorii de interese există un echilibru foarte fragil, care poate fi influențat doar de componenta antropică. Este rolul custozilor ariei protejate să susțină în fața autorităților locale interesele protejării SPA și rolul consiliilor locale ale localităților să promoveze interesele socio-economice ale zonei. În acest caz, al lacului Amara, cele două părți (custodele și autoritatea publică) coincid, deoarece custodia ariei protejate Amara-Fundata a fost obținută de asociația celor două Consilii Locale, Amara și Fundata, pe teritoriul cărora se află cele două lacuri protejate. Elaborarea planului de management integrat al SPA și propunerea de măsuri pentru dezvoltarea durabilă a zonei trebuie să se fundamenteze pe cunoașterea și descrierea stării de fapt a ecosistemului printr-o analiză SWOT. Măsurile de management propuse trebuie să fie fiabile și eficiente atât din punct de vedere economic (al costurilor aplicării lor) cât și din punct de vedere ecologic (să își atingă scopul de preservare), să producă efecte concrete și măsurabile pe termen mediu și lung, să se încadreze în strategiile de dezvoltare zonale și naționale.

CAPITOLUL VII- Efectele măsurilor de management aplicate pe lacul Amara

VII.1. Monitorizarea impactului înființării zonei verzi limitrofe a lacului Amara

Așa cum s-a arătat în capitolele anterioare, starea trofică a unui lac se caracterizează cel mai bine prin comparație cu starea lui anterioară, numită stare de referință. Încadrările apei lacului Amara în stările trofice se realizează prin compararea valorilor principalilor indicatori ai eutrofizării cu valorile prag din normativele în vigoare.

Starea de referință a fost considerată cea a ecosistemului înainte de reînființarea zonei verzi. Scopul principal al acestei analize este acela de a oferi o caracterizare cât mai completă a ecosistemului Amara și de a putea evidenția efectele reînființării zonei verzi asupra stării trofice a lacului Amara. Aceste informații pot fi apoi folosite pentru elaborarea și implementarea unei strategii de dezvoltare în concordanță cu prevederile Directivei Cadru Apă, care să protejeze habitatele speciilor dependente de apă pentru care lacul Amara a fost declarat SPA (Arie de Protecție Specială) în anul 2004.

Reînființarea zonei verzi limitrofe a fost propusă ca metodă de stopare și de remediere a efectelor eutrofizării în lacul Amara în cadrul prezentării programului de cercetare, dar reînființarea efectivă a acesteia a avut loc în urma unui proiect de refacere din punct de vedere turistic a parcului balnear Amara. Cele două obiective au coincis, deși scopurile au fost diferite.

În perioada 2006-2010, în urma monitorizării indicatorilor gradului de eutrofizare (azot mineral total, fosfor total, biomasa fitoplanctonică) și în urma analizei acestora împreună cu alți indicatori relevanți (regimul oxigenului, pH, bicarbonați, conductivitate, materii în suspensie, transparență) lacul a fost încadrat, conform normativelor în vigoare, în starea trofică- *eutrofă* și starea ecologică -IV, *stare proastă*. (vezi Capitolul V)

De asemenea, s-a realizat o analiză SWOT a ecosistemului (vezi Capitolul VI.2.) și au fost propuse măsuri (vezi Capitolul VI.3) pentru stoparea și reversarea fenomenului eutrofizării, pentru a permite proceselor din lac să se autoregleze, prin reducerea stresului antropic. Dintre măsurile de management propuse a fost pusă în practică doar măsura reînființării zonei verzi (în anul 2010), care a fost considerată o măsură fiabilă, ce poate fi implementată cu costuri reduse, datorită accesării de fonduri europene. Această măsură este de așteptat să aibă o serie de efecte pozitive asupra ecosistemului, cele mai importante fiind: reducerea aportului exogen de nutrienți și de praf, crearea unui microclimat favorabil zonei, conservarea habitatelor pentru păsările protejate, îmbunătățirea funcției estetice.

Efectele înființării centurii de protecție (zona verde) au fost urmărite în perioada următoare (2011- 2015), când au fost monitorizați aceiași parametri de calitate a apei lacului Amara, în aceleași puncte de monitorizare de pe lacul Amara, la care a fost adăugat un punct suplimentar de control (situat în apropierea malului nordic – vezi Figura IV. 3), în 4 campanii anuale. Din analiza valorilor parametrilor monitorizați se va putea observa dacă aplicarea acestei măsuri este suficientă pentru stoparea și reducerea eutrofizării lacului Amara sau dacă trebuie implementate și alte măsuri, cum ar fi: cosirea stufului, oxigenarea apei, aplicarea de algicide, etc., astfel încât starea ecologică a ecosistemului Amara să se îmbunătățească. Analiza principalilor indicatori ai gradului de eutrofizare și valorile altor parametri relevanți vor permite organelor abilitate (APM, Direcția de Ape Buzău- Ialomița) să elaboreze un plan de management integrat pentru dezvoltarea durabilă a zonei.

VII.2. Evoluția indicatorilor gradului de eutrofizare în urma aplicării măsurilor de management

VII.2.1. Regimul termic

În ceea ce privește **regimul termic** nu există modificări în modul de distribuție pe adâncime a temperaturii maselor de apă (Capitolul V.2.1), acestea preluând temperatura mediului. Nu există stratificare termică, acest fenomen fiind, în general, specific lacurilor puțin adânci, așa cum este și lacul Amara. În ceea ce privește dinamica mediilor anuale, aceasta urmărește îndeaproape dinamica temperaturii atmosferice din perioadele respective.

Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lentice în curs de eutrofizare-lacul Amara

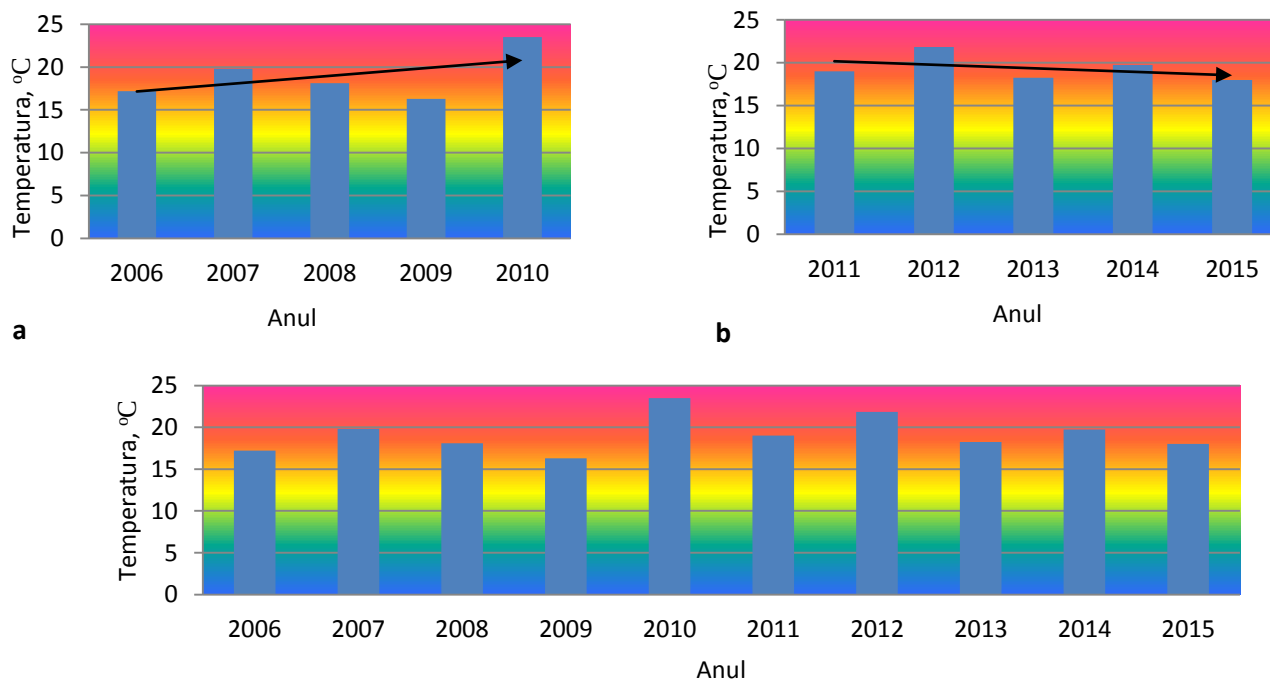


Figura VII.1. a,b,c Dinamica temperaturii (°C) apei lacului Amara în perioada 2006-2015

Astfel, pentru întreaga perioadă studiată se observă o tendință crescătoare a mediilor anuale ale temperaturii apei din lac, în concordanță cu evoluția temperaturii atmosferice la nivel global. (Figura VII.1, a,b,c)

VII.2.2. Transparența

În literatura de specialitate și în normativele în vigoare nu există o limită de **transparență** considerată optimă. Pentru fiecare ecosistem acvatic studiat, se calculează indicii de transparență, raportul dintre T (transparență) și A (adâncime). O valoare a acestui indice mai mică decât 0,20 reprezintă o limitare pentru dezvoltarea macrofitelor, lumina fiind insuficientă pentru procesul de fotosinteză, iar un indice de transparență ridicat indică posibilitatea producerii exploziilor algale. (Brezeanu, 2002)

Așa cum se poate observa din Figura VII.2. în ultimii trei ani, ulterior înființării centurii verzi limitrofe lacului Amara, are loc o stabilizare a cantității de materii în suspensie, ceea ce duce la creșterea adâncimii zonei fotice.

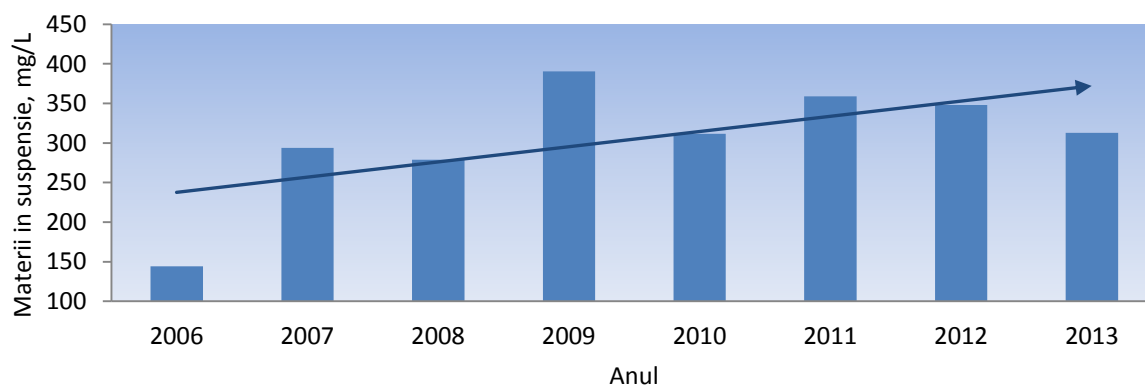


Figura VII.2. Materii în suspensie (mg/L), lacul Amara, 2006-2013

Reprezentarea grafică a distribuției transparenței pentru apa lacului Amara indică creșterea progresivă a acesteia, așa cum arată și linia de tendință (*Figura VII.3.*). Totuși, trebuie precizat faptul că această curbă de distribuție prezintă scăderi ale transparenței în perioadele calde, de vară, când este perioada propice dezvoltărilor algale la care se adaugă probabil și aportul de praf de origine exogenă, transportat de factorul eolian.

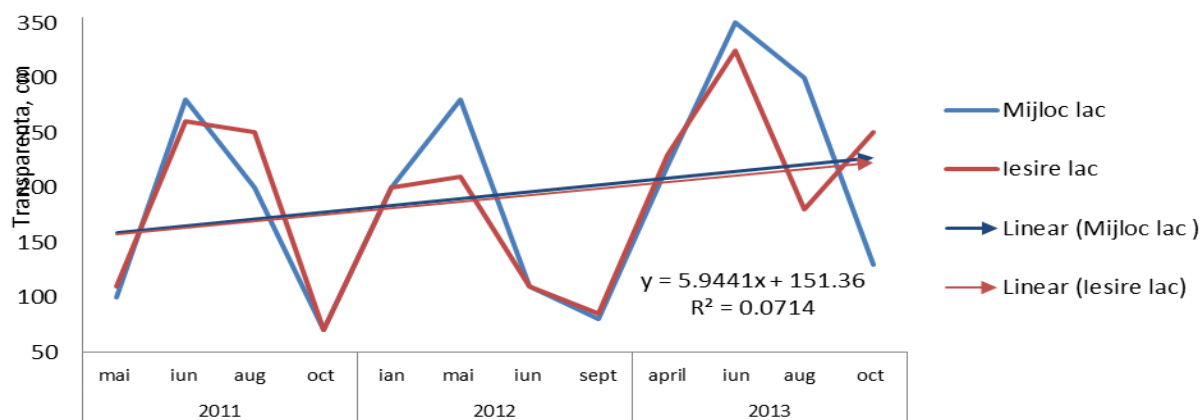


Figura VII.3. Transparența (cm) în lacul Amara, 2011-2013

Transparența nu are o valoare optimă, universal valabilă pentru toate lacurile, acest parametru fiind influențat de caracteristicile geomorfologice ale ecosistemului acvatic. Din această cauză, pentru lacul Amara, a fost considerată ca și valoare optimă pentru transparență adâncimea de 3.5 m.

În aceste condiții, din analiza statistică se poate estima că este nevoie de o perioadă de timp de 33 de ani, pentru ca lacul Amara să poată atinge acest nivel de transparență. Trebuie menționat totuși că, deoarece coeficientul de corelație ($R^2 = 0,071$) este foarte mic, estimarea are o acuratețe redusă, transparența având fluctuații sezoniere însemnate, dar și fluctuații anuale datorate condițiilor specifice de climă dintr-o anumită perioadă, în funcție de precipitații, temperaturi medii anuale, etc. Ca și tendință, transparența este crescătoare pentru perioada 2011-2013, în corelație inversă cu tendința descrescătoare a materiilor în suspensie pentru aceeași perioadă (*Figura VII.7.b., Capitolul VII.2.5*). Acest lucru este probabil datorat reînființării zonei tampon, și poate fi consemnat ca un efect pozitiv al acestei măsuri de management.

VII.2.3. pH-ul

Având în vedere că **valoarea pH-ului**, în apele bogate în alge planctonice prezintă variații zilnice, puse în corelație cu respirațiile biocenozei care în timpul nopții nu sunt însoțite de producția de oxigen a fotoautotrofelor, acest indicator a fost determinat, timp de 5 ani, 2011-2015, în punctul de prelevare stabilit în apropierea malului nordic, puternic antropizat.

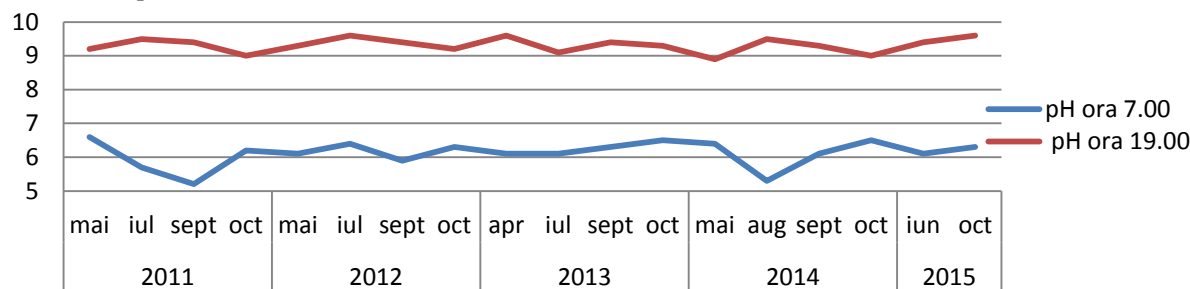


Figura VII.4. Valorile pH-ului în punctul de control, perioada 2011-2015

Determinările au fost efectuate de două ori pe zi, dimineața, în jurul orei 7.00 și seara, în jurul orei 19.00, iar rezultatele obținute sunt prezentate în *Figura VII. 4*.

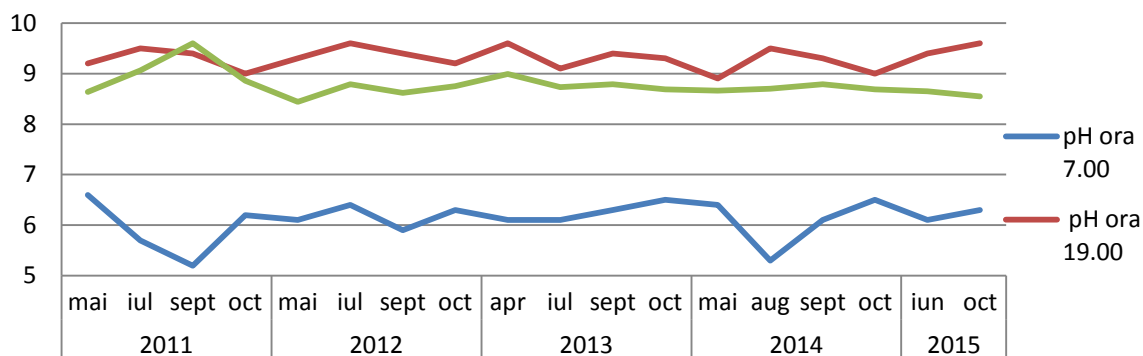


Figura VII.5. Valorile pH-ului măsurate pentru lacul Amara, perioada 2011-2015

Rezultatele ale acestor determinări reprezentate grafic în *Figura VII.4.*, arată că valorile pH-ului măsurat de dimineață sunt mai mici decât valorile pH-ului măsurat după amiaza, pe întreaga perioadă supusă monitorizării. Acest lucru sugerează o încărcare puternică a apelor cu specii algale, care produc o cantitate mare de oxigen în timpul zilei, dar și un procent important de consumatori, care, în timpul nopții, consumă o cantitate mare de oxigen, înlocuindu-l cu dioxid de carbon.

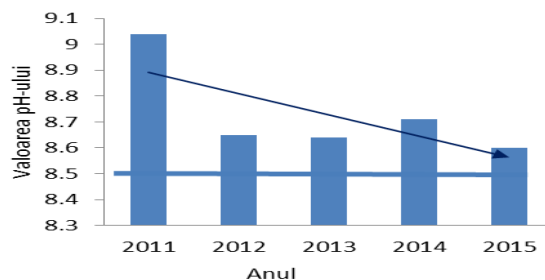
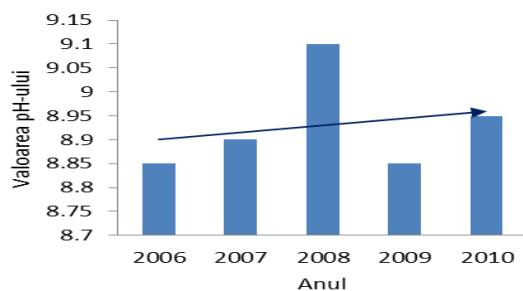
Aceste observații sunt susținute și de determinările făcute în cadrul DAB (Direcția de Ape Buzău), care au fost realizate în laborator, ora medie de prelevare și analiză a probelor fiind ora 10.00. Comparând valorile măsurate în punctul de control cu cele efectuate în laboratoarele DAB (pH DAB) se observă că acestea din urmă au valori intermediare între pH-ul măsurat la prima oră și cel măsurat după amiază (*Figura VII.5*)

De asemenea, se poate observa că pentru întreaga perioadă monitorizată cele mai mari fluctuații ale pH-ului măsurat se înregistrează dimineața ($\pm 1,2$ unități) și seara ($\pm 0,6$ unități), iar aceste variații pot fi puse pe seama proceselor ce au loc în interiorul lacului (proces de respirație, regim termic, regimul oxigenului, etc.). De asemenea, o creștere semnificativă a pH-ului a putut fi observată și în luna septembrie 2011, care a fost probabil datorată unei poluări accidentale, ale cărei efecte au fost ulterior minimizate datorită proceselor de autoreglare din lac.

În ceea ce privește valorile mediilor anuale ale pH-ului pentru cele două perioade în care a fost împărțit studiul (2006-2010 și 2011-2015), cât și pentru perioada 2006-2015, evoluția pH-ului se prezintă astfel (*Figura VII.6., a, b, c*):

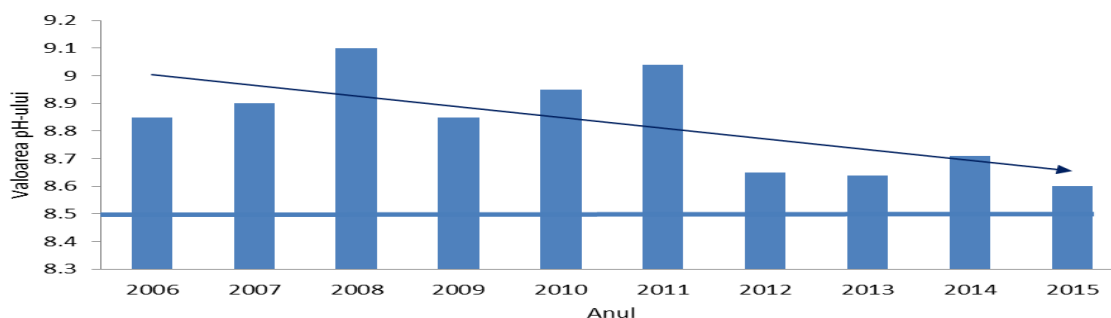
- tendință crescătoare pentru perioada 2006-2010, anterioară reînființării zonei verzi limitrofe (*Figura VII.6., a*);
- tendință descrescătoare pentru cea de a doua perioadă a studiului, ulterioară reînființării zonei verzi limitrofe, ceea ce reprezintă un efect pozitiv, deoarece tinde spre valoarea optimă de pH pentru lacuri (pH=8.5, conform OM 161/2006 MMGA pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, *Figura VII.6., b*);
- tendință descrescătoare pentru întreaga perioadă fără ca valoarea mediei anuale să atingă valoarea optimă de pH pentru lacuri (pH=8.5), evidențiată în *Figura VII.6. b și c*.

În aceste condiții, se poate afirma că reînființarea zonei verzi limitrofe are un efect pozitiv asupra pH-ului apei lacului Amara prin reducerea aportului de substanțe alohtone, efect care trebuie menținut prin aplicarea și a altor măsuri de management al mediului și, mai ales prin întreținerea puietilor de *Acer campestre* care au fost plantați (irigare, toaletare, înlocuirea celor uscați, etc.).



a)

b)



c)

Figura VII.6. Evoluția pH-ului în apa lacului Amara, 2006-2015

Pentru o imagine de ansamblu a stării ecologice a lacului Amara și pentru evidențierea efectelor reînființării zonei verzi de protecție trebuie analizate și valorile celorlalți indicatori: fosfor total, azot mineral total, oxigenul dizolvat, biomasa fitoplanctonică și, bineînțeles, clasa globală de calitate.

VII. 2.4. Conductivitatea

Gradul de mineralizare, precum și compoziția ionică a apei lacului Amara, nu au înregistrat variații semnificative în perioada imediat următoare reînființării zonei verzi limitrofe (2011-2015). Pentru indicatorul conductivitate monitorizările au arătat o valoare medie de 21 238,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pentru perioada anterioară reînființării zonei verzi (2006-2010) și de 20 760.31 $\mu\text{S}/\text{cm}$, media perioadei 2011-2014 (după reînființarea zonei verzi).

Deoarece valorile măsurate ale conductivității nu au variat semnificativ în perioada 2006-2014, în anul 2015, monitorizarea acestui indicator nu a mai fost realizată.

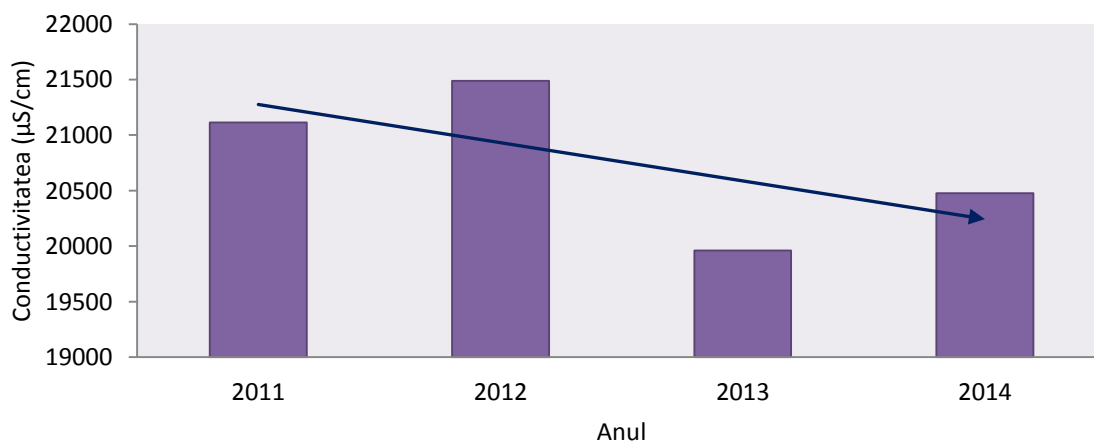


Figura VII.7. Conductivitatea ($\mu\text{S}/\text{cm}$) în lacul Amara, 2011-2014

Dinamica acestui parametru, evidențiată în *Figura VII.7*, în care sunt reprezentate grafic valorile conductivității (medii anuale) în perioada 2011-2014, indică o tendință descendentă, corelată cu tendința de reducere a gradului de mineralizare (*Capitolul V.2.4, Figura V.10*). Această scădere a conductivității, nu poate fi pusă exclusiv pe seama reînființării zonei verzi limitrofe, ci este cel mai probabil datorată, izvoarelor subterane cu apă dulce care alimentează lacul.

VII.2.5. Materiile în suspensie

Acumularea de **materii în suspensie** în apele lacurilor și ale râurilor depinde de mai mulți factori. Dintre aceștia, foarte important este aportul exogen datorat erodării malurilor și transportului particulelor de către apele de șiroire sau de către masele de aer.

Perdeaua de protecție fixează solul, împiedicând eroziunea, stopează percolările prin absorbția apei prin sistemul radicular și preia o parte importantă din praf care se fixează pe învelișul foliar. (Pârvu, 1999)

Efectul urmărit prin plantarea speciei de arțar de câmpie (*Acer campestre*) este de a reduce cantitatea de materii aflate în suspensie din lac. În perioada 2006-2010, tendința acestui indicator a fost crescătoare, de acumulare a sestonului (*Figura VII.8.a*). Pentru perioada 2011-2013, reprezentarea grafică a valorilor materiilor în suspensie relevă o stabilizare și chiar o tendință de reducere a acestora. (*Figura VII.8.b*)

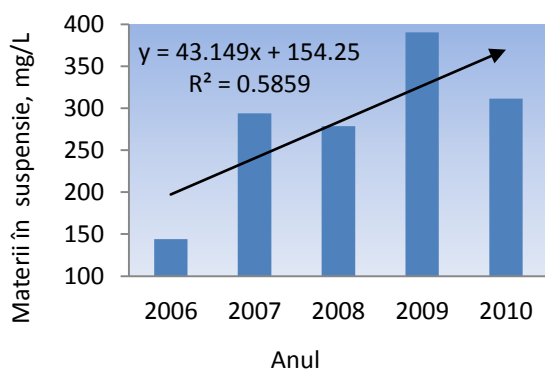


Figura VII.8.a. Materii în suspensie, mg/L, Amara, 2006-2010

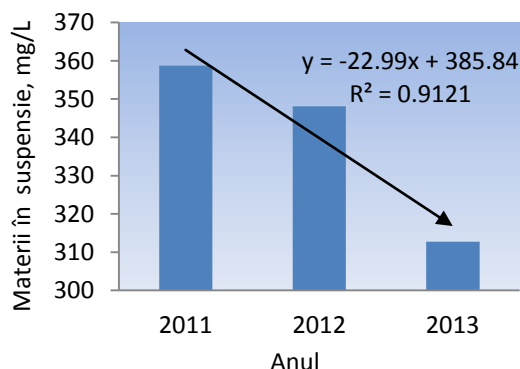


Figura VII.8.b. Materii în suspensie, mg/L, Amara, 2011-2013

Așa cum am arătat în capitolul anterior (vezi Capitolul V.1.1), analiza statistică a valorilor medii ale materiilor în suspensie pentru perioada 2006-2010 (*Figura VII.8.a*), arată că perioada estimată în care cantitatea de materii în suspensie devine incompatibilă cu viața acvatică ($y = 1000$ mg/L, valoarea maximă a materiilor în suspensie, conform OM 161/2006) este de maxim 14 ani, cu un coeficient de corelație de $R^2 = 0,471$.

Din reprezentarea grafică a valorilor medii ale materiilor în suspensie din perioada ulterioară reînființării zonei verzi (*Figura VII.8.b*), dacă se menține aceeași tendință descrescătoare, starea în care cantitatea de materii în suspensie devine incompatibilă cu viața acvatică nu se va mai atinge.

Mai mult, conform ecuației dreptei de regresie, se poate estima că după o perioadă de aproximativ 13 ani, valoarea acestui parametru poate ajunge la valoarea optimă 60-80 mg/L (conform OM 161/2006), cu un coeficient de corelație de $R^2 = 0,912$, ceea ce reprezintă un orizont de timp adecvat și evidențiază efectul pozitiv pe care reînființarea zonei verzi limitrofe îl are asupra acestui ecosistem. Este de așteptat ca în perioada următoare scăderea cantității de materii în suspensie să fie și mai accentuată, datorită în principal creșterii și dezvoltării copacilor de arțar de câmpie

(*Acer campestre*) care alcătuiesc zone verde limitrofă (înălțarea copacilor, dezvoltarea unor coroane din ce în ce mai mari, etc.), care au rolul de a reduce aportul exogen.

VII.2.6. Bicarbonații

Pentru clasificarea calității apelor de suprafață, bicarbonații sunt încadrați în categoria indicatorilor fizico-chimici, care descriu salinitatea împreună cu: conductivitatea, reziduu filtrabil, clorurile, sulfatii și alcalinitatea. Din acest punct de vedere, pentru perioada 2006-2010, apa lacului Amara s-a încadrat constant în clasa globală de calitate V, cea mai puțin favorabilă. Așa cum arată reprezentarea grafică a celor două perioade studiate, dacă înainte de reîmpădurirea zonei verzi limitrofe, tendința valorilor acestui parametru era de creștere (*Figura VII. 10.a*), în timp ce după reînființarea zonei tampon s-a putut observa o tendință de scădere a cantității de bicarbonați din apa lacului Amara (*Figura VII. 10.b*).

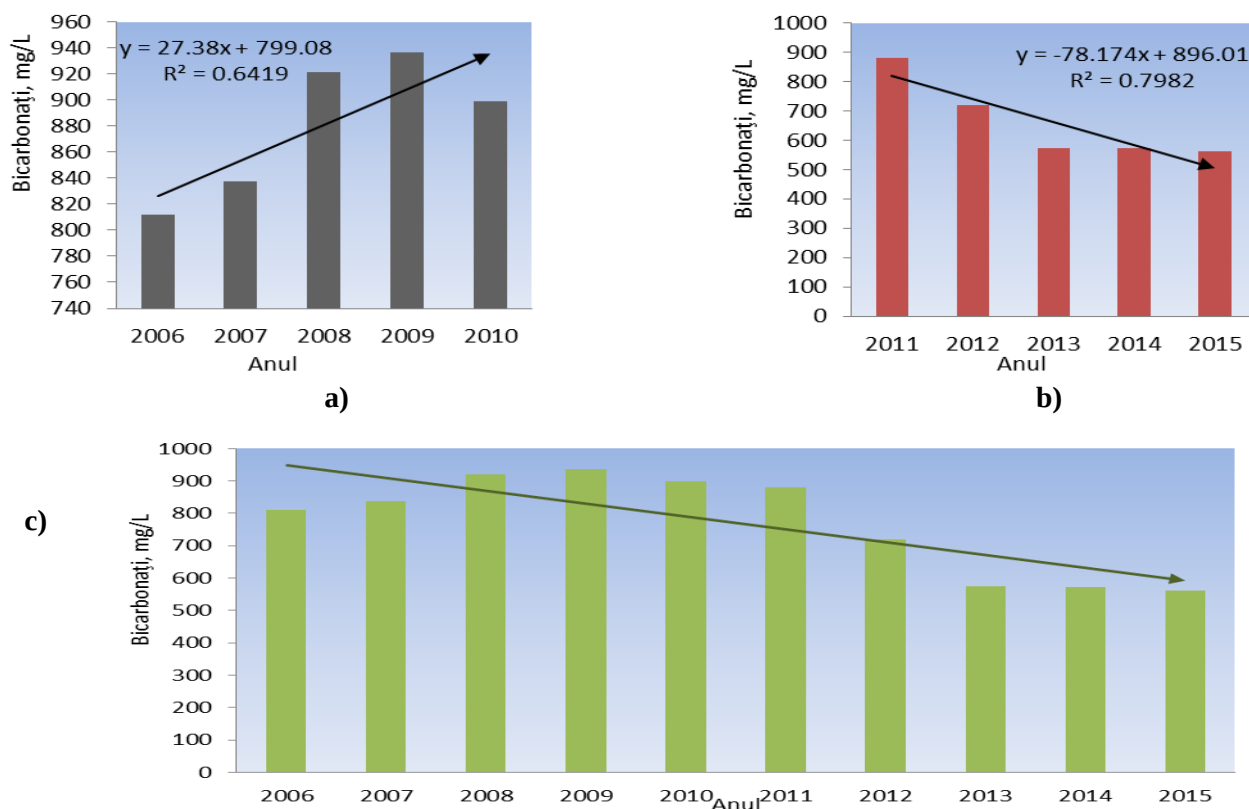


Figura VII.10. a, b, c Dinamica parametrului bicarbonați (mg/L, HCO_3^-), Amara

Tendința de reducere a cantității de bicarbonați poate fi observată și în reprezentarea grafică a valorilor acestui parametru pentru întreaga perioadă studiată (*Figura VII. 10.c*). Media anilor 2006-2010 este de 881.22 mg/L, iar cea a anilor 2011-2015 este de 661.484 mg/L, ceea ce reprezintă o reducere cu 25% a cantității de bicarbonați din apa lacului Amara. Deși nu poate fi pusă exclusiv pe seama înființării zonei limitrofe verzi, reducerea cantității de bicarbonați este probabil datorată aportului diferit al nutrienților în apa din lac în perioada 2011-2015 și poate fi considerată un „semn de însănătoșire” a ecosistemului lacului Amara.

VII.2.7. Alcalinitatea

Alcalinitatea, de asemenea, face parte din categoria indicatorilor fizico-chimici utilizați pentru descrierea salinității apei lacului Amara împreună cu: conductivitatea, reziduu filtrabil, clorurile, sulfatii și bicarbonații.

Din reprezentarea grafică a valorilor acestui indicator se poate observa că, dacă în perioada 2006-2010 (*Figura VII.11.a*) tendința era una crescătoare, în timp ce după înființarea zonei limitrofe verzi (perioada 2011-2015 – *Figura VII.11.b*), tendința devine descrescătoare.

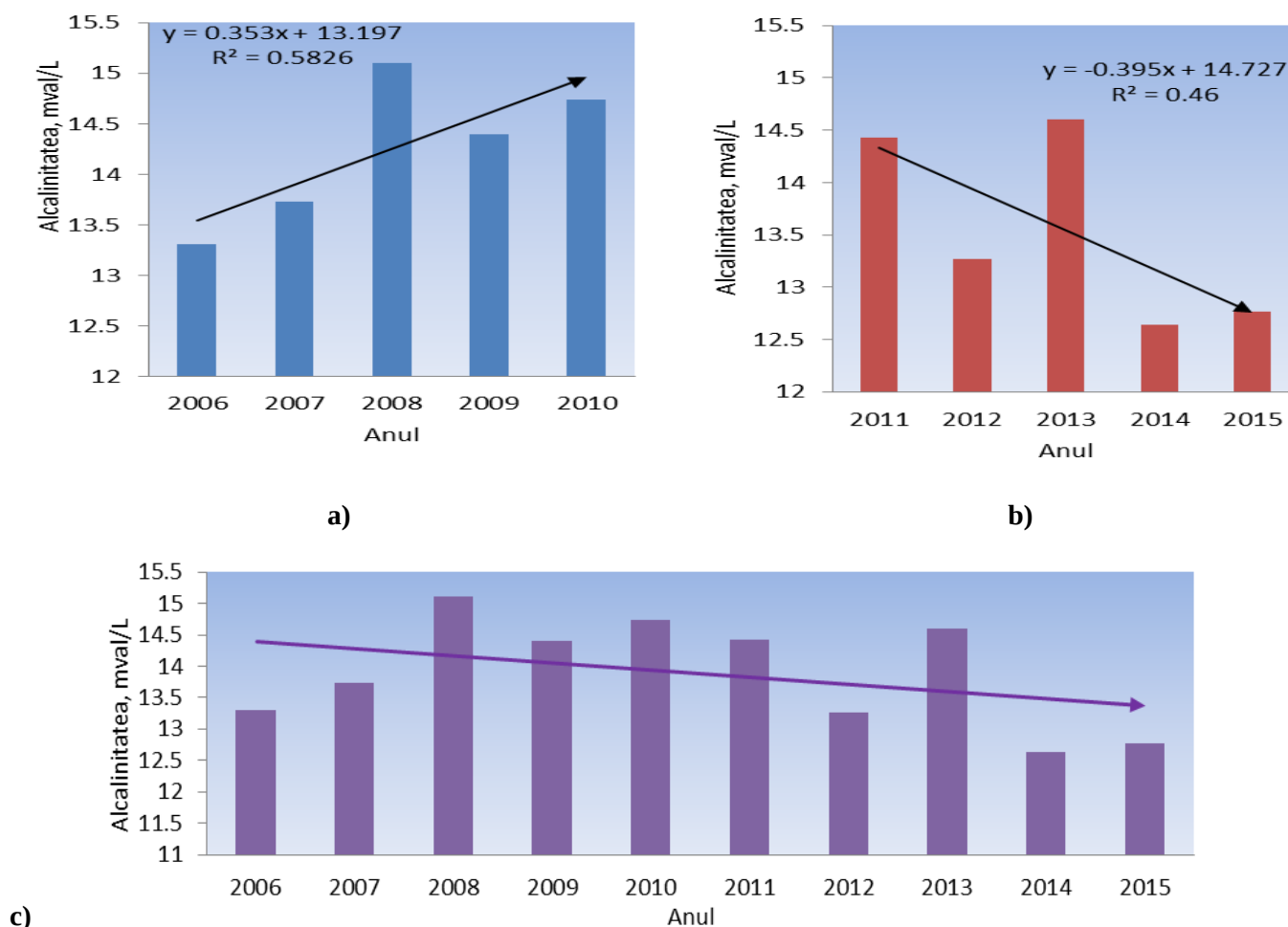


Figura VII.11. Dinamica alcalinității (mval/L) în lacul Amara

Reprezentarea grafică a valorilor medii anuale pentru întreaga perioadă studiată, 2006-2015, evidențiază aceeași tendință descrescătoare, asemănătoare perioadei ulterioare reîmpăduririi. (*Figura VII.11.c*)

Considerând $y = 6$ mval/L (valoarea maximă admisă pentru existența vieții piscicole (OM 161/2006) în ecuația liniei de regresie (*Figura VII.11.b*), se obține $x = 22$ (ani), ceea ce conduce la concluzia că, în condițiile păstrării tendinței actuale și ale aplicării în continuare a măsurilor de management propuse, sunt necesare, cu aproximație, două decenii, pentru ca apa lacului să aibă o alcalinitate optimă pentru viața piscicolă. În aceste condiții, se poate astfel afirma că reînființarea zonei verzi a avut un efect pozitiv asupra valorilor acestui parametru în apa lacului Amara.

Pentru acest grup de indicatori care descriu *salinitatea* apei din lacul Amara, clasa de calitate globală se stabilește în funcție și de valorile rezidului filtrabil, clorurilor și sulfatilor. Cu toate că, valorile determinate în ultima perioadă, indică o reducere pentru toți indicatorii, apa lacului Amara rămâne în continuare în clasa a IV-a de calitate, care corespunde unei calități proaste.

VII.2.8. Oxigenul dizolvat

Reprezentarea grafică a valorilor **oxigenului dizolvat** și ale clasei de calitate globală pentru perioadele anterioară și ulterioară anului 2010, sunt prezentate în *Figurile VII. 12 a și b*. Astfel, dacă pentru perioada 2006-2010 se poate observa o corelație de inversă proporționalitate între cei doi parametri (în anul 2010 concentrația de oxigen

dizolvat a fost cea mai scăzută, iar clasa de calitate globală cea mai ridicată, **V**, ceea ce corespunde stării celei mai puțin favorabile pentru ecosistem- stare ecologică proastă (*Figura VII.12.a.*). În cea de a doua perioadă (*Figura VII.12.b.*) valorile pentru concentrația de oxigen dizolvat se stabilizează, iar lacul trece în clasa globală de calitate **IV**, care corespunde unei stări ecologice proaste, conform OM 161/2006.

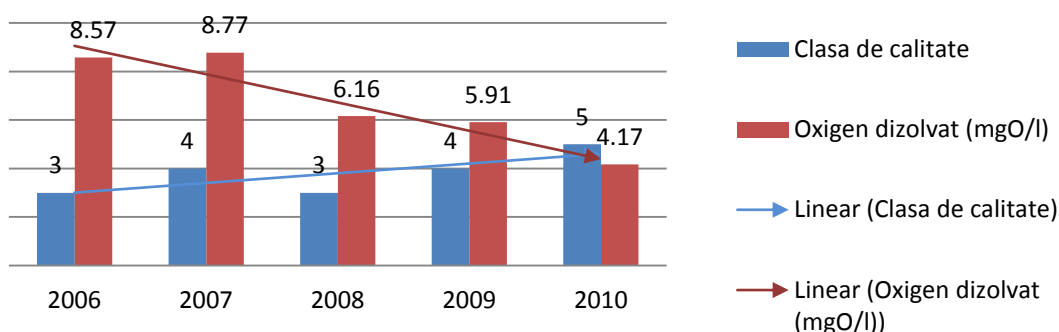


Figura VII.12.a. Oxigen dizolvat, mg O/L, Amara, 2006-2010

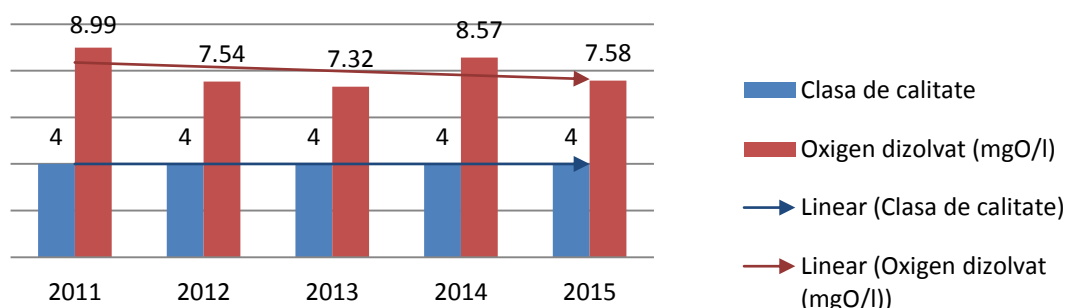


Figura VII.12.b. Oxigen dizolvat, mg O/L, Amara, 2011-2015

Reprezentând grafic valorile mediilor multianuale ale indicatorului oxigen dizolvat (mgO/L) și pe cele ale clasei globale de calitate pentru întreaga perioadă avută în vedere în acest studiu se observă, de asemenea, o tendință de egalizare a valorilor celor doi indicatori (*Figura VII.13.*) în perioada anilor 2006-2015.

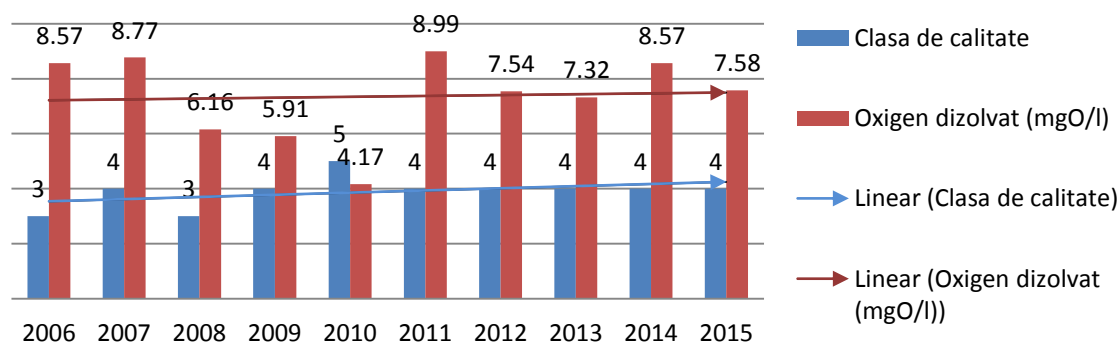


Figura VII.13. Evoluția indicatorului oxigen dizolvat (mg O/L) comparativ cu clasa globală de calitate, lac Amara, 2006-2015.

Această ușoară îmbunătățire a clasei de calitate a apei lacului Amara (de la **V** la **IV**) după anul 2010, poate fi pusă pe seama înființării zonei verzi limitrofe, care are un rol important în reducerea aportului de compuși chimici care poluează practic apa din lac. În aceste condiții este de așteptat ca, o dată cu trecerea timpului și în absența unor fenomene de poluare accidentală, calitatea apei din lacul Amara să se îmbunătățească considerabil.

VII.2.9. Consumul biologic de oxigen

Încadrarea apei lacului Amara în clase de calitate în funcție de CBO_5 se face conform OM161/2006 astfel: clasa I- 3 mg O_2/L , clasa a II-a- 5 mg O_2/L , clasa a III-a- 7 mg O_2/L , clasa a IV-a- 20 mg O_2/L , clasa a V-a- > 20 mg O_2/L . Reprezentarea grafică a valorilor acestui parametru, pentru perioadele 2006-2010 (înainte de înființarea zonei limitrofe verzi) și 2011-2014 (după înființarea zonei limitrofe verzi) (Figura VII.14. a, b) arată o tendință crescătoare pentru prima perioadă și descrescătoare, pentru cea de a doua perioadă.

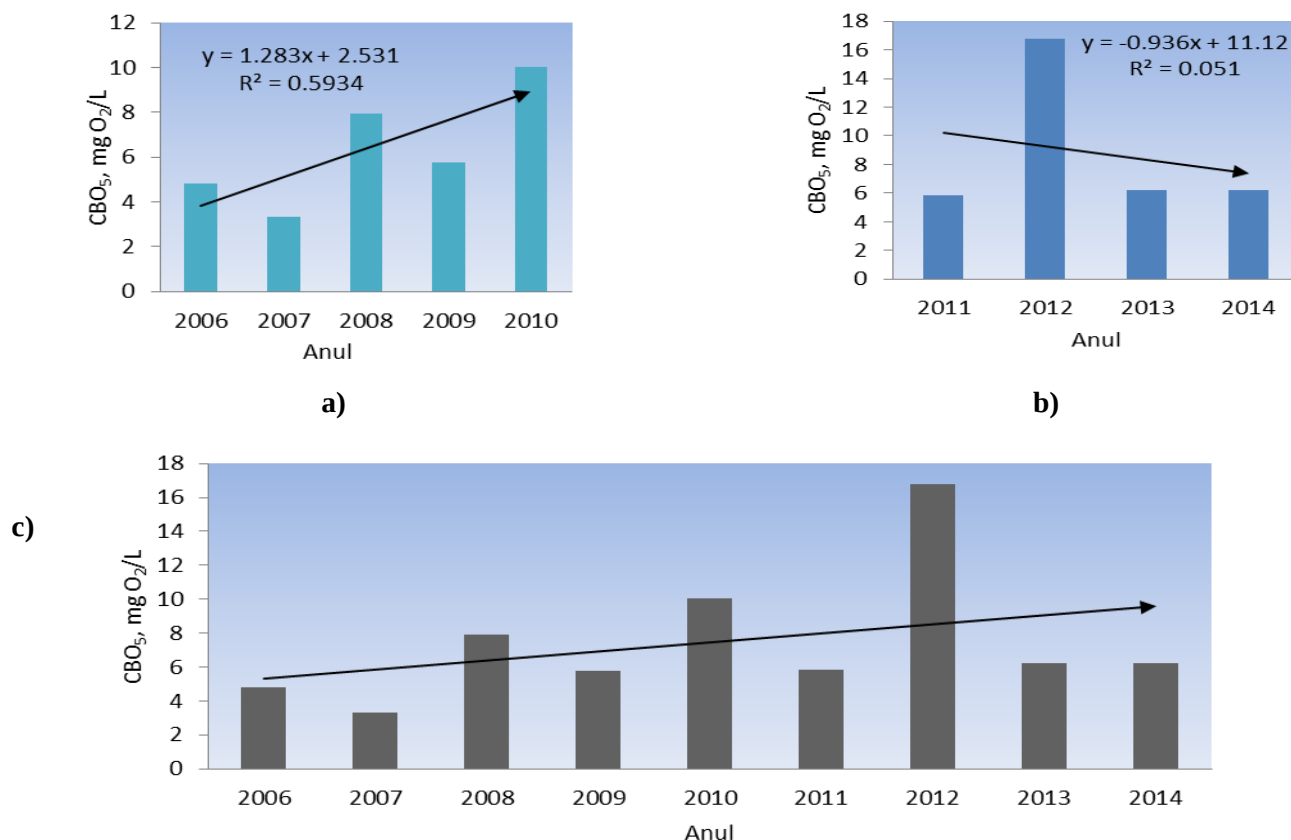


Figura VII.14. Dinamica CBO_5 (mg O_2/L) în lacul Amara, 2006-2014

Din păcate, reprezentarea grafică ale valorilor medii anuale ale acestui parametru, pentru întreaga perioadă avută în vedere în acest studiu (2006-2015), păstrează aceeași tendință crescătoare (Figura VII. 14 c), ceea ce indică o degradare continuă a apei lacului Amara, chiar după înființarea zonei limitrofe verzi. Totuși, trebuie remarcat faptul că această tendință crescătoare este probabil determinată de valorile excesiv de mari ale acestui parametru, măsurate pentru anul 2012 (16,8 mg O_2/L). După acest episod, ce poate fi considerat de poluare accidentală, valorile parametrului CBO_5 tind să se stabilizeze (în anii 2013, 2014), la o valoare apropiată de cea măsurată în anul 2011. Aceste observații ne permit să spunem, încă o dată, că înființarea zonei limitrofe verzi pe malul sudic al lacului Amara are un rol important și pozitiv, în reducerea cantităților de poluanți care ajung în apa din lac.

Comparând valorile medii anuale din anul 2010 ($\text{CBO}_5 = 10.03$ mg O_2/L), cu ultimul an al celei de a doua perioade, 2014 ($\text{CBO}_5 = 6.24$ mg O_2/L), se poate observa o reducere cu aproximativ 40% a valorii consumului biochimic de oxigen, ceea ce sugerează o încărcare din ce în ce mai redusă a apei cu microorganisme.

Cu toate că din interpretarea statistică a valorilor măsurate pentru parametru CBO_5 , lacul se încadrează în clasa a III-a de calitate (*moderată*), prin corelarea cu valorile determinate pentru oxigenul dizolvat și CCOCr , lacul rămâne încadrat, din punctul de vedere al **regimului oxigenului**, la clasa a IV- de calitate (*slabă*).

VII.2.10. Regimul nutrienților

Reprezentarea grafică a valorilor determinate pentru parametrul **fosfor total**, corespunzătoare perioadelor 2007-2010 și 2011-2014, arată că, dacă pentru prima perioadă conținutul de fosfor din apa lacului manifestă o tendință crescătoare (*Figura VII.15.a.*), în cea de-a doua perioadă (*Figura VII.15.b.*) această tendință devine descrescătoare, chiar dacă ritmul de reducere a conținutului de fosfor din apă este foarte lent, iar media anului 2011 (0,108 mg P/L), este superioară mediei anului 2010 (0,088 mg P/L). Deși manifestă o tendință clară de scădere, (valoarea cea mai mică de fosfor total fiind măsurată în anul 2014 – 0,104 mg P/L), apa lacului Amara nu a atins încă la valoarea corespunzătoare anului 2010 și, prin urmare, este în continuare încadrat în aceeași clasă trofică (eutrof).

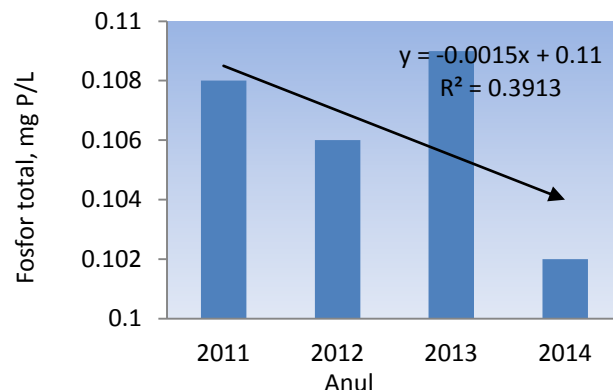
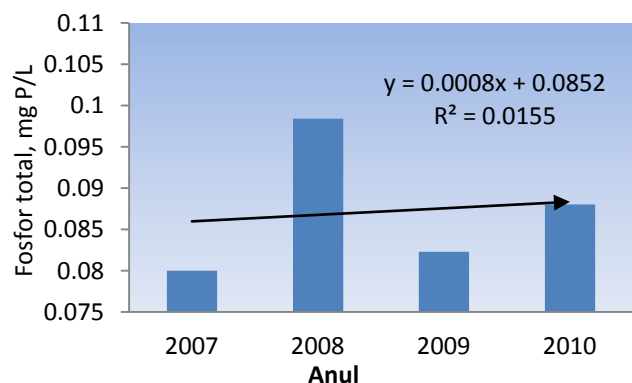


Figura VII.15.a. Valorile fosforului total, mg P/L, 2007-2010

Figura VII.15.b. Valorile fosforului total, mg P/L, 2011-2014

Din analiza mediei anuale a fosforului total pe întreaga perioadă studiată (2006-2010- anii anteriori reînființării zonei verzi limitrofe și 2011-2014- anii ulteriori reînființării zonei limitrofe verzi), reprezentate grafic în *Figura VII.16.* se observă că, în ultimii patru ani, a avut loc o stabilizare a valorilor, fără schimbări bruște, pozitive sau negative, ceea ce sugerează o tendință spre echilibrare a proceselor din lac. În anul 2015 acest parametru nu a mai fost determinat deoarece lacul a fost recomandat de către Direcția de Ape Buzău pentru monitorizare bacteriologică, în locul monitorizării ecologice, fiind considerat lac pentru îmbăiere.

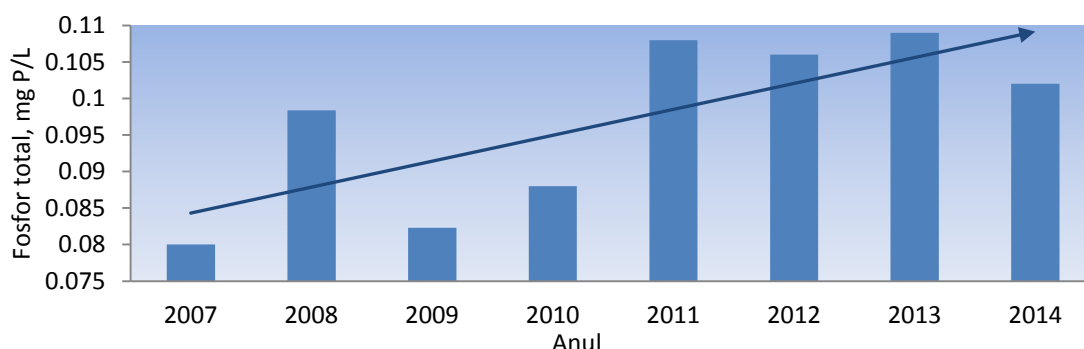


Figura VII.16. Valorile fosforului total, mg P/L, Amara, 2007-2014

Valorile anului 2006 nu au fost reprezentate grafic deoarece media acestui an a fost considerată o excepție (0.3735 mg P/L), atât față de mediile anilor anteriori 2002-2005 (2002- 0.0754 mg P/L, 2003 - 0.1839 mg P/L, 2004- 0.1691 mg P/L, 2005- 0.0731 mg P/L (media celor patru ani este 0.1253 mg P/L), cât și comparativ cu media următorilor opt ani, care este 0.0967 mg P/L. Aceste diferențe semnificative ale conținutului total de fosfor au fost puse pe seama condițiilor meteorologice din acel an, și anume cantitatea mare de precipitații care au antrenat o

cantitate mare de nutrienți de pe malul sudic. În luna aprilie 2006 precipitațiile au fost de 78 mm/m² și pot fi considerate cele mai abundente din perioada studiată (ANM).

În reprezentarea grafică a valorilor **azotului mineral total** pentru cele două perioade 2006-2010 și 2011-2014 se poate observa că, dacă în prima perioadă 2006-2010 (*Figura VII.17.a*) valorile azotului mineral total au o tendință descrescătoare, în cea de-a doua perioadă 2011-2014 (*Figura VII.17.b*) valorile acestui parametru manifestă o tendință crescătoare. Cu toate acestea, media anuală a anului 2011 (0,3505 mgN/L) este similară cu cea a anului 2009 (0,352 mgN/L). Aceste observații arată că, probabil, înființarea zonei verzi limitrofe influențează pozitiv dinamica acestui parametru, dar fluctuațiile semnificative sunt datorate mai ales fenomenelor de poluare accidentală. În lipsa poluării accidentale, are loc o echilibrare a proceselor din lac în care sunt implicate speciile chimice ce conțin azot, care au ca rezultat stabilizare a valorilor determinate pentru azotul mineral total.

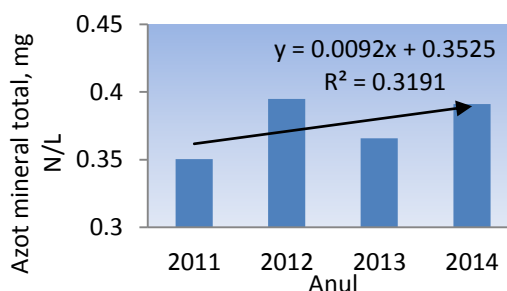
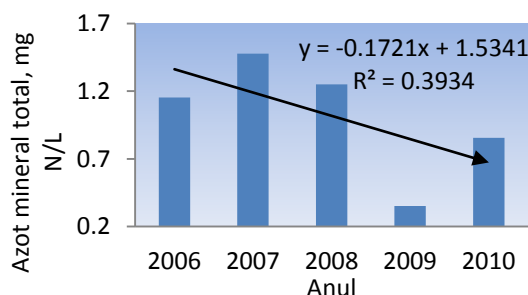


Figura VII.17.a. Azot mineral total, mg N/L, 2006- 2010 **Figura VII.17.b.** Azot mineral total, mg N/L, 2011- 2014

Valoarea optimă a cantității de azot mineral total în apa lacului este de 0.4 mg N/L, corespunzătoare încadrării lacului la calitatea trofică oligotrofă, superioară calității trofice mezotrofă, la care era încadrat în anul 2010, din punct de vedere a cantității de azot mineral total. Folosind această valoare pentru a putea estima orizontul de timp după care azotul mineral total va avea această concentrație, din ecuația liniei de regresie a reprezentării grafice ale acestui indicator pentru prima perioadă luată în studiu (înainte de plantarea zonei tampon cu specia de arțar de câmpie), se obține pentru figura a, $x = 6.5$ (ani) cu coeficientul de corelație de $R^2 = 0,393$. Pentru a doua perioadă (ulterioară plantării zonei tampon cu specia de arțar de câmpie) deoarece, un posibil efect al zonei tampon a fost scăderea concentrației azotului mineral total (0.391 mg N/L în anul 2014), care încadrează deja apa lacului în clasa oligotrofă. În concluzie, concentrația de azot mineral total din apa lacului Amara a scăzut într-un ritm mult accelerat, fără să fie nevoie de perioada de 6 ani, care reieșise din prelucrarea statistică a valorilor concentrațiilor medii ale acestui important nutrient pentru perioada 2006-2010. Valorile medii ale azotului mineral total (*Figura VII.18.*) pe întreaga perioadă studiată (mai puțin anul 2015, când nu a fost necesară monitorizarea lui) indică fluctuații influențate de regimul hidrologic al zonei, în special de fenomenul de percolare, curbele ascendente corespunzând anilor cu precipitații abundente.

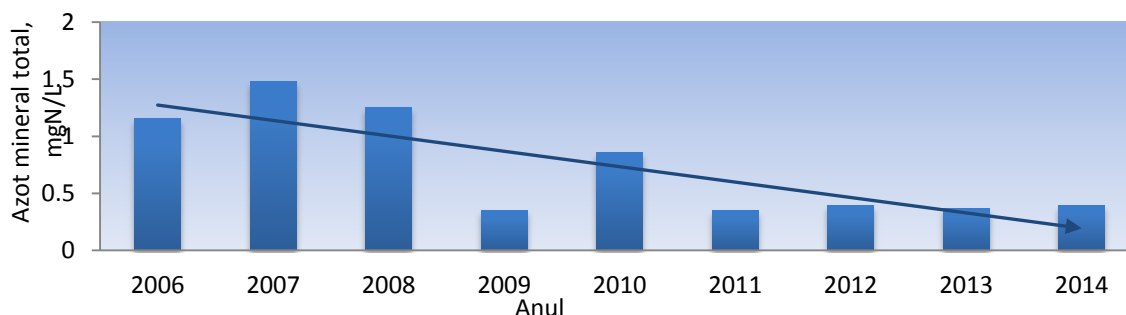


Figura VII.18. Evolutia azotului mineral (mg N/L), lac Amara, 2006- 2014

Prin corelarea tuturor componentelor care descriu regimul nutrienților: fosfor total (medii anuale), azot mineral total (medii anuale) și **raportul N/P** (Tabelele VII.1 și VII.2.) se observă că procesul de eutrofizare continuă, chiar dacă are un ritm mai lent. Acest lucru ne permite să spunem că reînființarea zonei verzi nu produce încă efecte majore detectabile la nivelul ecosistemului, iar din această cauză se recomandă aplicarea și a altor măsuri de reducere a poluării cu nutrienți.

Tabelul VII.1. Raportul N/P lacul Amara, perioada 2006-2010

Perioada	2006	2007	2008	2009	2010
Azot mineral total mg N/L	1.154	1.477	1.25	0.352	0.851
Fosfor total mg P/L	0.3735	0.08	0.0984	0.0823	0.088
Raportul N/P	3.08	18.46	12.7	4.28	9.05

Tabelul VII.2. Raportul N/P lacul Amara, perioada 2011-2015

Perioada	2011	2012	2013	2014
Azot mineral total mg N/L	0.3505	0.395	0.3659	0.39
Fosfor total mg P/L	0.108	0.106	0.109	0.102
Raportul N/P	3.24	3.72	3.35	3.9

Valorile descrescătoare ale raportului dintre nutrienții principali semnifică existența factorilor favorizanți apariției „înfloririlor” algale ce pot fi însoțite de fenomene nedorite pentru componenta umană a capitalului natural, dar mai ales pentru ecosistemul lentic în sine: accelerarea succesiunii ecologice. (Figura VII.19.)

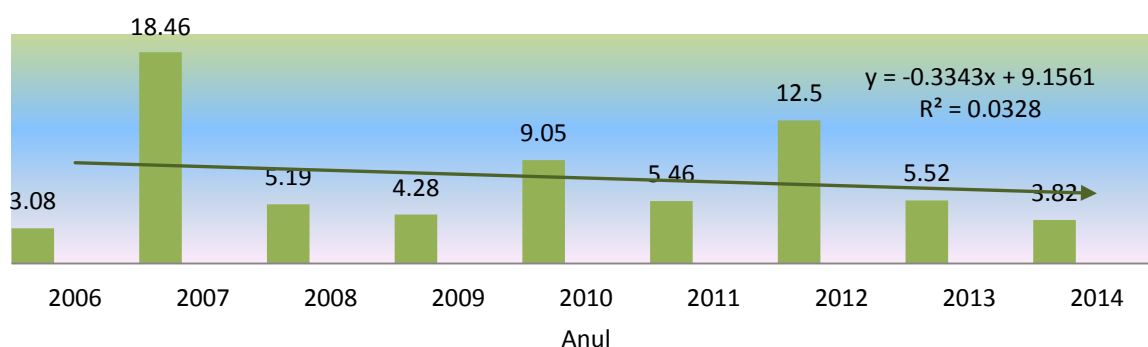


Figura VII.19. Raportul N/P, lac Amara, 2006-2014

Raportul optim dintre cei doi nutrienți, azot și fosfor, care influențează procesul de eutrofizare este de $N/P=16$. Când acest raport este mai mic de 10, există pericolul „înfloririlor” algale. După cum se observă în reprezentarea grafică a seriilor valorice ale raportului N/P pentru perioada 2006-2014, acesta a avut valori mai mari de 10 doar în anul 2007 și 2012, iar tendința este în continuare descrescătoare. Dacă se înlocuiește $y=16$ din ecuația dreptei de regresie prezentată în Figura VII.19 pentru întreaga perioadă studiată, se obține un orizont de timp de $x=20$ ani, cu un coeficient de regresie de $R^2=0,032$. Această valoare reprezintă perioada de timp necesară autoreglării proceselor din lac, pentru a îndepărta pericolul „înfloririlor” algale și pentru a se ajunge la un raport optim pentru biocenoză între cei doi nutrienți, azot și fosfor.

VII.2.11. Biomasa fitoplanctonică

Reprezentarea grafică a indicatorului **biomasă fitoplanctonică** pentru perioadele 2006-2010 (Figura VII.20.a.) și 2011-2013 (Figura VII.20.b.) nu evidențiază o legătură de cauzalitate între prezența perdelei verzi și cantitatea de biomasă fitoplanctonică. Cea mai mare valoare a acestui indicator este în anul 2012, 10.4mg/L, cea mai mică este în 2007, de 1.18 mg/L.

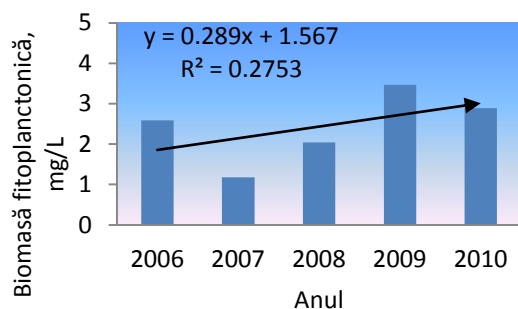


Figura VII.20.a. Biomasa fitoplanctonică- mg/L, Amara, 2006-2010

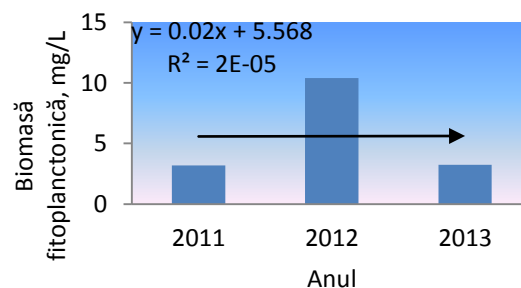


Figura VII.20.b. Biomasa fitoplanctonică - mg/L, Amara, 2011-2013

Valorile biomasei fitoplanctonice trebuie corelate cu alți indicatori ai stării trofice, cu condițiile meteo (temperatură, precipitații, etc.), numărul de zile cu radiația solară necesară procesului de fotosinteză, asociațiile de specii eudominante, etc. Așa cum se poate observa din *Figura VII.21.*, biomasa fitoplanctonică prezintă aceleași variații ca și nutrienții, fluctuațiile sale fiind datorate timpului necesar pentru desfășurarea proceselor biologice.

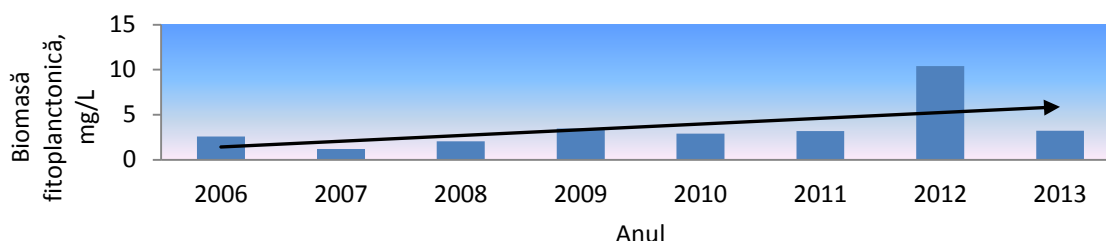


Figura VII.21. Evoluția indicatorului biomasa fitoplanctonică (mg/L), lac Amara, 2006-2013

Evoluția acestui indicator demonstrează că măsurile de management, printre care și plantarea speciei de *Acer campestre* pe malul sudic al lacului, nu sunt suficiente pentru a reduce pericolul eutrofizării, acestea putând doar să reducă ritmul acestui proces. Cu toate că biomasa fitoplanctonică face parte dintre indicatorii gradului de eutrofizare și că acest parametru prezintă o tendință crescătoare, monitorizarea lui nu a mai intrat în programul de supraveghere a lacului, începând cu anul 2014.

VII.2.12. Indicele de stare trofică

Evaluarea stării trofice prin calcularea indicelui de stare trofică s-a realizat atât pentru perioada 2006-2010 (*Capitolul V.2.12*) cât și după aplicarea măsurii de management propuse, pentru perioada 2011-2015 (*Figura VII.22*). Interpretarea rezultatelor a fost realizată folosind scala de valori din *Tabelul VII. 3*, iar o creștere cu 10 unități a TSI reprezintă de fapt o dublare a cantității de biomasa fitoplanctonică (Pătroescu, 2016).

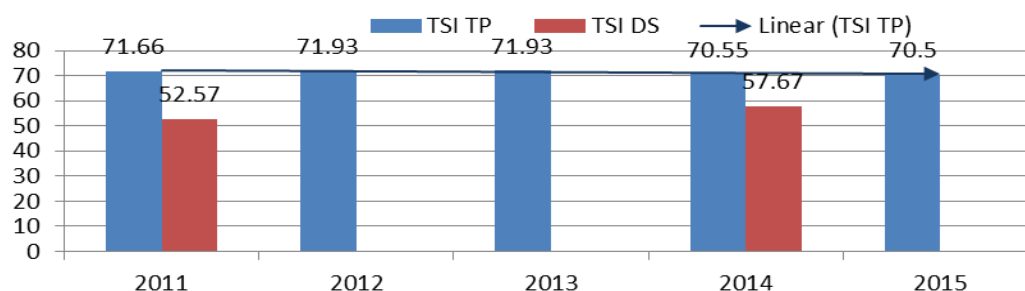


Figura VII.22. Evoluția TSI, Amara, 2011-2015

Tabelul VII.3. Interpretarea valorilor indicelui stării trofice (după Lee și Lin 2007)

Starea trofică	Oligotrof	Mezotrof	Eutrof	Hipertrof
Fosfor total (μg/L)	<12	12-24	24-96	>96
Transparență (m)	> 4	2-4	0,5-2	<0,5
TSI	<40	40-50	50-70	>70

În perioada 2011-2015, valorile TSI reprezentate grafic în *Figura VII.22*, relevă faptul că starea trofică a apei lacului Amara rămâne eutrofă (și chiar hipertrofă, TSI mai mare de 70) din punct de vedere al fosforului total și a transparenței, chiar dacă raportul TSI/TP prezintă o ușoară tendință de reducere pentru această perioadă (*Figura VII.22*). Această tendință trebuie păstrată prin continuarea aplicării măsurilor de management necesare pentru o dezvoltare durabilă a zonei, unele dintre primele măsuri fiind întreținerea arborilor plantați în jurul lacului și creșterea suprafeței împădurite.

VII.2.13. Biocenoza

Speciile eudominante au fost monitorizate în perioada 2011-2013. În 2014 lacul a fost monitorizat numai pentru indicatorii gradului de eutrofizare și cei fizico-chimici, iar din 2015 acesta este supravegheat numai din punct de vedere bacteriologic, de către Direcția de Sănătate Publică.

Este bine cunoscut faptul că, în condițiile degradării apei, diversificarea taxonomică se reduce, predominând organismele oportuniste, mai bine adaptate variațiilor mari ale constituenților chimici ai apei (modificări semnificative ale pH-ului, oxigenului dizolvat, bicarbonaților, alcalinității, etc.). (Striebel et al, 2009)

În perioada ulterioară înființării zonei verzi limitrofe, în cazul lacului Amara s-a constatat o modificare a asociațiilor de organisme, în sensul diversificării grupelor taxonomice prezente (*Anexa 5*), ceea ce demonstrează o îmbunătățire a caracteristicilor fizico-chimice ale apei din lac.

Astfel, categoriile limnologice sunt reprezentate de:

Fitoplancton	Cyanophyta	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Oscillatoria chalybea</i> , <i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Merismopedia elegans</i> , <i>Gloeocapsa minima</i>
	Bacillariophyta	<i>Cocconeis pediculus</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Fragillaria crotonensis</i> , <i>Stauroneis anceps</i> , <i>Nitzschia sp</i>
	Criptophyta	<i>Chroomonas caudata</i> , <i>Chroomonas acuta</i>
	Chlorophyta	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>Ankistrodesmus minutissima</i> , <i>Oocystis submarina</i>
Macrozoobentos	diptere	<i>Chironomus plumosus</i> , <i>Chironomus dorsalis</i>
	gasteropode	<i>Valvata piscinalis</i> , <i>Segmentina nitida</i>
Microfitobentos	Bacillariophyta	<i>Achnanthes inflata</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Rhoicosphaenia curvata</i> ,
	Bacillariophyta	<i>Achnanthes minutissima</i> , <i>Amphora coffeaeformis</i> , <i>Fragilaria intermedia</i> , <i>Fragilaria capucina</i>
Macrofite acvatice	hidrofite	<i>Chara vulgaris</i> , <i>Potamogeton pectinatus</i> , <i>Spyrogira sp.</i> , <i>Alge filamentoase</i>
	halofite	<i>Phragmites australis</i> .

În ceea ce privește numărul speciilor, acesta crește de la aproximativ 12 (media) în perioada 2006-2010, la 16 în 2011, 23 în 2012 și 24 în 2013 (*Anexa 5*). În consecință, reînființarea zonei verzi are efecte pozitive asupra biocenozei (crește biodiversitatea), ceea ce confirmă, încă o dată, necesitatea continuării implementării și a altor măsuri de management.

VII. 3. Evoluția clasei globale de calitate

Lacurile puțin adânci, cum este și cazul lacului Amara, se află în atenția oamenilor de știință datorită proceselor de eutrofizare care, atunci când au un ritm accelerat, conduc la o succesiune ecologică rapidă. Ecosistemul lentic aflat în această situație își reduce funcțiile economice și estetice. Această reducere a funcțiilor se reflectă în calitatea vieții locuitorilor din zonele limitrofe și poate determina schimbări majore din punct de vedere social-pierderea locurilor de muncă urmată de migrarea populației.

Pentru atingerea dezideratului dezvoltării durabile se impune preservarea stării de fapt, în cazul ecosistemelor cu stare ecologică bună și moderată și aplicarea de măsuri (reducerea poluării cu nutrienți, folosirea algicidelor, cosirea stufului, etc.) care să stopeze sau să reverseze acest proces (de eutrofizare) pentru ecosistemele cu stare ecologică slabă sau proastă. Starea ecologică se determină prin aplicarea principiului celei mai defavorabile situații în ceea ce privește elementele fizico-chimice, biologice, analizate în contextul reprezentat de elementele hidromorfologice care descriu ecosistemul.

În *Tabelul VII.4* este centralizată încadrarea apei lacului Amara în clasele de calitate trofică în funcție de valorile (medii anuale) ale fosforului total, azotului mineral total, biomasa fitoplanctonică, precum și clasa globală de calitate pentru întreaga perioadă studiată. Fiecărei stări trofice i-a fost atribuit un număr convențional.

Aceste numere sunt scrise cu cifre arabe, diferite de numerele romane atribuite conform OM 161/2006 stărilor ecologice (foarte bună, calitatea I; bună, calitatea a II-a; moderată, calitatea a III-a; proastă, calitatea a IV-a; foarte proastă, calitatea a V-a) pentru a putea realiza o analiză comparativă având același ordin al unității de măsură. Numerele convenționale sunt: ultraoligotrof-1, oligotrof-2, mezotrof-3, eutrof-4, hipertrof-5 (*Tabelul VII.4*). Încadrarea în clasa de calitate trofică a lacului Amara în perioada 2006-2015 a fost reprezentată grafic (*Figura VII.23*).

Calitatea apei din lacurile naturale și din acumulări a fost monitorizată prin interpretarea rezultatelor analizelor fizico-chimice, biologice și bacteriologice ale probelor recoltate cu o frecvență determinată de importanța acumulării și în funcție de regimul termic și de cel pluviometric înregistrat. Toate datele au fost obținute în colaborare cu Direcția de Ape Buzău-Ialomița, sub formă de date primare, neprelucrate, reprezentările grafice și tabelele fiind realizate în scopul susținerii ipotezelor emise în cadrul acestui program de cercetare.

Tabelul VII.4. Încadrarea în clasa de calitate trofică a lacului Amara, 2006-2015

Anul	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Indicatorul	Clasa trofică									
Fosforul total	H	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Azotul mineral total	E	E	E	O	O	O	E	E	E	E
Biomasa fitoplactonică	O	O	O	M	E	O	M	E	E	E
Clasa trofică globală (în funcție de toți indicatorii eutrofizării)	H	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Clasele de calitate trofică/Numere convenționale

U/1 ultraoligotrof	O/2 oligotrof	M/3 mezotrof	E/4 eutrof	H/5 hipertrof
-----------------------	------------------	-----------------	---------------	------------------

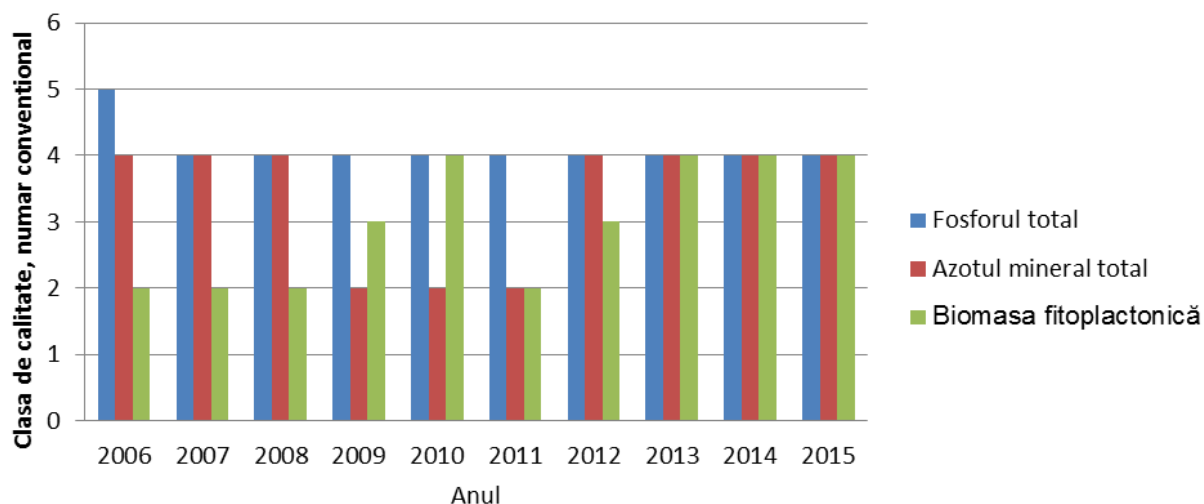


Figura VII.23. Încadrarea în clasele trofice a apei lacului Amara, în funcție de principalii indicatori ai eutrofizării, în perioada 2006-2015

Interpretarea datelor obținute până în prezent conduce la ideea că reînființarea zonei verzi limitrofe lacului Amara poate atinge scopurile și obiectivele de mediu care au stat la baza implementării acestei decizii de management, dar, dată fiind perioada scurtă de monitorizare, de doar 4 ani (2011-2015), în acest moment nu se poate afirma categoric și justificat, existența impactului pozitiv al acesteia.

Din această cauză este necesară continuarea monitorizării, după un program care să cuprindă aceiași indicatori ca și până acum, acest lucru permițând interpretarea parametrilor prin comparație cu valorile obținute anterior.

Per ansamblu, se poate spune că „pierderea” reprezentată de reamenajarea parcului balnear din partea de nord a lacului, care se sălbăticiise și care devenise habitat pentru o serie de viețuitoare, a fost oarecum compensată de „câștigul” reprezentat de reînființarea zonei verzi limitrofe.

Această echilibrare a balanței dintre habitate este un proces de lungă durată, deoarece este necesară creșterea și dezvoltarea copacilor care alcătuiesc această zonă verde. Din păcate, în proiectul de refacere a zonei nu au fost prevăzute lucrări sau cheltuieli de întreținere, astfel încât, chiar dacă la nivel de intenție, există interesul pentru întreținerea zonei verzi, nu există cadrul legal pentru decontarea cheltuielilor aferente. În consecință, deși zona verde tampon a fost refăcută, existența ei depinde de „capriciile” climei.

VII.4. Prognoza evoluției stării trofice a lacului Amara

În scopul prognozei evoluției stării trofice a lacului Amara, a fost utilizat softul PAMOLARE, cu condiția derulării, în paralel, a unui program de monitoring integrat, care să permită determinarea valorilor indicatorilor gradului de eutrofizare, cei fizico-chimici precum și elementele de calitate microbiologică (coliformi totali, nr/100 ml). Dintre cei 12 parametri utilizați, 5 sunt determinați pe lacul Amara, iar pentru 7 dintre ei au fost considerate valorile existente în literatura de specialitate. (Anexa 5. Lista surselor bibliografice pentru parametrii rulați de PAMOLARE).

Programul a fost setat să realizeze simularea pentru o perioadă de timp de 1095 de zile (3 ani), pentru indicatorii azot mineral total și fosfor total, considerați indicatorii care descriu cel mai bine starea trofică a unui ecosistem acvatic dat.

Valorile acestor indicatori prognozate cu ajutorul programului PAMOLARE și măsurate experimental pentru anii 2012-2014 sunt reprezentate comparativ în *Figurile VII.25.a și VII.25.b*.

Se poate observa din figurile de mai jos că în lipsa unor fenomene de poluare accidentală (fie ele antropice sau datorate unor condiții climatice particulare), valorile prognozate pentru azot mineral total au un traiect aproape liniar, în timp ce cele corespunzătoare fosforului total, au o tendință descrescătoare.

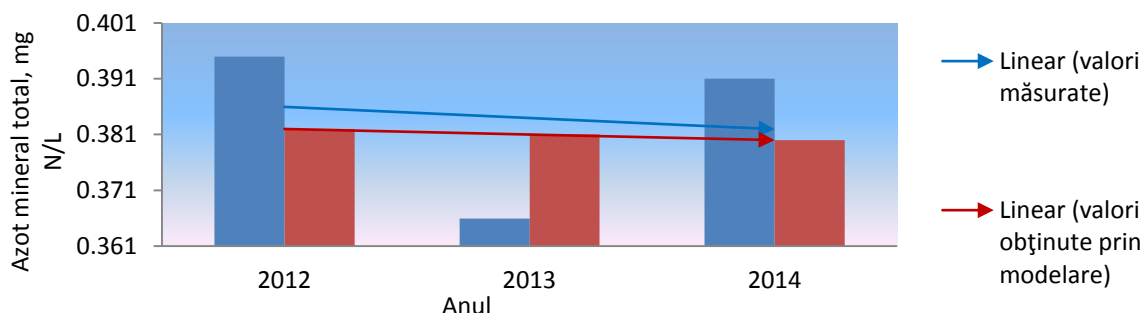


Figura VII.25.a. Evoluția indicatorului azot mineral total, mgN/L, valori măsurate și obținute prin modelare, 2012-2014

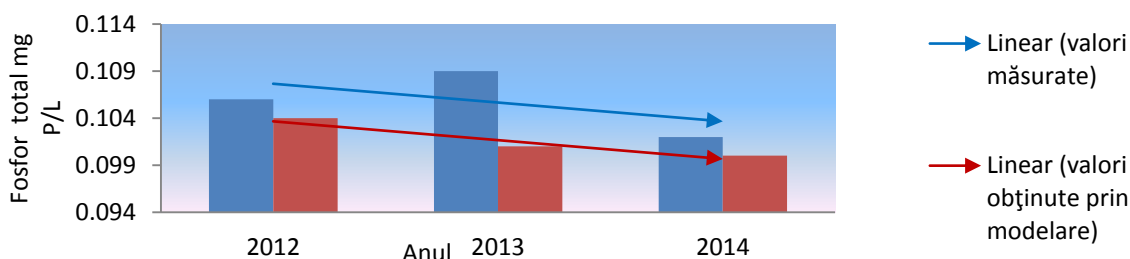


Figura VII.25.b. Evoluția indicatorului fosfor total, mgP/L, valori măsurate și obținute prin simulare, 2012-2014

Aceste variații evidențiază încă o dată că după înființarea zonei limitrofe verzi, procesele din lacul Amara tind să se stabilizeze, ceea ce are ca rezultat creșterea calității apei din lac.

Astfel de tendințe de platou sau descrescătoare sunt favorabile creșterii calității ecosistemului care include și lacul Amara și trebuie menținute prin măsuri cum ar fi:

- instalarea de stații automate pe transectele de monitorizare și afisarea rezultatelor acestor analize, în timp real, în locuri vizibile și circulante, în diferite locații din localitatea Amara și din stațiunea balneoclimaterică, cu respectarea codurilor de culori folosite pentru calitatea apelor (albastru-foarte bună, calitatea I; verde, bună, calitatea a II-a; galben, moderată, calitatea a III-a; portocaliu- poluată, calitatea a IV-a; roșu- foarte poluată, calitatea a V-a);

- înființarea unui laborator de calitate a apei în stațiunea Amara, care să monitorizeze apa din lac în conformitate cu legislația în vigoare;

- colaborarea mult mai eficientă a custodelui Ariei Protejate cu ONG-uri care au ca activitate protecția mediului și cu SOR (Societatea Ornitologică Română);

- întreținerea continuă și dezvoltarea zonei verzi;

- continuarea accesării de fonduri europene pentru proiecte care să rezolve și alte probleme de mediu, existente în zonă;

- educarea locuitorilor și a turiștilor pentru respectarea regulamentului și a statutului de arie protejată;

- aplicarea și verificarea aplicării măsurilor restrictive impuse ariilor protejate.

Toate aceste măsuri propuse pentru stoparea fenomenului de eutrofizare trebuie aplicate în mod continuu și sistematic, iar efectele lor trebuie evaluate periodic și adaptate la noile condiții de mediu, la noile constrângeri care afectează ecosistemul, cum ar fi: dezvoltarea turismului, regimul hidrologic, etc. Dacă în zona ecosistemului Amara măsurile menționate mai sus vor fi aplicate și monitorizate constant și cu regularitate, ecosistemul lentic poate avea condițiile desfășurării unui proces de autoreglare și va putea fi observată o îmbunătățire a calității acestuia.

VII. 5. Concluzii

Evoluția stării trofice a lacului Amara este descrisă de următorii indicatori: regim termic, transparentă, pH, conductivitate, materii în suspensie, bicarbonați, alcalinitate, oxigen dizolvat, consum biochimic de oxigen, fosfor total, azot mineral total, raportul N/P, biomasa fitoplanctonică, indicele de stare trofică, biocenoză. Aceștia li se

adaugă încadrarea lacului în clasa globală de calitate. Acești indicatori au fost monitorizați în perioada 2011-2015 și analizați pentru a descrie starea trofică a lacului în urma reînființării zonei verzi limitrofe, principala măsură de management care a fost avută în vedere pentru dezvoltarea durabilă a acestui ecosistem. Indicatorul pH a fost monitorizat suplimentar, într-un punct de control situat în apropierea malului nordic al lacului, puternic antropizat. Din păcate începând cu anul 2016, lacul Amara nu mai este monitorizat decât din punct de vedere bacteriologic, fiind considerat lac de agrement și supravegheat doar de Direcția de Sănătate Publică, nu și de Direcția de Ape Buzău-Ialomița și de Agenția de Protecția Mediului, filiala Ialomița.

În *Tabelul VII.6.* sunt prezentate sintetic tendințele manifestate de valorile mediilor anuale ale parametrilor monitorizați pentru perioadele anterioară și ulterioară reînființării zonei verzi de protecție (2006-2010 și 2011-2015), cât și tendința întregii perioade studiate (2006-2015). (*Anexa 14*)

Tabelul VII.6. Tendințele parametrilor monitorizați pe lacul Amara, 2006-2015

Nr.	Parametrul / Unitate de măsură	Tendința perioadei 2006-2010	Tendința perioadei 2011-2015	Tendința perioadei 2006-2015
1	pH	↗	↗	↗
2	Conductivitate μS/cm	↗	↗	↗
3	Materii în suspensie mg/L	↗	↗	↗
4	Bicarbonați mg/L	↗	↗	↗
5	Alcalinitate mval/L	↗	↗	↗
6	Oxygen dizolvat mg O/L	↗	↗	↗
7	CBO ₅ mg O/L	↗	↗	↗
8	Azot total mg N/L	↗	↗	↗
9	Fosfor total mg P/L	↗	↗	↗
10	Raportul N/P	↗	↗	↗
11	Biomasa fitoplanctonică mg/L	↗	↗	↗

Analiza acestor parametri relevă următoarele:

► materiile în suspensie, fosforul total, biomasa fitoplanctonică, pH-ul, oxigenul dizolvat prezintă evoluții care arată continuarea procesului de eutrofizare și după reînființarea zonei verzi, dar cu un ritm mai redus;

► azotul mineral prezintă variații care nu pot fi corelate cu ceilalți indicatori ai eutrofizării, având o evoluție staționară;

► clasa globală de calitate a rămas staționară (IV- stare ecologică slabă) și starea trofică (eutrofă) au rămas constante pentru perioada studiată.

► pentru unii dintre indicatori, consumul biologic de oxigen și bicarbonați, reducerea a fost semnificativă de 40% în cazul consumului biologic de oxigen și de 25 % în cazul bicarbonaților, și poate fi corelată cu prezența perdelei verzi de protecție.

În prezent, perdeaua verde de protecție ocupă o suprafață de 20 ha, fiind alcătuită din puiet de *Acer campestre*, care în această perioadă de cinci ani nu au ajuns încă la maturitate. Este de așteptat ca zona verde de protecție să continue să producă efecte semnificative asupra tuturor indicatorilor care descriu starea trofică a ecosistemului lentic reprezentat de lacul Amara și de zonele adiacente. În condițiile actuale, în care zona verde limitrofă are o suprafață de 20 km, se poate estima prin calcul că este necesară o perioadă de aproximativ 25 de ani pentru ca cele mai importante caracteristici ale ecosistemului să se îmbunătățească semnificativ, iar acesta să poată trece la o clasă de calitate superioară. Rezultate similare, dar într-un timp semnificativ mai redus, ar putea fi obținute prin mărirea acestei suprafețe a zonei verzi. Acest lucru se poate realiza fie prin mărirea lățimii zonei tampon, de la 10 m la 15 m, fie prin realizarea de plantări și în zonele rămase neîmpădurite, din partea nord-estică a lacului.

În prezent, prognoza evoluției stării trofice demonstrează existența unei perioade de platou pentru valorile principalilor indicatori ai gradului de eutrofizare. În cazul lacurilor puțin adânci, aflate în zone puternic antropizate, izolate din punct de vedere hidrologic, se poate recomanda, ca măsură de prevenire, stopare sau de reversare a procesului de eutrofizare, protejarea cu zone verzi tampon. Acestea pot fi plantate și cu alte specii decât *Acer sp.*, care să fie adaptate zonelor climatice în care se află corpul lacustru sau care să fie eficiente din punct de vedere economic. O altă specie recomandată pentru perdele de protecție este *Salix sp.*, aceasta fiind potrivită pentru perdele de protecție pe malurile lacurilor și ale râurilor și datorită proprietății sale de a reține într-o proporție ridicată nutrienții proveniți din activitățile antropice de pe zonele învecinate. De asemenea, salcâmul (*Robinia pseudoacacia*), poate fi considerat pentru completarea zonei verzi tampon, datorită ritmului de creștere și a rezistenței la secetă. Oricare dintre speciile care pot fi selectate (din considerente economice sau pentru calitățile acestora) necesită o perioadă de timp pentru a produce efectele preconizate. În cazul lacului Amara, specia de arțar a fost selectată în urma unui studiu de fezabilitate, datorită rezistenței la secetă și aspectului estetic, lacul având în partea nordică stațiunea balneoclimaterică omonimă.

Măsurile de management propuse, și anume: întreținerea arborilor plantați pe malul sudic (toaletarea copacilor, înlocuirea celor uscați, plantarea de copaci în spațiile rămase descoperite, urmărirea taierilor ilegale de puiet sau de arbori maturi), continuarea monitorizării sistematice a apei lacului, reducerea poluării, cosirea stufului, racordarea locuințelor de pe malurile lacului la rețeaua de canalizare, trebuie implementate în continuare, astfel încât să aibă loc o reducere a stresului antropic, iar procesele de autoreglare să se poată desfășura în ecosistem.

VIII. Concluzii

Poluarea apelor cu nutrienți este principala cauză declanșatoare a fenomenului eutrofizării. Acest fenomen se manifestă prin creșterea explozivă a macrofitelor acvatice, cu efecte de colmatare a corpurilor lacustre, ceea ce accelerează succesiunea ecologică, fenomenele de anoxie temporară, și poate duce la dispariția unor verigi din lanțurile trofice, afectând, în final, întreg ecosistemul, prin intoxicarea biotei cu toxine de origine algală.

Fenomenul eutrofizării apelor a fost, și este în continuare, dezbătut în multe reuniuni internaționale, congrese și publicații, fără ca subiectul să fie epuizat sau complet explicat și descris, și fără să se identifice o cale eficientă de stopare sau de reversare a acestui proces. Analiza și descrierea eutrofizării a cât mai multor corpuri lacustre contribuie la caracterizarea ecosistemelor studiate, astfel încât ulterior să poată fi propuse măsuri de management eficiente în vederea îmbunătățirii calității acestora.

Obiectivul principal al tezei de doctorat intitulată „*Contribuții la caracterizarea ecosistemelor lentice în curs de eutrofizare- lacul Amara*” îl reprezintă **studiul și analiza procesului de eutrofizare a ecosistemului lentic Amara în scopul propunerii și aplicării de măsuri de management pentru stoparea și reversarea procesului de degradare a lacului.**

Pentru îndeplinirea obiectivului principal, au fost formulate și realizate următoarele **obiective specifice**:

► prezentarea metodelor experimentale folosite în timpul monitorizării și a principalilor indicatori de calitate monitorizați;

► prezentarea structurii programului de monitoring desfășurat pe lacul Amara pentru principalii indicatori ai gradului de eutrofizare;

- ▶ monitorizarea lacului Amara în ceea ce privește starea trofică și ecologică a acestuia;
- ▶ descrierea stadiului procesului de eutrofizare în lacul Amara la momentul propunerii temei tezei de doctorat, ca stare de referință, prin analiza transparenței, regimului termic, compoziției ionice, pH-ului, regimul oxigenului, regimul nutrienților și analiza biocenozei;
- ▶ simularea procesului de eutrofizare pornind de la valorile inițiale ale indicatorilor și evoluția acestui proces, pe o perioadă de 3 ani;
- ▶ analiza SWOT a ecosistemului lentic Amara;
- ▶ propunerea de măsuri de management pentru dezvoltarea durabilă a lacului Amara;
- ▶ aplicarea principalei măsuri de management propuse- înființarea unei centuri verzi de protecție care să reducă efectele îmbogățirii apelor cu nutrienți prin percolările de pe terenurile agricole situate pe malul sudic;
- ▶ monitorizarea impactului înființării zonei verzi limitrofe a lacului Amara prin analiza evoluției indicatorilor gradului de eutrofizare;
- ▶ realizarea unei prognoze a evoluției stării trofice a lacului Amara în anii ulteriori înființării centurii de protecție;
- ▶ propunerea unor măsuri de management necesare continuării eforturilor de redresare a stării trofice a lacului Amara;
- ▶ formularea de concluzii și recomandări în vederea utilizării perdelelor verzi de protecție în scopul dezvoltării durabile a ecosistemelor lentice eutrofizate sau în curs de eutrofizare datorită preponderent poluărilor de natură antropică, cu nutrienți.

Analiza indicatorilor stării trofice din lacul Amara permit **caracterizarea acestui ecosistem lentic aflat în proces de eutrofizare**, iar rezultatele obținute au evidențiat următoarele aspecte:

▪ Lucrarea de față analizează lacul Amara pe **o perioadă de zece ani**. Valorile principalilor indicatori fizico-chimici și biologici din primii cinci ani au fost analizați pentru a descrie stadiul procesului de eutrofizare. Analiza a fost urmată de propunerea de măsuri de management pentru o dezvoltare durabilă a zonei. Dintre aceste măsuri propuse, cea care prevedea reînființarea zonei verzi limitrofe pe malul sudic al lacului a fost implementată.

După înființarea zonei verzi limitrofe au fost analizați aceiași parametri, în următorii cinci ani, pentru a se evidenția efectele aplicării acestei măsuri.

▪ Lacul Amara este un lac puțin adânc, puternic eutrofizat. Starea trofică a unui lac se stabilește prin raportarea stării actuale la o stare de referință, o stare bună sau foarte bună a calității apei sau prin raportarea la limitele de încadrare stabilite de normativele în vigoare.

▪ Ordinul de Ministru nr 31/2006 pentru aprobarea Manualului pentru Modernizarea și Dezvoltarea Sistemului de Monitoring Integrat al Apelor din România – SMIAR este actul legislativ care reglementează metodologia de monitorizare a calității apelor de suprafață. În cazul apariției fenomenului de eutrofizare sau în cazul poluărilor accidentale, acesta prevede ca frecvența monitorizării să fie mărită de la 4/an, în perioada de vegetație mai-septembrie, la un număr suficient de mare (lunară) atâta timp cât aceste fenomene persistă.

▪ Există două programe de monitorizare: programe de supraveghere și programe operaționale, care au frecvențe diferite de monitorizare, elementele de calitate: cele fizico-chimice (transparența, temperatura, pH-ul, conductivitatea, reziduul fix, oxigenul, nutrienții) se monitorizează de patru ori pe an, iar cele biologice: fitoplanctonul 4/an, microfitobentosul și zoobentosul 1/an, iar macrofitele o dată la trei ani.

▪ Lacul a fost monitorizat în colaborare cu Direcția de Ape Buzău-Ialomița (în baza unui protocol de colaborare), cu o frecvență de monitorizare fluctuantă, în conformitate cu normativele în vigoare, care au prezentat modificări legislative. Ultimul act normativ este OM 161/2006, care prevede creșterea frecvenței de monitorizare în cazul apariției fenomenelor de eutrofizare sau a poluărilor accidentale. Pentru nutrienți frecvența de monitorizare ar trebui să fie de 4 ori pe an, dar în anul 2015, aceștia au fost monitorizați doar de două ori pe an. În prezent s-a renunțat la programul de monitorizare a nutrienților și la supravegherea ecologică, monitorizându-se doar valoarea pH-ului, lacul fiind supravegheat de Direcția de Sănătate Publică, din punct de vedere al coliformilor totali (nr/100ml).

▪ **Metodele de determinare au respectat standardele în vigoare**, prevăzute în normative. Au fost stabilit 13 puncte de prelevare a probelor, la diferite adâncimi, și, în cadrul programului de cercetare, s-a stabilit un punct de

control, în care s-a determinat, pe o perioadă de 5 ani, temperatura apei și pH-ul, de patru ori pe an. Anul cu cele mai multe campanii de prelevare este anul 2006-9, iar cel cu cele mai puține este anul 2015-2.

- Calitatea apei în lacul Amara a beneficiat de un program de monitorizare care s-a desfășurat din în anul 2006 în **13 puncte de prelevare**, de patru ori pe an.

- Parametrii analizați sunt: **regimul termic, transparența, pH-ul, conductivitatea, materii în suspensie, bicarbonați, alcalinitate, oxigenul dizolvat, consumul biologic de oxigen, regimul nutrienților, biomasa fitoplanctonică și biocenoza**. Toți acești parametri indică persistența fenomenului de eutrofizare, iar simularea procesului, folosind soft-ul PAMOLARE, confirmă rezultatele obținute experimental.

- **Caracterizarea procesului de eutrofizare** s-a făcut prin descrierea evoluției următorilor indicatori: regimul termic, transparența, pH-ul, conductivitatea, materii în suspensie, bicarbonați, alcalinitate, oxigenul dizolvat, consumul biologic de oxigen, regimul nutrienților biomasa fitoplanctonică și biocenoza, la care s-a adăugat calcularea indicelui de stare trofică și raportul N/P.

- Cantitatea de materii în suspensie aflate în masa apei prezintă o tendință crescătoare, ceea ce semnifică o încărcare a apelor cu detritus autoformat sau cu pulberi de origine exogenă, ceea ce conduce la reducerea limitei zonei fotice, transparența prezentând o tendință descendentă.

- Temperatura apei este aproximativ egală cu temperatura aerului pe întreaga perioadă, în lac neexistând stratificare termică, deoarece lacul Amara este un lac puțin adânc. Adâncimea medie este de 1.5 m, iar cea maximă de 4.1 m.

- Conductivitatea prezintă o tendință crescătoare pentru fiecare an luat în studiu, în perioada de vegetație. Gradul de mineralizare a scăzut foarte mult din anul 1887, când există primele consemnări ale acestui indicator, fiind stabil pe toată perioada studiului, 9 g/L.

- Valoarea pH-ului are tendințe ascendente, în timpul perioadei de vegetație, care se păstrează pentru fiecare an dintre cei luați în calcul pentru cercetare.

- Cantitatea de oxigen din lacurile puțin adânci depinde de cantitatea și de distribuția fitoplanctonului. În perioada 2006-2010, acest indicator prezintă o tendință descrescătoare a valorilor înregistrate, cu perioade scurte de creștere în anii 2008 și 2009.

- Analiza fosforului arată că, în ultimii doi ani ai perioadei analizate, a avut loc o stabilizare a valorilor, fără schimbări bruște, pozitive sau negative, ceea ce sugerează o tendință spre echilibrare a proceselor din lac.

- Azotului mineral total prezintă, pentru perioada studiată, fluctuații influențate de regimul hidrologic al zonei, în special de fenomenul de percolare, curbele ascendente corespunzând anilor cu precipitații abundente.

- Raportul N/P pentru această perioadă indică prezența, în continuare, a fenomenului de eutrofizare, valorile acestia fiind < 16.

- Fitoplanctonul și biomasa fitoplanctonică au tendințe crescătoare pentru întreaga perioadă studiată, comunitățile de specii eudominante fiind în continuă schimbare, în funcție de oportunitățile de hrănire.

- **Starea globală de calitate** oscilează, în intervalul acestor ultimi cinci ani, între nivelurile patru și cinci, care corespund stărilor ecologice slabe și foarte slabe. În lipsa aplicării unor măsuri de management integrat, a unei monitorizări constante și riguroase, în lipsa aplicării restricțiilor prevăzute în Regulamentul Ariei Protejate, atât analiza statistică realizată pentru reprezentărilor grafice ale parametrilor analizați, cât și prognoza rezultată în urma simulării, indică accelerarea succesiunii ecologice și transformarea lacului într-o baltă în următoarele două-trei decenii. Acest lucru ar duce la părăsirea plajelor, hotelurilor și a bazelor de tratament, locuitorii din zonă rămânând fără principala lor sursă de venit și de locuri de muncă.

- Pentru **simularea procesului de eutrofizare** s-a folosit programul PAMOLARE în care au fost introduși parametri măsurați în cazul lacului Amara. Valorile parametrilor necesari pentru rularea programului, care nu au fost măsurate experimental, au fost fie estimate, fie au fost utilizate valori consacrate din literatura de specialitate.

- **Dezvoltarea durabilă** a zonei lacului Amara presupune prezervarea condițiilor de micro- și macroclimat prin propunerea și implemetarea de practici care să armonizeze aspectele economice, sociale și ecologice ale zonei. Dezvoltarea durabilă a lacului Amara trebuie corelată cu contextul socio-economic al întregii zone. Interesele socio-economice ale localității Amara și ale stațiunii balneoclimaterice trebuie corelate și armonizate cu interesele ariei

protejate, astfel încât locuitorii să beneficieze în continuare de venituri și de locuri de muncă, iar păsările acvatice, precum și celelalte viețuitoare ale ecosistemului să găsească aici habitatele proprii necesare hrănirii și reproducerii.

▪ **Managementul** trebuie îmbunătățit periodic, iar strategiile și politicile trebuie, de asemenea, periodic schimbate și adaptate în funcție de intervențiile externe de natura antropică, dar și în funcție de schimbările mediului natural. Acesta este motivul pentru care este necesară realizarea și unei analize **SWOT** a ecosistemului. Punctele tari sunt reprezentate de biodiversitate și de formarea nămolului sapropelic, oportunitățile sunt reprezentate de statutul de arie protejată și de refacerea zonei verzi, iar punctele slabe sunt poluarea și intervenția umană. **Ca amenințare principală se află procesul de eutrofizare în sine, care, fără măsuri de stopare și de reversare va duce la distrugerea ecosistemului.**

▪ Măsurile de management propuse se referă, în principal, la respectarea statutului de arie protejată, la respectarea prin control și sancționare a regulamentului SPA Amara-Fundata. S-a mai propus reducerea impactului antropic prin interzicerea ridicării de construcții pe malul sudic, destinat activităților agricole și întreținerea puieților de **Acer campestre** cu care s-a reînființat zona tampon.

▪ Elaborarea **planului de management integrat al SPA** și propunerea de măsuri pentru dezvoltarea durabilă a zonei trebuie să se fundamenteze pe cunoașterea și descrierea stării de fapt a ecosistemului printr-o analiză SWOT. Măsurile de management propuse trebuie să fie fiabile și eficiente atât din punct de vedere economic (al costurilor aplicării lor) cât și din punct de vedere ecologic (să își atingă scopul de preservare), să producă efecte concrete și măsurabile pe termen mediu și lung, să se încadreze în strategiile de dezvoltare zonale și naționale.

▪ Monitorizarea impactului înființării zonei verzi limitrofe a lacului Amara s-a realizat în perioada 2011-2015, analizându-se aceiași indicatori ca în perioada anterioară 2006-2010, întregul studiu întinzându-se pe perioada 2006-2015, timp de 10 ani. Analiza acestor indicatori relevă faptul că, deși unii dintre ei, prezintă zone de platou (materii în suspensie, fosfor total, azot mineral total), alții au tendințe crescătoare (biomasa fitoplanctonică), ceea ce semnifică, în continuare, persistența stării de eutrofizare a apei și pericolul trecerii la starea hipertrofă.

▪ Analiza acestor indicatori relevă următoarele: materiile în suspensie, fosforul total, biomasa fitoplanctonică, pH-ul, oxigenul dizolvat prezintă evoluții care arată continuarea procesului de eutrofizare și după reînființarea zonei verzi, dar cu un ritm mai redus; azotul mineral prezintă variații care nu pot fi corelate cu ceilalți indicatori ai eutrofizării, fiind staționar ca și evoluție; clasa globală de calitate a rămas staționară (IV- stare ecologică slabă) și starea trofică (eutrofă) au rămas constante pentru perioada studiată.

▪ Valorile pH-ului determinate în punctul de control, dimineața și seara indică o abundență, de asemenea, a biomasei fitoplanctonice, care produce oxigen prin fotosinteză în timpul zilei, consumând prin respirație, în timpul nopții, crescând astfel cantitatea de CO₂, apele devenind acide. Această aciditate din timpul nopții afectează comunitățile zooplanctonice, permițând dezvoltarea speciilor oportuniste. Indicatorul pH a fost monitorizat suplimentar, într-un punct de control situat în apropierea malului nordic, puternic antropizat.

▪ Prognoza evoluției stării trofice demonstrează existența unei perioade de platou pentru valorile principalilor indicatori ai gradului de eutrofizare.

Sucesiunea ecologică se desfășoară foarte lent la scară geologică și constă în transformarea ecosistemelor lentice în alte tipuri de ecosisteme, fiind un proces normal. Cuveta începe să se umple cu material erodat transportat de precipitații, de masele de aer sau cu detritusul produs *in situ* încă din momentul formării corpului de apă lacustru, având rate diferite, în funcție de mai mulți factori: tipul de substrat din punct de vedere geomorfologic, poziția geografică, tipurile de folosințe existente din bazin, lacul transformându-se treptat în baltă, zonă umedă, câmpie. Starea trofică a ecosistemului acvatic influențează, de asemenea, ritmul succesiunii ecologice. Reducerea constantă a suprafeței luciului de apă a lacului Amara indică acutizarea efectelor eutrofizării. Fără măsuri de stagnare și de reversare, succesiunea ecologică accelerată va transforma acest ecosistem lentic în zonă umedă, apoi în câmpie.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- Administrația Bazinală de Apă Buzău- Ialomița, *Sinteza anuală privind calitatea apelor de suprafață*, edițiile 2001 – 2007, verificat în data de 20 martie 2009, available in:
- Albertoni, EF. et al. (Edélți Faria Albertoni, Cleber Palma-Silva, Claudio Rossano Trindade rindade and Leonardo Marques Furlanetto), *Field evidence of the influence of aquatic macrophytes on water quality in a shallow eutrophic lake over a 13-year period* , Acta Limnologica Brasiliensia , 2014, vol. 26, no. 2, p. 176-185
- Axinte O., Bădescu I.S., Stroe C., Neacșu V., Bulgariu L., Bulgariu D., *Evolution of trophic parameters from Amara Lake*, Environmental Engineering and Management Journal, 04/2015;14(3):559-565
- Axinte O., Bădescu I.S., *Oxygen regim in Amara Lake*, International Journal of Cross- Cultural Studies and Environmental Communication, Volume 2, Issue 2, 2014
- Axinte O., Volf I., Bulgariu L., *Adaptative management for the sustainable development of Amara Lake*, Environmental Engineering and Management Journal, (2017) (acceptată spre publicare).
- Botnariuc Nicolae, *Evoluția sistemelor biologice supraindividuale*, Editura Academiei Române, București, 2003
- Botnariuc, N. Vădineanu, A. 1982. *Ecologie*, Editura didactica și pedagogică, București
- Brezeanu Gheorghe, Simion-Gruță Alexandra, *Limnologie generală*, Editura H*G*A, București, 2002
- Botnariuc, N., Beldescu S., *Monografia complexului de bălți Crapina-Jijila*, Hidrobiologia I, 2, 1961
- Burian Petru Vasile, *Lacul de acumulare-supraveghere biologică* , Ed. University Press, Editura Universității de Medicină și Farmacie, Târgu- Mureș, 2002
- Ciocarlan Vasile, *Flora ilustrată a României*, Ed. Ceres, 2009
- Directiva Parlamentului și a Consiliului European 60/2000/Ec privind stabilirea unui cadru de acțiune comunitar în domeniul politicii apei- (PE-CONS 3639/00; EN)- verificat în data de 20 august 2016, de pe adresa web: <http://mmediu.ro/new>
- Jørgensen Sven Erik, *Structurally dynamic models of lakes*, Int. J. of Design & Nature and Ecodynamics. Vol. 7, No. 2 (2012) 117–139
- Macoveanu Matei (coordonator), Gavrilăscu Maria, Ungureanu, Florina Cojocaru, Corneliu, *Modelarea și simularea proceselor în ingineria mediului*, vol I, Ed.Ecozone, Iași, 2005
- Pișota Ion, Zaharia Liliana, Daniel Diaconu, *Hidrologie*, Editura Universitară, București, 2005
- Postolache C., Postolache C., *Introducere în ecotoxicologie*, Editura Ars Docendi, București, 2000
- Standard data form Natura 2000 for *Special Protection Areas (SPA)*, 2011, available: <http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ROSPA0065>
- Teodosiu Carmen, *Tehnologia apei potabile și industriale*, Ed. Matrix Rom, București, 2001
- Vădineanu Anghelută, *Managementul dezvoltării, o abordare ecosistemică*, Editura Ars Docendi, București, 2004

Lista de lucrări științifice

Articole științifice publicate în reviste cotate ISI

- Axinte O.**, Bădescu I.S., Stroe C., Neacșu V., Bulgariu L., Bulgariu D., *Evolution of trophic parameters from Amara Lake*, Environmental Engineering and Management Journal, 2015;14(3):559-565
- Axinte O.**, Volf I., Bulgariu L., *Adaptative management for the sustainable development of Amara Lake*, Environmental Engineering and Management Journal, 2016, (acceptată spre publicare)

Axinte O., Stan O.C., Bulgariu L., *Prognosis scenarios related to Amara Lake evolution, Advanced Ecology and Enviromental Protection*, 2016, (trimisa spre publicare)

Articole științifice publicate în reviste indexate BDI

Axinte O., Bădescu I.S., *Oxygen regim in Amara Lake*, International Journal of Cross-Cultural Studies and Environmental Communication, Volume 2, Issue 2, 2014

Bădescu I.S., **Axinte O.**, Bulgariu L., *Management possibilities of plants used for phytoremediation of soils polluted with heavy metals* The Bulletin of the Polytechnic Institute From Iași Chemistry And Chemical Engineering Section

Lucrări prezentate la conferințe naționale și internaționale

Bădescu I.S., N. Mărunțelu, **O. Axinte**, *Technology of phytoremediation of soil polluted with heavy metals*, Ecology and Sustainable Development Conference, Far Eastern Federal Universty, Vladivostok, Russia, aug 18-22, 2014

Axinte O., Bădescu I.S., Stroe C., Neacșu V., Bulgariu L., Bulgariu D., *Evolution of trophic parameters from Amara Lake*, 2nd International Conference on Chemical Engineering, Iași, România, nov 5-7, 2014

Axinte O., Volf I., Bulgariu L., *Adaptative management for the sustainable development of Amara Lake*, 8th International Conference on Envirnmmental Engineering and Management, Iași, România, Sept 9-12, 2015

Axinte O., Bulgariu L., Bulgariu D., *Caracterizarea stării de eutrofizare a lacului Amara*, Simpozionul științific omagial „Conexiuni interdisciplinare în geoștiințe”, 1-2 aprilie 2016, Iasi

Axinte O., Stan O.C., Bulgariu L., *Prognosis scenarios related to Amara Lake evolution* 3rd International Conference on chemical engineering, ICEE 2016, Innovative Materials and Processes, Iași, România, nov 9-11, 2016