

Programul Operațional Comun
România-Ucraina-Republica Moldova 2007-2013

Raport de Evaluare a Riscului pentru integritatea ecosistemului Râului Prut



Proiect finanțat de
Uniunea Europeană



România-Ucraina-Republica Moldova
PROGRAM DE COOPERARE TRANSFRONTALIERĂ



Proiect implementat de
Universitatea "Alexandru
Ioan Cuza" din Iași

**Raport de evaluare a riscului
pentru integritatea
ecosistemului Râului Prut**

**Editura Taida
Iași**

Notă: Acest studiu este rezultatul muncii de echipă a cercetătorilor de la Facultatea de Biologie a Universității “Alexandru Ioan Cuza” din Iași, coordonați de Prof. univ. dr. **Mircea Nicușor NICOARĂ**, și cercetătorii de la Institutul de Zoologie al Academiei de Științe a Moldovei, coordonați de Domnul Academician **Ion TODERAȘ**, *dr. habilitatus*.

Coperta: Drd. **Mitică CIORPAC**

Uniunea Europeană este constituită din 28 de state membre care au decis să-și unească treptat cunoștințele, resursele și destinele. Pe parcursul a 50 de ani de extindere teritorială au construit împreună o zonă de stabilitate, democrație și dezvoltare durabilă, păstrând totodată diversitatea culturală, toleranța și libertățile individuale. Uniunea Europeană s-a dedicat ideii de împărtășire a realizărilor și valorilor cu statele din afara granițelor sale. Comisia Europeană este organul executiv al UE.

Copyright 2015 © All rights reserved.

Această publicație sau părți ale ei nu pot fi reproduse sau transmise fără permisiunea autorilor sau a editorului.

Proiect MIS ETC 1150 : *Centru pilot de resurse pentru acțiunea transfrontalieră de conservare a biodiversității acvatice a Râului Prut*

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

**Raport de evaluare a riscului pentru integritatea ecosistemului
Râului Prut**

Universitatea Alexandru Ioan Cuza Iași
/ Iași: TAIDA, 2015

ISBN 978-606-514-345-6

504.4.054(498)(28 Prut)

RAPORT DE EVALUARE A RISCULUI PENTRU INTEGRITATEA ECOSISTEMULUI RÂULUI PRUT

CUPRINS

Capitolul I. Considerații generale privind evaluarea riscului ecologic

- I.1. Schema logică a evaluării riscurilor
- I.2. Protecția juridică a apei
- I.3. Glosar de termeni

Capitolul II. Monitoringul complex al calității apei și stării hidrobiocenozelor râului Prut

- II.1. Evaluarea parametrilor fizico-chimici ai apei râului Prut
- II.2. Monitorizarea caracteristicilor structurale și funcționale ale principalelor comunități de organisme acvatice care populează râul Prut
 - II.2.1. Bacterioplanctonul
 - II.2.2. Fitoplanctonul
 - II.2.3. Zooplanctonul
 - II.2.4. Zoobentosul
 - II.2.5. Ihtiofauna Râului Prut (stare și amenințări)

Capitolul III. Caracterizarea riscurilor (cu evaluarea magnitudinii și probabilității) și analizarea punctelor tari, a limitărilor și incertitudinilor modelului utilizat

- III.1. Descrierea riscurilor (neglijabile, acceptabile, inacceptabile)
- III.2. Influențele asupra calității apei în bazinul hidrografic Prut
- III.3. Surse de incertitudine
 - III.3.1. Model de evaluare a condiției ecologice a Râului Prut, bazat pe analiza indicatorilor de risc

Capitolul IV. Planul/măsurile de management al riscurilor

- IV.1. Recomandări cu privire la protecția și conservarea diversității ihtiofaunistice autohtone

Bibliografie

Anexe

- 1. Acțiunea riscurilor asupra populațiilor de pești
- 2. Schema reducerii amenințărilor/factorilor de risc

CAPITOLUL I. CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND EVALUAREA RISCULUI ECOLOGIC

Cooperarea transfrontalieră în domeniul resurselor acvatice este un instrument recunoscut al politicilor care vizează îmbunătățirea managementului resurselor acvatice în regiunile care partajează resurse comune. În următoarele decenii, schimbările climatice, impactul antropic și creșterea cererii pentru apă vor reprezenta o problemă suplimentară, sporind probabilitatea apariției conflictelor la nivel local. Spre exemplu, măsurile unilaterale privind adaptarea la deficitul de apă (generat de construcțiile hidrotehnice pe râuri) și schimbarea climei, pot duce la creșterea concurenței pentru resursele acvatice.

În plus, modificarea productivității terenurilor agricole poate duce la apariția unui șir de sisteme agricole noi sau modificate, inclusiv a celor bazate pe metode intensive. Cele din urmă, la rândul lor, pot intensifica impactul asupra mediului înconjurător, ceea ce va avea drept consecință reducerea biodiversității, formarea depunerilor de sedimente, erodarea și degradarea solurilor.

În acest sens, protecția resurselor acvatice reprezintă o strategie importantă, eficientă din punct de vedere economic în soluționarea eventualelor probleme legate de calitatea apei. Deși pentru unele țări, protecția resurselor acvatice reprezintă o practică obișnuită, totuși, în întreaga lume sunt solicitate abordări noi, inovatoare de gestionare a calității apei. O astfel de abordare constă în punerea în aplicare a planurilor de securitate a resurselor de apă, care au drept scop eficientizarea managementului resurselor, începând cu bazinul hidrografic și terminând cu consumatorul, prin **evaluarea riscului potențial**.

Pentru implementarea politicii bazate pe principiile managementului integrat al resurselor acvatice este necesară o coordonare mai bună între diferite structuri ale Statului; este necesară și revizuirea cadrului instituțional și legal.

Modificarea stării și, mai ales, a calității apelor naturale și a biodiversității lor va afecta toate părțile interesate, cu atribuții în procesul de management al resurselor acvatice, inclusiv utilizatorii finali. Din acest considerent, toate părțile interesate trebuie informate privind eventualul impact asupra sistemului, pentru a le oferi posibilitatea de a lua deciziile necesare și de a se pregăti pentru acoperirea unor cheltuieli asociate. De exemplu, în cazul regulamentelor de tratare a apelor reziduale va fi necesar a se utiliza o strategie comună, bazată pe capacitatea de epurare a apelor de suprafață, care are o tendință clară de reducere.

Construcția și funcționarea stațiilor de potabilizare a apei și de tratare a apelor reziduale trebuie periodic analizată, în special în regiunile vulnerabile, în scopul asigurării sau sporirii gradului lor de siguranță și a capacității de a face față modificărilor nedeterminate ale scurgerii.

Succesul evaluării ecologice și a prognozării stării ecosistemelor acvatice depinde de existența unei baze corespunzătoare de date privind calitatea apei, biodiversitatea, factorii de risc, factorii naturali ai stării socio-economice din bazinul hidrografic.

Din păcate, în ultimii ani s-a conturat o tendință de comasare a rețelelor de observare, de reducere a numărului de parametri fizico-chimici și biologici investigați. Sunt excluși din listă parametrii care, în opinia unor experți, nu se referă la indici de toxicitate, însă fără de care este imposibilă evaluarea proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice, a nivelului lor de troficitate, a gradului de vulnerabilitate, a proceselor de autorefacere și autoepurare. Șirurile relativ scurte de date nu oferă un tablou complet al variabilității și fac dificilă depistarea modificărilor, pe când șirurile de date pentru perioade lungi de timp permit evidențierea tendințelor recente și a valorilor extreme într-un context mai larg.

Anterior au fost elaborate numeroase modele logice și statistice de evaluare a stabilității ecosistemelor acvatice, care includeau parametrii hidrologici, geomorfologici, hidrochimici, hidrobiologici, cât și diverși indicatori integrali, precum indicele poluării, indicele autoepurării. Evaluarea stabilității ecosistemelor acvatice se baza pe un spectru larg de metode matematice, formule de calcul și proceduri de evaluare a gradului de corespondență a modelelor. Actualmente, principiile monitorizării, evaluării și managementului resurselor acvatice sunt stipulate în Directiva Cadru a Apei a UE.

În prezent se constată un șir de probleme ecologice acute, generate de poluarea apelor, modificările regimului de scurgere, diversitatea mare a activităților antropice, dar și unele fenomene naturale (inundații, secete, alunecări de teren etc.), cu implicații asupra stării mediului și modului de viață al populației. Concentrația poluanților în apele de suprafață variază în funcție de anotimp, cea mai ridicată fiind în perioada caldă a anului.

Poluarea apelor este provocată, în cele mai multe cazuri, de sectorul gospodăriei comunale (ape reziduale epurate insuficient, deversări ale apelor neepurate din sistemul comunal, managementul neadecvat al deșeurilor menajere solide), sectorul agrar (dejecții animaliere acumulate, depozite de pesticide etc.) și de sectorul energetic, cum ar fi depozitele de produse petroliere, stațiile de alimentare cu petrol, alte surse de poluare continuă. Alături de acești indicatori pentru care au fost găsite valori și au putut fi comparate cu STAS-ul, în apa râului se mai găsesc și alte substanțe cum ar fi: păcură, reactivi chimici industriali, uleiuri, grăsimi, virusuri, bacterii, paraziți, metale grele etc.

În consecință, primul pas care trebuie făcut este o evaluare a situației existente. Pe baza acestei analize și a cerințelor de securitate poate fi stabilită o politică de securitate. Politica de securitate stabilește principalele reguli pentru protecția față de incidentele de securitate. Implementarea politicii de securitate este partea esențială pentru securizarea procesului de prelucrare a informațiilor. Dacă personalul și resursele organizației nu sunt implicate în mod real, atunci politica de securitate va rămâne o simplă coală de hârtie lipsită de credibilitate în fața oricui (președintelui organizației, clienților, auditorilor sau *mass-mediei*).

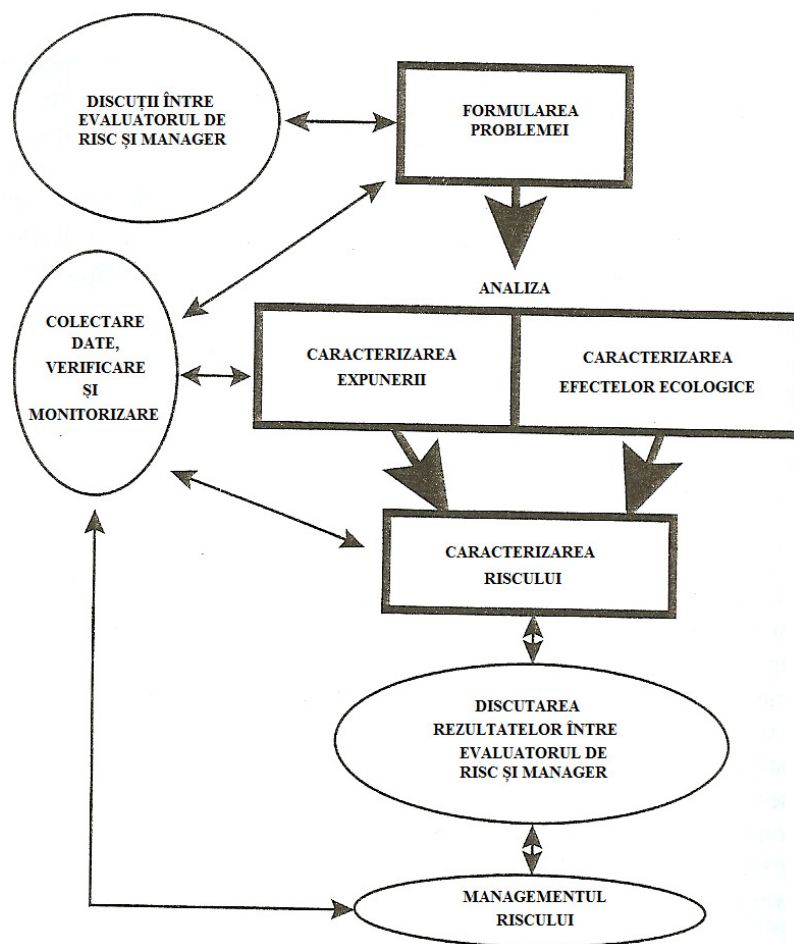
În contextul de față, hazardul reprezintă probabilitatea de apariție, într-o anumită perioadă, a unui fenomen potențial dăunător pentru om și pentru mediul înconjurător. Deci, hazardul este un fenomen natural sau antropogen, dăunător omului, ale cărui consecințe sunt datorate depășirii măsurilor de siguranță pe care orice societate și le impune. Hazardele naturale reprezintă o formă de interacțiune dintre om și mediul înconjurător, în cadrul căreia sunt depășite anumite praguri de adaptare a societății.

Vulnerabilitatea pune în evidență cât de mult sunt expuși omul și bunurile sale în fața diferitelor hazarde, indică nivelul pagubelor pe care poate să le producă un anumit fenomen și se exprimă pe o scară cuprinsă între 0 și 1, cifra 1 exprimând distrugerea totală a bunurilor și pierderile totale de vieți omenești din arealul afectat. Distrugerea mediului determină o creștere a vulnerabilității. De ex., despăduririle determină o intensificare a eroziunii și alunecărilor, producerea unor viituri mai rapide și mai puternice, și o creștere a vulnerabilității așezărilor și căilor de comunicații.

I.1 Schema logică a evaluării riscurilor

Formularea problemei

Faza inițială constă în formularea problemei și constă în procesul de planificare și evaluare care definește fezabilitatea, scopul și obiectivele evaluării riscurilor, furnizând și oportunitatea realizării consensului factorilor implicați. Acest proces include examinarea datelor științifice, a aspectelor de reglementare și a factorilor specifici ecosistemului studiat. Formularea problemei identifică riscurile potențiale ale ecosistemului, factorii stresori, măsurarea și stabilirea țintelor finale. Informațiile sunt cuprinse într-un model conceptual care simulează cum afectează factorii stresori componentele biologice (indivizi, populații, comunități, ecosistemul vizat).



Formularea problemei în evaluarea riscului

Etapele evaluării riscurilor în ecosistemele acvatice

Metodologia evaluării riscului ecologic are 3 etape:

- 1 – evaluarea de verificare (*screening assessment*);
- 2 – evaluarea cantitativă preventivă a riscului;
- 3 – evaluarea cantitativă detaliată a riscului.

O structură analogică a fost utilizată în prezenta cercetare.

Informații utile:

A. Cadrul general:

- a) Prezentare generală a istoricului ecosistemului studiat
- b) Prezentarea contextului legislativ privind actele de reglementare incidente ecosistemului studiat
- c) Specificitatea ecosistemului.

B. Elementele specifice:

- a) Obiectivele de management și planificarea acțiunilor: obiectivul de management constă în determinarea factorilor care pot genera dezechilibre majore în biocenozele râului Prut și a acțiunilor de restabilire a echilibrelor naturale.
- b) Stadiul actual al cunoașterii (rapoarte de monitorizare anterioare, evaluări ale impactului asupra mediului existente, categorii de folosință ale terenurilor adiacente etc.)
- c) Identificarea contaminanților/factori de risc potențiali
- d) Identificarea modalităților de expunere la contaminanți/factori de risc

- e) Identificarea receptorilor potențiali la nivel de detaliu ecologic (habitate de importanță majoră, specii rare, în pericol de dispariție sau amenințate etc.) – metoda inventarului speciilor
- f) Definirea și măsurarea valorilor limită pentru contaminanți/factori de risc, stabilirea scenariilor/ipotezelor de risc
- g) Dezvoltarea modelului conceptual (sumarul ecologiei sitului – surse de contaminare, expuneri dominante și căi de contaminare, niveluri trofice relevante)
- h) Strategia de evaluare a riscurilor (alegerea metodelor de evaluare, include: dimensiunea probelor, stațiile de prelevare, aspectele statistice; conține și planul de prelevări și analize bazat pe unul dintre cele patru categorii – măsurători directe, modelare, interpretare sau sinteză).

I.2. Protecția juridică a apei

Ca urmare a diferitelor activități antropogene, cursurile de apă se modifică cantitativ, cât și calitativ, putându-se ajunge la dezechilibre ale mediului înconjurător. Nivelul poluării apelor a crescut mult în ultimele decenii, ca urmare a dezvoltării economice și a creșterii rapide a populației. Acțiunile de prevenire a poluării și combaterea efectelor acesteia sunt coordonate pe linie de stat, având la bază o legislație menită să protejeze resursele de apă.

Pentru a respecta cerințele impuse de procesul de aderare și, deci, prevederile *aquis*-ului comunitar în domeniul apei, România a adoptat o serie de acte normative menite să reglementeze acest sector:

- Legea nr. 17 din 7 august 1990 privind regimul juridic al apelor maritime interioare, al mării teritoriale, al zonei contigue și al zonei economice exclusive a României, republicată în Monitorul Oficial nr. 765/2002;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 485 din 22 august 1995 privind aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Sistemului de alarmare în caz de poluări accidentale ale apelor din România, publicat în Monitorul Oficial nr. 267/1995;
- Legea apelor 107/1996, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 244 din 8 octombrie 1996 (reglementează evacuarea apelor uzate în ape de suprafață), completată prin Legea 310 din 28 iunie 2004, publicată în Monitorul Oficial Nr. 584 din 30 iunie 2004;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 756 din 11 martie 1997 referitor la aprobarea Reglementării privind evaluarea poluării mediului, publicat în Monitorul Oficial nr. 303/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 275 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Normele metodologice privind instituirea regimului de supraveghere specială în caz de nerespectare a măsurilor stabilite pentru asigurarea condițiilor înscrise în autorizația de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor Pădurilor și Protecției Mediului nr. 276 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Metodologia privind elaborarea planurilor de restricții și folosire a apei în perioadele deficitare, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 277 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Normativul de conținut al documentațiilor tehnice necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 278 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Metodologia-cadru de elaborare a planurilor de prevenire și combatere a poluărilor accidentale, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 279 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Normele metodologice privind avizul de amplasament, publicat în Monitorul nr. 100 bis/1997;

- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 281 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Procedura privind mecanismul de acces la informația de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 282 din 11 aprilie 1997 prin care se aprobă Procedura privind participarea utilizatorilor de apă, riveranilor și publicului în activitatea de consultare, publicat în Monitorul Oficial nr. 100 bis/1997;
- Legea nr. 171 din 4 noiembrie 1997 privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național (PATN) – Secțiunea a II-a: Apa, publicată în Monitorul Oficial nr. 325/1997;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 1097 din 17 decembrie 1997 prin care se aprobă: Normele tehnice privind metodologia de conducere și control al procesului de epurare biologică cu nămol activ în stații de epurare a apelor uzate orășenești, industriale și din zootehnie, NTPA-003/1997; Ghidul de stabilire a programelor de recoltare și analizare a probelor de apă uzată, NTPA-004/1997; Metodologia de prelevare a probelor de ape uzate din efluenții finali, NTPA-005/1997, publicate în Monitorul Oficial nr. 47/1998;
- Ordinul Ministerului Apelor Pădurilor și Protecției Mediului nr. 1098 din 17 decembrie 1997 prin care se aprobă Normativul privind dotarea cu aparatură, materiale și sticlărie a laboratoarelor de profil din cadrul unităților de gospodărire a apelor, NTPA-006/1997, publicat în Monitorul Oficial nr. 47/1998;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 699 din 30 iulie 1999 privind aprobarea Procedurii și competențelor de emitere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 476/1999;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 811 din 6 septembrie 1999 pentru aprobarea Procedurii de notificare, publicat în Monitorul Oficial nr. 572 bis/1999;
- Hotărârea de Guvern nr. 472 din 9 iunie 2000 privind unele măsuri de protecție a calității resurselor de apă (stabilește plățile pentru descărcarea de ape uzate, taxele și penalitățile pentru depășirea valorilor limită stabilită. Acestea se actualizează periodic și lista de indicatori conține o mare parte din cele 32 de substanțe periculoase - cca. 67%), publicată în Monitorul Oficial nr. 272/2000;
- Hotărârea de Guvern nr. 964 din 13 octombrie 2000 (actualizată prin HG 1.360 din 10 noiembrie 2005) privind aprobarea Planului de acțiune pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole, publicată în Monitorul Oficial nr. 526 din 25 octombrie 2000;
- Ordinul Ministerului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr. 1618 din 24 octombrie 2000 pentru aprobarea secțiunilor reprezentative din cadrul Sistemului național de supraveghere a calității apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 26/2001;
- Hotărârea de Guvern nr. 1212 din 29 noiembrie 2000 privind aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Comitetelor de Bazin, publicată în Monitorul Oficial nr. 44/2000;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 325 din 21 martie 2001 privind aprobarea Instrucțiunilor tehnice pentru aplicarea prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 472/2000 privind unele măsuri de protecție a calității resurselor de apă – NTPA 012 și pentru modificarea Ordinului nr. 242/1990, publicat în Monitorul Oficial nr. 152/2001;
- Legea nr. 192 din 19 aprilie 2001 privind fondul piscicol, pescuitul și acvacultura, publicată în Monitorul Oficial nr. 200/2001;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 452 din 4 mai 2001 și al Ministerului Agriculturii, Alimentației și Pădurilor nr. 105.951 din 8 mai 2001 pentru aprobarea Regulamentului de organizare și funcționare a Comisiei și a Grupului de sprijin pentru aplicarea Planului de acțiune pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole, publicat în Monitorul Oficial nr. 296/2001;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 706 din 27 iulie 2001 pentru aprobarea Regulamentului privind organizarea activității de certificare a unităților specializate în elaborarea de studii, proiecte, în execuție, consultanță în domeniul gospodăririi apelor și documentații tehnice pentru obținerea avizelor și a autorizațiilor de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 565/2001;

- Hotărârea de Guvern nr. 100 din 7 februarie 2002 pentru aprobarea Normelor de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare, și a Normativului privind metodele de măsurare și frecvența de prelevare și analiză a probelor din apele de suprafață destinate producerii de apă potabilă, publicată în Monitorul Oficial nr. 130/2002, modificată prin Hotărârea de Guvern nr. 662 din 7 iulie 2005, publicată în Monitorul Oficial nr. 616 din 15 iulie 2005;
- Hotărârea de Guvern nr. 118 din 7 februarie 2002 privind aprobarea Programului de acțiune pentru reducerea poluării mediului acvatic și a apelor subterane, cauzată de evacuarea unor substanțe periculoase, publicată în Monitorul Oficial nr. 132/2002;
- Hotărârea de Guvern nr. 188 din 28 februarie 2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, publicată în Monitorul Oficial nr. 187/2002;
- Hotărârea de Guvern nr. 201 din 28 februarie 2002 pentru aprobarea Normelor tehnice privind calitatea apelor pentru moluște, publicată în Monitorul Oficial nr. 196/2002;
- Hotărârea de Guvern nr. 202 din 28 februarie 2002 pentru aprobarea Normelor tehnice privind calitatea apelor de suprafață care necesită protecție și ameliorare în scopul susținerii vieții piscicole, publicată în Monitorul Oficial nr. 196/2002, modificată și completată prin Hotărârea de Guvern nr. 563 din 26 aprilie 2006, publicată în Monitorul Oficial nr. 406 din 10 mai 2006;
- Hotărârea de Guvern nr. 459 din 16 mai 2002 privind aprobarea Normelor de calitate pentru apa din zonele naturale amenajate pentru înbăiere, publicată în Monitorul Oficial nr. 350/2002;
- Legea nr. 458 din 8 iulie 2002 privind calitatea apei potabile, publicată în Monitorul Oficial nr. 552/2002, modificată și completată prin Legea nr. 311/2004, publicată în Monitorul Oficial nr. 582 din 30 iunie 2004;
- Ordonanța de Urgență a Guvernului nr. 202 din 18 decembrie 2002, privind gospodărirea integrată a zonei costiere, publicată în Monitorul Oficial nr. 965/2002;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1241 din 19 februarie 2003 pentru aprobarea Procedurii de modificare sau de retragere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 104/2003;
- Hotărârea de Guvern nr. 188 din 20 martie 2002 pentru aprobarea unor norme privind condițiile de descărcare în mediul acvatic a apelor uzate, modificată și completată prin H.G. 352/11.05.2005;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1141 din 6 decembrie 2002 pentru aprobarea Procedurii și a competențelor de emitere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 21/2003;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1146 din 10 decembrie 2002 pentru aprobarea Normativului privind obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață, publicat în Monitorul Oficial nr. 197/2003;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1241 din 16 ianuarie 2003 pentru aprobarea Procedurii de modificare sau de retragere a avizelor și autorizațiilor de gospodărire a apelor, publicat în Monitorul Oficial nr. 104/2003;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 1406 din 3 martie 2003 și al Ministerului Sănătății și Familiei nr. 191 din 7 martie 2003 pentru aprobarea Metodologiei de evaluare rapidă a riscului pentru mediu și sănătatea umană, publicat în Monitorul Oficial nr. 213/2003;
- Ordinul Ministerului Apelor și Protecției Mediului nr. 35 din 2 aprilie 2003 pentru aprobarea Metodologiei de măsurare și analiză folosite la determinarea substanțelor prioritare/prioritare periculoase din apele uzate evacuate și apele de suprafață, publicat în Monitorul Oficial nr. 305/2003;
- Ordinul Ministerului Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului nr. 1069 din 18 decembrie 2003 privind aprobarea Metodologiei cu privire la desfășurarea activităților specifice de gospodărire a apelor (atribuții pentru **Administrația Națională Apele Române**);

- Ordinul Ministerului Agriculturii, Pădurilor, Apelor și Mediului nr. 1072 din 19 decembrie 2003 privind aprobarea organizării Monitoringului suport național integrat de supraveghere, control și decizii pentru reducerea aportului de poluanți proveniți din surse agricole în apele subterane și de suprafață și pentru aprobarea Programului de supraveghere și control corespunzător și a procedurilor și instrucțiunilor de evaluare a datelor de monitorizare a poluanților proveniți din surse agricole în apele de suprafață și în apele subterane - (**Sistemul Național de Monitoring Integrat al Apelor**, gestionat de **Administrația națională Apele Române**), publicat în Monitorul Oficial nr. 71 din 28 ianuarie 2004;
- HG nr. 898/10 iunie 2004 pt. aprobarea Instrucțiunilor privind exploatarea apelor subterane și a zonelor de interfață dintre apele dulci și cele sărate Monitorul Oficial cu numărul 598 din 2 iulie 2004;
- Hotărârea nr. 974/2004 pentru aprobarea Normelor de supraveghere, inspecție sanitară și monitorizare a calității apei potabile și a Procedurii de autorizare sanitară a producției și distribuției apei potabile, publicată în Monitorul Oficial nr. 669 din 26 iulie 2004, modificată și completată prin Hotărârea nr. 342/2013, publicată în Monitorul Oficial nr. 351 din 13 iunie 2013;
- Ordinul nr. 161 din 16 februarie 2006 al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, publicat în Monitorul Oficial nr. 511 din 13 iunie 2006;
- Legea nr. 265 din 29 iunie 2006, publicată în Monitorul Oficial nr. 586 din 6 iulie 2006, pentru aprobarea OUG nr. 195 din 22 decembrie 2005 privind protecția mediului (**Legea Protecției Mediului – Cap IX: Protecția apelor și a ecosistemelor acvatice**, publicată în Monitorul Oficial nr. 1196 din 30.12.2005);
- Ordinul nr. 132 din 29 ianuarie 2007 al Ministrului administrației și internelor pentru aprobarea Metodologiei de elaborare a Planului de analiză și acoperire a riscurilor și a Structurii-cadru a Planului de analiză și acoperire a riscurilor, publicat în Monitorul Oficial cu numărul 79 din 1 februarie 2007;
- HG nr. 210/2007 din 28 februarie 2007 pentru modificarea și completarea unor acte normative care transpun *acquis*-ul comunitar în domeniul protecției mediului, publicată în Monitorul Oficial nr. 187 din 19 martie 2007.

În Republica Moldova a fost elaborată **Strategia de mediu** pentru anii 2014-2023 și **Planul de acțiuni** pentru implementarea acesteia, aprobate prin Hotărârea de Guvern nr. 301 din 24.04.2014.

Obiectivul general al Strategiei rezidă în crearea unui sistem eficient de management de mediu, care să contribuie la creșterea calității factorilor de mediu și să asigure populației dreptul la un mediu natural curat, sănătos și durabil, în acord cu Directivele UE.

Prin Ordinul Ministrului Mediului nr. 40 din 27.05.2014 a fost creat **Grupul de monitorizare a implementării obiectivelor specifice** și stabilite sarcinile acestuia în scopul asigurării mecanismului de monitorizare și raportare a implementării Strategiei.

Pentru asigurarea condițiilor de bună guvernare și eficientizare a potențialului instituțional și managerial în domeniul protecției mediului pentru atingerea obiectivelor de mediu s-a făcut mult în compartimentul de armonizare a legislației Moldovei cu Directivele UE:

În conformitate cu Hotărârea de Guvern nr. 932/20.11.2013 a fost aprobat *Regulamentul privind monitorizarea stării apelor de suprafață și apelor subterane*, care include un sistem complex multianual de evaluare cantitativă și calitativă a apelor prin utilizarea metodelor standardizate de prelevare, analiză și sinteză, în scopul gestionării și valorificării durabile a resurselor acvatice.

Sunt stabilite tipurile de monitorizare (monitorizarea de supraveghere, monitorizarea operațională și monitorizarea de investigare) și descrise procedurile și măsurile tehnice pentru monitorizarea stării apelor.

Prin *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață* (Hotărârea de Guvern nr. 890 din 12.11.2013) sunt stabilite cerințele de calitate pentru apele de suprafață și clasele de calitate ale apelor de suprafață.

Clasificarea apelor de suprafață se face în baza rezultatelor monitorizării calității apei și prevede un sistem de clasificare a apelor de suprafață în cinci categorii de calitate:

- *Clasa I-a de calitate* (foarte bună): apele de suprafață în care nu există alterări (sau există alterări minore) ale valorilor elementelor fizico-chimice și biologice de calitate. Concentrațiile poluanților sintetici nu influențează funcționarea ecosistemelor acvatice și nu aduc prejudicii sănătății umane. Apele de suprafață ce corespund clasei I-a de calitate sunt destinate pentru toate tipurile de folosință. Pentru reprezentarea grafică se folosește culoarea albastru;

- *Clasa a II-a de calitate* (bună): apele de suprafață care au fost afectate ușor de activitatea antropică, dar care pot asigura toate folosințele în mod adecvat. Funcționarea ecosistemelor acvatice nu este afectată. Metodele de tratare simple permit folosirea apei în scopuri potabile. Pentru reprezentarea grafică se folosește culoarea verde;

- *Clasa a III-a de calitate* (moderată): apele de suprafață ale căror valori fizico-chimice și biologice de calitate deviază moderat de la fondul natural al calității apei, din cauza activităților umane. Se înregistrează semne moderate de dereglare a funcționării ecosistemului, iar condițiile necesare pentru familia salmonidelor nu mai pot fi asigurate. Tratarea simplă nu este suficientă pentru folosința apei în scopuri potabile, fiind aplicate metode de tratare normale. Pentru reprezentarea grafică se folosește culoarea galben;

- *Clasa a IV-a de calitate* (moderat poluată): apele de suprafață care prezintă dovezi de alterări majore ale valorilor fizico-chimice și biologice de calitate în funcționarea ecosistemelor acvatice. Condițiile necesare pentru familia ciprinidelor nu mai pot fi asigurate. Apele nu corespund cerințelor pentru apa potabilă fără tratare intensivă, avansată. Pentru reprezentarea grafică se folosește culoarea oranj/portocaliu;

- *Clasa a V-a de calitate* (poluată): apele de suprafață care prezintă dovezi de alterări grave ale valorilor fizico-chimice și biologice de calitate în funcționarea ecosistemelor acvatice. Componentele biologice, îndeosebi piscicole, sînt deteriorate și apa nu poate fi utilizată în scopuri potabile. Pentru reprezentarea grafică se folosește culoarea roșu.

S-a elaborat și adoptat *Legea nr. 86 din 29.05.2014 privind evaluarea impactului asupra mediului*, în conformitate cu prevederile Directivei 85/337/CEE din 27 iunie 1985 privind evaluarea efectelor anumitor proiecte publice și private asupra mediului. Legea stabilește principiile, procedurile și modul de efectuare a evaluării impactului unor activități asupra mediului din Republica Moldova, precum și din statele vecine.

Autoritățile administrației publice centrale au inițiat instituirea funcțiilor de protecție a mediului în cadrul instituțiilor lor. Astfel, în cadrul Ministerului Apărării a fost creat Serviciul ecologie și protecție a mediului, care are misiunea de planificare, coordonare, organizare, monitorizare și verificare a activităților de asigurare a securității ecologice și de protecție a mediului în Armata Națională.

În conformitate cu Hotărârea de Guvern nr. 775 din 4 octombrie 2013 „Cu privire la hotarele districtelor bazinelor și subbazinelor hidrografice și hărțile speciale în care sunt determinate”, în scopul asigurării implementării mecanismului de gestionare a resurselor de apă pe principiul bazinier, au fost stabilite hotarele a două districte ale bazinelor hidrografice: Nistru (74% din populație locuiește în acest district), și Dunărea-Prut și Marea Neagră (26% din populație).

În scopul asigurării protecției și calității fondului acvatic, a fost inițiat procesul de implementare a prevederilor Legii Apelor. Astfel, prin Hotărârea de Guvern nr. 250 din 03.04.2014, a fost aprobată componența nominală a Comitetelor districtelor bazinelor hidrografice Nistru, și Dunărea-Prut și Marea Neagră, care sunt organe consultative în gestionarea și protecția resurselor de apă din bazinul fluviului Nistru și al râului Prut. Este elaborat proiectul Planului de Gestionare a Districtului Bazinului Hidrografic Nistru, și al Planului de Gestionare a Districtului Bazinului Hidrografic Prut care sunt în prezent în faza de consultare publică.

Au fost elaborate și aprobate Planurile de management pentru zonele umede Ramsar „Nistrul de Jos” și „Unguri Holoșnița”.

A fost lansată implementarea proiectului „**East-Avert - Prevenirea și protecția împotriva inundațiilor din bazinele superioare ale râurilor Siret și Prut, prin aplicarea unui sistem de monitorizare cu stații autonome**”, finanțat de UE, în cadrul căruia au început lucrările de reabilitare a barajului la Nodul Hidrotehnic Stânca-Costești și de elaborare a sistemului informațional privind urmărirea viiturilor și a comportării construcțiilor Nodului. Elaborarea unui studiu de fezabilitate privind riscurile la inundații și hărțile de hazard și de risc la inundații, precum și planurile de management al riscurilor la inundații sunt în progres.

A fost aprobată o nouă **Strategie privind alimentarea cu apă și sanitație a Republicii Moldova** până în anii 2028 (Hotărârea de Guvern nr. 199 din 20.03.2014). În scopul asigurării implementării acestei Strategii au fost elaborate și aprobate două acte normative: **Ghidul pentru elaborarea Planului de alimentare cu apă și sanitație în Republica Moldova** și **Ghidul pentru elaborarea Studiului de Fezabilitate pentru infrastructura de alimentare cu apă și sanitație**. Legea nr. 303 din 13.12.2013 privind serviciul public de alimentare cu apă și de canalizare a intrat în vigoare la 14 septembrie 2014.

Obiectivele specifice cu referire la managementul resurselor acvatice constau în:

- a) îmbunătățirea calității a cel puțin 50% din apele de suprafață și implementarea sistemului de management al bazinelor hidrografice;
- b) asigurarea accesului, până în anul 2023, a circa 80% din populație la sistemele și serviciile de alimentare cu apă și a circa 65% din populație la sistemele și serviciile de canalizare.

Elaborarea Strategiei a fost dictată și de vectorul politic de integrare europeană al țării, de cerințele actuale de armonizare a legislației naționale cu prevederile Directivelor Uniunii Europene și de necesitatea de a implementa o politică cadru cu privire la conservarea diversității biologice și utilizarea rațională a resurselor naturale de floră și faună.

Republica Moldova se confruntă și în continuare cu multiple probleme în domeniul conservării biodiversității. Interesul față de resursele naturale nu scade, utilizarea acestora este deseori nerațională, iar multe obiective naționale pentru protecția biodiversității necesită a fi soluționate. Condițiile actuale (schimbările climatice, fragmentarea habitatelor, poluarea, dispariția speciilor etc.) și paradigma dezvoltării socio-economice a Republicii Moldova solicită o abordare mai realistă a rolului biodiversității pentru economia națională și o impulsie a proceselor de protecție a acesteia.

În proces de prezentare spre aprobare este Proiectul Hotărârii de Guvern cu privire la aprobarea **Strategiei privind diversitatea biologică a Republicii Moldova** pentru anii 2015-2020 și a **Planului de acțiuni** pentru implementarea acesteia care este elaborat în conformitate cu prevederile Programului de activitate al Guvernului Republicii Moldova „**Integrare Europeană: Libertate, Democrație, Bunăstare**” (2013-2014), Capitolului „Protecția Mediului”, precum și cu prevederile Strategiei de mediu pentru anii 2014-2023 și Planului de acțiuni pentru implementarea acesteia și a Capitolului „Mediul înconjurător” al **Acordului de Asociere** între Republica Moldova, pe de o parte, și Uniunea Europeană și Comunitatea Europeană a Energiei Atomice și statele membre ale acestora, pe de altă parte.

I.3. Glosar de termeni

Noțiunile utilizate în acest raport au următoarele semnificații:

monitorizarea stării apelor – sistem de evaluare a parametrilor fizici, chimici, biologici și microbiologici ai apei, în funcție de condițiile naturale și antropice;

programele de monitorizare – instrument de evaluare coerentă și cuprinzătoare a stării resurselor de apă, astfel încât să faciliteze prognoza, elaborarea și aprobarea planurilor de gestionare a bazinelor acvatice, precum și analiza progresului realizat în implementarea acestora;

indicatori de calitate a apelor – cerințe de calitate a apelor, exprimate prin valoarea concentrației unui anumit parametru fizico-chimic, grup de parametri fizico-chimici sau a unui parametru biologic, care nu vor fi depășite, pentru a asigura protecția sănătății omului și a mediului;

sistemul național de monitorizare – sistem, prin care statul supraveghează permanent starea resurselor de apă și a impactului antropic, bazat pe parametri și indici cu acoperire spațială și temporală, care asigură cadrul informațional necesar pentru elaborarea strategiei, măsurilor de prevenire a consecințelor antropice, calamităților naturale și de remediere a situației ecologice;

tendință ascendentă semnificativă – creștere semnificativă din punct de vedere statistic și al mediului a concentrației unui poluant, grup de poluanți sau a unui indicator al poluării în apă, pentru care se consideră necesară o inversare a tendinței;

cerințe de calitate a apei – ansamblul caracteristicilor fizico-chimice, biologice și bacteriologice, exprimate cuantificat, care permit încadrarea probei într-o categorie, pentru a servi unui anumit scop;

sistem de clasificare a apelor după calitate – cerințe stabilite pentru calitatea apelor de suprafață, prevăzute în cinci clase de calitate a apelor de suprafață, lista indicatorilor de calitate a apelor, valoarea numerică maximală a parametrilor și lista parametrilor reglementați;

clasă de calitate a apelor de suprafață – gradul de calitate a apei, stabilită pentru un corp de apă concret cu evidența folosințelor reale de apă;

indicator al calității apelor – valoarea fizică, substanța chimică, componenta hidrobiologică, microbiologică, virusologică, helmintologică și alți indicatori ai calității apelor, care sânt incluși în clasele de calitate;

indicator reglementat – indicator al calității apelor de care se ține cont în mod obligator la evaluarea calității apelor de suprafață;

fondul natural – condițiile fizico-chimice, hidrobiologice și hidro-morfologice ale corpurilor de apă de suprafață, asociate cu condițiile neperturbate (nedistorsionate de activitățile antropogene) ale categoriei apelor de suprafață (râu, lac) și bazin/sub-bazin;

risc ecologic – probabilitatea apariției modificărilor ecosistemului, care provoacă degradarea acestuia, dispariția sau trecerea într-o stare care prezintă pericol pentru sănătatea populației și (sau) pierderea importanței lui gospodărești;

evaluarea riscului ecologic – raționament fundamentat științific, privind posibilitatea și dimensiunile modificărilor nefavorabile ale ecosistemului sau ale componentelor lui în condițiile unui anumit impact antropic;

probabilitatea riscului ecologic – probabilitatea realizării unui eveniment, care îi va cauza prejudicii ecosistemului, din această cauză fiind clasificat drept indezirabil pentru ecosistemul dat. Probabilitatea este evaluată pentru un anumit interval de timp sau citeva intervale, ex., 1 an, 3 ani, 10 ani;

indicatorii riscului – caracteristicile ecosistemului și ale componentelor lui, în baza valorilor cărora se judecă despre apariția și dimensiunile riscului.

CAPITOLUL II. MONITORINGUL COMPLEX AL CALITĂȚII APEI ȘI STĂRII HIDROBIOCENOZELOR RÂULUI PRUT

Luând în considerație schema logică și modelul conceptual discutate anterior, în cadrul proiectului MIS ETC 1150 a fost efectuat un monitoring complex asupra calității apei și stării hidrobiocenzelor râului Prut. Monitorizarea și estimarea stării ecologice sunt componente indispensabile ale evaluării riscurilor ecologice.

Evaluarea calității apei a fost efectuată în conformitate cu *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate de mediu pentru apele de suprafață* (aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 890/12.11.2013, publicată în Monitorul Oficial al Republicii Moldova nr. 262-267/22.11.2013, art. nr. 1006), respectiv *Planul Management SH Prut-Bârlad 2016-2021*, conform Directivei Cadru Apa 2000/60/CE (on line).

II.1. Evaluarea parametrilor fizico-chimici ai apei râului Prut

Componența chimică și calitatea apei Prutului este determinată de factorii naturali și cei antropici. Printre factorii naturali se numără structura și componența rocilor, solurilor, relieful bazinului hidrografic, structura și abundența comunităților de hidrobionți ș.a.

Oxigenul dizolvat. Dinamica conținutului de oxigen dizolvat a fost relativ satisfăcătoare pentru dezvoltarea hidrobionților: 3,88-13,82 mg/l. În mai puțin de 10% din cazuri, concentrația oxigenului dizolvat a fost mai mică decât 5 mg/l (periculos pentru organismele planctonice), care corespunde clasei de calitate III; în cele mai multe cazuri a corespuns claselor I-II.

Suspensiile. Cantitatea de suspensii din râul Prut a variat de la 1,2 mg/l până la 350,4 mg/l. Afluentul său de dreapta - râul Jijia (prin descărcarea de ape uzate) provoacă creșterea conținutului de suspensii în râul Prut pe sectorul Leușeni- Cîșlița Prut de zece ori. Creșterea conținutului de suspensii până la 80-100 mg/l oprește dezvoltarea organismelor planctonice din râul Prut.

Consumul biochimic de oxigen (CBO₅). Valorile CBO₅ au variat între 1-2,72 mg O₂/l. Astfel, în conformitate cu *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate de mediu pentru apele de suprafață*, conținutul de oxigen dizolvat și valorile consumului biochimic de oxigen indică clasele de calitate a apei I-II.

Consumul chimic de oxigen. În conformitate cu valorile CCOMn (indicator de conținut în compuși organici ușor degradabili) apele menționate au corespuns la clasele de calitate I-III, iar în mai puțin de 15% din cazuri la IV, dar în funcție de valorile de CCOCr (compuși organici mai persistenti) au corespuns la clasele de calitate II-IV, și în mai puțin de 1% din cazuri la clasa I. Coeficientul de corelație dintre CCO₅ și CCOCr dovedește o intensitate redusă a proceselor de auto-curățare (în 90% din cazuri fiind sub 0,15).

Mineralizarea și ionii principali. Mineralizarea (salinitatea) apelor cercetate a oscilat între 298-940 mg/l, ceea ce corespunde claselor I-III de calitate a apei, și a avut o tendință evidentă de a crește de-a lungul râului Prut.

În cele mai multe cazuri, apa râului Prut s-a încadrat în clasa *bicarbonatato-sulfato-magneziană*, valorile pH-ului fiind cuprinse între 7,8-8,6.

Apa Prutului, luând în considerare prezența ionilor principali, corespunde cerințelor privind calitatea apei potabile, precum și a apelor utilizate în piscicultură și acvacultură.

Conținutul de ioni de clor și magneziu din ecosistemele cercetate au corespuns clasei I de calitate a apei, cea de ioni sulfat - claselor II-IV. Conținutul de ioni de sodiu și de potasiu au corespuns claselor II-IV, dar în aproximativ 5% din probe - clasei V, care modifică proprietățile apei, mai ales adecvarea acesteia pentru irigații.

În general, dinamica ionilor principali a relevat o evoluție lentă, cu unele salturi în sectorul inferior al râului Prut, care nu au prezentat un risc evident pentru diversitatea organismelor acvatice. Descărcarea de ape uzate în lunca Prutului, infiltrațiile de la depozitele neautorizate de deșeuri din albia râului, în timpul ploilor abundente, crește periodic concentrația unor ioni, ceea ce afectează proprietățile apei ca resursă pentru irigații și apă potabilă.

Nutrienții. Conținutul de nutrienți este unul dintre cei mai importanți indicatori de calitate a apei, care determină atât dezvoltarea unor organisme acvaticе, precum și nivelul de troficitate, intensitatea proceselor de producție-distrucție în ecosistemele acvaticе. Dinamica nitraților și nitriților a corespuns claselor I-II de calitate a apelor, cea a azotului amoniacal claselor I-III, iar azotul total claselor I-V. Valorile cele mai mari au fost înregistrate în timpul inundațiilor.

Dinamica azotului total depinde de asemenea de creșterea conținutului de azot organic: salturile de azot total până la clasa V de calitate a apei au fost determinate de valorile foarte mari de azot organic (în 2013 - până la 15-25 mg/l) din sectorul inferior al râului.

Concentrațiile de fosfor mineral în apa râului Prut au corespuns claselor I-II de calitate. În cele mai multe cazuri, dinamica fosforului total se încadrează în clasele de calitate a apei I-II, dar în aproximativ 4% din cazuri se încadrează în clasa III, fiind un rezultat al creșterii conținutului de fosfor organic.

II.2. Monitorizarea caracteristicilor structurale și funcționale ale principalelor comunități de organisme acvaticе care populează Râul Prut

II.2.1. Bacterioplanctonul

În conformitate cu efectivul total al bacterioplanctonului, calitatea apei a corespuns claselor de calitate: I-II (45%); III (27%), IV (15%), V (13%).

În ceea ce privește valorile medii ale numărului de bacterii amonificatoare, apa râului Prut s-a încadrat în clasa "poluată moderat". Cu toate acestea, periodic, în special în timpul verii, numărul de bacterii amonificatoare indică apă "poluată" și "foarte poluată", în special în aval de evacuarea apelor uzate urbane.

Densitatea bacteriilor fenolitice indică indirect poluarea râului cu fenoli. Conform clasificării calității apei pe baza densității de bacterii fenolitice, apa lacului Stânca-Costești și cea a râului Prut aparțin claselor: "suficient de curată" (3a) și "moderat poluată" (4b).

Densitatea bacteriilor petrolitice depinde în mare măsură de gradul de poluare a apei cu substanțe petroliere. Conform clasificării calității apei pe baza de densitatea bacteriilor petrolitice, apa lacului Stânca-Costești și cea a râului Prut aparțin claselor: 4a ("moderat poluată"). Pe râul Prut, la stațiile Sculeni, Leova, Cahul și Giurgiulești, unde apar adesea pete de substanțe petroliere pe suprafața apei, densitatea bacteriilor rezistente la petrol ajunge la 1500-1800 celule/ml și calitatea apei corespunde clasei 5a ("foarte poluată").

Numărul și producția mare de bacterioplancton total, precum și numărul de bacterii saprofite denotă o poluare a râului Prut și a lacului Stânca-Costești, în principal cu compuși organici, ce reprezintă un risc evident pentru calitatea apei și diversitatea hidrobionților.

II.2.2. Fitoplanctonul

Algele bacilariofite identificate aparțin în majoritate clasei *Pennatophyceae*, fiind reprezentate mai ales de genurile *Navicula*, *Synedra*, *Nitzschia* și *Cymbella*, dominante fiind speciile *Cyclotella kuetzingiana*, *Synedra acus* var. *acus*, *Melosira granulata* var. *granulata*, *Nitzschia palea* var. *palea* și *Nitzschia acicularis* var. *acicularis*.

În componența filumului *Chlorophyta* rolul principal în formarea diversității taxonomice revine genurilor *Scenedesmus*, *Monoraphidium*, *Pediastrum* și *Tetraedron*, iar în componența complexului dominant menționăm speciile *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii*, *Monoraphidium komarkovae*, *M. contortum*, *Tetrastrum triangulare*, *Scenedesmus quadricauda* var. *quadricauda* și *Coelastrum microporum*.

În componența filumului *Cyanophyta*, mai reprezentativ a fost genul *Oscillatoria*, iar din complexul dominant făceau parte speciile *Synechocystis aquatilis*, *Aphanizomenon flos-aquae* f. *flos-aquae*, *Oscillatoria planctonica*, *Merismopedia tenuissima* și *Oscillatoria lacustris*.

Specia *Merismopedia tenuissima* este o specie larg răspândită în perioada estivală și autumnală. În ultimii ani este destul de frecventă în componența fitoplanctonului și periodic se dezvoltă în cantități mărite. Specia *Synechocystis aquatilis* prin dezvoltarea semnificativă uneori provoacă „înflorirea apei”.

Parametrii cantitativi ai fitoplanctonului atestă diferențe sezoniere bine pronunțate, condiționate de ponderea anumitor specii de alge în componența fitoplanctonului, cât și influența diferitor factori hidrologici, hidrochimici și hidrobiologici asupra lor.

Transparența apei râului Prut este mai ridicată în sectorul mijlociu decât în sectorul inferior, cu limite de variații între 100-250 cm, în toate anotimpurile anului. Uneori, în perioadele de primăvară și vară, transparența apei este mai redusă (15-75 cm, la Sculeni). Procesul fotosintezei se produce cu intensitate mai mare până la adâncimea de 25-50 cm, la care au fost determinate cele mai înalte valori ale producției primare a fitoplanctonului.

Astfel, când biomasa fitoplanctonului atinge valori mari, intensitatea fotosintezei este deseori mai scăzută decât în timpul unei slabe dezvoltări, datorită productivității diferite a speciilor de alge. Reducerea intensității fotosintezei, odată cu creșterea biomasei fitoplanctonului, poate fi condiționată de un șir de factori, printre care menționăm reducerea concentrației elementelor nutritive, micșorarea transparenței și respectiv a stratului eufotic ca urmare a majorării biomasei, înrăutățirea stării fiziologice a algelor și diminuarea capacităților de producere a acestora, suprasaturarea cu oxigen datorită fotosintezei intense, influența metaboliților asupra celulelor algale.

În toate anotimpurile, valorile destrucției substanțelor organice depășeau valorile producției fitoplanctonului raportul A/R, fiind în majoritatea cazurilor mai mic decât 1 (0,504-74,99 g O₂/m² 24h). În conformitate cu raportul A/R, calitatea apei corpurilor de apă investigate a corespuns claselor de calitate I-V.

Conform valorilor biomasei fitoplanctonului și producției primare, sectorul mijlociu al râului Prut aparține categoriei de troficitate eutrof, periodic mezotrof.

Valorile indicelui saprobic, calculat în baza parametrilor cantitativi ai speciilor indicatoare din componența fitoplanctonului, care în proporție de peste 56% sunt tipic β -mezosaprobe, au variat între 1,36-2,87, în majoritatea cazurilor în limitele zonei β -mezosaprobe, corespunzând claselor de calitate II-III.

Analiza datelor multianuale arată că, în cel puțin 18% din cazuri, biomasa fitoplanctonului a corespuns clasei de calitate II, în 23% clasei III, în 45% clasei IV și în 14% clasei V.

II.2.3. Zooplanctonul

Condițiile de habitat în râul Prut nu sunt favorabile pentru dezvoltarea zooplanctonului datorită vitezei de curgere a apei pe sectorul superior al râului și turbidității apei pe sectorul medial și inferior. Deoarece structura zooplanctonului în apele curgătoare se formează cu speciile din afluenții și apele stagnante ale luncii râului, poluarea râurilor mici, precum și drenarea zonelor inundabile cauzează în mod direct reducerea biodiversității zooplanctonului din bazinul hidrografic al Prutului. Cea mai mare bogăție de specii a fost înregistrată în ecosistemele lenticale ale bazinului și în sectorul Prutului inferior, unde diversitatea specifică este crescută prin intrarea speciilor alohtone din zonele umede ale râului, precum și de fluxul invers al Dunării în timpul viiturilor de primăvară și vară (marea densitate a rotiferelor la Giurgiulești).

În complexul structural al zooplanctonului din bazinul râului Prut, în ultimii ani au fost identificați 106 taxoni: rotifere – 47%, copepode – 30% și cladocere – 23%. Cea mai mare diversitate a speciilor în această comunitate a fost înregistrată pentru genurile *Brachionus*, *Filinia* și *Asplanchna* dintre rotifere, *Mesocyclops*, *Eurytemora* și *Acanthocyclops* dintre copepode, *Bosmina*, *Dahpnia* și *Pleuroxus* dintre cladocere. Cei mai constanți taxoni sunt larvele de copepode (nauplii și

copepodiți), speciile *Brachionus quadridentatus*, *Keratella quadrata*, *Notholca squamula*, *Filinia longiseta* și *Asplanchna priodonta* dintre rotifere, *Acanthocyclops vernalis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Mesocyclops crassus*, *Eurytemora affinis*, *Metadiaptomus asiaticus* și *Eucyclops serrulatus* dintre copepode, respectiv *Chydorus sphaericus*, *Daphnia cucullata* și *Bosmina longirostris* dintre cladocere.

În multe din probele analizate lipsesc din structura taxonomică a comunităților planctonice reprezentanții uneia sau a două din grupele principale ale zooplanctonului (*Rotatoria*, *Copepoda*, *Cladocera*). Datorită valenței ecologice largi, stadiile juvenile ale copepodelor (nauplii și copepodiți) sunt forme constante în zooplanctonul Prutului. Situația aceasta este obișnuită pentru râurile cu conținut ridicat de particule în suspensie. Predominanța rotiferelor în comunitatea planctonică este un semn de creștere a troficității ecosistemului.

Cea mai puțin reprezentativă este grupa de crustacee din subordinul *Cladocera*. În condiții favorabile, efectivul numeric al anumitelor specii de cladocere poate ajunge la valori foarte mari (Giurgiu-lești, august 2012 – 65,3 mii ind./m³). Scăderea diversității specifice și densității numerice a cladocerelor (tendință a ultimilor 25–30 de ani) are printre cauzele principale deversarea apelor uzate neepurate sau insuficient epurate, precum și poluarea corpurilor de apă cu pesticide și metale grele.

Densitatea totală a zooplanctonului, ca parametru separat, nu este utilizată în mod normal pentru a evalua troficitatea ecosistemelor acvatice. Acesta este folosit întotdeauna alături de biomasa totală a zooplanctonului. Creșterea biomasei hidrobionților indică creșterea troficității corpului de apă.

Analiza structurii comunității zooplanctonului din râul Prut a constatat în calcularea unei serii de parametri și indici biocenotici: densitate, biomasă, producție, frecvența, poziția dominantă și indice saprobic.

Mai mult de 72% din taxonii identificați sunt organisme indicatoare. Analiza abundenței speciilor zooplanctonice în funcție de zona de saprobitate a arătat că indicatorii α - β -mezosaprobici și zonele β -mezosaprobe domină în ecosistemul acvatic al râului Prut.

Amplitudinea fluctuațiilor indicelui saprobic a fost mai mare la Cahul și Cîșlița-Prut - stații ale râului Prut, acest fapt dezvăluind instabilitatea ecosistemului în această zonă. În conformitate cu valorile indicelui saprobic a comunității zooplanctonice, calitatea apelor investigate a corespuns claselor I-II.

II.2.4. Zoobentosul

Nevertebratele bentonice (aproximativ 200 de taxoni) au fost prelevate în perioada mai 2012-martie 2015 în zonele de mică adâncime (până la 1,2 m) ale Prutului, inclusiv din lacul de acumulare Stânca-Costești.

Diversitatea lor depinde de diferite condiții ecologice: hidromorfologice, hidrochimice, tipul de substrat și nivelul de încărcare antropogenă. Având în vedere numărul de specii înregistrate, cele mai bune condiții de mediu s-au regăsit la stațiile Braniște și Sculeni.

Theodoxus transversalis este o specie rară inclusă în **Lista Roșie** a IUCN (**Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii**). În deceniul precedent au fost colectate numai cochilii goale ale acestei specii, dar în timpul verii anului 2013 au fost găsite zece exemplare vii. Acesta este un fapt important pentru monitorizarea și conservarea lui *Theodoxus transversalis*, deoarece fiecare populație a acestei specii rare și, respectiv, habitatele lor au nevoie de protecție.

Cel mai mare număr de specii rare au fost descoperite la Tețcani, unde au fost de asemenea colectate cele mai mari trei specii de efemeroptere din Prut: *Ephemera vulgata*, *Polymitarsis virgo* și *Palingenia longicauda*.

La stațiile Tețcani și Braniște au fost înregistrate specii caracteristice pentru zonele curate ale ecosistemelor acvatice - 10 specii de efemeroptere și 11 de specii de trioptere. Aceste stații prezintă cea mai mare diversitate de substraturi: pietre, pietriș, nisip, nisip lutos, nămol, macrofite, copaci scufundați, care, în absența efectelor adverse ale lacului Stânca-Costești și a evacuărilor de ape reziduale, contribuie la crearea condițiilor cele mai favorabile de mediu pentru o mare diversitate de specii de animale bentonice.

Cele mai nefavorabile zone pentru biodiversitatea bentonică sunt situate în apropierea barajului de la Stâncă-Costești, în aval de confluența cu râul Jijia (Leușeni) și la gura de vărsare a râului Prut (Giurgiu-lești). În ultimul caz, impactul portului Giurgiu-lești este unul puternic: pe lângă prezența condițiilor hidrochimice nefavorabile, există un alt factor, care afectează dezvoltarea nevertebratelor bentonice, și anume dragarea regulată a șenalului navigabil.

Ecosistemul râului Prut se confruntă la stația Cîșlița-Prut atât cu poluarea chimică, cât și cu cea biologică. Într-o serie de probe, specii precum *Corbicula fluminea* și *Sinanodonta woodiana* constituie o parte semnificativă a macrozoobentosului, ca densitate, precum și ca biomasă. *Corbicula fluminea* formează 40-46% (40-200 ind./m²) din densitatea totală de moluște, ajungând la 196.44 g/m², iar *Sinanodonta woodiana* - mai mult de 70% (260 g/m²) din biomasă totală a malacofaunei per stație. Specia asiatică invazivă *Sinanodonta woodiana*, înregistrată pentru prima dată în lacul Beleu, a apărut și la stațiile Cîșlița-Prut, Cahul și Gotești. Altă specie exotică întâlnită frecvent este *Dreissena bugensis*.

La stația Criva, *Unio crassus* - bivalvă reofilă nativă a format 5% din totalul densității (440 ind./m²). Specia *Unio crassus* este evaluată ca amenințată și rară, fiind inclusă pe **Lista Roșie** a IUCN (Uniunea Internațională pentru Conservarea Naturii). Declinul speciei în Europa, în ultimii 45-60 de ani, este estimat ca fiind mai mare de 50%, iar amenințările la adresa acestei specii sunt cunoscute și vor continua să se intensifice.

O atenție deosebită a fost acordată reprezentanților clasei Oligochaeta, ținând cont rolul lor de specii indicatoare de poluare a ecosistemelor acvatice cu materii organice.

Numărul total al taxonilor de nevertebrate a ajuns la 174, incluzând: 20 taxoni de Annelida, 40 de Chironomidae, 16 de crustacee, 13 de Ephemeroptera, 15 de Trichoptera, 21 de Gastropoda, 17 de Bivalvia și 32 de alte grupe.

Cel mai mare număr de specii rare a fost remarcat la stațiile Tețcani și Braniște, printre care: *Theodoxus transversalis*, *Pisidium moitessermanum*, *Ephemera vulgata*, *Anabolia furcata*, *Thienemanniella clavicornis*, *Anabolia laevis*, *Caenis macrura*, *Aphelocheirus aestivalis*, specii de Simuliidae.

De asemenea, au fost înregistrate 7 specii de Ephemeroptera și 11 de specii de Trichoptera la stația Braniște. La stația Sculeni a fost înregistrată o singură specie de Plecoptera - *Taeniopteryx nebulosa*. În stațiile model, indicele EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) cuprinde 13-15 specii.

Calitatea apei a fost exprimată folosind **Indicele saprobic** calculat prin diferite metode (Pantle-Buck și Zelinka-Marvan).

Aplicarea sistemului de saprobitate: phytoplanton, zooplancton și zoobentos

Parametrul	Fitoplancton	Zooplancton	Zoobentos
Numărul total de specii și varietăți	131	56	174
Ponderea taxonilor indicatori	56,5%	72%	50%
Indexul saprobic	1,44 – 3,17	1,15-2,50	1,30 – 3,65
Zona de saprobitate dominantă	β - mezosaprobă β -o și o- β mezosaprobă	o- β - mezosaprobă β - mezosaprobă	β - mezosaprobă α - mezosaprobă

II.2.5. Ihtiofauna Râului Prut (stare și amenințări)

Conform literaturii publicate până în prezent, **diversitatea ihtiofaunistică** a reprezentanților indigeni din râul Prut continuă să scadă dramatic, fiind determinată, în mare parte, de intensificarea presiunii antropice. Se observă reducerea semnificativă a speciilor migratoare și semimigratoare de pești (din acipenseride, clupeide, salmonide, percide, anguilide, unele ciprinide), speciilor vital dependente de luncile inundabile (caracuda, linul, țigănușul, țiparul, ș.a.), precum și a celor caracteristice zonelor cu altitudini mai mari (lipanul, păstrăvul indigen, boișteanul, mreana vânătă, zglăvoacele, grindelul ș.a.).

Investigațiile ihtiologice efectuate în bazinul râului Prut pe parcursul anilor 2010-2014 au stabilit o **componentă ihtiofaunistică** de 53 de specii de pești, atribuite la 11 familii și 8 ordine: Ord. Acipenseriformes, fam. Acipenseridae (1 specie); Ord. Clupeiformes, fam. Clupeidae (1 specie); Ord. Esociformes, fam. Esocidae (1 specie); Ord. Cypriniformes, fam. Cyprinidae (26 specii), fam. Balitoridae (1 specie), fam. Cobitidae (5 specii); Ord. Siluriformes, fam. Siluridae (1 specie); Ord. Gadiformes, fam. Lotidae (1 specie); Ord. Gasterosteiformes, fam. Gasterosteidae (2 specii); Ord. Sygnathiformes, fam. Sygnathidae (1 specie); Ord. Perciformes, fam. Percidae (6 specii), fam. Gobiidae (5 specii), fam. Centrarchidae (1 specie), fam. Odontobutidae (1 specie).

În primăvara anului 2015 a fost identificată o specie nouă pentru r. Prut - *Benthophilus nudus* Berg, 1898 (umflătură golașă pontică).

Râul Prut adăpostește încă un număr semnificativ de specii, unele endemice, deosebit de rare și protejate la nivel atât național, cât și internațional.

Acest fapt denotă importanța majoră a acestui macroecosistem riveran pentru conservarea diversității ihtiofaunistice internaționale și impune măsuri urgente de protecție și reconstrucție a habitatelor naturale, ca componentă inalienabilă de asigurare a unei biodiversități mari.

În prezent practic au dispărut (sau se întâlnesc sporadic) reprezentanții familiilor: *Petromyzontidae*, *Acipenseridae*, *Salmonidae* și *Cottidae*. Cele mai importante cauze de extincție aproape totală a sturionilor și salmonidelor este alterarea hidrobiotopică pronunțată a râului (prin fragmentare, colmatare și poluare) și decimarea efectivelor prin pescuit (mai ales în timpul migrațiilor reproductive).

Pe lângă speciile tipic reofile, au fost afectate și populațiile speciilor stenobionte lacustre și palustre, precum caracuda, linul, țigănușul ș.a. care erau vital dependente de biotopurile bălților și lacurilor mici de luncă (supuse secării masive în anii '70 ai sec XX).

Diversitatea speciilor de pești din bazinul Prutului, grație diversității hidrobiotopice pronunțate și fragmentării antropogene, nu este distribuită uniform de-a lungul sectoarelor. Zona piscicolă caracteristică unui râu neafectat antropic cu habitate bine delimitate (cum ar fi zona păstrăvului și lipanului, zona scobarului, zona mreii și zona crapului), în condițiile actuale de intensificare a presiunii antropice, a suferit schimbări majore. După construcția barajului lacului de acumulare Stânca-Costești (1976), ecosistemul acvatic a trecut în categoria bazinelor acvatice puternic modificate. Ca rezultat al acestor imixțiuni majore de ordin antropic, pot fi evidențiate următoarele zone ecologice, cu cinci tipuri de habitate majore (adesea fragmentate în microzone).

1. **Zona pragurilor, vadurilor și grindurilor cu curgere rapidă, substrat nisipos sau pietros** Demonstrează o repartizare spațială intermitentă, situată preponderent în sectorul medial și aval de barajul Stânca-Costești, până în regiunea orașului Ungheni. Reprezentanții tipici sunt: beldița comună, râmbița, oblețul, porcușorul de nisip, scobarul, cleanul, mreana ș.a.
2. **Zona de albie cu curgere lentă, apă adâncă și puțin transparentă** Este cea mai extinsă, situată în ambele sectoare până la confluența cu Dunărea. Reprezentanții tipici sunt: somnul, plătica, avatul, șalăul, morunașul, ocheana, mreana comună, cleanul ș.a. Batca, văduvița și sabița sunt caracteristice doar sectorului inferior al Prutului.
3. **Zona lacului de acumulare Stânca-Costești** Reprezentanții tipici sunt plătica, babușca, bibanul, avatul, șalăul, oblețul, crapul de cultură, ciprinide asiatice ș.a.
4. **Zona lacurilor naturale Belev și Manta** Reprezentanții tipici sunt: carasul argintiu, babușca, batca, oblețul, ghiborțul comun și cel de Dunăre, murgoiul bălțat, crapul de cultură, ciprinidele asiatice. În perioada reproductivă și a viiturilor, tabloul ihtiofaunistic este puternic influențat de ihtiocenozele fluviului Dunărea și râului Prut (întrând în cantități semnificative știuca, plătica, șalăul, somnul, mai puțin văduvița ș.a.).
5. **Zona suprafețelor inundate și izolate cu acoperire temporară sau permanentă de apă** (alimentate în timpul viiturilor de râul Prut). Reprezentanții tipici sunt: carasul argintiu, bibanul soare le, boarța, murgoiul bălțat, bibanul, oblețul, babușca, puietul de știucă ș.a.

Diversitatea ihtiofaunistică în limitele unei zone se poate modifica în funcție de anotimp, perioada nictemerală, regimul hidrologic, poziția în interiorul zonei ș.a. De regulă, în ihtiocenozele de albie crește ponderea speciilor reofile de pești, în gropile produse de balastiere și porțiunile lente se instalează speciile reofil-stagnofile, caracteristice unor altitudini mai mici, în ihtiocenozele apelor stătătoare crește ponderea speciilor limnofile de pești.

Însă, indiferent de caracteristica habitatului, pe fondul proceselor active de fragmentare, limnificare și colmatare se constată supremația numerică a reprezentanților euritopi, generaliști și înalt competitivi, precum carasul argintiu, batca, babușca, bibanul, oblețul ș.a., care cu succes își majorează efectivele pretutindeni.

Printre speciile euribionte, generaliste, oportuniste și numeroase în macroecosistemul râului Prut pot fi menționate: oblețul - abundent în ambele sectoare ale râului Prut (medial și inferior) și în toate zonele piscicole (I, II, III, IV, V); bibanul - devenit mai ales numeros în sectorul medial (II, III) și în unele microdepresiuni inundate și prutețe izolate din lunca râului (V); babușca - specie comună pentru toate zonele piscicole ale râului Prut (II, III, IV, V); carasul argintiu - specie alogenă invazivă, omniprezentă, deosebit de numeroasă în apele puțin adânci, stătătoare și bogate în vegetație acvatică (IV, V); batca și ghiborțul comun - și-au majorat brusc efectivele în hidrobiotopurile de albie ale Prutului inferior și lacurile naturale Belev și Manta, mai ales în zona gârlelor de alimentare (II, IV). Unele specii cu ciclu vital scurt, așa ca ciobănașul, mocănașul, boarța, mugoiul bălțat, moaca de brădiș ș.a. pot demonstra abundențe mari în unele habitate de litoral, având frecvențe variabile chiar și în cadrul aceleiași zone.

Este îmbucurător faptul că unele specii piscicole vulnerabile (precum cleanul, râmbița, văduvița, scobarul, ocheana, mreana comună, morunașul, săbița, rizeavca, răspărul, beldița, porcușorul de nisip ș.a.) pot fi încă destul de obișnuite în unele habitate ale râului Prut.

Amenințările la adresa ihtiofaunei din râul Prut

Obstacolele în deplasarea peștilor (baraje, diguri, garduri, dopuri de mâl)

Lacul de acumulare Stânca-Costești a fost format în 1976 pe cursul mijlociu al râului Prut, la kilometrul 576 de la confluența cu fluviul Dunărea. Are o lungime de 70 km și o suprafață de 5900 ha, adâncimea medie 12,5 m, adâncimea maximă 34 m, volumul 772 mln m³ apă. Construcția lacului de acumulare Costești-Stânca a provocat ruperea conectivității longitudinale a râului, având o influență extrem de dăunătoare, în primul rând asupra echilibrului hidromorfologic al râului, dar și asupra habitatelor acvatice și funcțiilor ecologice ale acestora.

Construcția portului de la Giurgiulești, iar din anul 2014, și a unui port lângă localitatea Cîșlița-Prut-Prut, a afectat puternic migrațiile reproductive și trofice ale speciilor de pești între ecosistemele fluviului Dunărea și râului Prut.

Distrugerea zonelor umede (ridicarea malurilor și desecarea zonelor inundabile)

Funcțiile zonelor umede sunt diverse: reglarea regimului hidrologic al râurilor, amortizarea proceselor de erodare și colmatare, menținerea nivelului apelor freatice, epurarea biologică a apelor de suprafață, conservarea diversității animale și vegetale, asigurarea continuității migrațiilor trofice și reproductive și multe alte beneficii ecosistemice. În prezent, toate aceste funcții importante sunt exploatate în lunca Prutului inferior doar pentru asigurarea necesităților omenești. Se constată un braconaj de anvergură în timpul prohibiției (cu utilizarea curentului electric, înțepare, gonire, îngrădire a căilor de migrare ș.a.), tăieri „pseudosanitare” neselective de arbori (cu intensificarea proceselor de erodare a albiei), incendierea stufăriilor, extragerea nisipului din albie (sub pretext de adâncire și îndreptare), poluare cu petrol (chiar pe teritoriul rezervației științifice „Prutul de Jos”, unde se și extrage), vânatoare ilegală, extinderea terenurilor în scopuri agricole până sub malul râului (fără a respecta integritatea fâșiilor de protecție), depozitarea deșeurilor chiar în lunca inundabilă a Prutului ș.a.

În anii 50-70 ai secolului trecut politica agrară, direcționată spre majorarea terenurilor agricole, a condus la desecarea largă a luncilor inundabile ale râurilor și la reducerea esențială a suprafețelor zonelor umede. Se estimează că circa 33 mii ha au fost secate în lunca Prutului inferior.

Extragerea nisipurilor și dragările

În prezent se aduc pagube deosebit de mari speciilor litofile și psamofile de pești prin extragerea nisipului în râul Prut lângă orașul Ungheni. Din cauza dificultăților mari în contabilizarea extragerilor de nisip, datele oficiale sunt cu mult mai mici ca cele reale.

În sectorul Prutului inferior extragerea nisipului este oficial motivată doar în scopuri de navigație ce necesită adâncirea și curățarea albiei. Aceste activități condiționează efecte adverse de natură: hidraulică - modificarea regimului natural al curgerii apei și implicit al transportului de aluviuni; morfologică – declanșarea și/sau amplificarea unor procese de eroziune și/sau depunerea aluvionară în sectorul de influență a balastierii; hidrogeologică – modificarea regimului natural al nivelului apelor subterane din zona adiacentă; poluantă – alterarea calității apelor de suprafață ca urmare a deversărilor tehnologice poluante de la utilajele din cadrul balastierelor; biologică – reducerea numărului de specii. Pietrișul și nisipul constituie un mediu propice pentru dezvoltarea faunei bentonice, hrană importantă pentru pești, deoarece la mai puțin de un metru adâncime, apa circulă printre spațiile interstițiale ale pietrișurilor și favorizează oxigenarea acestor zone pentru care bentosul demonstrează o afinitate deosebită. Aici se dezvoltă numeroase larve de insecte: tricoptere, efemeroptere, plecoptere, diptere, coleoptere, precum și turbelariate, moluște, hidroacarieni și crustacei, această faună având și un rol esențial în fenomenul de autoepurare a unui curs de apă. De asemenea, nisipurile și pietrișurile servesc ca substrat de reproducere a numeroaselor specii migratoare și locale litofile și psamofile, aflate în prezent într-o regresie numerică accentuată, din cauza alterării locurilor caracteristice de reproducere.

Poluarea antropogenă a apelor râului Prut

Stresul chimic se poate exprima prin înlocuirea speciilor „**mai competitive, dar mai sensibile**” de către speciile tolerante la factorii de stres. În unele cazuri poate apărea o adevărată „**înflorire a speciilor oportuniste**”, care în mod normal sunt excluse sau sunt marginalizate prin competiție sau prădare.

Răspunsul sistemului reproducător al peștilor la acțiunea factorilor de mediu este foarte variat și depinde în mare parte de particularitățile factorului de impact și cele bio-ecologice ale taxonului. Cele mai răspândite **dereglări ale funcției reproductive** la peștii supuși **stresului chimic** sunt:

- dezvoltarea asimetrică a ovarelor și testiculelor, forma lor anormală;
- maturizarea sexuală timpurie și diminuarea intensității metabolismului somatic (apariția formelor pitice);
- modificarea duratei ovogenezei și spermatogenezei;
- deplasarea termenilor calendaristici ai reproducerii;
- cazuri de resorbție în masă a celulelor sexuale la diferite faze;
- reducerea porțiilor depuse;
- dereglări în procesul de vitelogeneză;
- micșorarea capacității de fecundare;
- micșorarea ponderii indivizilor capabili de reproducere;
- avortarea icrelor cu lizarea membranelor foliculare ș.a.

Riscul datorat metalelor grele

Analiza calitativă și cantitativă a contaminării cu Cd, Pb, Cu și Cr s-a realizat pentru tractul digestiv, țesut muscular, piele, schelet, gonade, ficat și branhiile la exemplare de biban (*Perca fluviatilis*), plătică (*Abramis brama*), morunaș (*Vimba vimba*), roșioară (*Scardinius erythrophthalmus*) din Stânca-Costești, Prut Râu. Principala sursă a acestor metale este hrana. Măsurarea metalelor grele fost realizată utilizând un GF-HR-CS-AAS cu platformă contrAA600, AnalytikJena.

Cadmiul și cuprul au fost concentrate în țesutul peștelui. Cele mai mari concentrații s-au înregistrat în tractul digestiv și în piele. La acest nivel trofic, metalele nu reprezintă nici un pericol pentru consumul uman, deoarece valorile din mușchi nu au depășit nivelurile maxime pentru contaminanții din alimente (Regulamentul CE nr. 1881 din 19 decembrie 2006, de stabilire a nivelurilor maxime pentru anumiți contaminanți din produsele alimentare). Nivelurile maxime pentru mușchiul de pește, în conformitate cu normele CE, sunt: cadmiu - **0,05 μg/g** (greutate umedă) și plumb - **0,3 μg/g** (greutate umedă). Cromul și plumbul nu au fost detectate în probele analizate.

Evaluarea biomarkerilor genetici și fiziologici pentru monitorizarea stării de sănătate a stocurilor de pește din bazinul hidrografic Prut

Au fost analizate probe de țesut muscular provenind de la 7 specii: *Zingel streber* (fusar), *Perca fluviatilis* (biban), *Gymnocephalus schraetser* (răspăr), *Squalis cephalus* (clean) *Alburnus alburnus* (oblete), *Carassius gibelio* (caras), *Abramis sapa* (cosac cu bot turtit), prelevate din râul Prut.

Numeroșii **markeri genetici** disponibili permit accesul rapid la variabilitatea genetică intra- și interpopulațională și permit studiul structurării populației, analiza gradului de înrudire și identificarea speciilor.

Populațiile de pești captive și repopularea lor în sălbăticie pot fi folosite ca o strategie de conservare pentru populațiile amenințate cu dispariția. Populațiile mici, amenințate, pierd cea mai mare parte a variabilității lor genetice ca o consecință a derivei genetice și endogamiei, iar un nivel scăzut de variabilitate genetică poate reduce robustețea medie a populației, afectându-i viabilitatea, în special când sunt prezenți paraziți sau concurenți. Peștii extrem de homozigoți pot prezenta o scădere a ratelor de fertilitate și de creștere, în comparație cu populațiile mai heterozigote. Repopularea poate fi efectuată pentru a crește mărimea efectivă a populației și variabilitatea genetică a populațiilor locale amenințate.

Planurile de conservare sau de management fără o cunoaștere prealabilă a structurii genetice ar putea duce la supraexploatarea unor populații sau segmentarea populațiilor și, consecutiv, bazine genetice ar putea fi pierdute sau diversitatea genetică în cadrul populațiilor s-ar putea reduce.

Analiza genetică a comunității piscicole râului Prut a fost realizată cu ajutorul a trei tehnici moleculare diferite pentru a cuantifica diversitatea genetică și relațiile filogenetice: Analiza RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA), Analiza ADN-ului mitocondrial și Secvențierea ADN.

Nici un sit nu a arătat dovezi pentru o strangulare recentă sau un deficit semnificativ de heterozigoție, cum era de așteptat într-un scenariu de consangvinizare în populații mici.

Studiile filogeografice au furnizat dovezi în sprijinul scenariilor de colonizare a bazinului râului Prut cu specii invazive originare din Asia, prin filiații provenind în principal din fluviul Amur.

Biomarkerii fiziologici din peștii selectați reprezintă diferite răspunsuri funcționale și niveluri de organizare biologice, incluzând: a) răspunsuri biochimice-fiziologice și b) indici de condiție/stare generală și de sănătate. Indicii de sănătate și condiție/stare generală au inclus indicele somatic pentru ficat (**LSI**) și splină (**SSI**) și factorul de condiție (**CDFC**).

Ca **markeri biochimici** au fost evaluate activitățile superoxid-dismutazei (**SOD**), glutatión-peroxidazei (**GPX**) și nivelul de malondialdehidă (**MDA**) (peroxidarea lipidelor) din mușchiul de pește. Ca rezultat, populația de pește din Prut prezintă niveluri scăzute de stres oxidativ, un nivel ridicat de sănătate și o condiție fiziologică bună.

În ceea ce privește **datele biometrice** obținute prin calcularea principalilor indici, cum ar fi indicele de profil, coeficientul de îngrășare **Fulton**, indicele de calitate Kiselev și indicele de carnozitate, rezultatele noastre au aratat o creștere corespunzătoare, corelată cu o starea de sănătate bună a populației piscicole analizate.



Zona pragurilor și vadurilor - „casa” speciilor reofil-oxifile de pești



Transparența apei Prutului în sectorul superior, și în sectorul medial, după confluența cu râul Jijia



Barajul Stâncă-Costești, Portul Cîșlița-Prut, Terminalul Giurgiulești



„Trecătoare-capcană” - gârla Rotaru

Troliu pe lacul Beleu

Plase chinezești

Poluarea biologică a ihtiocenozelor

Un subiect important ce necesită o abordare particulară este problema speciilor alogene de pești și potențialul lor invaziv în ecosistemele recipiente.

Este bine cunoscut că arealul multor specii s-a modificat semnificativ în ultimii 80-100 ani, factorul antropic fiind determinant. Trăsăturile importante ale speciilor invazive, care le asigură progresia biologică față de alți taxoni, sunt, în primul rând, capacitatea mare de dispersie și proliferare rapidă, urmată de o variabilitate genetică pronunțată, asociată cu o competitivitate trofică superioară și corelată cu maturizarea sexuală timpurie.

Alte specii (majoritatea din complexul ponto-caspic marin), atribuite condiționat la grupa speciilor alogene, au proliferat și și-au lărgit rapid arealul de răspândire în ultimele decenii, din cauza modificărilor climatice, hidrobiotopice, a gradientilor termici, hidrochimici, hidrologici etc. și, nu în ultimul rând, grație potențialului adaptativ de excepție (undreaua, ghidrinul, osarul, specii de guvizi ș.a).

Schimbări semnificative se constată și în ponderea unor specii native de pești care au devenit chiar periculoase pentru starea funcțională a ihtiocenozelor locale. Aceste specii multidominante, în condiții de eutrofizare activă a ecosistemelor naturale, au proliferat în exces, fiind considerate adevărați „invadatori autohtoni” (oblețul, batca, babușca, bibanul ș.a.).

În condițiile unor densități exagerate se intensifică concurența intra- și interspecifică la acești taxoni, iar în concurs cu nișa lor teritorială, ocupată cu preponderență în zona de litoral, crește impactul asupra ratei de supraviețuire a icrelor și progeniturilor speciilor de talie mare, acestea fiind activ consumate. Din cauza stării deplorabile a nivelului trofic al răpitorilor în ecosistem, abundența excesivă a „invadatorilor autohtoni” nu mai poate fi controlată eficient de speciile ihtiofage.

Adevărații invadatori ai ecosistemelor acvatice sunt considerați: carasul argintiu – *Carassius gibelio* cu 41 puncte estimate conform protocolului FISK (Fish Invasiveness Screening Kit), moșul de Amur - *Perccotus glenii*, cu 38 puncte respectiv, *murgoiul bălțat* – *Pseudorasbora parva* și bibanul soare le – *Lepomis gibbosus*, cu câte 34 puncte fiecare.

Pescuitul ilicit

Având în vedere că menținerea productivității și biodiversității se corelează direct cu vârsta peștilor (cu cât este mai mare individul, cu atât el este mai prolific), putem constata o stare deplorabilă la majoritatea populațiilor speciilor de talie mare. Indivizii juvenili, intrați în deplină exploatare piscicolă, sunt lipsiți de șansa de a participa măcar o dată la procesul reproductiv. Din anii '50 și până în prezent ponderea capturilor industriale s-a micșorat de zeci de ori, iar concurența pentru cotele industriale a crescut în sens invers proporțional.

Problema pescuitului ilicit în sectorul Prutului inferior a devenit în prezent deosebit de actuală. Tot mai des se practică pescuitul ilicit cu plase cu dimensiuni mici ale ochiului (20 mm – 35 mm). Puietul multor specii economic valoroase de pești (ca somnul, crapul, știuca, șalăul, avatul și chiar rare ca: văduvița, mihalțul, pietrarul ș.a.) este liber comercializat pe piețele locale din lunca Prutului inferior iar apoi utilizat ca hrană pentru animalele domestice.

În albia Prutului, unde este mai dificil de instalat plase, este frecvent folosit pescuitul electric și prin înțepare (cu așa numitul „smâc”), iar în gârlele de alimentare a lacurilor Belev și Manta se îngrădesc căile de migrare pentru concentrarea peștelui în „punctele speciale de extragere cu trolul”).

Condițiile climaterice instabile și intensificarea efectului calamităților naturale

Pe lângă factorul antropogen care a modificat vădit starea și structura ihtiocenozelor, în ultima perioadă se constată o influență semnificativă din partea condițiilor climaterice instabile și intensificarea efectului calamităților naturale.



Sinanodonta woodiana



Unio crassus



Corbicula fluminea



Într-un ecosistem lotic „sănătos” speciile indigene stenotopice au abundențe satisfăcătoare (pietrarul și râmbița),



Moșul de Amur, zvârlugile, carasul argintiu și țiparul – specii care pot rezista la lipsa aproape totală a oxigenului solvit în hidrobiotop

Pentru multe specii de pești, mai ales cele cu ciclul vital scurt și mediu, inundațiile servesc ca mijloc important de extindere în noile teritorii și lărgire de areal. Dintre speciile de pești la care se constată aplicarea cu succes a strategiei „expansiunii de tip saltativ” menționăm, în primul rând, cele alogene invazive, precum: carasul argintiu, murgoiul bălțat, bibanul soare le și moșul de Amur. Acești taxoni, în pofida predilecției exprimate față de apele stătătoare, pentru a se răspândi mai rapid pot trece ușor peste impedimentul curgerii rapide, dopurile de mâl și chiar pragurile mici din albie, iar inundațiile le oferă șansa perfectă de reducere a timpului și distanței în cucerirea noilor teritorii.

De asemenea, unele specii autohtone și oportuniste aplică cu succes metoda răspândirii prin intermediul inundațiilor, de exemplu, știuca, bibanul, babușca, oblețul, boarța, ciobănașul, undreaua, osarul.

După inundațiile majore din 2008 și 2010 întreaga rețea hidrografică a Republicii Moldova a fost "invadată" de specii alogene de cultură (sânger, novac, cosaș) și crap, pătrunse din gospodăriile piscicole adiacente.

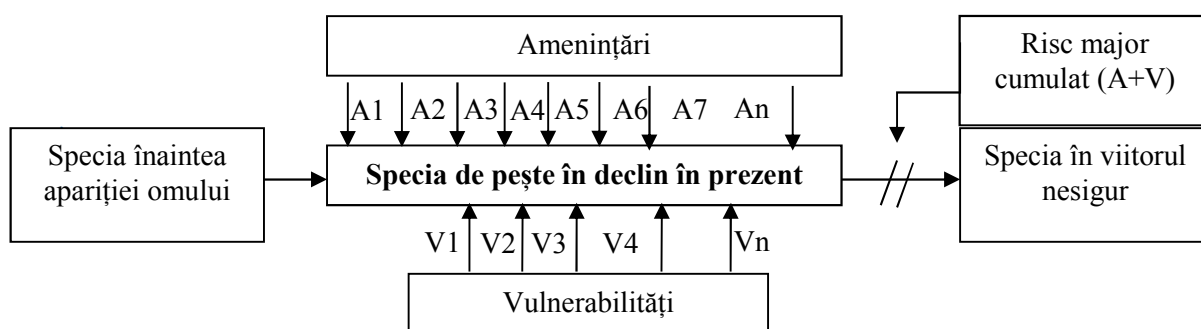
Viiturile majore au provocat și întrepătrunderea zonelor piscicole din ecosistemele lotice. Reprezentanții **zonelor** păstrăvului, lipanului, scobarului, mreței, cleanului au ajuns în **zona** crapului, bibanului și a plăticii, iar taxonii cu areale de răspândire limitate și-au modificat brusc hotarele. Se constată expansiunea prin intermediul inundațiilor a speciilor endemice de pești din Dunăre (ghiborțul de Dunăre, zvârluga de Dunăre, râmbița, unele specii de porcușori.). La fel, în urma viiturilor majore s-au curățat unele substraturi anterior puternic colmatate în unele zone ale râului Prut. Reacția decolmatării nu s-a lăsat mult așteptată – au spor semnificativ efectivele grupelor tinere la speciile reofile lito-psamofile de pești (morunaș, scobar, clean, mreană, porcușori, pietrar, râmbiță, umflătura golașă pontică).

CAPITOLUL III. CARACTERIZAREA RISCURILOR (CU EVALUAREA MAGNITUDINII ȘI PROBABILITĂȚII) EFECTELOR ADVERSE ȘI ANALIZAREA PUNCTELOR TARI, A LIMITĂRILOR ȘI INCERTITUDINILOR MODELULUI UTILIZAT

Evaluarea riscurilor se dezvoltă și bazează pe cunoștințele actuale, în care nivelul de risc este actualizat în mod constant pe baza datelor specifice demografice, populaționale și filogenetice ale efectelor speciilor alogene asupra ecosistemelor. Limitarea și gestionarea riscurilor este esențială, iar **riscul nu este distribuit uniform pe specii și ecosisteme**. Trebuie adâncită cercetarea modernă privind implicațiile genetice și ecologice ale speciilor alogene, în special în relația de cauzalitate dintre introducerea de specii și pierderea de biodiversitate. Acest lucru este deosebit de relevant în contextul schimbării climatice, când echilibrul ecosistemelor va fi modificat și, consecutiv, efectul potențial al introducerii peștilor.

Amenințările sunt **riscuri externe**, fiind modificări bruște și nespecifice de mediu, care acționează negativ, restructurând și reducând numărul indivizilor populației sau speciei, iar **vulnerabilitățile** sunt **riscuri endogene**: genetice, ecologice, biochimice, etologice, de reproducere, incapacitate de adaptare la schimbările de mediu, distrugerea sau modificarea habitatelor la care speciile stenotopice sunt în general sensibile și nu răspund decât prin reducerea efectivelor sau dispariția tuturor indivizilor până la **extincție**.

Riscul dispariției unei specii este compus din suma sau totalul de amenințări și vulnerabilități ale speciei.



$$(A1+A2+...+An) + (V1+V2+.....+Vn) = \text{Total risc cumulat sau general}$$

Din punct de vedere cantitativ, orice risc este foarte greu de calculat pentru că este foarte greu de pus într-o formulă matematică un risc ecologic dat de o anumită intensitate a unei amenințări sau ce efect are o vulnerabilitate genetică la nivelul întregii specii, pentru populația din tot râul Prut, nu dintr-un habitat local.

III.1. Descrierea riscurilor (neglijabile, acceptabile, inacceptabile)

Estimarea riscului ecologic al unor surse de poluare sau a diferitor construcții, de exemplu, a unei stații de epurare, pentru sectorul de râu, unde are loc deversarea apelor reziduale, se efectuează în baza monitoringului operațional, desfășurat nemijlocit în zona de confluență. Spre exemplu, evaluarea diferitor tipuri de riscuri ecologice în zona de confluență a afluentului de dreapta râul Jijia cu râul Prut, luând în considerație datele cercetărilor realizate în cadrul proiectului MIS ETC 1150.

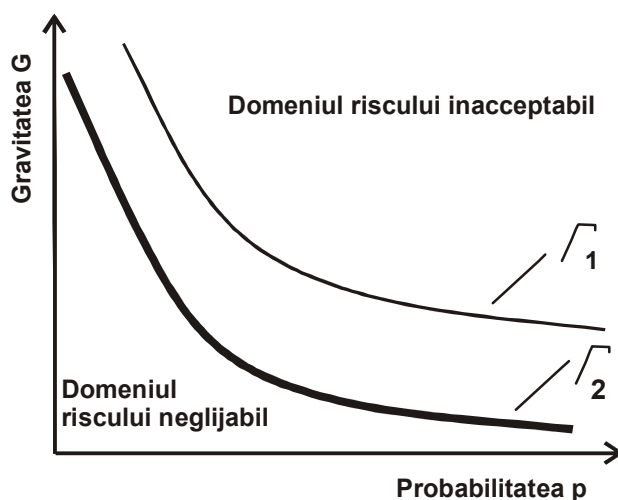
Lista tipurilor de risc ecologic identificate în zona de confluență a râului Jijia cu râul Prut

Indicele riscului	Tipul de risc ecologic	Nivelul de risc	Gradul de acceptare a riscului
HWR	Riscul de poluare a apei râului Prut	înalt	inacceptabil
HWS	Riscul de poluare a sedimentelor acvatice	înalt	deosebit de inacceptabil
HBP	Riscul de degradare a comunităților de macrofite	mediu	inacceptabil
HBSF	Riscul de degradare a comunităților faunei bentonice	înalt	inacceptabil
HBPHPL	Riscul de degradare a comunităților fitoplanctonice	înalt	inacceptabil
HBZPL	Riscul de degradare a comunităților zooplanctonice	înalt	inacceptabil
HBZBT	Riscul de degradare a zoobentosului	înalt	inacceptabil
HFish	Riscul de degradare a comunităților de pești	mediu	inacceptabil în perioada de prohibiție
HWM	Riscul de sporire a mineralizării apei	scăzut	inacceptabil
HWO	Riscul de sporire a conținutului substanțelor organice	mediu	inacceptabil

Scara riscului

În circumstanțele fundamentării unor criterii de evaluare a gravității consecințelor poluării râului Prut, pot fi delimitate trei domenii caracteristice riscului:

- **domeniul riscului neglijabil**, asociat de regulă poluărilor cu consecințe de gravitate minoră, rare și foarte rare;
- **domeniul riscului acceptabil**, aferent poluărilor minore frecvente sau poluărilor majore rare și foarte rare;
- **domeniul riscului inacceptabil**, aferent poluărilor majore, cu probabilitate sau frecvențe de producere care nu pot fi neglijate.



Domeniile caracteristice riscului, delimitate potrivit criteriilor de evaluare/apreciere a gravității consecințelor și limitelor de acceptabilitate a acestora (**F1** – limita superioară de acceptabilitate a riscurilor; **F2** – limita inferioară de luare în considerare a riscurilor).

III.2 Influențele asupra calității apei în bazinul hidrografic Prut

În conformitate cu Ordinul nr. 161 din 16 februarie 2006 al Ministerului Mediului și Gospodăririi Apelor (din România) pentru aprobarea Normativului privind clasificarea calității apelor de suprafață în vederea stabilirii stării ecologice a corpurilor de apă, respectiv cu *Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață* (Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 890 din 12.11.2013) sunt definite cinci stări ecologice ale corpurilor de apă: foarte bună (I), bună (II), moderată (III), slabă (IV) și proastă (V) (în acord cu Directiva 2006/44/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 6 septembrie 2006 privind calitatea apelor dulci care necesită protecție sau îmbunătățiri în vederea întreținerii vieții piscicole). Pentru lacuri se va ține seama și de gradul de trofie, celor 5 stări ecologice corespunzându-le 5 grade de trofie: ultraoligotrof, oligotrof, mezotrof, eutrof și hipertrof.

Stabilirea stării ecologice a ecosistemelor acvatice continentale trebuie să se facă pe baza elementelor de calitate biologice, ținând cont și de indicatorii hidromorfologici, chimici, fizico-chimici și de poluanții specifici care influențează indicatorii biologici. Evaluarea acestor elemente poate arăta prezența condițiilor naturale, alterări minore ale acestora sau amploarea impactului antropic și, respectiv, starea calității corpurilor de apă într-o anumită perioadă de timp.

Elementele biologice care stau la baza evaluării stării ecologice pentru Dunăre și râurile mari vor fi luate în considerare conform următoarei ierarhizări:

1. fitoplacton
2. fitobentos
3. macrozoobentos
4. macrofite/angiosperme
5. pești.

Actualmente, din procesul aprecierii stării ecosistemelor acvatice sunt excluse concentrațiile maxime admisibile ale diferitelor substanțe chimice în apele naturale, stabilite pentru diferite tipuri de utilizare, și incluse limitele concentrațiilor parametrilor pentru diferite clase de calitate a apei: de la foarte bună până la poluată.

Lista principalilor poluanți

1. Compuși organohalogenati și substanțe care pot forma astfel de compuși în mediul acvatic
2. Compuși organofosforici
3. Compuși organostanici
4. Substanțe și preparate, sau produși de degradare ai acestora, care s-a dovedit că au proprietăți cancerigene sau mutagene sau proprietăți care pot afecta steroidogenic tiroida, reproducerea sau alte funcții endocrine în sau prin mediul acvatic
5. Hidrocarburi persistente și substanțe toxice organice persistente sau care se pot bioacumula
6. Cianuri
7. Metalele grele și compușii lor
8. Arsenicul și compușii săi
9. Biocide și produse de protecție a plantelor
10. Materii în suspensie
11. Substanțe care contribuie la eutrofizare (în particular, nitrați și fosfați)
12. Substanțe care au o influență nefavorabilă asupra bilanțului de oxigen (care poate fi măsurat folosind parametri ca CBO₅, CCO etc.).

a) Presiunile punctiforme

23 surse de poluare din bazinul hidrografic Prut (17% din totalul surselor din bazinul hidrografic Prut) privesc **bazinul Bahlui-Jijia**.

b) Presiunile difuze

- Îngrășămintele chimice. În zona limitrofă municipiului Iași, cantitatea utilizată depășește normele maxim admise de 1,5 kg N/ha.an și respectiv 0,15 kg P/ha.an.
- Pesticidele. În același areal se utilizează o cantitate medie de 0,39 kg/ha.an, peste media pe bazinul hidrografic Prut (0,14 kg/ha.an) dar sub media europeană (1,39 kg/ha.an).
- Animalele domestice, au o densitate de 0,73 vaci echivalente/ha, peste media bazinului hidrografic Prut (0,65) și peste media bazinului hidrografic Dunăre (cca. 0,5).
- Aglomerările umane neracordate la canalizare (15%), mult sub media pe bazinul hidrografic Prut (50%).
- Eroziunea terenului și a albiei minore a râului.

III.3. Surse de incertitudine

III.3.1. Model de evaluare a condiției ecologice a Râului Prut, bazat pe analiza indicatorilor de risc

Introducere și obiective

Ecosistemele acvatice sunt recunoscute ca fiind complexe, ele implică o multitudine de mecanisme de interacțiune între o multitudine de specii, fiecare fiind răspunzătoare în același timp la variațiile aproape stocastice ale mediului în care trăiesc. Cu toate acestea, capacitatea de a recunoaște, de a clasifica și de a prezice răspunsurile ecosistemelor acvatice la influențele mediului este un proces de lungă durată, dar care este de importanță extremă și dorește a fi implementat urgent. Ecosistemele cuprind numeroase organisme care interacționează atât între ele, cât și cu particularitățile mediului. Pentru a înțelege modul în care pot fi făcute simulări ale unor astfel de sisteme complexe, componentele și funcțiile au fost minimalizate conceptual de Ripl și Wolter (2002) la cele ale unei singure **unități ecologice disipative**, în care entitățile sunt capabile să crească eficiența termodinamică în moduri care internalizează schimburile de materie și opresc pierderea de resurse. Componentele sunt în mod obligatoriu interconectate prin căi energetice, principala monedă de schimb fiind reprezentată de legăturile înalt-energetice de carbon organic. Unitatea ecologică disipativă, cuprinde în mod obligatoriu: (1) producători primari, cei care exploatează energia solară și sintetizează legăturile înalt-energetice în materialul organic produs; (2) apă, aceasta asigurând un feedback moderat în controlul producției; (3) un rezervor de detritus organic; (4) descompunători, aceștia extrăgând energia prin oxidarea acumulărilor de detritus și (5) un lanț de consumatori heterotrofi, ale căror activități sunt alimentate de oxidarea carbonului organic (denumit în continuare C_{org}) și, prin care, pătrunderea energiei primare este progresiv eliberată și disipată. În cele mai multe alte privințe, ecosistemele acvatice sunt de obicei organizate în jurul lanțurilor trofice care implică organisme heterotrofe erbivore, detritivore și carnivore. Ele sunt alimentate, în parte, de producția primară de plante macrofite înrădăcinate în zonele de mică adâncime, împreună cu o abundență de epifite asociate, precum și de alge microfite și bacterii fotoautotrofe ale fitoplanctonului suspendat în apa mai adâncă.

Scopul acestui studiu este **elaborarea și descrierea unui model** pentru ecosistemul râului Prut, model care să permită **simularea funcționării** acestuia atât în ceea ce privește domeniul pescuitului, cât și al posibilelor situații de risc direct sau indirect. Acest model este conceput folosind cele mai noi implementări software ale modelelor teoretizate în literatura de specialitate.

2. Material și metodă

În domeniul simulării sistemelor complexe, în general, și a ecosistemelor acvatice, în special, s-au făcut multe eforturi în ultimii 40 de ani, care s-au concretizat în dezvoltarea de aplicații tot mai complexe capabile să simuleze starea și evoluția unui astfel de ecosistem pe baza unui număr limitat de măsurători și date efectuate în teren. În acest scop, pentru modelul ecosistemului acvatic al râului Prut, cea mai potrivită aplicație software este **AQUATOX**.

2.1. AQUATOX, software pentru simularea ecosistemelor acvatice

Aplicația AQUATOX a fost concepută să simuleze modele pentru ecosisteme acvatice. AQUATOX poate să facă predicții cu privire la răspândirea unor agenți poluanți și mai ales asupra modului în care aceștia afectează ecosistemul (plante acvatice, nevertebrate, pești). AQUATOX reprezintă o unealtă valoroasă pentru ecologi, biologi, pentru ingineria mediului, practic pentru oricine dorește să realizeze evaluări legate de riscul ecologic asupra ecosistemelor acvatice. AQUATOX simulează transferul de biomasă, energie și substanțe chimice din cadrul unui compartiment al ecosistemului în altul, el reușind să facă acest lucru prin calcularea simultană a fiecărui proces chimic sau biologic ce se desfășoară zilnic pe o perioadă stabilită. Acest fapt este cunoscut sub denumirea de model mecanicist. Pe lângă soarta posibilă pe care o pot avea compușii chimici în cadrul ecosistemului, AQUATOX mai este capabil să evalueze efectele directe sau indirecte ale acestora asupra organismelor rezidente.

AQUATOX este singurul model general de risc ecologic capabil să reprezinte în mod combinat evoluția mediului și efectele unor poluanți convenționali cum ar fi sedimentele, nutrimentele sau compușii chimici cu caracter toxic. El ia în considerare mai multe niveluri trofice, incluzând algele planctonice sau atașate și vegetația submersă, nevertebrate și pești pe care îi împarte în trei categorii (pești planctonofagi, pești bentonici și pești de importanță economică), de asemenea programul reprezintă și compușii organici asociați cu caracter toxic.

În cadrul modelului, există două componente, componenta ce simulează evoluția mediului acvatic, aceasta se aplică în special acelei componente ce reunește compuși organici cu caracter toxic ce includ: distribuția compartimentată a organismelor, detritus sub formă de sediment și sub formă de suspensie, compuși anorganici sub formă de sediment și sub formă de suspensie, și apă. De asemenea, sunt luate în calcul și volatilizarea, hidroliza, fotoliza, ionizarea și degradarea microbiană. Cea de a doua componentă a modelului include modelarea fenomenului de toxicitate acută în raport cu diverse organisme modelate și modelarea efectelor indirecte ca accentuare a predatorismului și a pășunatului, creșterea cantitativă a detritusului și reciclarea nutrimenților provenite de la organismele moarte, scăderea oxigenului dizolvat datorat creșterii gradului de descompunere și pierderea hranei de bază pentru animale.

AQUATOX este cel mai recent program dintr-o serie lungă de modele, începând cu modelul pentru ecosistem acvatic CLEAN. Acesta a fost îmbunătățit ulterior, în colaborare cu numeroși cercetători de la diferite laboratoare hidrobiologice europene, îmbunătățiri care s-au concretizat în seria CLEANER și LAKETRACE. Modelul MACROPHYTE dezvoltat pentru U.S. Army Corps of Engineers, a furnizat capacități suplimentare pentru reprezentarea vegetației acvatice submerse. O altă serie de modele a debutat cu modelul de toxicitate PEST, dezvoltat ca o soluție complementară pentru CLEANER și continuat cu modelul TOXTRACE și PART. AQUATOX reunește algoritmi de la toate aceste modele, la care s-a adăugat și o componentă ecotoxicologică, tuturor acestora fiindu-le integrate o componentă evolutivă și o componentă ce evaluează efectele în cadrul modelului. Pentru o flexibilitate crescută, pentru o mai ușoară utilizare și pentru a crea posibilitatea adăugării de noi compartimente, aplicația a fost legată de interfața sistemului de operare Microsoft Windows. Astfel, în anul 2000, U.S. Environmental Protection Agency a scos AQUATOX Release 1. Din acest moment, programul a evoluat constant ajungând în mai, 2014, la versiunea 3.1-plus.

AQUATOX oferă soluții pentru: analiza incertitudinii bazată pe algoritmi hipercubici pentru calcule în regim paralel în sisteme de tip multiprocesor sau cluster, analiza intervalelor nominale de sensibilitate, analiza ratelor proceselor ce variază în timp și simularea limitărilor pentru procesul de fotosinteză în scopul unor analize mai detaliate. Rezultatele sunt generate atât sub formă de tabele, cât și sub formă grafică, acestea incluzând dinamica biomasei, a concentrațiilor compușilor chimici, ratele de desfășurare ale unor procese, limitări ale fotosintezei, echilibrul dintre masa nutrimenților și a agenților toxici și grafice de risc probabilistic. De asemenea, este capabil să calculeze indici de similaritate prin comparația simulărilor de control cu a celor perturbate. Din acest punct de vedere, AQUATOX este cel mai cuprinzător model existent.

**Comparație între modelul AQUATOX și alte modele dinamice reprezentative
utilizate în evaluarea riscului**

Variabile de stare și procese	AQUAT OX	CATS	CASM	Qual2K	WASP7	EFDC- HEM3D	QEAFdC hn	BASS	QSim
Nutrimente	•	•	•	•	•	•			•
Diageneza sedimentului	•			•	•	•			
Detritus	•	•	•	•	•	•			•
Oxigenul dizolvat	•		•	•	•	•			•
Efectele oxigenului dizolvat asupra organismelor	•								•
pH	•			•					•
Toxicitatea NH ₄	•								
Nisip/mâl/argilă	•				•	•			
Efectele sedimentului	•								
Hidraulică						•			•
Termodinamică				•	•	•			•
Salinitate	•				•	•			
Fitoplancton	•	•	•	•	•	•			•
Perifiton	•	•	•	•	•				•
Macrofite	•	•	•						•
Zooplancton	•	•	•						•
Zoobentos	•	•	•						•
Pești	•	•	•					•	•
Bacterii			•						•
Patogeni				•		•			
Evoluția compușilor organici cu grad de toxicitate.	•	•			•			•	
Compuși organici toxici ce se regăsesc în:	•	•			•	•			
- Sedimente	•	•			•	•			
- Sedimente stratificate	•				•	•			
- Fitoplancton	•	•							
- Perifiton	•	•							
- Macrofite	•	•							
- Zooplancton	•	•					•		
- Zoobentos	•	•					•		
- Pești	•	•					•	•	
- Păsări sau alte animale	•	•							
- Ecotoxicitate	•	•	•					•	
- Simulări ce implică segmente interconectate.	•			•	•	•	•		•

AQUATOX a fost conceput ca un model mecanicist general și cuprinzător pentru simularea efectelor și a evoluției poluanților într-un ecosistem acvatic, el putând să furnizeze cele mai simple soluții spațiale și temporale. De asemenea, programul a fost gândit să reprezinte și media stărilor zilnice pentru sistemele stratificate, pentru puțuri acvatice și pentru diverse simulări combinate și interconectate.

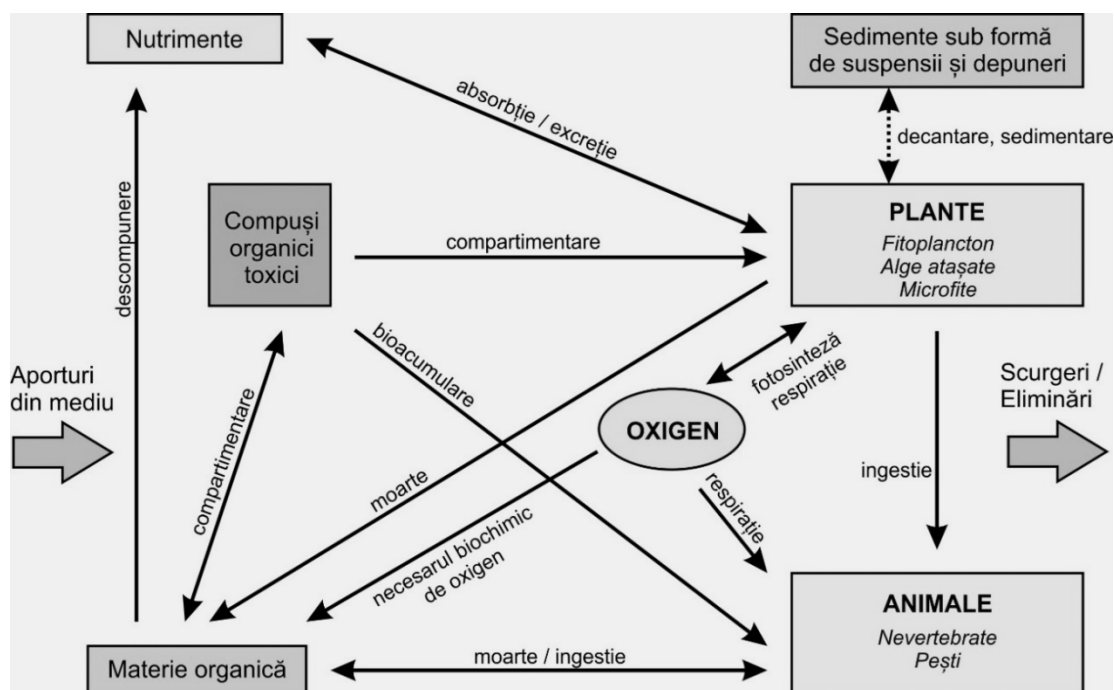
Pentru a rezolva ecuațiile diferențiale, AQUATOX se bazează pe o rutină de integrare extrem de eficientă de tip Runge-Kutta de ordinul 4 și 5 cu dimensiune variabilă a pasului. Funcția opțională de analiză detaliată implementată pe interval orar este utilă mai ales în simularea

fluctuației oxigenului dizolvat (OD) pe perioade de 24 de ore, a toxicității amoniacului (element ignorat de cele mai multe modele) și a precipitării carbonatului de calciu. Adâncimea diverselor compartimente acvatic (iazuri, lacuri, bazine de acumulare, ape curgătoare, estuare) este reprezentată în model printr-o aproximare geometrică, mai mult sau mai puțin ideală, ce urmează un comportament topologic de tip Junge, diferențele dintre volumele de apă fiind determinate pe baza mediei și a adâncimii maxime.

Spre deosebire de alte modele de evaluare a riscului, AQUATOX poate efectiv să reprezinte un întreg ecosistem acvatic, incluzând capacitatea de a modela un număr variabil de grupe biotice, fiecare grup fiind reprezentat prin ecuații ce simulează funcționalitatea grupului. Biomasa este exprimată în greutate uscată fără cenușă, iar biomasa algelor și a mușchilor poate fi transformată în **clorofilă a** pentru a putea fi comparată cu datele obținute prin monitorizare.

2.2. Adaptarea și particularizarea modelului pentru ecosistemul acvatic al râului Prut, în acord cu principiile de simulare ale programului AQUATOX

Un model pentru un ecosistem consistă din numeroase componente ce necesită date de intrare. Acestea sunt reprezentate de variabilele de stare (biotice și abiotice) sau de compartimentele simulate. În AQUATOX, variabilele biotice de stare pot să reprezinte niveluri trofice, asociații/grupuri și/sau specii. Modelul poate să descrie un lanț trofic bazat pe interdependența trofică detritus-alge. În strânsă legătură cu acestea sunt variabilele de control, cum ar fi temperatura, lumina și aportul de nutrimente, ce impun un anumit comportament al sistemului în timp. La nivel de cod, AQUATOX, tratează în mod similar variabilele de stare și cele de control. Acest lucru conferă flexibilitate, deoarece, pe de o parte, aporturile externe ale variabilelor de stare (de ex. transportul și acumularea fitoplanctonului în amonte) pot funcționa ca variabile de control și, pe de altă parte, variabilele de control (de ex. temperatura) poate fi tratată ca variabilă dinamică de stare. Aporturile constante, dinamice sau cu caracter multiplicativ pot fi specificate pentru sursele atmosferice de apă punctuale sau difuze. De asemenea, aportul de compuși poluanți poate fi oprit sau pornit în scopul realizării unei comparații între simularea de control și cea perturbată.



Modelul conceptual al unui ecosistem acvatic reprezentat în AQUATOX (după Park R. A. și Clough J. S., 2014b)

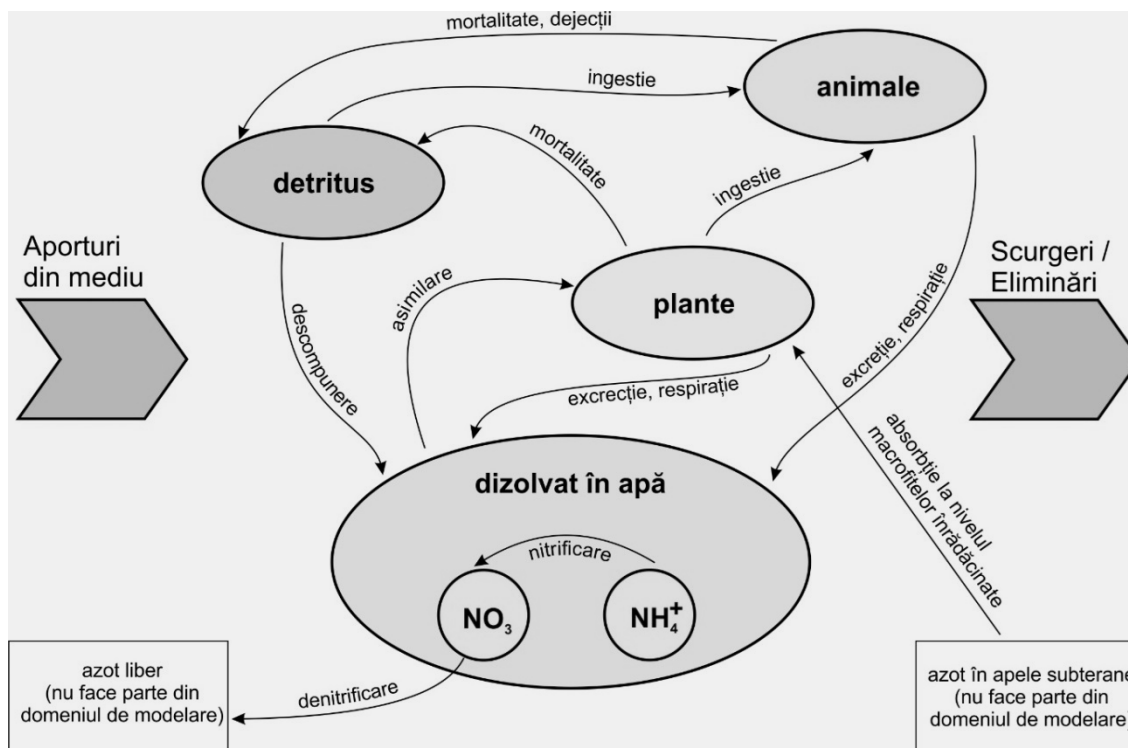
AQUATOX utilizează ecuații diferențiale pentru a reprezenta modificarea variabilelor de stare, în mod normal, realizează un raport la intervale de 24 de ore (o zi). Aceste ecuații au nevoie de valori de inițializare care să definească condițiile inițiale de execuție a simulării. Dacă prima zi a simulării este modificată, acest lucru implică reinițializarea condițiilor inițiale. O simulare poate să pornească de la orice dată calendaristică și să se desfășoare pe perioade variabile de timp, de la câteva zile până la zeci de ani, aceste perioade foarte îndelungate putând fi asociate cu evenimente extreme ce presupun o perioadă lungă de refacere a ecosistemului.

Simularea ecosistemului acvatic al râului Prut implică inițializarea variabilelor ce definesc starea fundamentală de la care se pornește. Inițializarea unei noi simulări implică 9 etape principale. După parcurgerea tuturor etapelor și a sub-sectiunilor din cadrul lor, modelul necesită o prealabilă revizuire și un set de ajustări de finețe pentru a particulariza toate detaliile ecosistemului.

Prima etapă constă în stabilirea modelului acvatic ce urmează a fi implementat și simulat. Din acest punct de vedere, râul Prut se încadrează în tipul *Stream* (apă curgătoare).

A doua etapă stabilește perioada de timp pe parcursul căreia se va desfășura simularea. Simulările pot fi făcute pe diverse perioade de timp, de la câteva zile, până la câțiva ani.

A treia etapă necesită stabilirea și introducerea condițiilor inițiale pentru nutrimentele dizolvate (amoniac, nitrat, fosfat, oxigen și dioxid de carbon). În coloana de apă sunt modelate două compartimente, unul pentru amoniac și unul pentru nitrat (NO_3^-). Deoarece nitritul (NO_2^-) apare în concentrații foarte mici și este transformat foarte repede prin procesul de nitrificare și denitrificare, el este modelat tot sub formă de nitrat. Amoniacul neionizat (NH_3) nu este modelat sub forma unei variabile de stare separate, ci el este estimat ca o fracție din total. Dacă, în pătura de sedimente este inclus și modelul pentru diagenaza sedimentelor, azotul este modelat în mod explicit, altfel, azotul anorganic din pătura sedimentară este ignorat, doar azotul organic este modelat implicit ca o componentă a detritusului sedimentat.



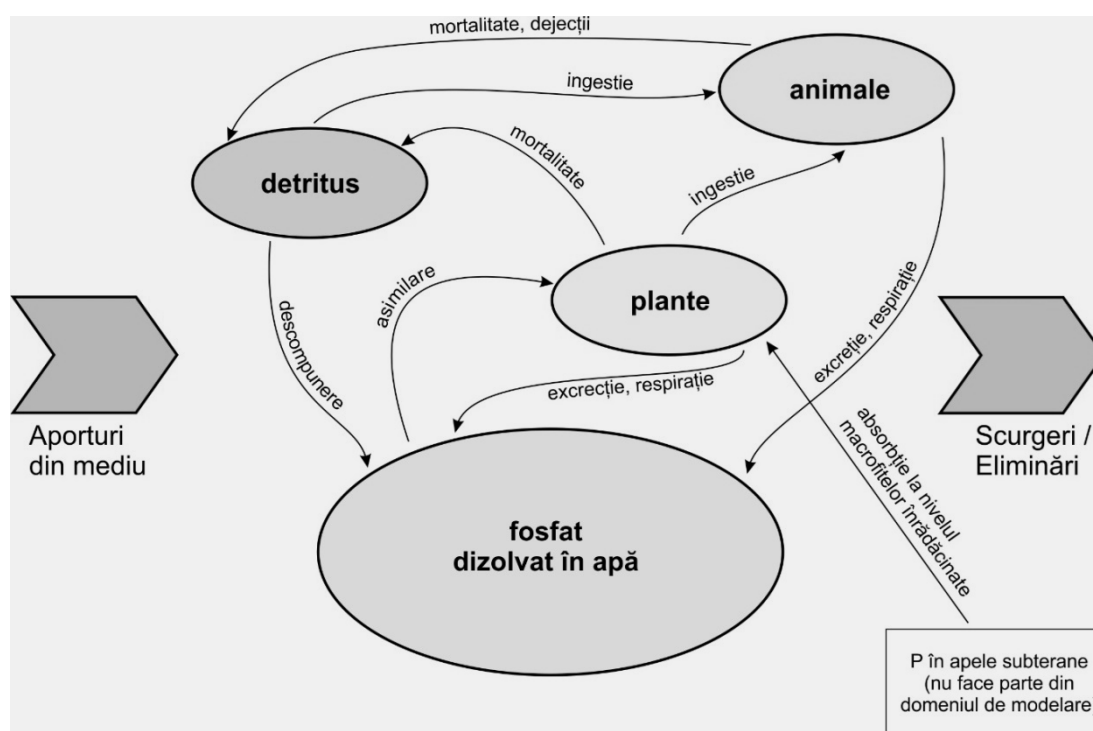
Ciclul azotului în AQUATOX (după Park R. A. și Clough J. S., 2014b)

Ciclul fosforului este oarecum mai simplu decât cel al azotului. Descompunerea, excreția și asimilarea sunt procese importante, similare cu cele descrise anterior. Asemenea cazului cu amoniacul și nitratul, dacă modelul opțional al diagenzei sedimentelor este inclus, fluxul fosfatului (PO_4^-) din pătura de sediment poate fi adăugat coloanei de apă, mai ales în condiții anoxice (lipsa

severă a oxigenului). În plus, sorbția calcitului (cea mai stabilă formă a CaCO_3) poate avea un efect semnificativ în predicția fosfatului în cazul sistemelor cu valori mari ale pH-ului, datorită precipitării carbonatului de calciu. Ca și în cazul amoniacului, *remineralizarea* include toate procesele prin care fosfatul este produs de animale, plante și detritus, incluzând descompunerea, excreția și alte procese ce implică menținerea echilibrului de masă dat de variabila stoechiometrică.

Oxigenul este un element reglator foarte important, niveluri foarte scăzute pot cauza mortalitate în masă în rândul peștilor, dar și al altor organisme, de asemenea pot cauza mobilizarea nutrienților și a metalelor și diminuarea degradării materiilor organice toxice. Oxigenul dizolvat este, cel mai adesea, simulat ca o medie zilnică, fapt ce nu ia în considerare fluctuațiile zilnice. Oxigenul este reprezentat de o funcție ce include reaerarea, fotosinteza, respirația, descompunerea și nitrificarea. AQUATOX ia în considerare atât efectele letale, cât și pe cele neletale ale concentrațiilor scăzute ale oxigenului dizolvat.

Dioxidul de carbon, este, de asemenea, un alt nutriment important cu caracter limitativ. Similar celorlalte nutriențe, este produs prin descompunere și este asimilat de plante, dar este, de asemenea, respirat de organisme.



Ciclul fosforului în AQUATOX (după Park R. A. și Clough J. S., 2014b)

Dioxidul de carbon este într-un permanent schimb cu atmosfera, acest proces este important, dar el nu se realizează instantaneu. Cu toate acestea sunt posibile situații de suprasaturație. Modul în care este tratat schimbul atmosferic este similar cu cel folosit pentru oxigen.

În afară de stabilirea condițiilor inițiale, un impact major în realizarea unui model cât mai aproape de realitate și a unor simulări cât mai bune, este utilizarea măsurătorilor de teren efectuate pe parcursul perioadei stabilite pentru simulare. În acest scop, echipele de teren au efectuat măsurători sistematice ale tuturor indicatorilor pe râul Prut. Aceste măsurători au fost efectuate pe mai multe secțiuni ale râului, astfel încât să se poată simula un model dinamic al întregului ecosistem acvatic. Fundamentală pentru succesul simulării a fost folosirea opțiunii *Use Dynamic Loading* în detrimentul variantei mai simple *Use Constant Loading*, acest aspect conducând la generarea unui model mult mai precis care poate fi exploatat în scopul unor predicții viitoare. Simulările cursurilor de apă nu sunt atât de senzitive la valorile condițiilor inițiale, cât sunt la valorile măsurate în teren și încărcate în program pe perioada stabilită ca puncte de calibrare a

modelului. Acest aspect permite programului să ruleze simularea de un număr de ori tocmai în scopul calibrării modelului, astfel acesta poate fi ulterior folosit pentru testarea ulterioară a unor posibili factori perturbatori.

A patra etapă este reprezentată de secțiunea detritusului. În AQUATOX, termenul de detritus include toate materiile organice și descompunătorii asociați (bacterii și fungi). În această secțiune se stabilesc condițiile inițiale pentru detritus, acesta fiind organizat în două categorii: detritus din pătura sedimentară (I) și detritus din coloana de apă (II), fiecare cu mai multe compartimente asociate. Pătura sedimentară are la rândul ei două compartimente: **I.1. detritusul labil** care este cel predispus descompunerii și asimilării mai mult sau mai puțin rapide și **I.2 detritusul refractar** care este rezistent la descompunere. În coloana de apă, condițiile inițiale și aporturile sunt reprezentate de o variabilă globală ce reprezintă **detritusul total aflat în suspensie și dizolvat (II.T)**. Acesta poate fi inițializat cu una din măsurătorile corespunzătoare fie a **materiei organice** (masă uscată), fie a **carbonului organic**, fie a **necesarului biologic de oxigen (CBOD)** și programul va face conversiile necesare. Detritusul total aflat în suspensie și dizolvat este organizat, la rândul său, în 4 compartimente: **II.T.1 detritus refractar sub formă de particule**, **II.T.2 detritus labil sub formă de particule**, **II.T.3 detritus refractar dizolvat** și **II.T.4 detritus labil dizolvat**. Valorile efective ce revin fiecărui compartiment din valoarea detritusului total aflat în suspensie și dizolvat sunt specificate sub formă de procente.

The image displays three screenshots from the AQUATOX software interface, illustrating the configuration of dynamic loading for different nutrients. Each window shows the 'Use Dynamic Loadings' option selected, and a table of dates and loadings.

Total Ammonia as N

Date	Loading
16.12.2013	9.0000e-02
11.02.2014	2.0000e-03
24.03.2014	2.5400e-01
22.04.2014	2.3000e-01
06.06.2014	2.6000e-01
16.07.2014	4.1200e-01
02.09.2014	9.7000e-02
15.10.2014	1.2700e-01
23.02.2015	3.2000e-01

Nitrate as N

Date	Loading
16.12.2013	0.52
11.02.2014	0.98
24.03.2014	1.064
22.04.2014	0.98
06.06.2014	0.913
16.07.2014	0.838
02.09.2014	0.472
15.10.2014	0.418
23.02.2015	0.784

Oxygen

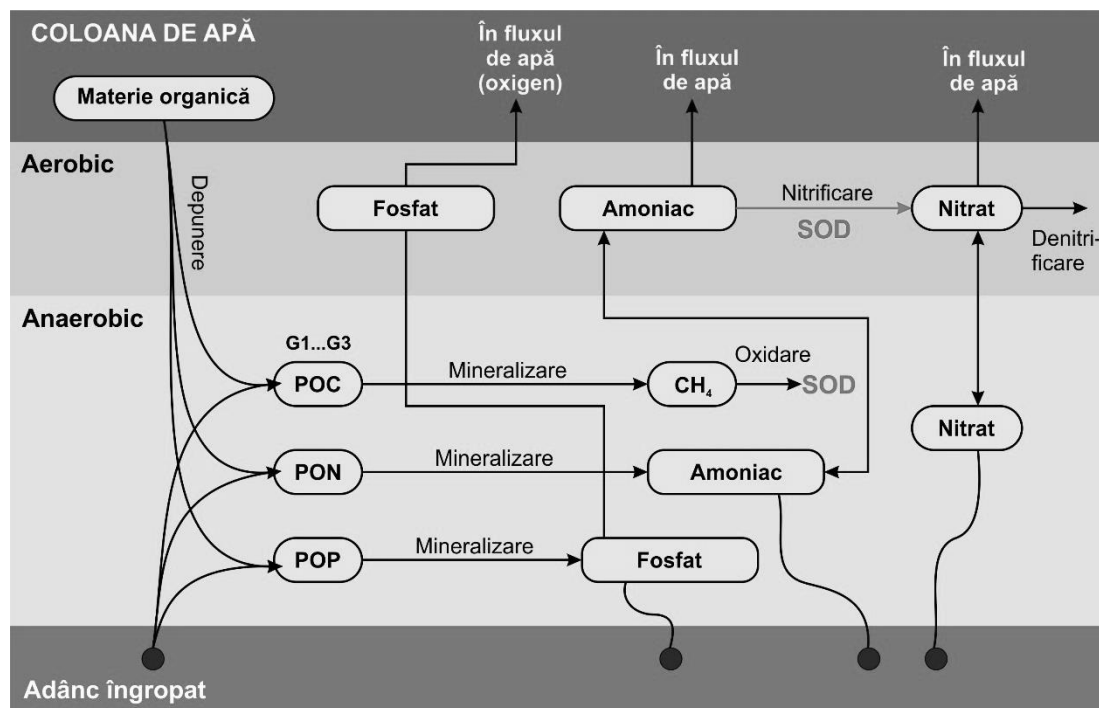
Date	Loading
19.08.2013	6.92
24.09.2013	9.17
22.10.2013	10.08
26.11.2013	10.57
16.12.2013	12.07
11.02.2014	13.98
24.03.2014	11.92
22.04.2014	11.36
06.06.2014	8.66

Exemplu privind utilizarea opțiunii *Use Dynamic Loading* pentru nutrienți

AQUATOX mai include și o reprezentare a păturii sedimentare conform descrierii din *Sediment Flux Modeling* (Di Toro, 2001). Aceste sub-model opțional urmărește efectele descompunerii materiei organice asupra nutrienților din apele subterane și realizează predicții ale fluxului de nutrienți din apele subterane către straturile superioare ale coloanei de apă pe baza acestui fenomen de descompunere. Modelul adoptă un strat aerobic mic deasupra unui strat anaerobic mult mai larg. Din acest punct de vedere, acest model se potrivește foarte bine în zone eutrofizate unde sedimentele anaerobe sunt predominante. Acest model implică inițializarea a două variabile suplimentare (compartimente): detritus refractar îngropat și detritus labil îngropat.

Etapa a cincea este reprezentată de secțiunea plante. Secțiunea plante este împărțită în cinci compartimente: diatomee, alge verzi, alge albastre-verzi, alte alge (dinoflagelate) și macrofite. Ca și la secțiunile precedente, trebuie specificate condițiile inițiale și valorile de control bazate pe măsurătorile din teren. Pentru a preveni apariția unei extincții permanente, se configurează și un aport „de sămânță” (de regulă sub forma unui aport constant). Astfel de aporturi sunt constituite din cantități foarte mici (ex. 1e-5 mg/l), acestea permițând reintroducerea unui organism după ce condițiile de mediu s-au îmbunătățit, tocmai pentru ca simulatorul să permită, din nou, viabilitatea

organismului în cadrul modelului. Biomasa algelor este reprezentată de o funcție pentru aport (în special pentru fitoplanctonul din amonte), pentru fotosinteză, respirație, excreție, mortalitate care nu provine din predatorism, pășunat și alte elemente care se elimină. Fitoplanctonul este și el supus scufundării, iar perifitonul este supus împrăștierii. AQUATOX poate să reprezinte până la 24 de grupe diferite de alge, oferind astfel o simulare realistă pentru competiție, succesiune și diverse toleranțe la erbicide, detalii care nu se regăsesc la nici un alt program.



Modelul de diagenză în AQUATOX (fără siliciu, sulfuri sau necesarul chimic de oxigen (COD)). Materia organică particulată din pătura sedimentară (POC – carbon organic particulat, PON – nitrat organic particulat și POP – fosfat organic particulat) este grupată în 3 clase de reactivitate: G1 (clasa de reactivitate 1) echivalentă cu materia organică labilă, G2 (clasa de reactivitate 2) echivalentă materiei organice refractare și G3 (clasa de reactivitate 3) materie organică non-reactivă. SOD-necesarul de oxigen al sedimentului. (după Park R.A. și Clough J.S., 2014b)

Vegetația acvatică submersă sau macrofitele pot fi o componentă importantă a ecosistemelor acvatice de mică adâncime, acestea fiind ignorate de cele mai multe modele. Creșterea, moartea și descompunerea sezonieră a macrofitelor poate să afecteze atât ciclul nutrienților, cât și concentrațiile detritusului și ale oxigenului. Datorită formării unui strat dens, macrofitele pot modifica habitatul, oferind nevertebratelor și peștilor de mici dimensiuni protecție față de prădători. AQUATOX este capabil să simuleze toate aceste funcții. Pentru a iniția o astfel de simulare complexă, organismele trebuie parametrizate. Programul are multe componente parametrizate care sunt organizate în cinci baze de date: *Animal Library*, *Chemical Library*, *Plant Library*, *Site Library* și *Remineralization Library*. Este de la sine înțeles că, cercetătorii pot adăuga noi componente parametrizate sau le pot modifica pe cele deja existente, cu scopul de a satisface condițiile și particularitățile ecosistemului simulat.

Etapa a șasea este reprezentată de secțiunea nevertebratelor. Programul AQUATOX grupează nevertebratele în *Shredders (organisme trituratoare)*, *Sediment Feeders (organisme detritivore)*, *Suspension Feeders (organisme filtratoare)*, *Clams (bivalve)*, *Grazers (fitofagi)*, *Snails (gasteropode)* și *Predatory Invertebrates (nevertebrate prădătoare)*. Modificările apărute în biomasa animală sunt reprezentate printr-o funcție ce controlează numărul proceselor fiziologice și ecologice într-un mod similar cu soluțiile implementate și în alte programe. Cu toate acestea, AQUATOX include o serie de relații mecaniciste suplimentare, cum ar fi: ingestia care este redusă

la efectele subletale ale compușilor toxici, sedimentele aflate în suspensie și limitări datorate preferințelor de habitat. Deoarece rata maximă de consum este dependentă de mărimea corpului, AQUATOX oferă o alternativă pentru compartimentul pești ce constă în implementarea unei ecuații alometrice și a unor parametri preluați din *Wisconsin Bioenergetics Model*. Preferințele relative pentru hrană sunt reprezentate cu ajutorul unei matrice a parametrilor de preferință. Factorii de preferință sunt normalizați, astfel, dacă o potențială sursă de hrană nu apare în model sau este sub nivelul minim la care se mai poate realiza hrănirea, atunci și ceilalți factori de preferință vor fi implicit modificați, reprezentând preferințele adaptative sau schimbarea sursei de hrană.

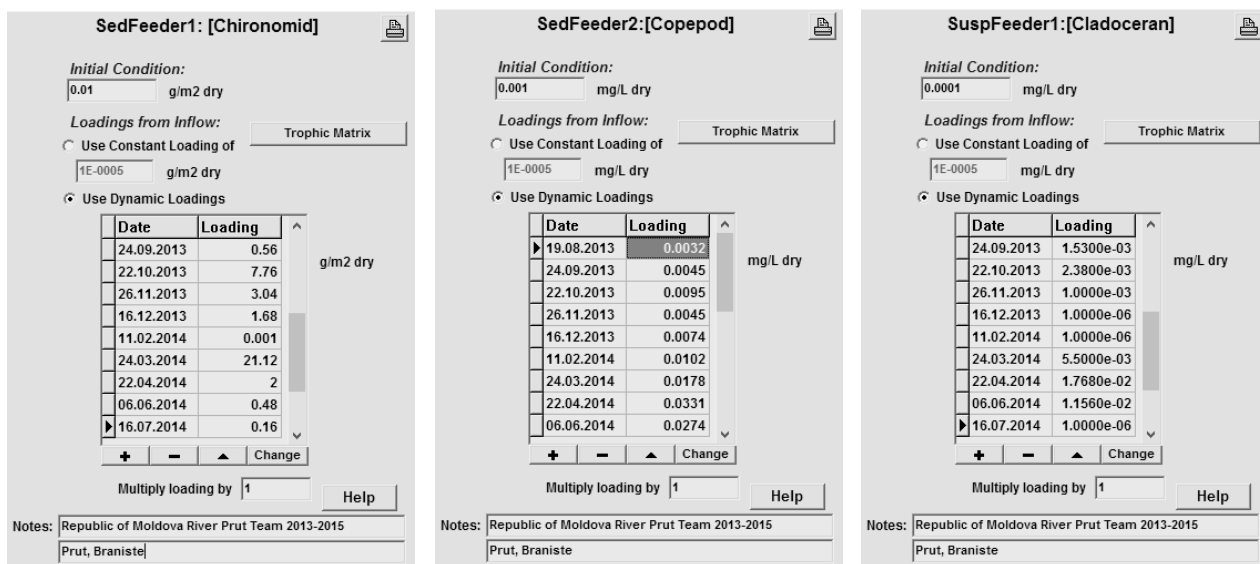
Plant Data:			New
Plant	Cladophora CR	Scientific Name	Cladophora
	<input type="text" value="Search Names"/>		<input type="text" value="Search Scientific Names"/>
Plant Type:	Periphyton	Toxicity Record:	Greens
		Taxonomic Type:	Greens
References:			
Saturating Light	135 Ly/d	Convert	Graham, Auer, Canale, & Hoffman 1982 = 135
<input type="checkbox"/> Use Adaptive Light			
Max. Saturating Light	300 Ly/d	Convert	Default
Min. Saturating Light	80 Ly/d	Convert	Default
P Half-saturation External	0.04 mg/L	0.04, Auer and Canale 1982 = 0.0025 to 0.03	
N Half-saturation External	0.1 mg/L	0.1 Borchardt 1996	
Inorg. C Half-saturation	0.054 mg/L	Collins & Wlosinski '83	
Temp. Response Slope	2	DeNicola 1996	
Optimum Temperature	30 °C	30=Michalski, 2003. Ontario Municipal Board.	
Maximum Temperature	42 °C	Collins & Wlosinski '83	
Min Adaptation Temp.	5 °C	Graham, Auer, Canale, & Hoffman 1982	
Max. Photosynthetic Rate	1.4 1/d	calibr.; Auer and Canale 1982 = 1.08	
Photorespiration Coefficient	0.03 1/d	Collins & Wlosinski '83	
Resp Rate at 20 deg. C	0.1 g/g-d	Laws and Wong, 1978, per Collins and Wl. 1983	
Mortality Coefficient	0.001 g/g-d	prof. judgment	
Exponential Mort. Coeff.	0.05 g/g-d	calibrated	
P - Organics, Initial	0.0044 ratio	Sternier & Elser 2002	
N - Organics, Initial	0.04 ratio	Sternier & Elser 2002	
Light Extinction	0.05 1/m-g/m ³	calibrated	
Wet to Dry	5 ratio	default	
Fraction that is lipid	(wet wt.)		

Internal Nutrients:					
N Half-saturation Internal	0.009 gN / gAFDW	WASP7, Ambrose et al. 2006			
P Half-saturation Internal	0.0013 gP / gAFDW	WASP7, Ambrose et al. 2006			
N Max Uptake Rate	0.72 gN / gAFDW-d	WASP7, Ambrose et al. 2006			
P Max Uptake Rate	0.05 gP / gAFDW-d	WASP7, Ambrose et al. 2006			
Min N Ratio	0.0072 gN / gAFDW	WASP7, Ambrose et al. 2006			
Min P Ratio	0.001 gP / gAFDW	WASP7, Ambrose et al. 2006			
Phytoplankton Only:					
Sedimentation Rate (KSed)	0 m/d				
Temperature of Obs. KSed (estuary only)	0 °C	placeholder			
Salinity of Obs. KSed	0 ‰	placeholder			
Exp. Sedimentation Coeff	0				
Periphyton and Macrophytes Only:					
Carrying Capacity (macrophytes)	0 g/m ²				
VellMax (macrophytes)	0 cm/s				
Reduction in Still Water (periphyton)	0.6 fraction				
Critical Force (FCrit for periphyton only)	0.008 newtons				
Percent Lost in Slough Event (periphyton)	90 percent	90% lost in sloughing event as default			
If in Stream:					
Percent in Riffle	50 %	Michalski, 2003. Ontario Municipal Board.			
Percent in Pool	0 %				
Percent in Run	0.00 %	(All Biomass not in Riffle or Pool)			
Salinity Effects (Estuary only):					
Effect	Minimum Tolerance ‰	Maximum Tolerance ‰	Coeff1	Coeff2	Reference:
Photosynth.	0	0	0	0	placeholder
Mortality	0	0	0	0	placeholder

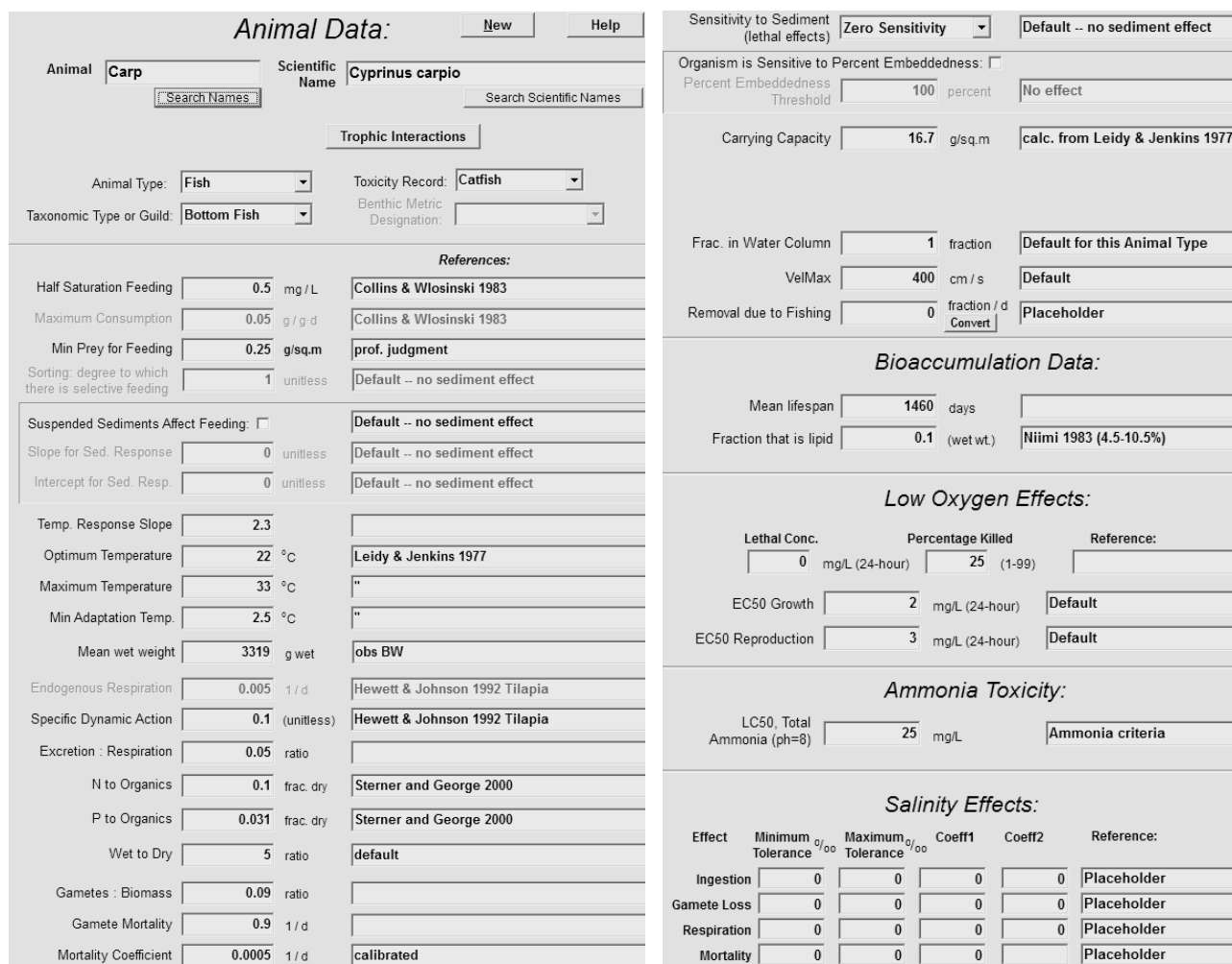
Exemplu de parametrizare pentru genul *Cladophora*

Tipurile diferite de hrană (pradă) implică potențiale de asimilare diferite, de aceea coeficienții de defecație vor indica fracția prăzii ingerate care este aruncată sau defecată. Ca în toate cazurile prezentate, utilizarea opțiunii *Use Dynamic Loading* este esențială pentru realizarea unui model cât mai exact pentru ecosistemul acvatic al râului Prut.

Etapa a șaptea este reprezentată de secțiunea pești. În AQUATOX, peștii sunt grupați în *pești planctonofagi*, *pești bentonici* și *pești de importanță economică*. Cel puțin două specii pot fi modelate din fiecare clasă. Mai mult, pentru fiecare specie, se pot modela câte două subclase de vârste și dimensiuni diferite. Dacă este necesar, în cadrul modelului mai poate fi implementată o specie modelată pe o perioadă de mai mulți ani (mai multe generații), o astfel de situație fiind utilă doar în cazul speciilor longevive. Pentru fiecare grup trofic (*pești planctonofagi*, *bentonici* și *de importanță economică*) este disponibilă în baza de date (AQUATOX Animal Library) o listă cu modele de specii parametrizate. Pentru râul Prut, *Cyprinus carpio* este o specie care se pretează foarte bine simulărilor complexe pentru că este parametrizată într-un mod foarte detaliat, ea putând fi implicată chiar și în simulări ale mai multor generații. *Cyprinus carpio* este o specie longevivă, vârsta medie a reproducătorilor fiind estimată la 20-25 de ani.



Exemplu privind utilizarea opțiunii *Use Dynamic Loading* pentru secțiunea nevertebrate



Exemplu de parametrizare pentru specia *Cyprinus carpio*

Cyprinus carpio apare în *IUCN Red List of Threatened Species* of International Union for Conservation of Nature (Lista roșie a speciilor amenințate întocmită de Uniunea Internațională pentru Natură și Conservare) cu statutul *vulnerabil*, acesta fiind un argument suplimentar pentru evaluarea ei. În cadrul simulării râului Prut s-au folosit toate categoriile posibile pentru

compartimentul pești. Astfel, *Cyprinus carpio* acoperă două secțiuni: **Small Bottom Fish** and **Large Bottom Fish** (pești bentonici mici și mari), pentru că, în baza de date a AQUATOX sunt parametrizate două generații distincte, una cu indivizi tineri în număr scăzut și cealaltă cu indivizi maturi în număr mare. Compartimentele **pești planctonofagi mici** și **pești planctonofagi mari** au fost populate cu *Lepomis gibbosus*, o specie din ordinul Perciformes disponibilă în baza de date cu o foarte bună parametrizare. Speciile din acest ordin, sunt rude ale speciei *Perca fluviatilis*, specie de interes, identificată în râul Prut. Și această specie apare pe Lista roșie a speciilor amenințate întocmită de Uniunea Internațională pentru Natură și Conservare, dar este cu statutul **least concern**. Ultimele două compartimente, **pești de interes economic mici** și **pești de interes economic mari**, au fost populate cu *Rainbow trout*, respectiv cu *Northern pike*. Ambele specii au fost identificate în râul Prut într-un număr mic de exemplare și de asemenea apar pe Lista roșie a speciilor amenințate întocmită de Uniunea Internațională pentru Natură și Conservare cu statutul **least concern**.

Etașa a opta este dedicată caracteristicilor fizice ale zonei geografice și implică parametri ca temperatura și pH-ul apei, intensitatea vântului, intensitatea luminii și variația sezonieră a fotoperiodicității. Temperatura este un factor de control foarte important în cadrul modelului.

Epilimnion Temperature:

Initial Condition: 15 deg. C Convert

Use Ann Means for Both Strata

Use Constant Value of 25 deg. C Convert

Use Dynamic Valuation

Date	Loading
19.08.2013	25.2
24.09.2013	17.2
22.10.2013	14.1
26.11.2013	9.2
16.12.2013	3.7
11.02.2014	2
24.03.2014	5.6
22.04.2014	12.2
06.06.2014	20

Multiply loading by 1 Help

Notes: Republic of Moldova River Prut Team 2013-2015

pH

Initial Condition: 8 pH Mean Alkalinity 2600 ueq CaCO₃/L Convert

Compute From Tot. Alkalinity

Use Constant Value of 7.8 pH

Use Dynamic Valuation

Date	Loading
11.02.2014	8.21
24.03.2014	8.21
22.04.2014	8.23
06.06.2014	8.24
16.07.2014	8.19
02.09.2014	8.14
15.10.2014	8.17
23.02.2015	8.14
26.03.2015	8.13

Multiply loading by 1 Help

Notes: Republic of Moldova River Prut Team 2013-2015

Light

Initial Condition: 275 Ly/d Compute Photopd. from Latitude Use 0.0 hr/d

Use Annual Mean and Range Loadings

Use Constant Loading of 350 Ly/d Convert

Use Dynamic Loadings Hourly Loadings

Date	Loading
------	---------

Multiply loading by 1 Help

Notes:

Exemplu privind utilizarea opțiunii *Use Dynamic Loading* în cazul temperaturii, pH-ului și a luminii

În mod virtual, absolut toate procesele (stratificarea, descompunerea, fotosinteza, consumul, respirația, reproducerea, mortalitatea, evoluția proceselor chimice legate de degradare, volatilizare, hidroliză și bioacumulare) ce au loc într-un ecosistem acvatic sunt dependente de temperatură. Pe de altă parte, însă, în ecosistemele acvatice temperatura nu comportă fluctuații rapide în timp, aceste situații fiind fenomene rare. În cazul temperaturii apei corespunzătoare epilimnionului și hipolimnionului, pentru variațiile sezoniere bazate pe intervalele și valorile medii obținute din măsurători, valorile implicite sunt reprezentate printr-o aproximare sinusoidală simplă. Importanța vântului, în cazul unui ecosistem acvatic, este neglijabilă, de aceea, valoarea acestuia a fost menținută constantă la 1 m/s. Pentru lumină, fotoperiodicitatea a fost calculată automat de către program pe baza coordonatelor geografice (latitudine și longitudine). De asemenea, dinamica pH-ului este deosebit de importantă pentru simulare din mai multe motive: pH-ul influențează ionizarea amoniacului și potențialul grad de toxicitate al acestuia; pH-ul influențează hidroliza și ionizarea substanțelor organice care ar putea avea efecte asupra evoluției chimice și a gradului lor de toxicitate; pH-ul, de asemenea, influențează descompunerea materiei organice și denitrificarea nitratului care ar putea, eventual, să se răsfângă asupra animalelor; dacă pH-ul depășește 7,5, atunci poate avea loc precipitarea calcitului ceea ce ar avea un efect semnificativ în cadrul lanțului trofic. În AQUATOX, mecanismul de calcul funcționează foarte bine pentru valori ale pH-ului cuprinse în

intervalul 3,75–8,25. În acest interval, ionul carbonat poate fi considerat neglijabil și de aceea poate fi ignorat. Valorile care depășesc limita superioară a intervalului sunt trunchiate la 8,25, iar cele care depășesc limita inferioară sunt trunchiate la 3,75. Derivarea este dată de Small și Sutton (1986) cu o corecție pentru carbonul organic dizolvat. În cazul râului Prut nu se poate vorbi despre situații care să se situeze în afara intervalului indicat.

Preference percentages are initially normalized to 100% based on species in the simulation. Renormalize														PREDATORS	
<input checked="" type="radio"/> Show Preferences <input type="radio"/> Show Egestion Coefficients <input type="radio"/> Show Comments															
	Crayfish	Chironomid	Tubifex tubifex	Copepod	Daphnia	Mussel	Mayfly (Baetis)	Gastropod	Pumpkinseed	Pumpkinseed22	Carp	Carp, Lg	Rainbow Trout	Northern Pike	
R detr sed	0.3	0.0													
L detr sed	31.5	100.0	100.0				5.3	1.5			18.2	9.5			
R detr part															
L detr part				21.1	7.6	14.3					18.2				
Peri Low-Nut Diatom				31.6			15.8	16.9							
Peri High-Nut Diatom							15.8	16.9							
Phyt High-Nut DiatJC					22.7	14.3									
Phyt Low-Nut DiatoJC					22.7	14.3									
Phyto, NaviculaJC					22.7	14.3									
Peri, Nitzschia							15.8	16.9							
Cladophora				21.1			15.8	12.3			4.5	4.8			
Peri, Green							15.8	16.9							
Phyto, Green					22.7	14.3									
Phyt, Blue-Greens JC				21.1	0.8	14.3					4.5	4.8			
Peri, Blue-Greens							15.8	16.9							
Cryptomonas				5.3	0.8	14.3									
Fontinalis								1.5			18.2	9.5			
Crayfish															
Chironomid	10.5								10.0	10.0	9.1	28.6	21.4		
Tubifex tubifex	10.5										9.1	28.6	21.4		
Copepod											9.1	4.8	10.7		
Daphnia											9.1	9.5	10.7		
Mussel	26.2														
Mayfly (Baetis)															
Gastropod	21.0								90.0	90.0					
Pumpkinseed															
Pumpkinseed22													17.0	5.6	
Carp														27.8	
Carp, Lg													8.0	5.6	
Rainbow Trout													10.7	5.6	
Northern Pike														55.6	

Matricea de interacțiune trofică pentru ecosistemul acvatic al râului Prut

Ultima etapă este pentru stabilirea/editarea interacțiunilor în cadrul lanțului trofic. AQUATOX este prin excelență un program care simulează legături trofice ce includ schimbări/modificări în comportamentul alimentar de bază al speciilor și în disponibilitatea hranei. Programul se bazează pe o matrice de hrănire preferențială în care se specifică descrierea lanțului trofic ce va sta la baza simulării. Pentru a ușura munca cercetătorilor, AQUATOX se folosește de ecuații de regresie și de baza de date ICE (**Interspecies Correlation Estimation**) oferită de US EPA, modelul fiind astfel complet parametrizat pentru a putea reprezenta un întreg lanț trofic. În cazul râului Prut, au fost efectuate o serie de ajustări în cadrul matricei, pentru a fi în acord cu datele obținute din teren.

Rezultate și discuții

Această secțiune include diagramele evoluției parametrilor fizico-chimici și biologici în timp, destinate caracterizării stării ecosistemului acvatic al râului Prut. Rezultatele au fost reprezentate sub formă de grafice pentru fiecare stație de prelevare, pentru a măsura valorile maxime pentru fiecare zi a intervalului de timp de monitorizare. Pentru a măsura orice risc posibil, s-au făcut comparații multiple cu legislația din România și Republica Moldova. În cazul râului Prut a fost publicat un **Plan de management** bazat pe mai mulți ani de monitorizare a acestui sector de către autoritățile române pe baza Directivei Cadru Apa 2000/60/CE. Acest plan de management a fost folosit pentru a compara rezultatele obținute la simulare, în scopul de a stabili starea ecologică a râului Prut. Al doilea instrument de comparație a fost legislația Republicii Moldova (**H.G. nr. 890/12.11.2013**).

Simulările s-au făcut pe baza datelor reale măsurate pentru perioada de monitorizare (Aprilie 2013-Aprilie 2015), la 8 stații de prelevare a probelor: S1- Stânca-Costești, S2-Braniște, S3-Sculeni, S4-Leușeni, S5-Leova, S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiulești.

Biomasa totală a fitoplanctonului

Acest parametru a avut cea mai bună distribuție la S1- Stânca-Costești, cu trei valori, vârfuri de tendință în funcție de sezon. Pe durata primăvară-vară au fost înregistrate cele mai mari valori de biomasă fitoplancton totale pentru toți cei trei ani de monitorizare. Conform H.G. nr. 890/12.11.2013, calitatea apei este împărțită în 5 clase de calitate, pe baza concentrației de biomasă totală a fitoplanctonului:

Clasa I < 0,5 mg/l (cea mai bună calitate)

Clasa II < 1,5 mg/l

Clasa III < 2,5 mg/l

Clasa IV < 5 mg/l

Clasa V < 10 mg/l (cea mai slabă calitate).

Comparând această clasificare a calității apei, acest parametru indică la S1-Stânca-Costești diferite clase de calitate în timpul perioadei de monitorizare, cu cea mai bună calitate în timpul anotimpurilor reci și cea mai scăzută în anotimpurile calde. A fost observată la această stație vârfuri rapide în creștere în perioada august-septembrie 2013 a biomasei fitoplanctonului. Acest lucru poate fi explicat printr-un aport pe termen scurt de o masă mare de nutrienți și consumul lor rapid de această biomasă, dar această interpretare nu poate fi susținută numai pentru acest parametru, deoarece este posibil să fie erori în eșantionare și analize iar pentru această interpretare nu au fost comparate tendințele cu ale celorlalți parametri. Această stație poate fi folosită ca o referință pentru monitorizare, deoarece a avut variații constante sezoniere ale acestui parametru bazate pe un ciclu natural care poate fi comparat cu alte stații.

Pentru stația de prelevare S2-Braniște a fost observat același model natural, cu aceeași tendință naturală, dar cu fluctuații mari în perioada februarie-mai 2014, care a sugerat un aport mare de elemente nutritive la acest site, care a crescut biomasa sugerând că există posibile cauze antropogene care ar putea modifica echilibrul natural.

Stația de prelevare S3-Sculeni a avut vârfuri naturale ale valorilor, care nu sugerează posibilitatea unei surse de poluare cu nutrienți. De asemenea, această stație a fost caracterizată de o cantitate mai mare de biomasă în perioada martie-aprilie 2015. La Stația S4-Leușeni s-a observat existența unui **posibil risc** cu substanțe de poluare cu nutrienți care sunt responsabili pentru biomasa de alge mai ridicată.

La stația de prelevare S5-Leova au fost înregistrate cele mai înalte vârfuri ale valorilor simulate în special în august-octombrie 2013, dar acest lucru a fost observat numai pentru acest interval de timp. Există multe erori la această stație în simulare, cauzate de mulți factori precum calitatea prelevărilor, prelucrarea probelor, analiza și unitatea de efort. Oricum această stație trebuie să fie luată în vedere pentru investigații viitoare. Conform acestor valori, situația poate ajunge la niveluri critice, cu imposibilitatea susținerii vieții, ceea ce nu este adevărat. Cele mai înalte vârfuri nu sunt acceptate ca prezentând realitatea, ci dovedesc prezența unui **posibil risc**.

Pentru stațiile de prelevare S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiulești simulările nu au arătat nici o tendință ciclică a datelor în timpul anotimpurilor. Oricum s-a observat o scădere semnificativă a valorilor pentru acest parametru după S5-Leova, dar rezultatele simulărilor au fost neconcludente pentru a estima riscul real la aceste stații de monitorizare. **Nu toate modelele rezultate pot fi acceptate!**

Biomasa totală a copepodelor

Biomasa totală a copepodelor nu este utilizată pentru evaluarea stării ecologice de sănătate a mediului în legislație. Este important să se estimeze productivitatea lor în apă, deoarece aceste organisme sunt componente esențiale ale rețelelor trofice.

Stația S1-Stânca-Costești: cea mai mare biomasă a copepodelor a fost în perioada lunilor martie-aprilie pentru tot intervalul de monitorizare, cu cel mai înalt vârf al valorilor la sfârșitul lunii aprilie pentru cei trei ani. S-a observat un ciclu constant al biomasei care poate fi corelat cu biomasa fitoplanctonică care are același tipar. Cea mai mare valoare rezultată din simulare, a fost în jurul valorii de 12 mg/l și cea mai mică a fost sub 1 mg/l.

Stația S2-Braniște: au fost observate două vârfuri ale valorilor în perioada iulie-septembrie 2013 și 2014, care sunt în afara limitelor reale ale graficelor, departe de realitate. Acestea nu au urmat nici un model în comparație cu stația Stânca-Costești. Datorită acestor erori din grafice rezultă că este aceeași biomasă în majoritatea sezoanelor iar simularea **nu poate fi validată**.

Pentru stațiile: S3-Sculeni, S4-Leușeni, S5-Leova, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiulești, simularea a furnizat rezultate cu vârfuri de valori foarte mari; nu rezultă **nici o interpretare**.

Stația S6-Cahul: cea mai mare biomasă a copepodelor a fost în perioada lunilor martie-aprilie pentru toți anii de monitorizare, cu cel mai înalt vârf la sfârșitul lunii aprilie pentru toată perioada. S-a observat un ciclu constant al biomasei, care poate fi corelat cu biomasa fitoplanctonică care are aceeași tipar. Cea mai mare valoare simulată a fost de aproximativ 14 mg/l iar cea mai mică a fost sub 1 mg/l.

Ciclul biomasei totale a copepodelor a putut fi simulat aproape de realitate doar pentru stațiile S1 și S6. Erorile multiple pentru acest mod de interpretare a datelor depind de foarte mulți factori, dar rezultatele simulărilor acceptate explică modul cum funcționează ecosistemul acvatic.

Oxigenul dizolvat (OD)

Conform Planului de Management pentru Râul Prut (România), starea ecologică în funcție de concentrația de oxigen dizolvat în apă poate fi:

10-8 mg/l - foarte bună/bună

8-6 mg/l - bună/medie.

Conform H.G. nr. 890/12.11.2013 (Republica Moldova), calitatea apei este separată în 5 clase de calitate pe baza concentrațiilor oxigenului dizolvat:

Clasa I > 8 mg/l (cea mai bună calitate)

Clasa II > 7 mg/l

Clasa III > 5,5 mg/l

Clasa IV > 4 mg/l

Clasa V < 4 mg/l (cea mai slabă calitate).

Stația S1-Stânca-Costești: cele mai mari concentrații au fost înregistrate în perioada decembrie-ianuarie-februarie pentru anii 2014 și 2015. Acest parametru a urmat tendințe similare de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării, cele mai ridicate valori au fost de aproximativ 13 mg/l în ianuarie-februarie 2014, scăzând până în perioada de vară în luna iulie, când s-a ajuns la cel mai mic nivel: 8-9 mg/l. Acest **model este acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare, sugerând **starea ecologică foarte bună-bună-medie**.

Stația-S2 Braniște: s-au înregistrat cele mai mari concentrații în perioada decembrie-ianuarie-februarie pentru 2014 și 2015. Acest parametru a urmat tendințe parțial similare de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării, cele mai mari vârfuri de valori au fost de aproximativ 13 mg/l în ianuarie-februarie 2014 și au scăzut până în perioada de vară în luna iulie în cazul în care au ajuns la cel mai mic prag de valori de 6-7 mg/l. **Acest model este parțial acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada studiată, sugerând **starea ecologică foarte bună-bună-medie**.

Pentru stațiile: S3-Sculeni, S4-Leușeni, S5-Leova, S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiulești, simularea a furnizat rezultate cu vârfuri joase și înalte, dar sunt perioade lungi de timp cu 0 mg/l, concentrație imposibilă pentru viața acvatică (**accident anoxic**), cu **nici o interpretare** adecvată. Fără aceste vârfuri de simulare, **modelul este parțial acceptat** iar **starea ecologică este foarte bună-bună-medie**.

Consumul biochimic de oxigen după 5 zile (CBO₅)

Conform Planului de Management pentru Râul Prut (România), starea ecologică în funcție de consumul biochimic de oxigen din apă după 5 zile poate fi:

2-3 mg/l - foarte bună/bună

4-6 mg/l - bună/medie.

Conform H.G. nr. 890/12.11.2013 (Republica Moldova), calitatea apei este separată în 5 clase de calitate pe baza consumului biochimic de oxigen din apă după 5 zile:

Clasa I < 3 mg/l (cea mai bună calitate)

Clasa II < 5 mg/l

Clasa III < 6 mg/l

Clasa IV < 7 mg/l

Clasa V > 7 mg/l (cea mai slabă calitate).

Stația S1-Stânca-Costești: cele mai mari concentrații au fost înregistrate în perioada august-septembrie, pentru 2013 și 2014. Acest parametru a avut tendințe similar sezoniere de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării, cele mai mari vârfuri de valori au fost de aproximativ 3 mg/l în august-septembrie 2013 și au scăzut până în perioada de iarnă în cazul în care au ajuns la cel mai mic prag de valori de 1,5 mg/l. Acest **model este acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare, sugerând **starea ecologică foarte bună**.

Pentru stațiile: S2-Braniște, S3-Sculeni, S4-Leușeni, S5-Leova, S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiuiești, simularea a furnizat rezultate cu vârfuri de valori foarte mari; nu rezultă **nici o interpretare**.

Nitrații (NO₃⁻)

Conform Planului de Management pentru Râul Prut (România), starea ecologică în funcție de concentrațiile de nitrați în apă poate fi:

0,7-2,4 mg/l N - foarte bună/bună

2,4-5,5 mg/l N - bună/medie.

Conform H.G. nr. 890/12.11.2013 (Republica Moldova), calitatea apei este separată în 5 clase de calitate pe baza concentrațiilor de nitrați dizolvați în apă:

Clasa I < 1 mg/l N (cea mai bună calitate)

Clasa II < 3 mg/l N

Clasa III < 5,6 mg/l N

Clasa IV < 11,3 mg/l N

Clasa V > 11,3 mg/l N (cea mai slabă calitate).

Stația S1-Stânca-Costești: cele mai mari concentrații au fost înregistrate în perioadele aprilie-mai pentru anii 2013, 2014 și 2015. Acest parametru a avut tendințe similare sezoniere de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării, cele mai mari valori au fost de aproximativ 0,8 mg/l N în primăvară și au scăzut până în perioada de iarnă când au ajuns la cel mai mic nivel de 0,3 mg/l N. Acest **model este acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare, sugerând **starea ecologică foarte bună**.

Stația S2-Braniște: s-au înregistrat cele mai mari concentrații în perioada aprilie-mai pentru 2013, 2014 și 2015. Acest parametru a avut tendințe similar sezoniere de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării cele mai mari vârfuri de valori au fost de aproximativ 0,7 mg/l N în primăvara și au scăzut până în perioada de iarnă în cazul în care au ajuns la cel mai mic prag de valori de 0,4 mg/l N. Acest **model este acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare sugerând **starea ecologică foarte bună**.

Stația S3-Sculeni: s-au înregistrat cele mai mari concentrații în perioada iulie 2013 și 2014. Acest parametru a avut tendințe similar sezoniere de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării cele mai mari vârfuri de valori au fost de aproximativ 0,8 mg/l N în timpul verii și au scăzut până în perioada de iarnă în cazul în care au ajuns la cel mai mic prag de valori de 0,3 mg/l N. Valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare au sugerat **starea ecologică foarte bună**. Însă **modelul nu poate fi acceptat** deoarece generează prea multe erori (ex., 0 mg/l N).

Pentru stațiile: S4-Leușeni, S5-Leova, S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut și S8-Giurgiulești, modelul oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare sugerând **starea ecologică - foarte bună**. Însă **modelul nu poate fi acceptat** deoarece generează prea multe erori (ex., 0 mg/l N).

Amoniu (NH_4^+)

Conform Planului de Management pentru Râul Prut (România), starea ecologică în funcție de concentrațiile de amoniu în apă poate fi:

0,09-0,62 mg/l N - foarte bună/bună

0,62-1,4 mg/l N - bună/medie.

Conform H.G. nr. 890/12.11.2013 (Republica Moldova), calitatea apei este separată în 5 clase de calitate pe baza concentrațiilor de amoniu în apă:

Clasa I < 0,2 mg/l N (cea mai bună calitate)

Clasa II < 0,4 mg/l N

Clasa III < 0,8 mg/l N

Clasa IV < 3,1 mg/l N

Clasa V > 3,1 mg/l N (cea mai slabă calitate).

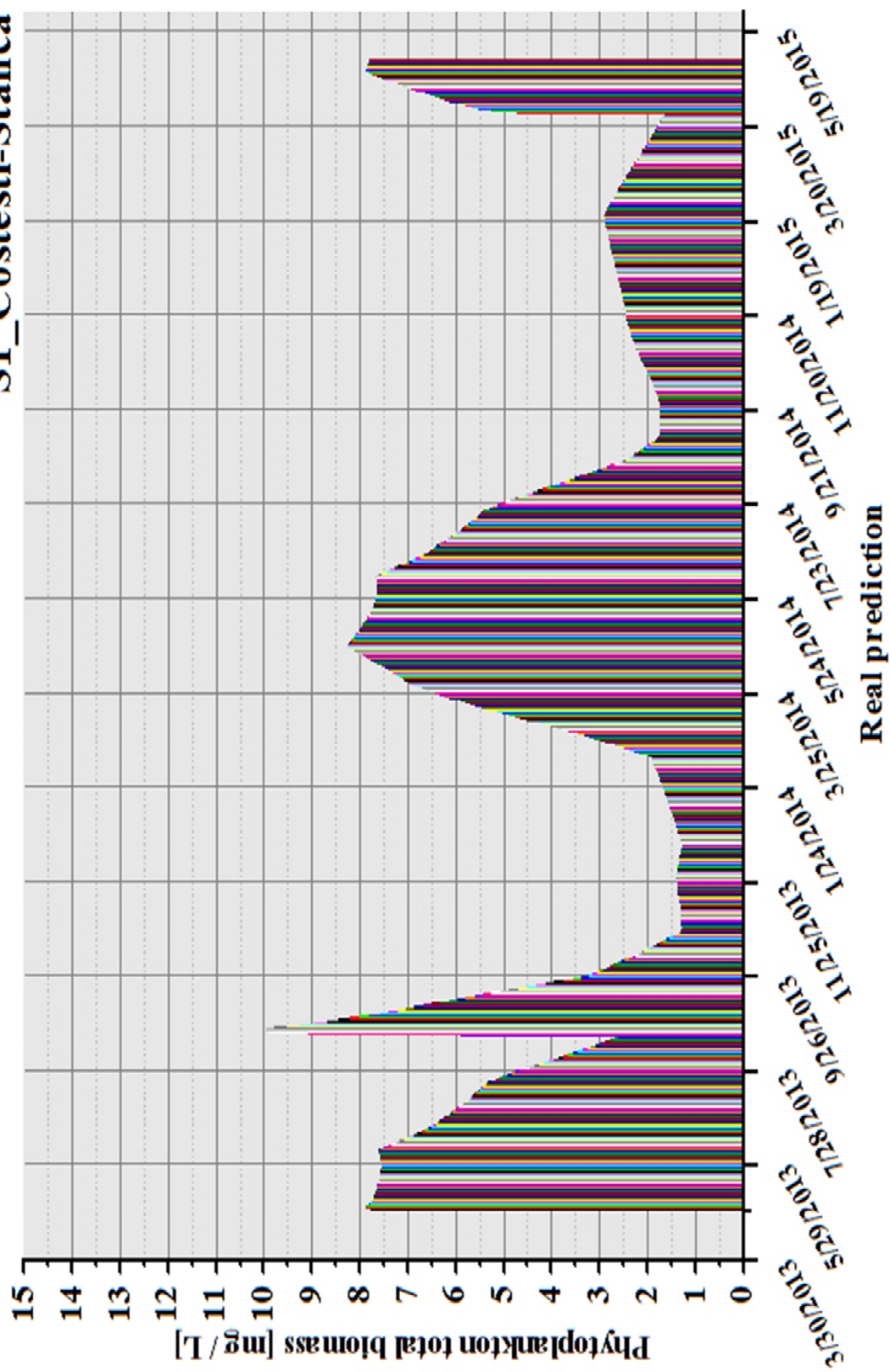
Stația S1- Stânca-Costești: cele mai mari concentrații au fost înregistrate în perioada aprilie-mai pentru anii 2013, 2014 și 2015. Acest parametru a urmat tendințe similare de la începutul monitorizării până la sfârșit. Conform simulării, cele mai mari vârfuri de valori au fost de aproximativ 0,15 mg/l N în primăvară și au scăzut până în perioada de iarnă când au ajuns la cel mai mic nivel de 0,05 mg/l N. Acest model **este acceptat** și oferă valorile variațiilor zilnice pentru toată perioada de monitorizare, sugerând **starea ecologică - foarte bună**.

Pentru stațiile: S2-Braniște, S3-Sculeni, S4-Leușeni, S5-Leova, S6-Cahul, S7-Cișlița-Prut, S8-Giurgiulești, simularea a furnizat rezultate cu vârfuri de valori foarte mari; nu rezultă **nici o interpretare**.

Concluzii și perspective

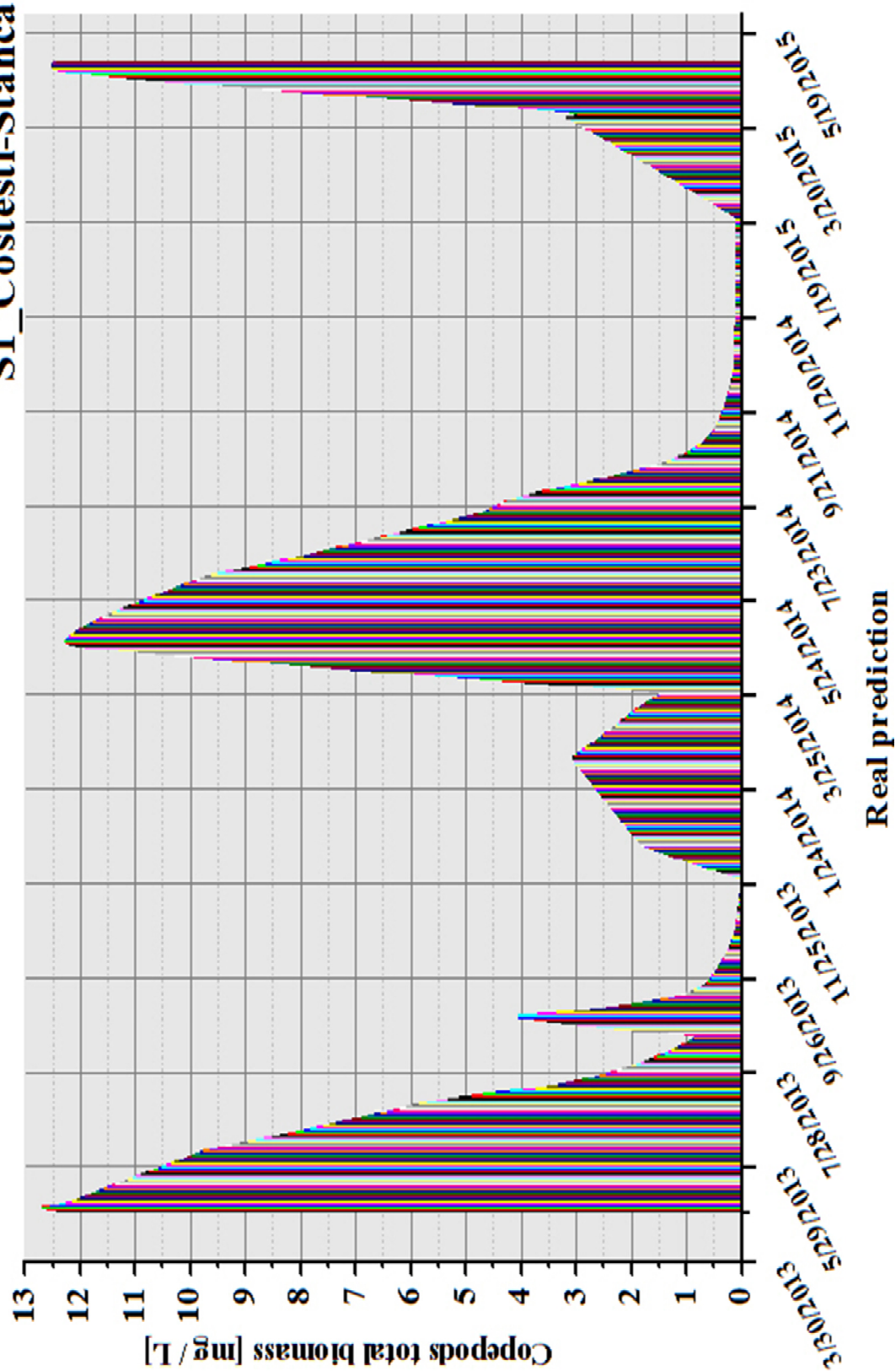
Modelarea ecosistemului acvatic al râului Prut reprezintă un beneficiu major, atât pentru evaluarea actuală a condiției sale, cât și pentru exploatarea lui în viitor, în scopul de a verifica impactul diverșilor compuși cu caracter poluant, de a simula modul în care un ecosistem acvatic tolerează un anumit grad de poluare și, mai ales, pentru a stabili măsurile ce se impun menținerii surselor de poluare în limita suportabilă de către ecosistem.

S1_Costesti-Stanca



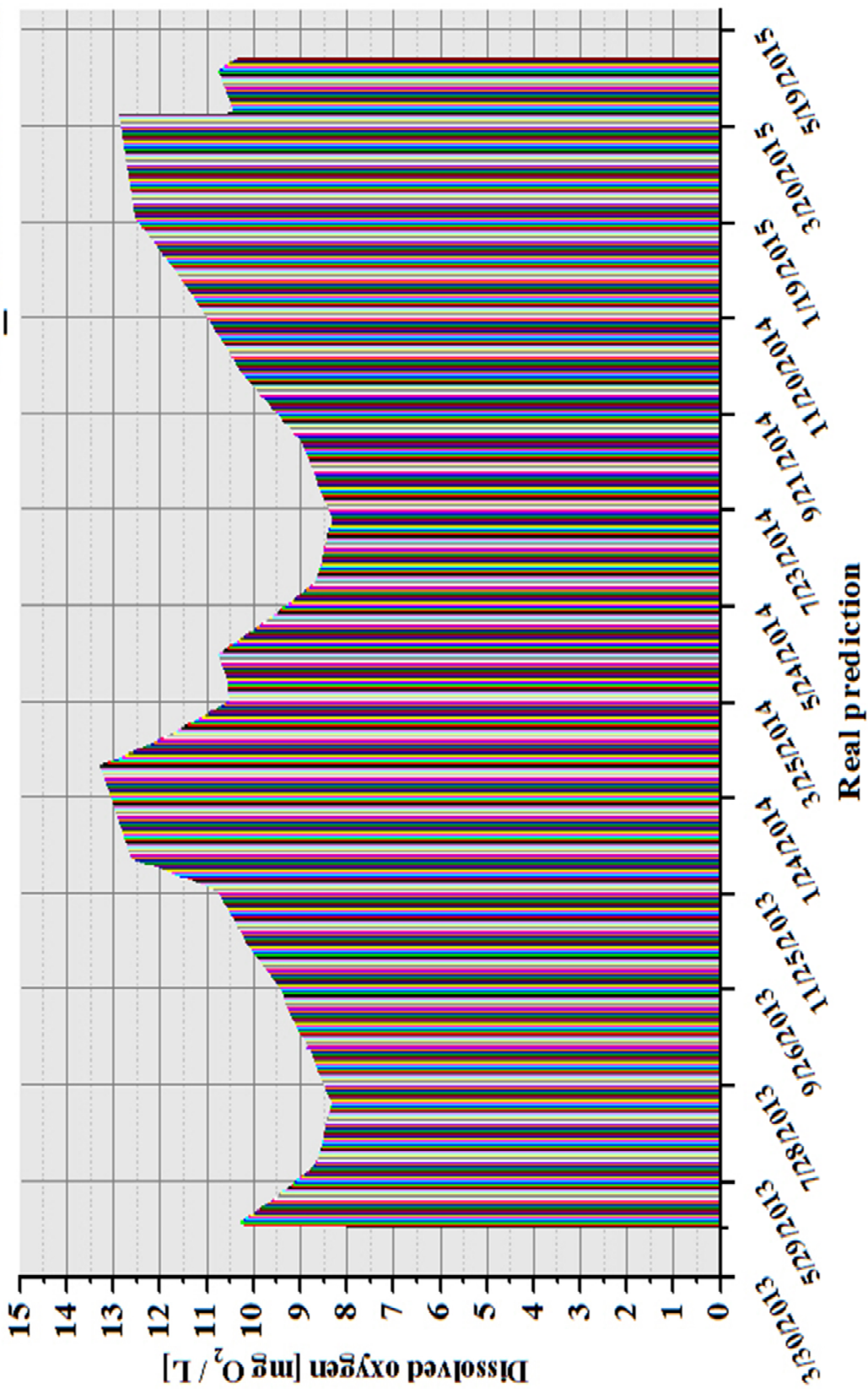
Biomasa totală a fitoplanctonului la stația S1-Stâncea-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

S1_Costesti-Stanca



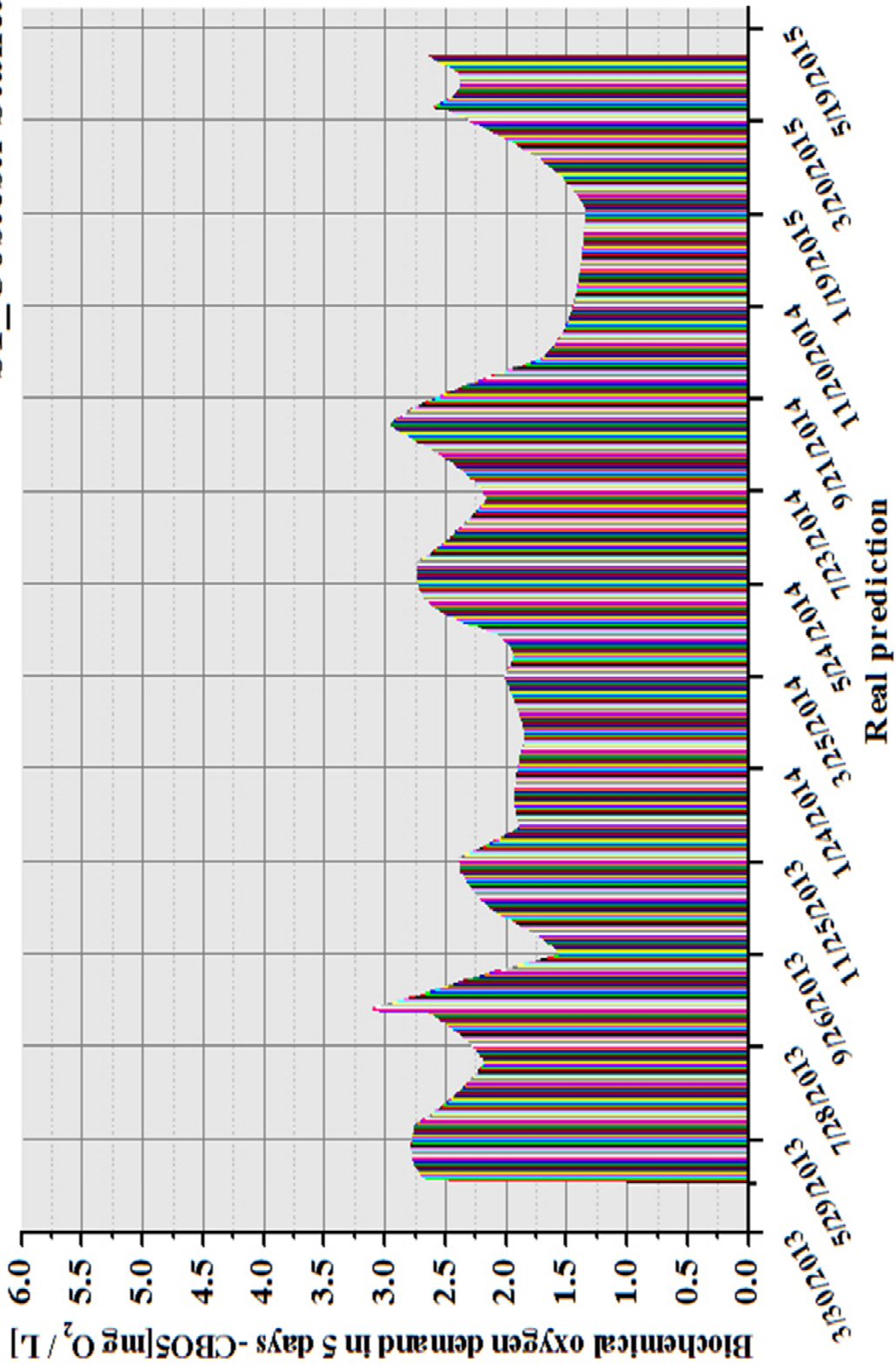
Biomasa totală copepodelor la stația S1-Stânca-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

S1_Costesti-Stanca



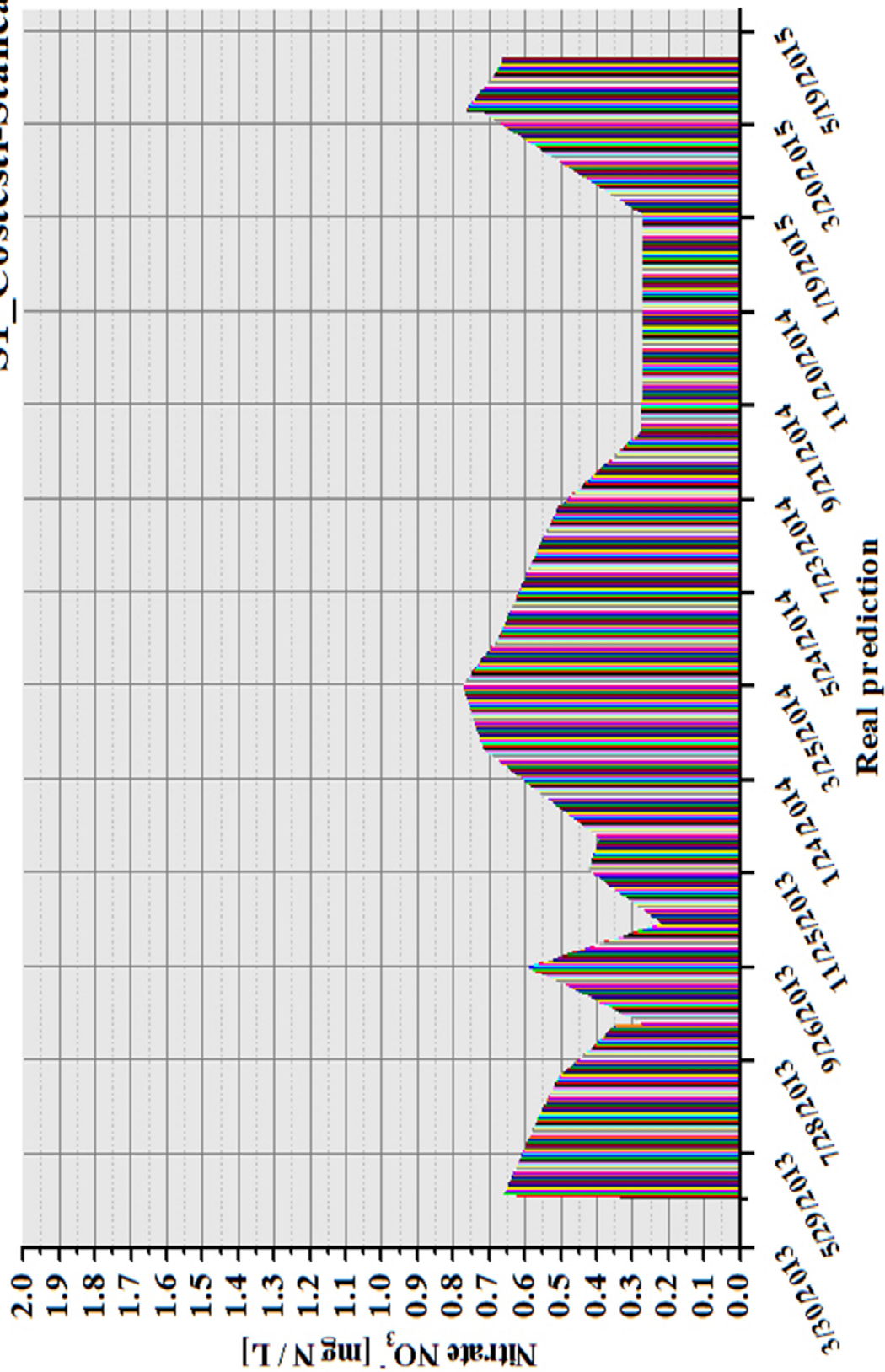
Concentrația oxigenului dizolvat la stația S1-Stânca-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

S1_Costesti-Stanca



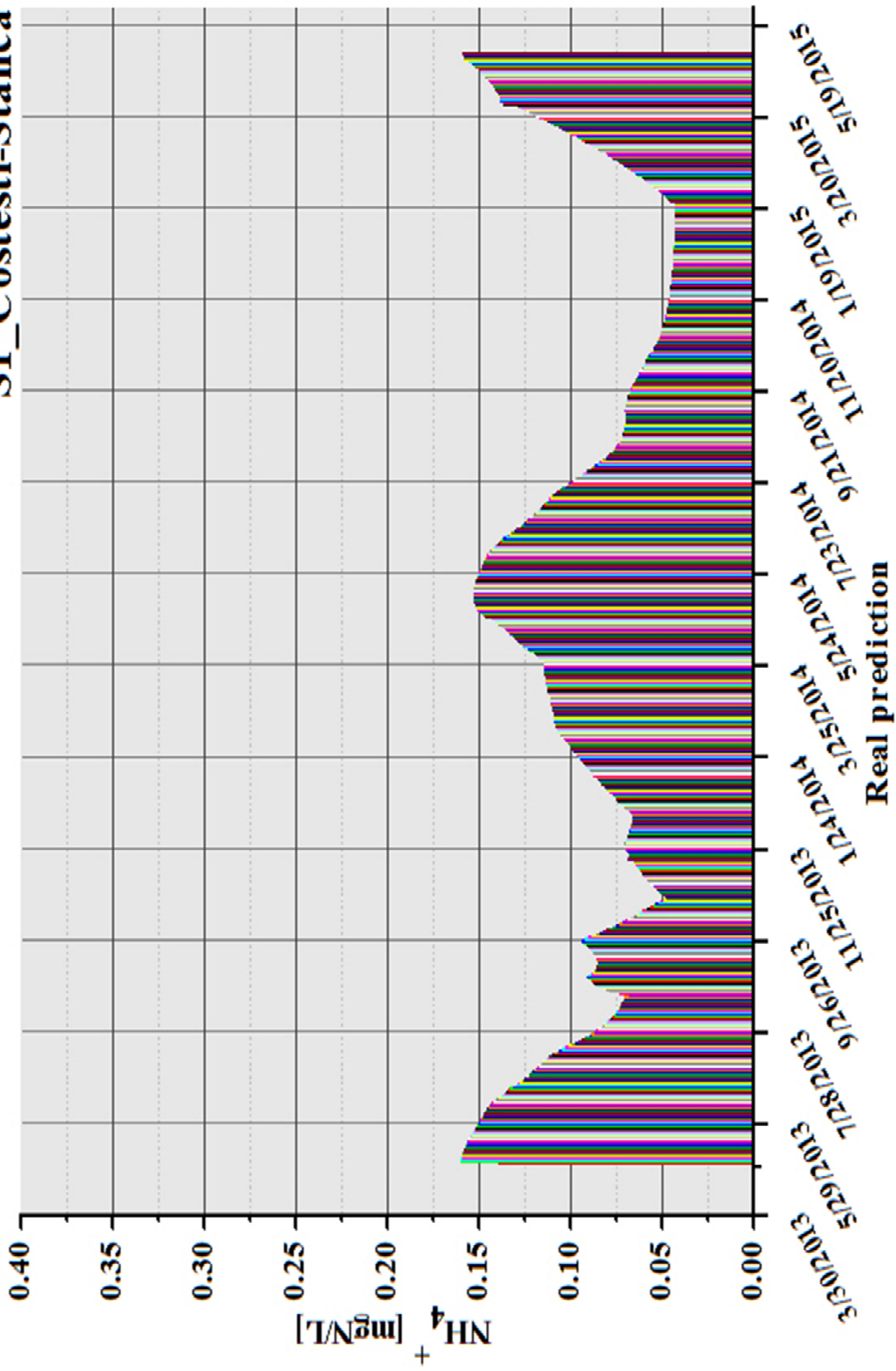
CBO5 la stația S1-Stânca-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

S1_Costesti-Stanca



Concentrația nitraților la stația S1-Stânca-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

S1_Costesti-Stanca



Concentrația amoniului la stația S1-Stânca-Costești, cu rezultate ale predicțiilor pentru fiecare zi de prelevare

CAPITOLUL IV. PLANUL /MĂSURILE DE MANAGEMENT AL RISCURILOR

La 29 ianuarie 2007 a fost emis **Ordinul nr. 132** al Ministrului administrației și internelor din România pentru aprobarea Metodologiei de elaborare a **Planului de analiză și acoperire a riscurilor** și a **Structurii-cadru a Planului de analiză și acoperire a riscurilor**.

Secțiunea 1 "**Analiza riscurilor naturale**" cuprinde referiri cu privire la:

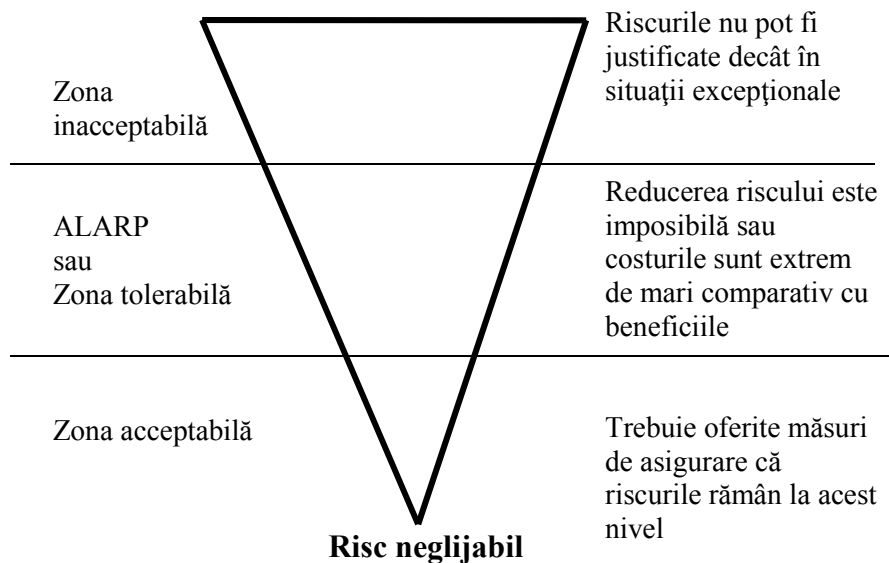
- fenomenele meteorologice periculoase - se analizează zonele unde s-au produs astfel de fenomene, precum și posibilitatea apariției acestora în noi locuri;
- inundații - se analizează dacă inundațiile sunt previzibile și cu cât timp înainte, efectele dinamice și starea tehnică și de întreținere a lucrărilor hidrotehnice, zonele planificate a fi inundate controlat etc.
- furtuni, tornade, secetă, îngheț - se analizează dacă fenomenele respective sunt previzibile, cu cât timp înainte, localitățile/terenurile/obiectivele care pot fi afectate.

Secțiunea a 2-a "**Analiza riscurilor tehnologice**" cuprinde referiri cu privire la riscurile industriale: se analizează activitățile care prezintă pericole de accidente majore în care sunt implicate substanțe periculoase, tipurile de substanțe chimice periculoase folosite în procesul de producție. În cazul riscurilor de transport și depozitare de produse periculoase se analizează posibilele accidente care se pot produce pe rețeaua rutieră, feroviară, fluvială și maritimă pentru transportul materialelor periculoase, din ce se compun transporturile și destinația acestora.

În ce privește riscurile de poluare a apelor se inventariază locurile în care au avut loc astfel de fenomene, precum și posibilele noi locuri de apariție a acestora, zonele care ar putea fi afectate. Evitarea manifestării riscurilor, reducerea frecvenței de producere ori limitarea consecințelor acestora se realizează prin monitorizarea permanentă a parametrilor de mediu și transmiterea datelor la autoritățile competente. Pentru acoperirea **riscurilor transfrontaliere** se încheie protocoale de colaborare cu instituțiile similare din țările cu care există granițe comune, care prevăd modalități de informare asupra pericolelor probabile, de avertizare/alarmare în cazul manifestării acestora, modalitățile de intervenție comună asupra riscurilor transfrontaliere, precum și exercițiile și aplicațiile cu participare internațională.

Conform Directivei cadru 2000/60, transpusă în România prin **Legea Apelor 107/1996** (modificată și completată prin **Legea 310/2004**), **obiectivul de mediu** îl reprezintă clasa bună (clasa II) de calitate, de la care începe **riscul de mediu**. Ținând cont de acestea, calitatea apei în zona metropolitană Iași prezintă risc de neîndeplinire a condițiilor de mediu. Calitatea apei nu satisface cerințele legislației românești adoptate prin implementare. În topul poluării, tronsonul Prut – Iași ocupă locul 3, iar în topul de impact, locul 1.

Criteriile de acceptare a riscului, adoptate de autoritățile de reglementare, evidențiază faptul că riscurile și hazardul trebuie să fie „**la limita rezonabilității posibile**” (programul **ALARP**) sau „**la limita rezonabilității tangibile**” (programul **ALARA**). Poluarea râului Prut poate fi încadrată în **domeniul riscului inacceptabil**, ținând cont de faptul că **probabilitatea de producere este ridicată**. Încadrând poluarea râului Prut în domeniul riscului inacceptabil, trebuie să i se acorde o atenție deosebită, prin recurgerea la mijloace cât mai diverse, în măsură să reducă probabilitatea producerii unei noi poluări și/sau să diminueze impactul unei poluări accidentale. În acest mod riscul devine unul neglijabil sau acceptabil, în conformitate cu criteriile de evaluare a gravității consecințelor și cu limitele de acceptabilitate a acestora. Politica curentă nu oferă nici o garanție a faptului că, dacă riscurile trebuie într-adevăr asumate, ele sunt cel puțin social acceptabile. Conform Politicii UE de management al riscului ecologic, dacă există riscul credibil, dar încă nedovedit științific, al efectelor potențiale asupra sănătății omului sau a mediului, **principiul precauției** trebuie să prevaleze. Aceasta înseamnă identificarea și estimarea riscurilor și a măsurilor potrivite (**echilibrarea riscului** de utilitatea socială). Dacă riscurile sunt greu de estimat, va fi presupus **riscul maxim imaginabil**.



Niveluri de risc și ALARP

Pentru **scăderea riscului** este necesară parcurgerea mai multor **etape**:

1. Evaluarea situației actuale se impune ca o măsură imediată pentru a putea aprecia gradul de risc și urgenta implementarea normelor de securitate.
2. Eliminarea vulnerabilităților, etapa în care se rezolvă problemele existente, minimizând astfel riscul de reușită al unor viitoare atacuri.
3. Stabilirea cerințelor de securitate, etapa în care se precizează exact ceea ce dorim să protejăm.
4. Elaborarea politicii de securitate, etapa în care se detaliază ce și cum protejăm.
5. Implementarea politicii de securitate, etapa în care se implementează efectiv lucrările și procedurile pentru atingerea obiectivelor stabilite prin politica de securitate.
6. Implementarea standardului ISO pentru gestionarea securității. Organizația care reușește să implementeze acest standard poate demonstra oricând clienților săi calitatea serviciilor pe care le prestează.
7. Întreținerea sistemului de securitate, o etapă obligatorie în contextul dinamicii extraordinare a diversității și complexității problemelor ce pot apărea.

IV.1. Recomandări cu privire la protecția și conservarea diversității ihtiofaunistice autohtone

Reducerea poluării

Activitățile de protejare, conservare și îmbunătățire a calității apei, ca mediu inalienabil pentru habitarea peștilor și menținerea unei diversități ihtiofaunistice înalte, se bazează pe două mari grupuri de activități: structurale și nonstructurale.

Dintre cele **structurale**:

1. construcția de noi stații de tratare a apelor uzate și modernizarea celor vechi;
2. îmbunătățirea tehnologiilor și practicilor ecologice și agricole;
3. îmbunătățirea condițiilor de stocare și depozitare a deșeurilor;
4. dezvoltarea sistemului de canalizare ș.a.

Dintre cele **nonstructurale**:

1. dezvoltarea și implementarea unor standarde stricte;
2. formarea personalului înalt calificat;
3. desfășurarea campaniilor de informare și educație ecologică a populației;

4. amendarea legislației interne cu privire la gospodărirea apelor și a resurselor biologice acvatic.

Reconstrucția ecologică a habitatelor râului Prut și extinderea ariilor protejate

Protecția diversității biologice trebuie să se manifeste prin conservarea biocenozelor naturale în totalitatea lor și nu a unor specii luate în parte. De aceea, una dintre măsurile eficiente de conservare a diversității ihtiofaunistice constă în amenajarea de arii protejate, care trebuie să funcționeze nu doar la nivel declarativ.

În scopul protecției și conservării diversității ihtiofaunistice, un obiectiv de importanță deosebită este instituirea și lărgirea Rezervațiilor naturale integrale în sectorul inferior al Prutului, ca zone umede de importanță majoră „în conservarea și cruțarea” florei și faunei spontane.

Considerăm că, una din cele mai importante măsuri de conservare a diversității ihtiofaunistice, mai ales în ecosistemele lotice, este contracararea efectelor fragmentării râurilor și asigurarea migrației peștilor, care pot fi realizate prin: construcția de săritori sau scări pentru pești, amenajarea de brațe secundare în lungul lacurilor de baraj, păstrarea de brațe moarte în vechea albie a râurilor amenajate hidrotehnic etc.

Reconstrucția ecologică constă în acțiuni de asigurare a continuității de curgere, de distrugere a barajelor, de tăiere a malurilor abrupte (ceea ce ar reduce imediat eroziunea), extinderea lor sub forma unor pante line, stabilizarea fundului râului în locurile cu viteză mare a curentului de apă, prin introducerea în albia minoră de petre și bolovani mari, precum și prin plantarea malurilor cu vegetație ierboasă, arbuști și arbori din speciile hidrofile, care prin sistemul lor radicular fixează bine malurile.

Asigurarea condițiilor favorabile de reproducere în timpul perioadei de prohibiție

Pentru menținerea biodiversității ihtiofaunistice și a unei stări optimale a populațiilor, este necesară asigurarea condițiilor favorabile de reproducere în timpul perioadei de prohibiție. Doar patru luni de protecție adecvată a reproducerii naturale (începutul lunii martie – sfârșitul lunii iunie), în concurs cu menținerea regimului hidrologic optimal, poate asigura pentru mulți ani o productivitate piscicolă înaltă.

Pentru lacul de acumulare Stânca-Costești este recomandat a se menține cât se poate de înalt și constant nivelul apei în timpul perioadei de prohibiție (pentru inundarea boiștilor), reducerea acestuia cu un metru în luna iulie și o reducere repetată înainte de stabilirea podului de gheață. Această dinamică anuală a regimului hidrologic va permite asigurarea succesului reproducerii diferitelor specii de pești, creșterea și dezvoltarea puietului în condiții optime, mineralizarea și dezinfecția substratului reproductiv și acoperirea cu vegetație acvatică a boiștilor, pregătindu-le pentru viitorul an reproductiv.

În sectoarele de albie, nivelul apei trebuie menținut la maxim măcar o lună, ceea ce va permite inundarea luncilor (de obicei, mijlocul lunii aprilie – mijlocul lunii mai, când se constată ponderea cea mai mare în reproducerea speciilor fitofile de pești); de repetat acest maxim hidrologic după 2-3 săptămâni de la finalizarea perioadei reproductivă, facilitând astfel ieșirea reproducătorilor și a puietului din zonele inundate.

Interzicerea totală sau suspendarea pe o perioadă limitată a pescuitului industrial, și dezvoltarea infrastructurii pescuitului amator, însoțite de o educație ecologică adecvată

Aceste măsuri sunt extrem de importante pentru restabilirea efectivelor speciilor cu divers statut de raritate. Aplicarea lor va avea un efect benefic atât asupra structurii populațiilor speciilor de talie mare, micșorându-se presiunea asupra grupelor superioare de vârstă, cât și asupra speciilor ubicviste de talie mică, evitându-se cazurile de epizootii și reducerea bazei trofice furajere din ecosistem (biomasa lor fiind mai activ valorificată de speciile ihtiofage de talie mare și de pescarii amatori).

Interdicția pescuitului anumitor specii cu statut de raritate și protecția habitatelor lor caracteristice

Pentru ca specia să fie luată sub o protecție legală adecvată și eficientă, este necesar a se cunoaște factorii care provoacă declinul ei. Pentru speciile rare de talie mică (țiparul, căra, țigănușul, boișteanul, beldița, grindelul ș.a.) limitarea sau interzicerea pescuitului nu va avea nici un efect scontat datorită strecurării lor prin ochiurile plaselor, iar gura mică a unora nu le permite să se prindă frecvent la undiță. Astfel că măsura de interzicere a pescuitului anumitor specii poate fi una dezavantajoasă, dând iluzia organelor executive că prin adoptarea acesteia se realizează protecția lor, abătându-le atenția de la factorul care pune în pericol specia. Pentru aceste specii, cea mai oportună măsură este protecția habitatelor unde au fost identificate.

În multe cazuri, însă, pentru a scoate în evidență importanța deosebită a unor taxoni (pentru menținerea biodiversității, funcționalitatea biocenozelor, economie ș.a.), mai ales a celor cu statut internațional de protecție, se cere o abordare particulară, cu studii aprofundate asupra însușirilor biologice ale taxonului, stării sale populaționale în interiorul ariei de cercetare și pentru întreg arealul de răspândire, studiul practicilor internaționale aplicate în această direcție și numai atunci va fi posibilă elaborarea programelor științifico-practice eficiente de protecție a speciei și majorare a efectivelor populațiilor.

În baza datelor obținute se crează **fișa ecologică pentru fiecare specie de importanță comunitară**, cu includerea recomandărilor particulare și eficiența maximă de reabilitare a taxonului.

De obicei, taxonii cu statut internațional de protecție au o răspândire discontinuă, iar factorii cauzatori pot fi deosebiți de la o țară la alta. În multe cazuri, reconstrucția întregului ecosistem este foarte dificilă și aproape imposibilă, iar declinul speciei poate fi provocat de către un singur factor limitant (de exemplu, o anumită sursă de poluare, efectul pescuitului ilicit în perioada de migrație, barajul construit pe calea de migrare ș.a.). În aceste condiții este mult mai ușor și rentabil ”de îndepărtat această influență distructivă”, decât de realizat o protecție integrală a ecosistemului.

Reproducerea ecologo-industrială a speciilor indigene cu potențial regulator major

Astfel de specii sunt: șalăul, știuca, somnul european, mihalțul, cega, linul, forma sălbatică a crapului european ș.a. O măsură eficientă este construirea și instalarea cuiburilor artificiale, mai ales pentru șalău, somn, plătică, morunaș ș.a. specii indigene, în locurile cu deficit de boiște, ori în anii cu nivel nesatisfăcător al apei.

În prezent, există posibilitatea reproducerii în condiții de captivitate, practic a oricărei specii de pești, utilizând sistemele recirculante de creștere (SRC, SAR). Această metodă modernă oferă o serie de avantaje: 1) simularea condițiilor optime de creștere și reproducere caracteristice fiecărui taxon, indiferent de influențele externe de mediu și exigențele bio-ecologice, 2) controlul integral al calității și o planificare exactă a cantității organismelor acvatice crescute, 3) consum de apă și suprafață limitate, necesare procesului tehnologic, 4) producerea unui impact negativ minim asupra mediului în comparație cu alte metode de creștere semiintensive și intensive (fragmentarea biotopurilor, eliberarea în mediu a cantităților excesive de îngrășăminte, substanțe medicamentoase, anaboliți, dezinfectanți ș.a.).

Pentru a revigora efectivele speciilor cu diferit statut de raritate prin procedee ecologo-industriale de reproducere, trebuie ținut cont și de diversitatea genetică, neadmițându-se folosirea unui număr redus de reproducători.

Popularea ecosistemelor cu specii rare trebuie să se facă cu puiet bine dezvoltat, cu o hrănire activă, care să asigure o supraviețuire înaltă a viitorului stoc de reproducători. Popularea cu puiet de dimensiuni reduse, cu hrănire mixtă endogen-exogenă va duce la mortalități în masă, tensionarea relațiilor trofice cu alte specii planctonofage și, în final, la compromiterea acțiunilor de refacere a stocurilor piscicole.

Folosirea mai activă a metodei „biomanipulării și bioameliorării” în prevenirea fenomenului bioinvasiei și eutrofizării

În condițiile existente este necesară reglarea efectivelor speciilor multidominante cu ciclul vital scurt și mediu, prin majorarea ponderii speciilor ihtiofage de pești de talie mare, cum sunt șalăul, avatul, somnul, știuca ș.a.

Prin calitatea sa de „prădător cheie”, peștele ihtiofag menține un echilibru optim între efectivele speciilor de pești din nivelurile trofice inferioare, care au nișe ecologice asemănătoare, prevenind, în așa fel, monopolizarea resurselor trofice de către taxonii oportuniști (adică servește ca reglator biologic și permite coabitarea unei diversități mari de specii).

Majorarea ponderii speciilor ihtiofage (șalăul, știuca, somnul, avatul ș.a.) nu trebuie să se reducă la măsuri de reproducere a lor în condiții ecologo-industriale (cu eliberare ulterioară în ecosistem), dar este necesară și optimizarea structurii pe vârste a populațiilor existente, neadmițându-se extragerea exagerată a grupelor medii și superioare de vârstă (ca cei mai importanți reproducători și consumatori de specii cu ciclul vital scurt).

În funcție de caracteristica hidrobiotopului și particularitățile speciilor supuse reglării numerice trebuie populat cu ihtiofagul potrivit (pentru carasul argintiu, moșul de Amur, bibanul soare : știuca sau somnul; pentru murgoiul bălțat, speciile oportuniste: șalăul sau bibanul; în unele râuri mici ar fi oportună popularea cu știucă și biban, iar în lacurile de albie – se recomandă popularea cu somn european, știucă și șalău).

Indiferent de ecosistem, după posibilități, este recomandat a se popula cu mai multe specii de ihtiofag (de exemplu, în lacuri: somn, șalău, știucă și avat), diversitatea lor fiind un factor reglator nu numai al abundenței speciilor pradă, dar servind și ca garant de menținere a echilibrului în cadrul relațiilor dintre prădători, neadmițându-se „explozia numerică” a unuia dintre aceștia.

Numeroase lacuri și iazuri cu destinație piscicolă și recreativă sunt amplasate pe cursul râurilor mici și servesc ca surse importante și vectori direcți de răspândire a speciilor invazive de pești în toate direcțiile (murgoiul bălțat, carasul argintiu, bibanul soare le ș.a.), inclusiv în Prut. În cazul utilizării în aceste bazine acvatice cu destinație piscicolă a metodei biomanipulării și bioameliorării cu specii răpitoare de pești, se recomandă popularea acestor ecosisteme cu densități foarte bine stabilite și de preferință cu vârste mai mici cu cel puțin un an, comparativ cu speciile de ciprinide economic valoroase.

În lacurile mari, precum Stânca-Costești, șalăul, somnul, știuca și avatul pe lângă importanța lor incontestabilă de bioamelioratori, devin în prezent „un obiect popular și la modă” în pescuitul sportiv și amator, sumele colectate din acest gen de activitate putând fi folosite ulterior pentru revigorarea stării ecologice a bazinului râului Prut.

Ca specii ameliorative de pești în lupta cu fenomenul de ”înflorire a apei” sunt recunoscute ciprinidele asiatice introduse din anii '60 ai secolului trecut. Grație modului de nutriție diferit (sângerul – fitoplanctonofag, novacul – zooplanctonofag și cosașul - macrofitofag) în biocenoză se creează doar 2-3 verigi trofice (fitoplancton → sânger, fitoplancton → zooplancton → novac, sau plante acvatice superioare - cosaș). În aceste condiții, în ihtiocenoza simplificată (formată din puține specii) au loc pierderi minime de energie și acumulări maxime de biomasă piscicolă (fără a se provoca concurență trofică cu crapul zoobentonofag). Popularea lacului de acumulare Stânca-Costești cu sânger și cosaș în cantități științific argumentate este bine-venită în acest sens, urmărindu-se avantaje multiple de ordin ecologic și economic.

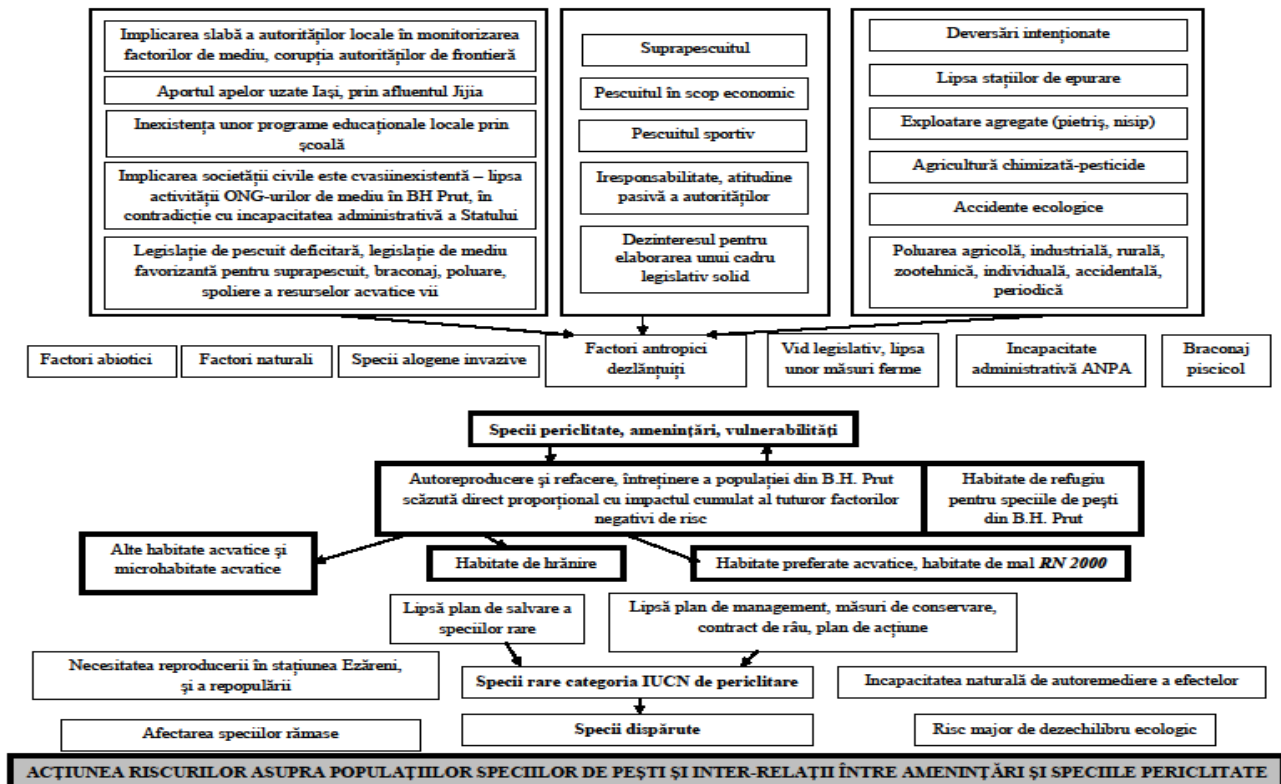
Bibliografie

- Abbas K., Zhou X., Li Y., Gao Z., Wang W., 2010 - Microsatellite diversity and population genetic structure of yellowcheek, *Elopichthys bambusa* (Cyprinidae) in the Yangtze River. *Biochem. Syst. Ecol.* 38:806–812
- Adams, S.M., Ham, K., 2011 - Application of Biochemical and Physiological Indicators for Assessing Recovery of Fish Populations in a Disturbed Stream. *Environmental Management* 47, 1047-1063
- Bloomfield J.A., Park R.A., Scavia D., Zahorcak C.S., 1973 - Aquatic modeling in the EDFB, US-IBP, in: Middlebrooks E. J., Falkenberg D. H., Maloney T. W. (Eds.), *Modeling the Eutrophication Process*, Ann Arbor Science Publishers, Ann Arbor, MI
- Bulat D., Bulat D., Toderaş I., Usatîi M., Zubcov E., Ungureanu L., 2014 - Biodiversitatea, Bioinvazia și Bioindicația (în studiul faunei piscicole din Republica Moldova). Chişinău: Foxtrod
- Cairns J.Jr., Dickson K.L. & Westlake G.F., 1977 - Biological monitoring of water and effluent quality, ASTM Special Technical Publications, Baltimore
- Cairns J., 1982 - Biological monitoring in water pollution, Pergamon Press, Oxford
- Ciolpan O., 2005 – Monitorul integrat al sistemelor ecologice, Ed. Ars Docendi, Bucureşti
- Clough, J.S., 2004 - AQUATOX (Release 2): Modeling Environmental Fate and Ecological Effects in Aquatic Ecosystems, vol. 3, User's Manual for the BASINS (Version 3.1) Extension to AQUATOX Release 2. EPA-823-R-04-003, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC
- Collins C.D., Park R.A., MacLeod B.B., Albanese J.R., Merchant D., 1985 - Documentation of the Aquatic Ecosystem MINI.Cleaner, A Final Report for Grant No. R806299020. U.S. Environmental Protection Agency, Environmental Research Laboratory, Athens, Georgia
- Diaconu G., Rojanschi V., Bran F., 1997 – Urgențele și riscurile de mediu pentru agenții economici, Ed. Economică, Bucureşti
- Di Toro D.M., 2001 - Sediment Flux Modeling, Wiley-Interscience, New York
- Gaston K.J., Fuller R.A., 2007 - Commonness, population depletion and conservation biology, *Trends Ecol. Evol.* 23
- Gavrilescu M., 2003 – Estimarea și managementul riscului, Ed. Ecozone, Iaşi
- Godeanu S., 1997 – Elemente de monitoring ecologic/integrat, Ed. Bucura Mond, Bucureşti
- Goldsmith F.B. (ed.), 1995 – Monitoring for Conservation and Ecology, Ed. Chapman & Hall, London
- Gopalakrishnan A., Muneer P.M.A., Musammilu K.K., Lal K.K., Kapoor D., Mohindra V., 2006 - Primers from order Osteoglossiform and Siluriform detect polymorphic microsatellite loci in sunclatfish, *Horabagrus brachysoma* (Teleostei: Bagridae). *J Appl Ichthyol* 22(5):456–458
- Hanson P.C., Johnson T.B., Schindler D.E., Kitchell J.F., 1997 - Fish Bioenergetics 3.0. Center for Limnology, University of Wisconsin, Madison
- Hewett S.W., Johnson B.L., 1992 - Fish Bioenergetics 2 Model. University of Wisconsin Sea Grant Institute, Madison
- Howick G.L., de Noyelles F., Dewey S.L., Mason L., Baker D., 1993 - The feasibility of stocking largemouth bass in 0.04-ha Mesocosms used for pesticide research. *Environ. Toxicol. Chem.* 12,
- Ivas D., Voinea E., Munteanu F., Rotariu M., 2001 - Managementul riscului. Risc industrial și ecologic, Edit. Agir, Bucureşti
- Kumazawa Y., Nishida M., 2000 - Molecular phylogeny of Osteoglossoids: a new model for Gondwanian origin and plate tectonic transportation of the Asian arowana. *Mol. Biol. Evol.* 17(2):1869–1878
- Lovejoy N.R., de Araujo M.L.G., 2000 - Molecular systematics, biogeography, and population structure of Neotropical freshwater needlefishes of the genus *Potamorhaphis*. *Mol. Ecol.* 9(3):259–268
- Keith D.A., 2015 - Assessing and managing risks to ecosystem biodiversity, *Austral Ecology*, 40
- Macoveanu M., 2003 – Metode și tehnici de evaluare a impactului ecologic, Ed. Ecozone, Iaşi
- Meffe G.K., Vrijenhoek R.C., 1988 - Conservation genetics in the management of desert fishes. *Conservation Biology* 2: 157–169
- Negulescu M., 1982 - Protecția calității apelor, Edit. Tehn., Bucureşti
- Newman M.C., Unger M.A., 2003 - Fundamentals of ecotoxicology. Second edition, Lewis Publishers, CRC Press LLC, Boca Raton Florida, US
- Nicoară M., 2009 – Monitorul ecologic, Editura Tehnopress, Iaşi
- O'Neill R.V., 1969 - Indirect estimation of energy fluxes in animal food webs, *J. Theor. Biol.* 22
- Park R.A., 1978 - A Model for Simulating Lake Ecosystems, Center for Ecological Modeling Report No. 3, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York

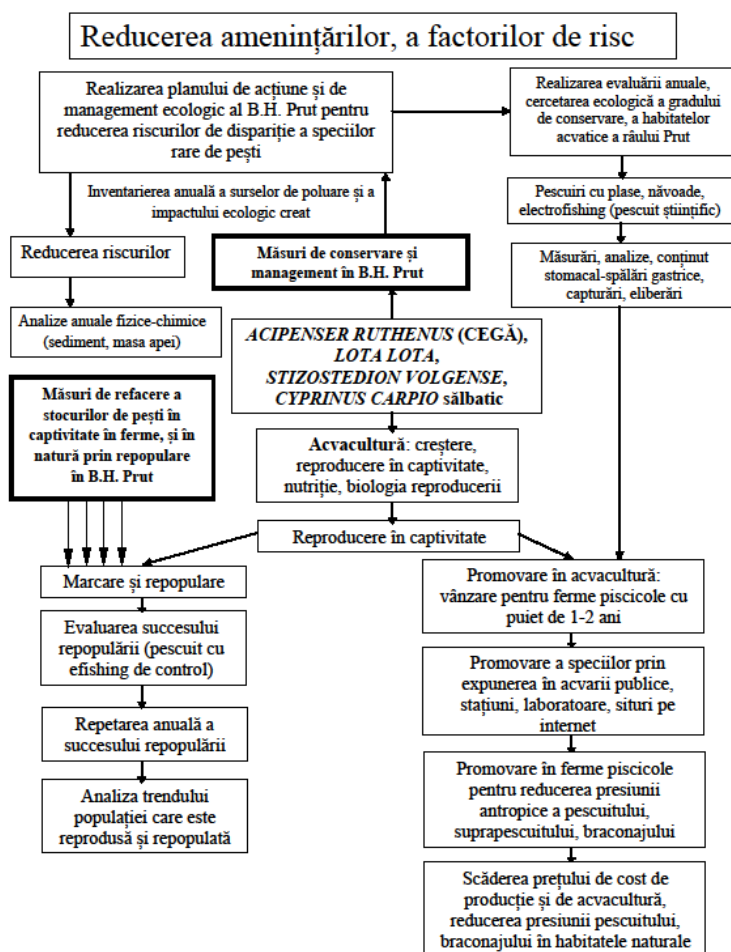
- Park R.A., 1984 - TOXTRACE: A Model to Simulate the Fate and Transport of Toxic Chemicals in Terrestrial and Aquatic Environments, *Acqua e Aria*, No. 6
- Park R.A., 1990 - AQUATOX, a Modular Toxic Effects Model for Aquatic Ecosystems. Final Report, EPA-026-87; U.S. Environmental Protection Agency, Corvallis, Oregon
- Park R. A., Clough J. S., 2014a, AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 1, User's Manual, EPA-820-R-14-005, Washington, DC
- Park R.A., Clough J.S., 2014a - AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 1, User's Manual, EPA-820-R-14-005, Washington, DC
- Park R.A., Clough J.S., 2014b - AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 2, Technical Documentation, EPA-820-R-14-007, Washington, DC
- Park R.A., Clough J.S., Wellman Coombs M., 2008 - AQUATOX: Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, Review, *Ecological Modelling* 213
- Park R.A., Collins C.D., Leung D.K., Boylen C.W., Albanese J.R., de Caprariis P., Forstner H., 1979 - The Aquatic Ecosystem Model MS.CLEANER, State-of-the-Art in Ecological Modeling, edited by S.E. Jorgensen, International Society for Ecological Modelling, Denmark
- Park R.A., Connolly C.I., Albanese J.R., Clesceri L.S., Heitzman G.W., Herbrandson H.H., Indyke B.H., Loehe J.R., Ross S., Sharma D.D., Shuster W.W., 1982 - Modeling the Fate of Toxic Organic Materials in Aquatic Environments, Rept. EPA-600/S3-82-028. U.S. Environmental Protection Agency, Athens, GA
- Park R.A., Connolly C.I., Albanese J.R., Clesceri L.S., Heitzman G.W., Herbrandson H.H., Indyke B.H., Loehe J.R., Ross S., Sharma D.D., Shuster W.W., 1980 - Modeling Transport and Behavior of Pesticides and Other Toxic Organic Materials in Aquatic Environments, Center for Ecological Modeling Report No. 7. Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York
- Park R.A., Firlie B., Camacho R., Sappington K., Coombs M., Mauriello D.A., 1995 - AQUATOX, A General Fate and Effects Model for Aquatic Ecosystems, Proceedings for the Toxic Substances in Water Environments: Assessment and Control, Water Environment Federation, Arlington, VA (3)7-(3)17
- Park R.A., Groden T.W., Desormeau C.J., 1979 - Modifications to the Model CLEANER Requiring Further Research, Perspectives on Lake Ecosystem Modeling, edited by D. Scavia and A. Robertson. Ann Arbor Science Publishers, Inc.
- Park R.A., O'Neill R.V., Bloomfield J.A., Shugart Jr. H.H., Booth R.S., Koonce J.F., Adams M.S., Clesceri L.S., Colon E.M., Dettman E.H., Goldstein R.A., Hoopes J.A., Huff D.D., Katz S., Kitchell J.F., Kohberger R.C., LaRow E.J., McNaught D.C., Peterson J.L., Scavia D., Titus J.E., Weiler P.R., Wilkinson J.W., Zahorcak C.S., 1974 - A generalized model for simulating lake ecosystems, *Simulation* 23
- Park R.A., Scavia D., Clesceri N.L., 1975 - CLEANER, The Lake George Model, Ecological Modeling in a Management Context. Resources for the Future, Inc., Washington, D.C.
- Press W.H., Flannery B.P., Teukolsky S.A., Vetterling W.T., 1986 - Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Rasiga A., 1999 – Use of algae for monitoring rivers: general information on Romania, in Use of Algae for Monitoring Rivers III. Douai, France: 102-109
- Reynolds C.S., 2003 - Planktic community assembly in flowing water and the ecosystem health of rivers. *Ecological Modelling*, 160
- Reynolds C.S., Elliott J.A., 2012 - Complexity and emergent properties in aquatic ecosystems: predictability of ecosystem responses, *Freshwater Biology*, 57 (Suppl. 1)
- Ripl W., Wolter K.D., 2002 - Ecosystem function and degradation, in *Phytoplankton Productivity* (Eds. P.J. Williams, D.N. Thomas, C.S. Reynolds), Blackwell Science, Oxford
- Rowe W.D., 1977 - An Anatomy of Risk. Wiley, New York
- Scavia D., Park R.A., 1976 - Documentation of Selected Constructs and Parameter Values in the Aquatic Model CLEANER, *Ecological Modelling* 2(1)
- Small M.J., Sutton M.C., 1986 - A Regional pH-Alkalinity Relationship, *Water Research* 20
- Straškraba M., Gnauck A.H., 1985 - Freshwater Ecosystems Modelling and Simulation, Elsevier, Amsterdam
- Stumm W., Morgan J.J., 1996 - Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters. John Wiley & Sons, New York
- Sturmbauer C., Meyer A., 1992 - Genetic divergence, speciation, and morphological stasis in a lineage of African cichlid fishes. *Nature Lond* 359:578–581

- Thai B.T., Burrige C.P., Austin C.M., 2007 - Genetic diversity of common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Vietnam using four microsatellite loci. *Aquaculture* 269:174–186
- Thompson W.L., White G.C., Gowan C., 1998 – *Monitoring Vertebrate Populations*, Academic Press Inc., San Diego, USA
- Usatii M., 2004 - Evoluția, conservarea și valorificarea durabilă a diversității ihtiofaunei ecosistemelor acvatice ale Republicii Moldova (Development, preservation and sustainable capitalization of the diversity of the fish populations in the water ecosystems of the Republic of Moldova) – PhD thesis, Chișinău
- U.S. Environmental Protection Agency, 2000a - AQUATOX for Windows: A Modular Fate and Effects Model for Aquatic Ecosystems, vol. 1, User's Manual, EPA-823-R-00-006, Washington, DC
- U.S. Environmental Protection Agency, 2000b - AQUATOX for Windows: A Modular Fate and Effects Model for Aquatic Ecosystems, vol. 2, Technical Documentation, EPA-823-R-00-007, Washington, DC
- U.S. Environmental Protection Agency, 2000c - AQUATOX for Windows: A Modular Fate and Effects Model for Aquatic Ecosystems, vol. 3, Model Validation Reports, EPA-823-R-00-008, Washington, DC
- U.S. Environmental Protection Agency, 2014a, AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 1, User's Manual, EPA-820-R-14-005, Washington, DC
- U.S. Environmental Protection Agency, 2014a, AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 1, User's Manual, EPA-820-R-14-005, Washington, DC.
- U.S. Environmental Protection Agency, 2014b - AQUATOX (Release 3.1 plus): Modeling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems, vol. 2, Technical Documentation, EPA-820-R-14-007, Washington, DC
- Yoe C., 2012 - *Primer on Risk Analysis, Decision Making under Uncertainty*, CRC Press
- Yoe C., 2012 - *Principles of Risk Analysis, Decision Making under Uncertainty*, CRC Press
- Zaharia C., 2003 – *Legislația pentru protecția mediului*. Editura Universității “Alexandru Ioan Cuza, Iași
- Zamfir G., 1974-1975 - *Poluarea mediului ambiant*, Ed. Junimea, Iași
- Zamfir G., 1979 - *Efectele unor poluanți și prevenirea lor*, Ed. Acad., București
- Zubcov E., Ungureanu L., Toderas I., Biletchi L., Bagrin N., 2014 - *Hydrobiocenosis State of the Prut River in the Sculeni – Giurgulesti Sector*. Water Science and Tehnology Library. Management of Water Quality in Moldova (Ed. Duca G.). Springer, 2014, Volume 69
- ***Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy
- ***Metodologia privind identificarea, delimitarea și clasificarea corpurilor de apă. H.G. R.M. nr. 881 din 07.11.2013. Chișinău: Monitorul Oficial nr. 258 – 261, 15 noiembrie 2013
- ***Normativ pentru obiectivele de referință pentru clasificarea calității apelor de suprafață. Ordinul nr. 1146/10 decembrie 2002. Monitorul Oficial al României, Partea I. nr. 197/27.III.2003
- ***Norme metodologice privind procedura de elaborare și conținutul minim al studiilor și analizelor de impact asupra mediului, Ordinul MAPPM nr. 619/1992
- ***Plan Management SH Prut Barlad 2016-2021 on line, conform Directivei Cadru Apă 2000/60/CE
- ***Planul Național de Management (Sinteza Planurilor de Management la Nivel de Bazine/Spații Hidrografice). vol. I. [http://www.rowater.ro/daprut/Sinteza de calitate a apelor](http://www.rowater.ro/daprut/Sinteza%20de%20calitate%20a%20apelor)
- ***Raport privind starea mediului în județul Iași (Brief on the environment status in the county of Iasi) 2012, 2013, 2014
- ***Regulament cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. H.G. R.M. nr. 890 din 12.11.2013. Chișinău: Monitorul Oficial nr. 262–267, 22 noiembrie 2013
- ***Regulament privind monitorizarea și evidența sistematică a stării apelor de suprafață și a apelor subterane. H.G. R.M. nr. 932 din 20.11.2013. Chișinău: Monitorul Oficial nr. 276, 2013

ANEXA 1. Acțiunea riscurilor asupra populațiilor de pești



ANEXA 2. Schema reducerii amenințărilor/factorilor de risc





ALEXANDRU IOAN CUZA
UNIVERSITY of IAȘI

Beneficiary of project MIS ETC 1150: „Alexandru Ioan Cuza” University of Iași, B-dul Carol I, no. 11, Iași, 700506, Iași - contact@uaic.ro

Ro- Ua- Md Programme „Common borders. Common solutions.”

The Joint Operational Programme Romania-Ukraine-Republic of Moldova 2007-2013 is financed by the European Union through the European Neighborhood and Partnership Instrument and co-financed by the participating countries in the programme.

www.ro-ua-md.net

This publication has been produced with the assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of „Alexandru Ioan Cuza” University of Iași and can in no way be taken to reflect the views of the European Union or of the Romania-Ukraine-Republic of Moldova Joint Operational Programme 2007-2013 management structures.